



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de subrasante incorporando cal y ceniza de carbón
en el Centro Poblado de Conache, Distrito de Laredo, La Libertad**

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

AUTORES:

Medina Ñañez Juan Pablo Junior (ORCID [0000-0001-9342-4109](https://orcid.org/0000-0001-9342-4109))

Villar Tapia Wilson Gian Pieer (ORCID [0000-0002-5404-4979](https://orcid.org/0000-0002-5404-4979))

ASESOR:

Mgtr. Marco Cerna Vasquez (ORCID [0000-0002-8259-5444](https://orcid.org/0000-0002-8259-5444))

Mgtr. Horna Araujo Luis Alberto (ORCID [0000-0002-3674-9617](https://orcid.org/0000-0002-3674-9617))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO — PERÚ

2022

Dedicatoria

Especialmente dedicado a nuestros queridos padres, que diariamente nos dan sus fuerzas, su apoyo y su gran amor incondicional.

A todos los docentes de alto nivel y con una vasta experiencia en campo que nos brindan sus conocimientos por medio de la Universidad César Vallejo, que nos inspiró a concluir esta grandiosa carrera profesional.

Medina Ñañez Juan Pablo

Villar Tapia Wilson Gian Pieer

Agradecimiento

A Dios

Por brindarnos la vida y por protegernos siempre en todos los lugares que vamos, por acompañarnos en los buenos y malos momentos en nuestra vida.

A mis padres

Por su infinito amor y su inconmensurable paciencia, por darnos una educación fundamentados en los valores y la ética. Por ser un gran pilar en nuestra formación personal.

A mi asesor

Por ser un gran mentor que nos brindó una guía extraordinaria y palabras de apoyo para la culminación de esta prestigiosa carrera de ingeniería civil.

Medina Ñañez Juan Pablo

Villar Tapia Wilson Gian Pieer

Índice de contenidos

Carátula	i
Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades térmicas y mecánicas de la cal.....	11
Tabla 2. Propiedades físicas de la cal, cemento y asfalto.....	11
Tabla 3. Clasificación de los suelos.....	12
Tabla 4. Características – CBR.....	13
Tabla 5. Dosificación de la cal y las cenizas de carbón.....	18
Tabla 6. Granulometría del suelo – calicata 1.....	23
Tabla 7. Granulometría del suelo – calicata 2.....	24
Tabla 8. Granulometría del suelo – calicata 3.....	25
Tabla 9. Ensayo de fluorescencia de rayos X (cal).....	27
Tabla 10. Ensayo de fluorescencia de yaos X (ceniza de carbon).....	28
Tabla 11. Muestra 1 de la calicata 1.....	29
Tabla 12. Muestra 1 de la calicata 2.....	30
Tabla 13. Muestra 1 de la calicata 3.....	30
Tabla 14. Dosificación al 3% de cenizas de carbón.....	31
Tabla 15. Dosificación al 5% de ceniza de carbón.....	32
Tabla 16. Dosificación al 8% de ceniza de carbón.....	33
Tabla 17. Dosificación al 2% de cal.....	34
Tabla 18. Dosificación al 4% de cal.....	35
Tabla 19. Dosificación al 7% de cal.....	36
Tabla 20. Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones – proctor modificado.....	37
Tabla 21. Ensayos del CBR (patrón).....	38
Tabla 22. Ensayos del CBR (ceniza de carbón).....	28
Tabla 23. Ensayos del CBR (cal).....	39
Tabla 24. Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones - CBR.....	40

Índice de figuras

Figura 1. Elementos del ensayo Proctor.....	13
Figura 2. Curva granulométrica C-01.....	24
Figura 3. Curva granulométrica C-02.....	25
Figura 4. Curva granulométrica C-03.....	26
Figura 5. Curva Proctor Modificado C-01.....	29
Figura 6. Curva Proctor Modificado C-02.....	30
Figura 7. Curva Proctor Modificado C-03.....	31
Figura 8. Curva de Proctor al 3% de cenizas de carbón.....	32
Figura 9. Curva de Proctor al 5% de cenizas de carbón.....	32
Figura 10. Curva de Proctor al 8% de cenizas de carbón.....	33
Figura 11. Curva de Proctor al 2% de cal.....	34
Figura 12. Curva de Proctor al 4% de cal.....	35
Figura 13. Curva de Proctor al 7% de cal.....	36
Figura 14. Dosificaciones óptimas con cal y cenizas de carbón para proctor modificado.....	37
Figura 15. Dosificaciones óptimas con cal y cenizas de carbón para CBR...40	40

Resumen

La presente Tesis se titula: “Estabilización de subrasante incorporando cal y ceniza de carbón en el C.P. de Conache, Distrito de Laredo – Trujillo – La Libertad”. Tiene como objetivo principal en Determinar el efecto de cal y ceniza de carbón, en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable del C.P. de Conache en el distrito de laredo, La Libertad. Se empleó el diseño de investigación experimental, tiene como variable independiente cal y cenizas de carbón. La población está considerada los 4.26 km. El instrumento usado es por medio de fichas de control guiado según el Manual de Carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos), así mismo se hizo el cuestionamiento de esta tesis: ¿Cómo afecta la aplicación de cal y cenizas de carbón, en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable en el C.P. de Conache, del distrito de Laredo, La Libertad?

Dicha trocha carrozable desde el C.P. de Conache, hay muchas deficiencias ya que no cuenta con carpeta asfáltica y además posee un suelo muy arcilloso con estrato limoso, perjudicando de gran medida la transitabilidad vehicular, generando polvo y perjudicando la salud de las personas, debido que está muy cerca de las zonas agrícolas.

Para poder determinar los efectos de la cal y ceniza de carbón se realizó la clasificación del estudio de suelo, también se realizó el ensayo de proctor modificado y CBR. Y finalmente el ensayo de rayos X para determinar las composiciones químicas de la cal y la ceniza de carbón X.

Palabras clave: Proctor modificado, Estabilización, Cal, Ceniza de carbón, composición química.

Abstract

This Thesis is entitled: "Subgrade stabilization incorporating lime and coal ash in the C.P. of Conache, District of Laredo – Trujillo – La Libertad". Its main objective is to determine the effect of lime and coal ash, in the stabilization of the subgrade in the carriageway of the C.P. of Conache in the district of Laredo, La Libertad. The experimental research design was used, it has lime and coal ashes as independent variable. The population is considered the 4.26 km. The instrument used is through guided control sheets according to the Highway Manual (soil geology, geotechnics and pavements), likewise the questioning of this thesis was made: How does the application of lime and coal ash affect the stabilization of the subgrade in the highway track in the C.P. of Conache, of the district of Laredo, La Libertad?

Said trail can be used from the C.P. of Conache, there are many deficiencies since it does not have an asphalt layer and it also has a very clayey soil with a silty tract, greatly impairing vehicular passability, generating dust and harming people's health, due to the fact that it is very close to the areas agricultural.

In order to determine the effects of lime and coal ash, the classification of the soil study was carried out, the modified proctor test and CBR were also carried out. And finally the X-ray test to determine the chemical compositions of lime and X-coal ash

Keywords: Modified proctor, Stabilization, Lime, Coal ash, Chemical Composition.

I. INTRODUCCIÓN

Las vías de transporte como las carreteras se consideran como un medio de comunicación que son muy indispensable para que la humanidad se desarrolle, puesto que juegan un rol de alta importancia en las distintas actividades que se realizan diariamente, además de ser factible para controlar el desarrollo económico, cultural y social de todo lugar dentro y fuera del País (Lopez, 2020, p.44).

Las carreteras que no cuentan con pavimentación, tienen un fin de ahorrar los precios que se acostumbra para un descapote y por ende proporcionan al terreno natural la función de rodadura, siendo este el más apropiado para el soporte de las cargas tanto vehiculares como de tránsito pesado, así mismo, este tipo de suelo provoca un incremento de costos, pero en largos plazos (Flores, 2020, p.38)

Por ende, el suelo es un material que aguanta los múltiples pesos que son transmitidos desde la superficie de rodadura que componen toda vía vehicular, debe contar con características adecuadas que se condicionen a su resistencia, caso contrario, puede ser afectado, produciendo varios procesos de deformaciones que son: (ahuellamientos, fisuras, desprendimiento, ascensos o exudaciones). Es por ello que, la utilización de técnicas muy novedosas para la estabilidad de un suelo, se viene aplicando dando buenos resultados muy efectivos sobre el mejoramiento de suelos (Rios, 2020, p.26).

Cuando se mejora las capas del suelo mediante procesos mecánicos que incorporan productos naturales, químicos y/o artificiales. Donde, la adición de productos naturales, es más beneficiosa con respecto a la deficiencia energética y salud, puesto que los materiales naturales tienen menos componentes de toxicidad a diferencia de los artificiales (Sharma, Vinayak y Marwaha, 2017, p.987).

Cabe mencionar que las afectaciones en suelos arcillosos se presentan en un porcentaje mayor de carreteras de nuestro país, provocando accidentes de tránsito, y mayormente se presenta en parte sierra por la presencia de lluvias, lo cual perjudica a la clase que posee dicho suelo. Así mismo la estabilización de suelos, en este caso, de suelos arcillosos, se realiza principalmente para mejorar la resistencia y durabilidad

de las cargas pesadas que transmite una vía vehicular permitiendo un proceso de compilación coherente, ya que estos suelos poseen una mínima suficiencia de carga y pésima calidad, que según los estándares nacionales no está cumpliendo correctamente para aguantar los diferentes pesos que transmiten el tránsito pesado y consecuentemente disminuiría su vida útil por las afectaciones ya mencionadas anteriormente y también por factores externos como es el caso de las condiciones climatológicas.

Es por ello que, al mejorar las características físicas, químicas y mecánicas, con productos adicionados, tales como las cenizas de carbón, se obtiene un resultado óptimo y efectivo sobre la estabilización del suelo, demostrándose en países como Ecuador y Colombia, incluso en nuestro país – Perú (Maluquis, 2019, p.27).

El país que produce más cenizas de carbón mineral según Caldas (2011) es China, y los países que le siguen son Estados Unidos y Rusia, entre ellos, la ceniza producida por la quema de carbón mineral se considera en alrededor de 88 y 55 millones de toneladas respectivamente cada año, siendo esta una cantidad muy representativa, pero a la vez insignificante para estos países, puesto que toda esta cantidad de material no tiene un adecuado uso, por lo que resulta ser desechado al medio ambiente.

De igual manera, en el Perú, se ha incrementado el uso de carbón mineral en diferentes industrias, como centrales térmicas, fábricas de ladrillos, etc. Utiliza este material para producir grandes cantidades de cenizas, pero desafortunadamente son considerados como desechos los cuales son arrojados al medio ambiente, produciendo así un aumento de contaminación ambiental.

Además, este producto es utilizado para la cocción de ladrillos en los departamentos de Ayacucho, Arequipa, Cajamarca, Cusco, La Libertad, Lima y Tacna, por su alto poder calorífico y por su valor económico a diferencia de otros materiales combustibles (Mantilla, 2018, p.43).

Por otro lado, en el distrito de Laredo, departamento de la Libertad, la preocupación hacia la población del distrito está en aumento, puesto que las carreteras y caminos que existen allí, necesitan ser mejoradas para poder facilitar el acceso hacia otros lugares, ya sea por trabajo, estudios y otros. Esto genera una situación precaria que además dificulta el tránsito vehicular, sobre todo en temporadas de lluvias, provocando así un estancamiento tanto en el aspecto social como el económico.

Pero un problema mayor, repercute en no poder contar con una infraestructura de calidad, donde se considera un factor perjudicial a la población vulnerable que se traslada con dificultad por estos lugares, a causa de problemas externos donde están involucrados el ámbito político, la entidad y la empresa constructora, por ende, la población exige a las autoridades la mejora de estas carreteras para el beneficio de todos sus pobladores.

De tal manera, este trabajo de investigación se centra en la estabilización de la subrasante incorporando cal y cenizas de carbón ubicado en el Centro Poblado de Conache en el distrito de Laredo, con el fin de mejorar los componentes de soporte que poseen estos suelos arcillosos a nivel de subrasante, además, aporta una iniciativa para seguir evaluando a profundidad el uso de las cenizas de este material como una alternativa para la estabilización de subrasante en la trocha carrozable y seguidamente, aportar directamente en el desarrollo de los pueblos, ya que este tipo de necesidades se presentan en gran parte del país, por lo cual se debe conocer la realidad de los pueblos, ya que a través de la construcción de diferentes obras, mejorará la condición de vida de la gente, por ende se genera la siguiente interrogante: ¿Cuál es la influencia de la cal y cenizas de carbón, en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable en el Centro Poblado de Conache, del distrito de Laredo, La Libertad?

Además, como hipótesis de estudio se tiene: La aplicación de cal y cenizas de carbón mejora la estabilización de la subrasante en relación a sus propiedades físicas y mecánicas, en la trocha carrozable del distrito de laredo, departamento de La Libertad.

La presente investigación se **justifica** desde una perspectiva **teórica**, ya que se enfoca en ayudar a obtener conocimientos nuevos sobre los métodos de estabilizar el suelo a nivel de subrasante aplicando la cal y cenizas de carbón; además, ello servirá como una fuente de datos teóricos demostrativos para futuras investigaciones sobre el tema, contribuyendo al medio ambiente por medio de la utilización de estos materiales sostenibles y económicos.

De tal manera, la **justificación social** se focaliza en carreteras vecinales que se tienen que mejorar, pero por falta de decisión política no se han podido ejecutar, es por ello que, este trabajo de investigación busca puntualizar los efectos que podrían tener cuando hay una estabilización heterogénea entre la cal y cenizas de carbón.

Así mismo, la **justificación metodológica** del estudio plantea como fin dosificar con cal y cenizas de carbón en cantidades óptimas en cuanto a volumen, peso y porcentaje, fuentes que fueron obtenidas de estudios que detallan la composición de estas 2 materias, ya que por lo general muchas infraestructuras viales sufren deformaciones debido a la falta de resistencia en la subrasante, por lo que la dosificación permitirá mejorar la calidad de la subrasante.

También se **justifica** de manera **técnica**, puesto que tiene un capacitado proceso de elaboración en estudio de productos de estabilizadores químicos, por lo que se pretende desarrollar mejorías de las propiedades mecánicas de los materiales granulares mediante la estabilización mixta, incorporando una dosis de cal y cenizas de carbón.

Por otro lado, con respecto a la **justificación económica**, el estudio permitirá adicionar materiales de bajo coste en el mercado como es la cal y la ceniza de carbón, ya que a diferencia que otros estabilizantes es algo más económico, por lo que permitirá brindar un mejor aporte en el estudio, obteniendo una obra de calidad que cumpla con los estándares de calidad en cuanto a factores como capacidad de soporte según el tráfico que demande que vía.

Como **Objetivo General** se tiene:

- ✓ Determinar el efecto de cal y cenizas de carbón, en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable del Centro Poblado de Conache en el distrito de Laredo, La Libertad.

Mientras como **Objetivos Específicos** Tenemos: **(1)** Determinar las características físicas del suelo de fundación. **(2)** Determinar la composición química de la cal y la ceniza de carbón mediante el ensayo de rayos X. **(3)** Determinar las propiedades mecánicas del suelo y suelo modificado. **(4)** Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo natural y del suelo modificado.

II. MARCO TEÓRICO

A modo de investigación se realizó a nivel de contexto nacional e internacional, en donde a nivel internacional se obtuvo la siguiente información:

Como inicio del tema, según Parra (2018, p.23), en su tesis titulada: **“Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante”**, se empleó el método experimental, tiene como objetivo general es realizar la estabilización química del suelo, agregando cal y ceniza para determinar las dosis óptimas de estabilizador de estabilizante para que soporten la compresión y tracción. En este trabajo se evaluó en el laboratorio múltiples ensayos de prueba de Caolín, adicionando cal y ceniza volante en (2%, 4%, 6% y 8%), se realizó el ensayo Proctor Modificado, dentro del cual se pudo determinar que la cal proporciona una mayor firmeza al caolín, mientras que al contrario la ceniza solo aportó mínimamente la mejora del suelo, en conclusión, el 4% da mayor rigidez y el 8% da mayor deformación.

Así mismo, según el autor Choconta (2020, p.32), en su tesis **“Estabilización de un suelo arcilloso de la zona occidental sabana de Bogotá con adición de cal hidratada comparando métodos de elementos finitos y semi-empíricos”** se empleó mediante una metodología experimental, el cual tuvo como objetivo evaluar la variación de las capacidades de cargas en cimentaciones de un suelo de tipo arcilloso en Bogotá, utilizando cal hidratada. En esta investigación se recopiló datos bibliográficos para conocer la condición que tiene el suelo y así mejorar sus parámetros de resistencia adicionando cal hidratada, ya que este material es usado el mejoramiento o en poder modificar las cualidades que tiene el suelo, luego de ello se determina la capacidad portante en las cimentaciones poco profunda en un suelo saturado, para luego someterlo a un proceso de estabilización usando el material de cal hidratada a un 5%, esto se calculó mediante un proceso llamado FEMI, para así disponer y establecer las diferentes variaciones que tiene la capacidad portante situado en una cimentación superficial de suelos con presencia de arcillas aplicando el material de cal hidratada. Dando mayor resistencia al suelo.

Por otro lado, según el autor Cañar, (2017, p.19), en su tesis de estudio **“Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”**, siguiendo una metodología experimental, tuvo como objetivo estabilizar dos tipos de suelos con distintas propiedades, adicionándole un aditivo natural que sería cenizas de carbón, para evaluar la capacidad portantes y el soporte al corte en ensayos de laboratorio, las muestras fueron extraídas de Ambato y Puyo, donde se origina el proceder de los ensayos de suelos para poder reconocer las clasificaciones y tipos de suelos según el SUCS. Para determinar la capacidad portante, se procedió al ensayo de Proctor Modificado realizando combinaciones de 20%, 23% y 25% de cenizas de carbón. Para puntualizar la resistencia al corte se procedió a ensayos de compresión. El análisis comparativo entre los dos suelos sirvió como análisis para determinar la mejora de las propiedades en el suelo y en la subrasante, dentro de los resultados se obtuvo que la utilización de la ceniza de carbón es de gran utilidad para el beneficio de la subrasante, ya que aumentó su CBR en un 4,0% utilizando un 25% de ceniza de carbón

Tenemos a Hernández (2016, p.25), en su tesis titulada: **“Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador”**, tiene como objetivo general de Realizar el análisis de la acción del suelo arcilloso cuando se aplica la cal como ingrediente estabilizador. Se realizaron ensayos de granulometría, límite plástico y líquido. Se concluye que en el ensayo del CBR se añadió la cal con un valor de 5% que aumentó el valor de soporte de 1.93% hasta 54%.

En cuanto en las investigaciones respecto al ámbito nacional se halló varias informaciones de mucha importancia para la elaboración de esta investigación dentro de las cuales tenemos que:

Según Quiroz (2019, p.43), en su tesis **“Aplicación de cenizas de carbón para mejorar la estabilidad de suelos arenosos, Mz, I Las Gardenias, Ancón, 2019”**, utilizando una metodología cuasi experimental, donde el objetivo general es en precisar cómo al aplicar el material de cenizas de carbón le da una mejor estabilidad

al tipo de suelo arenoso, de las muestras extraídas que posteriormente se realizaron la elaboración de las calicatas, que se añadió el material de ceniza de carbón en un 7%, 14% y 21%, estas pruebas fueron curados en distintos ambientes por un periodo de 7 días, finalmente se concluyó que dicho material presento una óptima postura para la estabilización de suelos arenosos y mejoran aún más con una aplicación del 3% de cemento.

Así mismo, el autor Huamani (2020, p.32), en su tesis **“Efectos de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras – Puente Piedra”**, donde se empleó una metodología de investigación aplicada y experimental, teniendo como objetivo el de establecer los efectos del vidrio reciclado y las cenizas volantes sobre la estabilidad de las arcillas situado en el distrito de Puente Piedra, llegando a la conclusión que tiene un suelo arena limosa teniendo es un LL de 21%, un LP de 18% y un IP de 3%, el cual indica que tiene una humedad de 2,1%. Dentro de las pruebas se concluyó que con el uso único del 13% de C.V.C se lograron mejores efectos para aumentar su capacidad portante ya que se obtuvo un M.D.S de 2.187 gr/cm³, mientras el V.R al 11% se obtuvo un 2.176 gr/cm³ en M.D.S y el O.C.H. con 6.8% dichos resultados no aumentan la capacidad portante del suelo.

Similarmente, según el autor Perez (2019, p.29), en su tesis **“Estabilización de los suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos”**, donde se empleó una metodología experimental, teniendo como objetivo evaluar los efectos de la adición de de cenizas volantes de carbón en la arcilla, donde se evaluaron los periodos de curado, contenido de agua, tiempo de compactación, entre otras causales que inciden en la mezcla, en el cual, se pudo comprobar que el aumento de ceniza volante a la mezcla del suelo arcilloso le da un mejor comportamiento para estabilizar y sea empleado como capa de sub base y subrasante.

Por otro lado, según el autor Tacca (2021, p.43), en su tesis **“Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de Evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021”**, donde se utilizó el enfoque cuantitativo a

un nivel de investigación experimental, donde su objetivo fue en poder estabilizar el tipo de arcilla adicionando el material de cal. Teniendo un suelo arcilla limosa y el LL un 24.41%, LP con 20.24% y su IP tiene un 4.17%. Donde se llevó pruebas de adición de cal en proporciones de 4%, 8% y 12% por medio del ensayo del CBR nos da que el 4% no cumple según la norma del MTC-2013 de la cual se comprobó que la cal aumento las capacidades, portante de los suelos, siendo así que aumenta la estabilización del suelo en la subrasante. La investigación resalta que con un porcentaje de 8% de la cal, añadido hacia un suelo arcillo a mejorado significativamente

Por último, según el autor Vasquez (2018, p.37), en su tesis: **“Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante”**, se aplicó una metodología experimental, teniendo como objetivo examinar los efectos del carbón mineral y la cal en la estabilización de la subrasante para mejorar sus propiedades mecánicas. Se trabajó en esta investigación con las dosificaciones de carbón mineral a un 7% y de cal con 4%, se ejecutaron pruebas estándar con un control estricto bajo la supervisión del técnico laboratorista de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. Durante los ensayos realizados se obtuvo que las calicata N°01, N°02 y N°03 se realizaron con un suelo tipo limoso (A-4), usando el método California Bearing Ratio (CBR) de las cuales, la calicata N°01 teniendo el CBR Patrón al 100% un valor de 16,2 % y se añadió un 7% (carbón) y 4% (cal) al 100% se obtuvo un CBR de 29.0%, así mismo con el mismo porcentaje se obtuvo en la calicata N°02 un CBR de 35.3%, teniendo antes un CBR de 15.4%, y en la calicata N°03 un CBR de 32.2%, teniendo antes un CBR de 14.0%. Así mismo también se realizó el ensayo de rayos X donde nos da que el 54.802% es de (SiO_2) y el 33.6% de (Al_2O_3). Concluyendo así que la adición los materiales de carbón al 7% y cal al 4% se logró estabilizar el suelo limoso de la subrasante.

El suelo se describe como varias mezclas de minerales meteorizados y en materia orgánica que se encuentran en estado de descomposición, se encuentran sobre la superficie de la corteza terrestre que está conformado por cantidades de aire y agua

que sirven principalmente como grandes fuentes de soporte para el ecosistema del planeta (Parra, 2018, p. 20).

Las características de la subrasante, debe de tener una compactación de 95%, con un 15% de soporte mínimo y el 5% de expansión máxima. Después de ello se colocará la sub base (Cañar, 2017, p. 26).

La estabilización de suelos, es un procedimiento de mejorar las propiedades de la resistencia a la deformación, reducir la presencia de líquidos, también en controlar la erosión y los cambios bruscos de volúmenes (Cañar, 2017, p. 26).

Las propiedades de los suelos estabilizados poseen dentro de su estructura las propiedades físicas, con la finalidad de obtener mejores resultados, son las siguientes (Parra, 2018, p. 23)

- **Permeabilidad:** Sirve para permitir el paso del fluido sin alterar las propiedades existentes, también es importante en evitar posibles problemas que puedan dañar seriamente el comportamiento del suelo.
- **Resistencia:** es para aumentar la mayor cohesión de las partículas que comprende el suelo, por medio de la vibradora o compactación.
- **Retracción y expansión:** Estas propiedades son muy importantes para que produzcan diversos cambios de humedad.
- **Durabilidad:** Están conformados con varias capas, con la finalidad de resistir las erosiones o cargas de tráfico vehicular.

La cal, tiene su origen en la desintegración de las rocas, cuando alcanzan mayor de 900°C para que se obtengan el óxido de calcio más conocido como la cal. Dicha sustancia cuando entra en contacto con el agua tiene una reacción muy agresiva, cuando desprende calor cuando alcanza el 90°C, donde se origina una pasta blanca más conocida como cal hidratada (ICG & GERENCIA, 2010).

Tabla 1: Propiedades térmicas y mecánicas de la cal

Fórmula	CaO
Densidad	3300 Kg/cm ³
Masa molar	56.10 g/mol
Color	Blanco
Solubilidad de agua	Reacciona
Punto de fusión	2927°C
Estado de agregación	Sólido

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG

La estabilidad de la cal, se produce cuando se combina el agua, suelo y cal, por generalidad casi todos los suelos tienen aluminio silicatos con sílice, cuando se mezcla el agua y la cal con una cantidad adecuada se obtiene la mezcla deseada ya que se forma una reacción inmediata de las partículas de tierra con la concurrencia del agua (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.43)

Tabla 2: Propiedades físicas de la cal, cemento y asfalto

TIPO DE SUELO	Arcillas Finas	Arcillas Gruesas	Limos Finos	Limos Gruesos	Arenas Finas	Arenas Gruesas
Tamaño de partícula (mm)	< 0,0006	0,0006 – 0,002	0,002 – 0,01	0,001 – 0,06	0,06 – 0,4	0,4 – 2,0
Estabilidad volumétrica	Muy pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
CAL	SI	SI	SI			
CEMENTO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ASFALTO					SI	SI

Fuente: Norma CE. 020 – Estabilización de suelos y taludes

La densidad humedad, según la Norma CE. 020 nombra que es un factor indispensable en los suelos compactados, mayormente en la deformidad y en el esfuerzo (Norma CE 020, 2010, p.107).

La Granulometría según la NTP – 339.128 (2014), menciona que para realizar el análisis de granulometría se efectúa mediante el tamizado de los suelos que determina la dimensión del material (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2010, p.44).

La clasificación de los suelos mediante el Manual de ensayo de materiales – 2013 menciona que se debe de identificar los suelos como la plasticidad, granulometría. Cuando se clasifica un suelo, podemos saber el actuar de ello.

Tabla 3: Clasificación de los suelos

Clasificación de suelos AASHTO M - 145	Clasificación de suelos SUCS D - 2487
A – 1 .a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A – 1, b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: Ministerios de Transporte y comunicaciones – 2013

El CBR, según el MTC 249-ASTM D1883, menciona que el CBR es un estudio mayormente utilizado para comprobar la resistencia de los materiales, nos otorgará el índice de penetración, se recomienda para dicho ensayo el suelo tiene que estar debidamente saturado para disimular el estado más delicado (MTC, 2010, p.39).

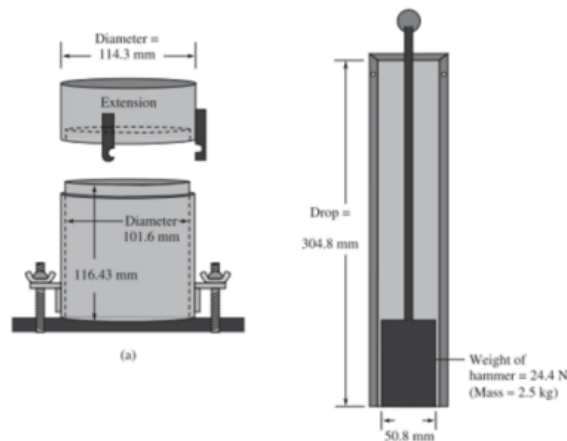
Tabla 4: Características - CBR

Penetración		Presión		
Mm	Plg	MN/m2	Kgf/cm2	Lb/plg2
2.54	0.1	6.90	70.31	1.000
5.08	0.2	10.35	105.46	1.500

Fuente: Ministerios de Transportes y Comunicaciones – 2013

El ensayo de proctor modificado está debidamente reglamentado según Prueba D-1557 (ASTM) y T-180 (AASHTO) dicho ensayo permite en minimizar los vacíos que hay en el suelo. El ensayo se efectúa con un molde con la dimensión de 943.3 cm³ (volumen), el suelo debe estar debidamente compactado con 5 capas por cada 25 golpes, con la cooperación de un pistón de 44.5 N teniendo una altura de 457.2 mm (MTC, 2010, p.105).

Figura 1 Elementos del ensayo Proctor



Fuente: Manual de ensayo de materiales– 2017

Los efectos de la cal en los suelos estabilizados producen dos efectos, los cuales son (Cañar, 2017, p. 31).

- **Estabilización:** Es en añadir correctamente la cantidad de cal para aumentar su Ph del suelo, para aumentar la capacidad de carga originando una capa flexible y fuerte.
- **Secado:** Es la evaporación de la humedad, mejorando de gran medida la capacidad portante del suelo.

Las cenizas de carbón, se comportan como conglomerante cuando entran con interacción directamente al líquido. La ceniza de carbón esta conformadas por aluminio y silíceos que tienen una reacción química con la cal. Según la Norma ASTM (C593-95) están distribuidas por: Cenizas volantas pasan por la rejilla N° 200, fondo no pasa rejilla N^a 200 y mixtas.

Las propiedades químicas que tiene la ceniza de carbón, posee aprox. entre 86% y 98% de carbono puro y con el valor térmico de 13.500 a 15.600 (Btu/libra). Así mismo el carbón bituminoso posee entre 46% a 86% y los valores más pequeños son de 8.300 a 15.600 (Btu/lb) (Vásquez, 2018, p.14)

III. METODOLOGÍA:

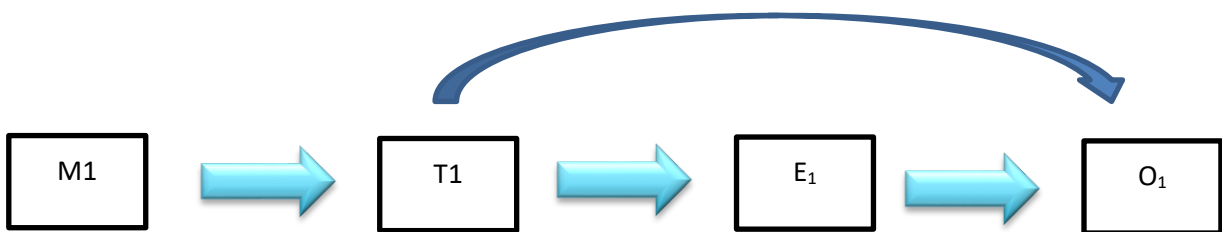
3.1 Tipo y diseño de investigación:

La presente investigación es básica, y según (Sánchez, 2018, p.54) este tipo de investigación tiene el propósito de adicionar conocimientos de los principios fundamentales de la realidad, en base a la búsqueda de alternativas de solución. Es por ello que, se demostrará los procedimientos de manipulación deliberada de la V.I. el cual es la aplicación de cal y cenizas de carbón para medir su efecto sobre la V.D. que es la estabilización de la subrasante del suelo, donde finalmente se observará el fenómeno generado por dicha variable.

Diseño de investigación:

Esta diseño es experimental, se realizarán las muestras a través de ensayos, a fin de determinar la estabilización en la subrasante situado en la jurisdicción del distrito de Laredo, se busca en poder mejorar las propiedades de este suelo, es decir, se aplica el factor causa y efecto en el estudio (Hernández, 2014, p. 76).

A continuación, se presenta los siguientes esquemas:



Donde:

M1i: Trocha carrozable, Distrito de Laredo.

T1i: Cal y Ceniza de carbón

E1i: Resultados

O1: Estabilización de la subrasante

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Cal y cenizas de carbón

- **Definición conceptual:** Las cenizas de carbón se utilizan especialmente para altas resistencias iniciales como en estabilización de suelos, en este último puede que no requiera adicionarle cal, ya que esta misma se encuentra en las cenizas de carbón (Canals, 2017, p.21).
- **Definición operacional:** Se tomó la muestra y se añadió la ceniza de carbón con un porcentaje de 3%, 5% y 8%, con la finalidad de proporcionar una estabilización.
- **Definición conceptual:** La cal se diferencia por tener un color blanco y con una sensación de alcalino fuerte, es muy delicado al efecto del calor. (Espinoza, 2016, p.46).
- **Definición operacional:** Se tomó la muestra y se añadió la cal con un porcentaje de 2%, 4% y 7% con la finalidad de proporcionar una estabilización.
- **Escala de Medición:** Razón e Intervalo.

3.2.2 Variable dependiente: Estabilización en la subrasante

- a) **Definición conceptual:** La estabilización está situado en la subrasante, donde proporciona resistencia al terreno para consolidarlo, densificarlo y hacer permanente su compactación, para soportar todos los pesos que provienen del sector automotor (Fajardo y Vásquez, 2017, p.22).

- **Definición operacional:** La estabilización de la subrasante se lleva a cabo mediante la aplicación de los ensayos establecidos en el cuadro matriz, los cuales serán medidos a través de su escala respectiva.
- **Indicadores:** Se tiene que verificar el lugar de estudio, así mismo las diversas profundidades del suelo. También en diferenciar el tipo del suelo referente a sus colores
 - Análisis granulométrico
 - Próctor modificado
 - CBR
 - Contenido de humedad
- **Escala de Medición:** Razón e Intervalo.

Para mayor información ver cuadro de operacionalización de variables (anexo N° 06).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La presente investigación cubrirá la población vial total de 4.26 km de la trocha carrozable en el Distrito de Laredo en el Departamento de La Libertad

- **Criterios de inclusión:** Zonas donde se han visualizados algún tipo de deterioro y hundimiento en la subrasante.
- **Criterios de exclusión:** Zonas donde no se han visualizados presencia de deterioro ni hundimiento en la subrasante.

Tabla 5: Dosificación de la cal y las cenizas de carbón

ENSAYOS DE ESTABILIZACION DE CAL Y CENIZA DE CARBON										
PORCENTAJES (%)	Muestras			Cal			Ceniza de carbón			PARCIAL
				2%	4%	7%	3%	5%	8%	
PROPORCIONES	CASO 1	CASO 2	CASO 3							
Ensayos Físicos										
Granulometría	2	2	2	-	-	-	-	-	-	6
Límite de Atterberg	2	2	2	-	-	-	-	-	-	6
Contenido de Humedad	2	2	2	-	-	-	-	-	-	6
Peso específico	1	1	1	-	-	-	-	-	-	3
Ensayos Mecánicos										
Proctor Modificado	1	1	1	2	2	2	2	2	2	15
CBR	1	1	1	2	2	2	2	2	2	15
Ensayos Químicos										
Ensayo de rayos X	1-	-	-	1	1	1	1	1	1	6
TOTAL DE ENSAYOS										57

Fuente: Elaboración propia

Muestra:

Las muestras serán tomadas específicamente de la trocha carrozable donde serán extraídas 3 calicatas, según el Manual de Carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.116) para efectuar los ensayos respectivos, según sus porcentajes de cal al 2%, 4% y 7%, y de cenizas de carbón al 3%, 5% y 8%.

Las muestras serán extraídas en el siguiente tramo:



Fuente: Google Maps

Muestreo:

El tipo de muestreo para esta investigación será no probabilístico y por conveniencia, ya que será en la trocha carrozable del distrito de Laredo, tomando las zonas más deterioradas y que presentan hundimientos para el análisis en relación a lo que menciona el Manual de Carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2021, p.38), los cuales serán seleccionados por los tesisistas.

Unidad de análisis:

La trocha carrozable del distrito de Laredo, departamento de La Libertad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección: La recolección de varias informaciones será ejecutada mediante la observación, a través de los ensayos experimentales, y más adelante se realizará el proceso analítico para obtener una información confiable.

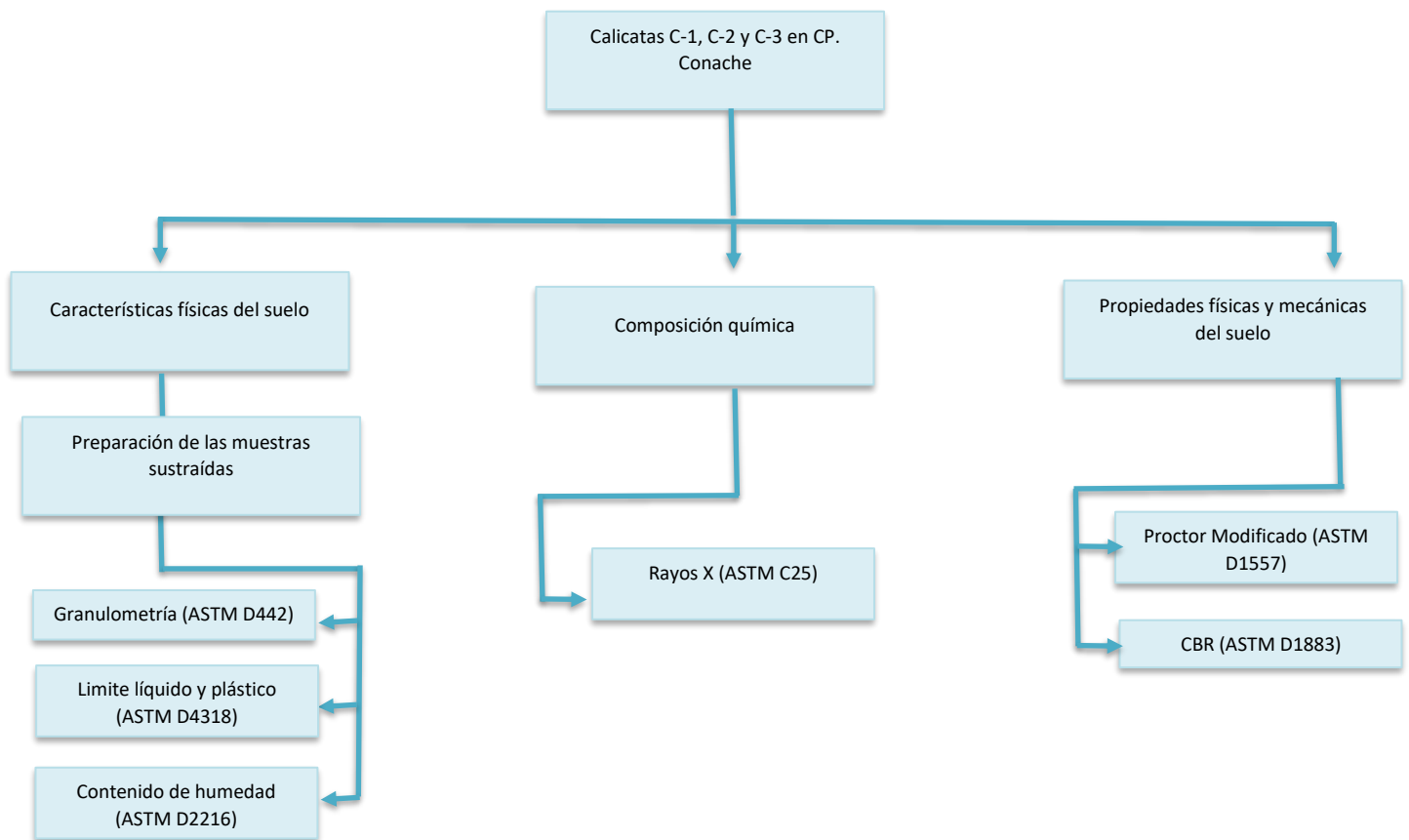
Instrumento: Por medio de fichas de control, que tiene la única finalidad de recopilar información verídica del Centro Poblado de Conache.

Validez y Confiabilidad: Para este Proyecto de investigación, se utilizó normas ya aprobadas y establecidas por medio del MTC según el Manual de Carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.52), ya que no necesitarán validación y confiabilidad de los expertos de dichas materias.

3.5. Procedimientos

En primer lugar, se tiene que indagar el lugar de estudio para la recolección de información, posteriormente se realizará calicatas con dimensiones de 1 m x 1 m x 1.50 (profundidad). Las muestras sacadas serán transportadas inmediatamente al laboratorio de suelos que estén debidamente certificados en su calibración de equipos más con su licencia de funcionamiento, dichos ensayos serán por el análisis granulométrico, límites de atterberg, proctor modificado, CBR, en dichos ensayos se añadirá (2%, 4%, 7%) de cal, (3%, 5% y 8%.) de ceniza de carbón y contenido bibliográfico sobre la variable cal y cenizas de carbón, en donde los autores describan con precisión el diseño metodológico, teorías y sus componentes resultantes, mediante la técnica del mapeo.

Además, se determinará la cantidad de los componentes como la cal, cenizas de carbón y material de la subrasante que se utilizarán por medio de un laboratorio donde se procederá con los diferentes tipos de ensayos, donde se evaluará las propiedades del suelo y/o materiales, además de las adiciones; y seguidamente, se dosificará en porcentajes seleccionados a la cal y a las cenizas de carbón. Y por último se realiza la composición química por medio de los ensayos de rayos x por cada procedimiento se tabulará conforme al diseño de investigación dada.



3.6. Método de análisis de datos

Todo el proceso que se realizará para la presente investigación, se enfoca en el distrito de Laredo, departamento de La Libertad, específicamente en la trocha carrozable del distrito de Laredo. Donde los resultados serán evaluados y proporcionados por un laboratorio de suelos, el cual cuenta con herramientas de buena calidad para el procesamiento de cada ensayo mencionado anteriormente, y la data informativa estará procesada por el software IBM SPSS Statistics versión 26, mediante tablas, y gráficos de ser necesario. Y finalmente se utilizará el programa 2D llamado AutoCAD, para plasmar el plano de ubicación, localización, y el plano de calicatas.

3.7. Aspectos éticos

Durante el desarrollo de la investigación, se indagará varias informaciones referentes de tesis publicadas, artículos científicos, libros y revistas, las cuales serán tomadas y referenciadas al estilo ISO de la Universidad César Vallejo. Por otra parte, la investigación está apta para todos los estudiantes de ingeniería civil de toda universidad, con el fin de estimular las investigaciones y ampliar informaciones científicas para futuras investigaciones. Dado esto, los autores no adulterarán los resultados para beneficio propio, ya que también, de estimular las investigaciones y ampliar informaciones científicas para futuras. En conclusión, la presente investigación se realizó conforme a los lineamientos aprobados de ética de la Universidad César Vallejo, con una Resolución de Consejo Universitario N.º 0126-2017/UCVL, aprobado y autorizado con fecha 23 de mayo del 2017, y los autores de esta investigación son responsables al 100% de toda la información, siendo evaluados por profesionales certificados.

IV .RESULTADOS

4.1. Características físicas del suelo de fundación:

Para conocer las propiedades del suelo, primero se realiza el ensayo de análisis granulométrico donde primero se tamiza la muestra y se determina según la norma ASTM – 6913, el objetivo es en poder determinar cuantitativamente la distribución de tamaño del suelo. Luego, un método personalizado para determinar el porcentaje de suelo que paso por el tamiz. De esta forma, se encontró una solución para poder cuantificar la cantidad de sustancia que pasa por el tamiz N° 3” hasta N° 200. Los resultados obtenidos de la Granulometría del Centro Poblado de Conache, en la zona de estudio, se detallará a continuación los análisis físicos:

Tabla 6: Granulometría del suelo – calicata 1

CALICATA N°	UND	C-01
CAPA		(M-01)
LIMITE LIQUIDO	(%)	NP
LIMITE PLASTICO	(%)	NP
INDICE PLASTICO	(%)	NP
CLASIFICACION SUCS		SP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-b
% DE GRAVAS	(%)	8.9%
% DE ARENAS	(%)	86.1%
% DE FINOS	(%)	5.0%
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.0%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

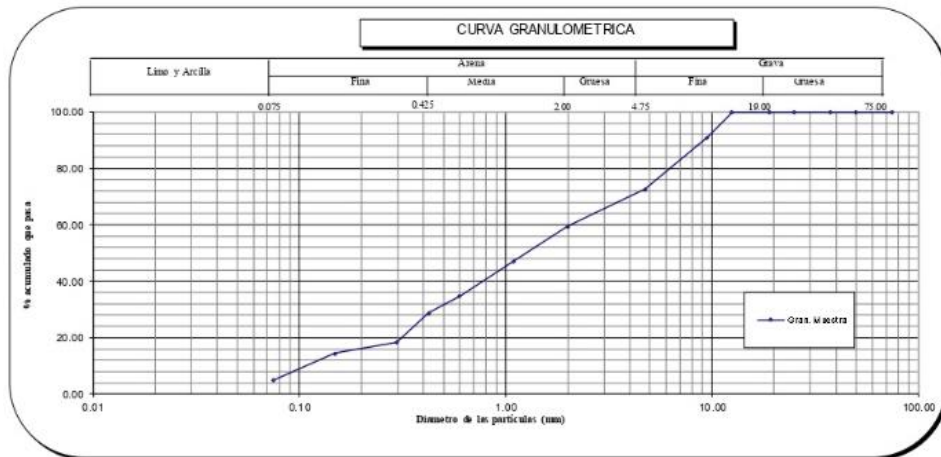


Figura 2: Curva Granulométrica C-01

Tabla 7: Granulometría del suelo – calicata 2

CALICATA N°	UND	C-02
CAPA		(M-01)
LIMITE LIQUIDO	(%)	NP
LIMITE PLASTICO	(%)	NP
INDICE PLASTICO	(%)	NP
CLASIFICACION SUCS		SP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-b
% DE GRAVAS	(%)	NP
% DE ARENAS	(%)	97.4%
% DE FINOS	(%)	2.6%
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.6%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

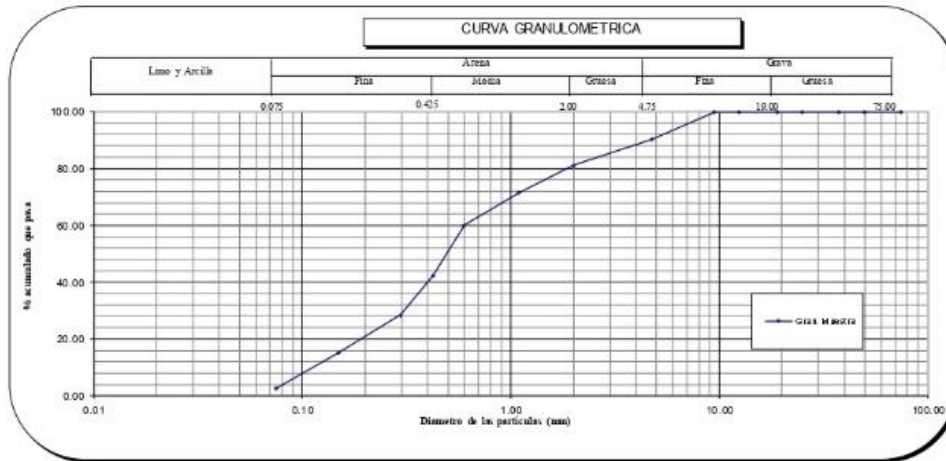


Figura 3: Curva Granulométrica C-02

Tabla 8: Granulometría del suelo – calicata 3

CALICATA Nº	UND	C-03
CAPA		(M-01)
LIMITE LIQUIDO	(%)	NP
LIMITE PLASTICO	(%)	NP
INDICE PLASTICO	(%)	NP
CLASIFICACION SUCS		SP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-b
% DE GRAVAS	(%)	NP
% DE ARENAS	(%)	97.2%
% DE FINOS	(%)	2.8%
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.7%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

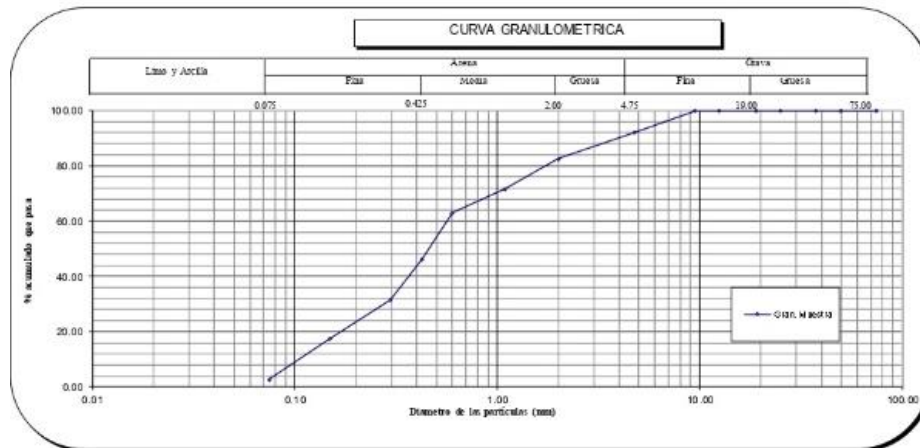


Figura 4: Curva Granulométrica C-03

Interpretación. Se visualiza que en todas las calicatas (C-01, C-02 y C-03) todos poseen arena mal graduada y que el mayor porcentaje de finos es en la C-01 en la (M-01) es de 5.0% así mismo el porcentaje de gravas es de 8.9% y el menor es de la C-02 con la (M-01) obtiene un 2.6% de finos.

Se realizaron los ensayos para hallar los límites de consistencia expresados por porcentajes en las calicatas, dado que es importante para saber la resistencia que tiene el suelo cuando se aplica varias fuerzas.

Luego de hacer los ensayos según la normativa NTP - 339.19 de límites de consistencia se evidenció que los Limite líquido (LL), limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) no cuentan con plasticidad ya que según la clasificación SUCS es de SP (Arena mal graduada)

4.2. Ensayo de fluorescencia de rayos x de la cal y ceniza de carbón

4.2.1. La cal

Para interpretar los comportamientos que tiene la cal cuando entre en contacto con el suelo, es indispensable saber más halla de sus cualidades físicas, también en las cualidades químicas del suelo y las sustancias que funcionan como estabilización.

Las características químicas de la cal, se determinaron por espectrometría de rayos X, como se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 9: Ensayo de fluorescencia de rayos X (Cal)

ELEMENTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Sílice (Si)	(Si O ₂)	0.48	Espectrometría de fluorescencia de rayos X
Calcio (Ca)	(Ca O)	56.44	
Aluminio (Al)	(Al ₂ O ₃)	0.20	
Hierro (Fe)	(Fe ₂ O ₃)	0.16	
Magnesio (Mg)	(Mg O)	0.35	
Carbono (C)	(CO ₂)	41.94	

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

Interpretación. En la tabla 9, se evidencia las composiciones químicas del ensayo de rayos x, dando que el Calcio teniendo la composición química (Ca O) tiene 56.44% y el Hierro con la composición química (Fe₂O₃) con el valor de 0.16%.

4.2.2. Ceniza de carbón

Después se especificó la composición química de la ceniza de carbón por medio del ensayo de espectrometría de fluorescencia rayos X.

Tabla 10: Ensayo de fluorescencia de rayos X (Ceniza de carbón)

ELEMENTO	COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Sílice (Si)	(Si O ₂)	40.61	Espectrometría de fluorescencia de rayos X
Calcio (Ca)	(Ca O)	14.20	
Aluminio (Al)	(Al ₂ O ₃)	0.05	
Hierro (Fe)	(Fe ₂ O ₃)	0.16	
Magnesio (Mg)	(Mg O)	1.15	
Carbono (C)	(CO ₂)	42.03	

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

Interpretación. En la tabla 10, se evidencia las composiciones químicas del ensayo de rayos x, dando que el Sílice teniendo la composición química (SiO₂) tiene 40.61% y el Aluminio con la composición química (Al₂O₃) con el valor de 0.05%.

4.3. Características mecánicas del patrón y suelo fundación:

4.3.1. Suelo de fundación

El suelo de fundación o denominado como suelo patrón, es la capa del suelo que soporta una estructura, sin embargo cuando se añade los diferentes porcentajes el 3%, 5% y 8% (ceniza de carbón) y 2%, 4% y 7% (cal) utilizando 3 proporciones muy diferentes para cada caso.

Se realizó los ensayos de Proctor modificado, que consiste de tres repeticiones de la muestra, se realizó con el único propósito de calcular la densidad seca del suelo, contenido de humedad para realizar la curva de compactación y hallar la máxima densidad seca con el óptimo contenido de humedad, todo bajo las normas (NTP 339.141/ASTM D1557/AASHTO T-180/MTC E-115)

Resultados obtenidos de Proctor Modificado en el Centro Poblado de Conache

Tabla 11: Muestra 1 de la calicata 1

Muestras	C-01
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.570 g/cm ³
Humedad Optima (%)	4.30 %

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

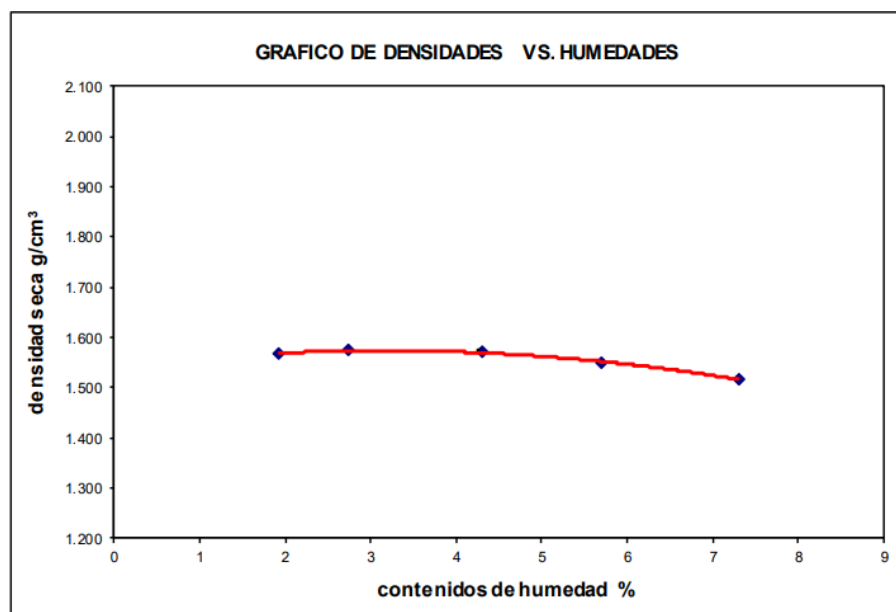


Figura 5: Curva Proctor Modificado C-01

Tabla 12: Muestra 1 de la calicata 2

Muestras	C-02
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.580 g/cm ³
Humedad Optima (%)	4.00 %

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

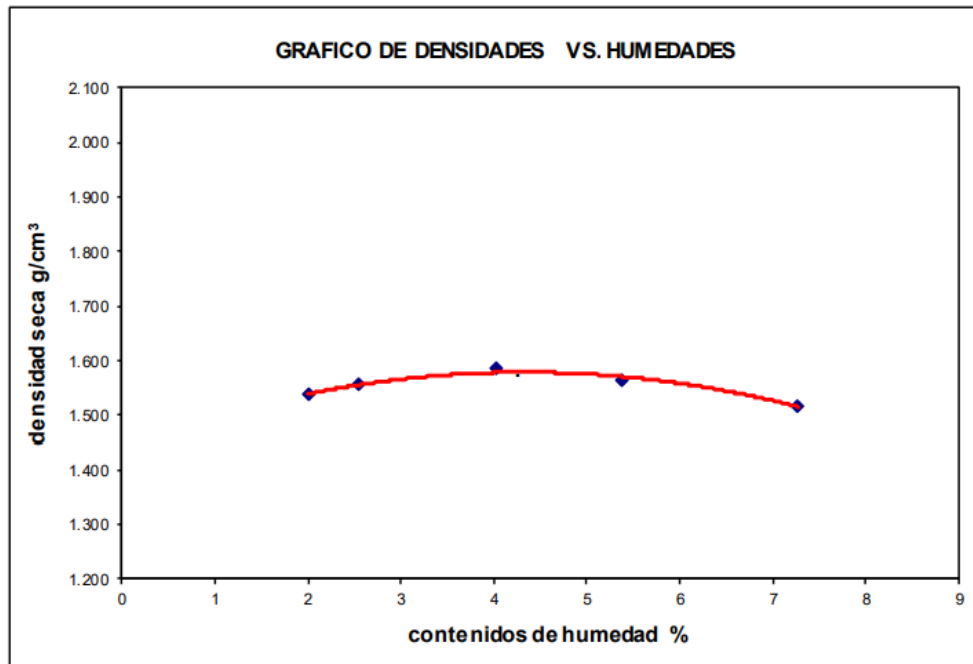


Figura 6: Curva Proctor Modificado C-02

Tabla 13: Muestra 1 de la calicata 3

Muestras	C-03
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.570 g/cm ³
Humedad Optima (%)	4.30 %

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

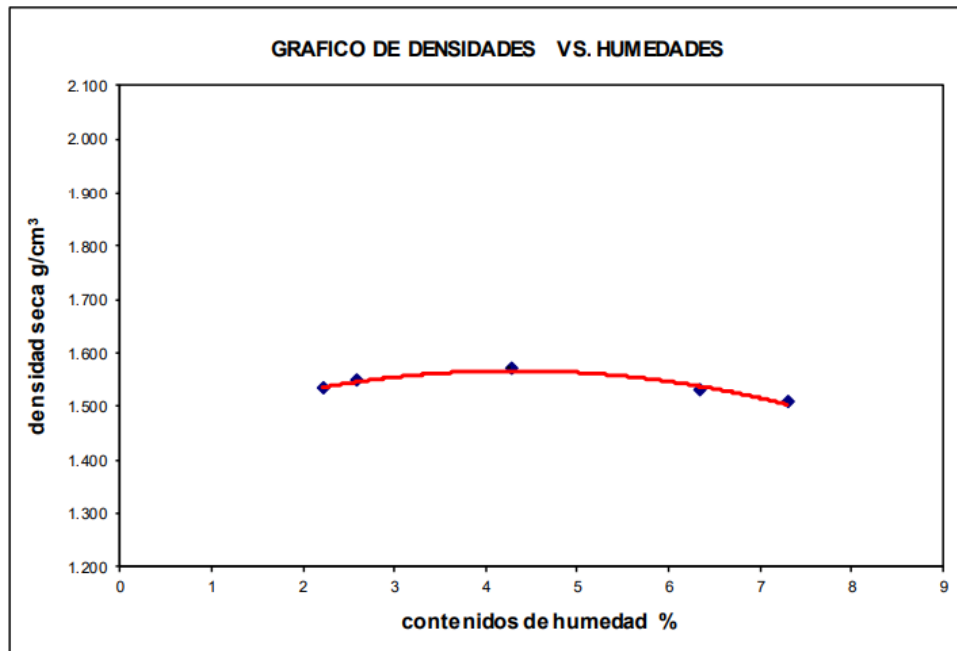


Figura 7: Curva Proctor Modificado C-03

4.3.2. Suelo modificado con ceniza de carbón

Se realizó rápidamente otra vez el ensayo de Proctor Modificado que está conformado por 4 repeticiones con la muestra más la ceniza de carbón al (3%, 5% y 8%), para calcular el contenido de humedad óptima y su densidad máxima seco para poder representar en su diagrama de curva. Según las normas (NTP 33941/ASTM D1557/AASHTO T-180/ MTC E-115)

Tabla 14: Dosificación al 3% de cenizas de carbón

Muestras	C+3% de cenizas de carbón
Densidad máxima seco (g/cm3)	1.610 g/cm3
Humedad Optima (%)	6.66%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

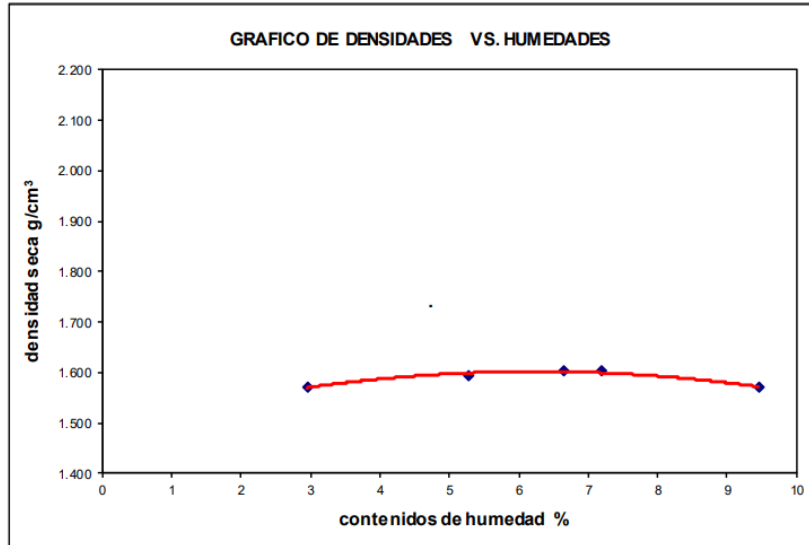


Figura 8: Curva de proctor al 3% de cenizas de carbón

Tabla 15: Dosificación al 5% de cenizas de carbón

Muestras	C+5% de cenizas de carbón
Densidad máxima seco (g/cm3)	1.680 g/cm3
Humedad Optima (%)	7.00%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

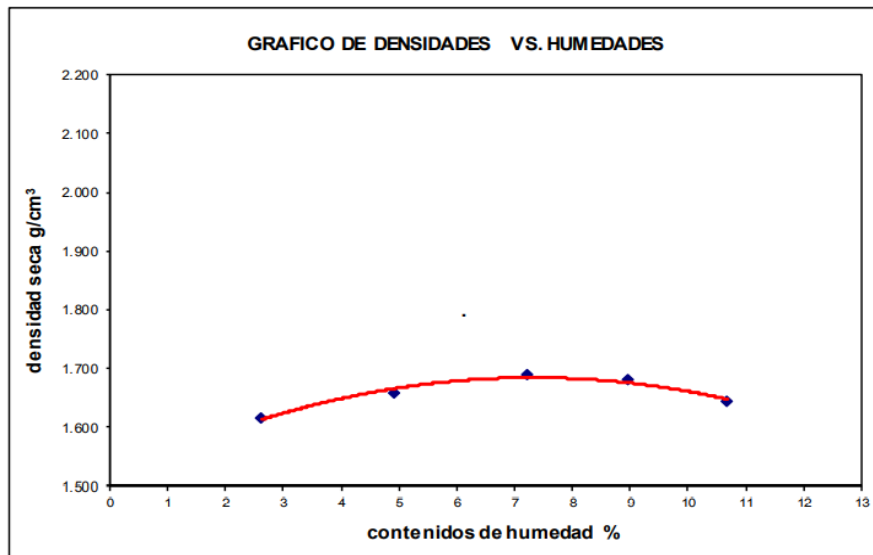


Figura 9: Curva de proctor al 5% de cenizas de carbón

Tabla 16: Dosificación al 8% de cenizas de carbón

Muestras	C+8% de cenizas de carbón
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.700 g/cm ³
Humedad Optima (%)	7.60%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

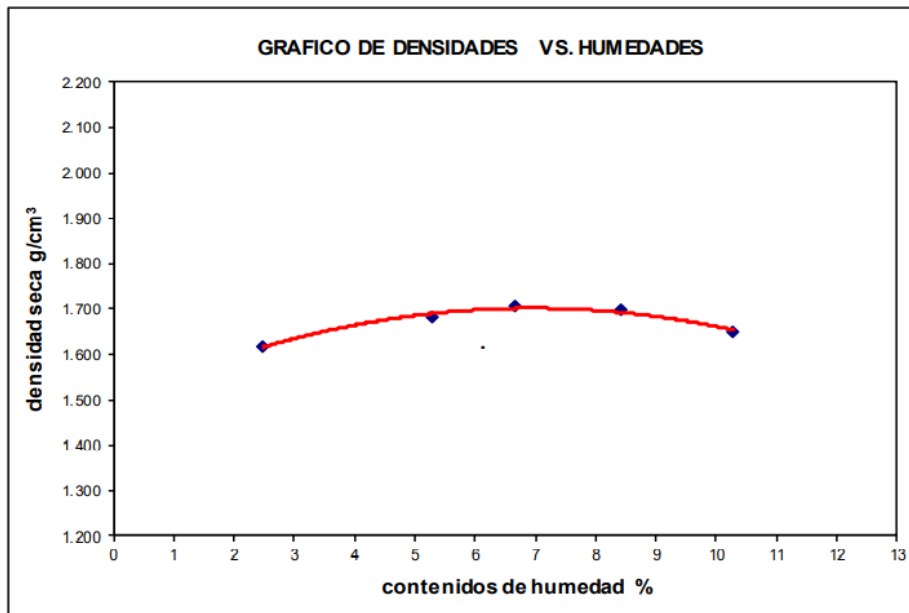


Figura 10: Curva de proctor al 8% de cenizas de carbón

4.3.3. Suelo modificado con cal

Se desarrolló de manera inmediata el mismo procedimiento del ensayo de Proctor Modificado que está conformado por 4 repeticiones con la muestra más la cal con sus dosificaciones de (2%, 4% y 7%), con la finalidad de calcular el contenido de humedad óptima y su densidad máxima seco para poder representar en su diagrama de curva. Según las normas (NTP 33941/ASTM D1557/AASHTO T-180/ MTC E-115)

Tabla 17: Dosificación al 2% de cal

Muestras	C+2% Cal
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.620 g/cm ³
Humedad Óptima (%)	7.20%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

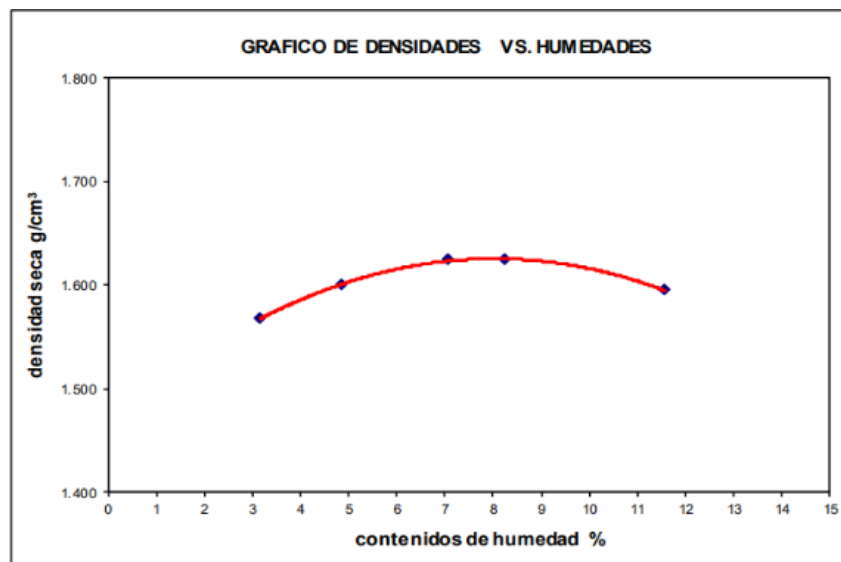


Figura 11: Curva de proctor al 2% de cal

Tabla 18: Dosificación al 4% de cal

Muestras	C+4% Cal
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.820 g/cm ³
Humedad Optima (%)	7.30%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

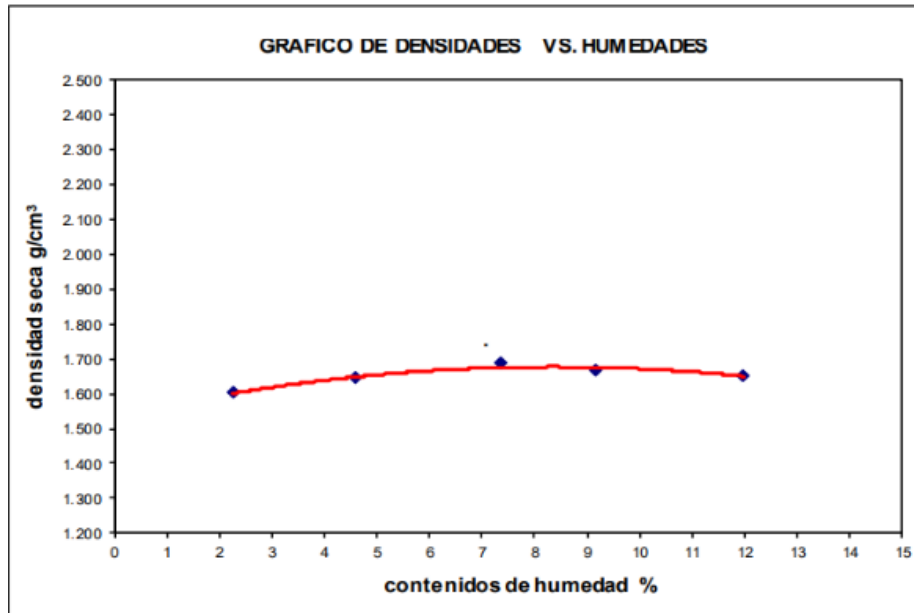


Figura 12: Curva de proctor al 4% de cal

Tabla 19: Dosificación al 7% de cal

Muestras	C+7% Cal
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.730 g/cm ³
Humedad Optima (%)	7.20%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

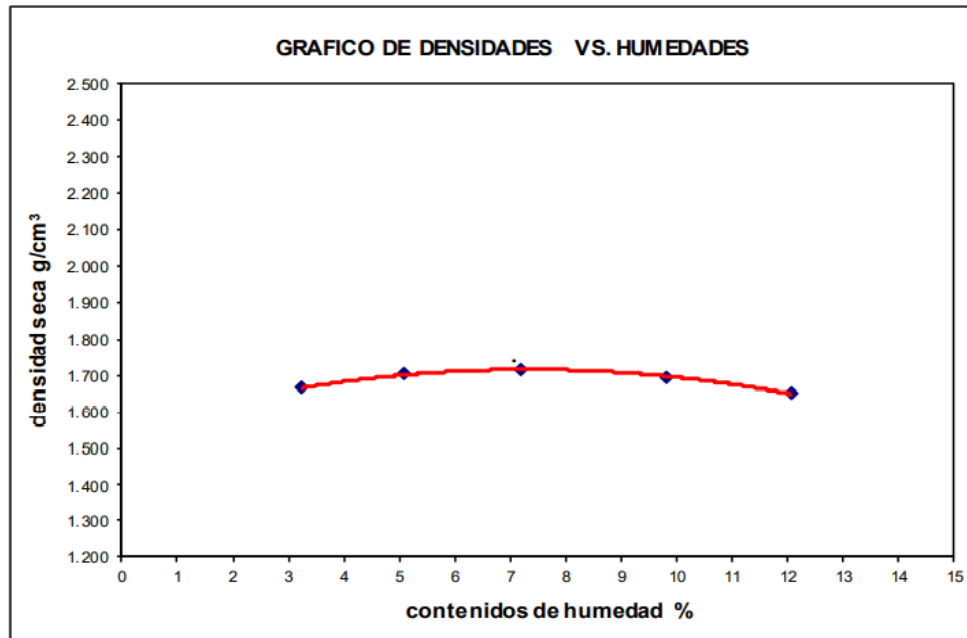


Figura 13: Curva de proctor al 7% de cal

Interpretación. En el cuadro se determina la calicata 3 denominada, donde el C+5% (ceniza de carbón) es la que tiene la mayor densidad máxima seco con 1.680 g/cm³ y la humedad óptima es de 7.60% que pertenece al C+8 (ceniza de carbón)

Los ensayos de Proctor modificado teniendo todos los resultados, posteriormente se realiza las múltiples comparaciones que tenemos entre los suelos patrón y las dosificaciones, donde serán evidenciadas en el siguiente cuadro.

Tabla 20: Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones – Proctor Modificado

MUESTRA	C-01	C-02	C-03	C+3% (ceniza de carbón)	C+5% (ceniza de carbón)	C+8% (ceniza de carbón)	C+2% (cal)	C+4% (cal)	C+7% (cal)
Densidad máxima seco (g/cm ³)	1.570	1.580	1.570	1.610	1.680	1.700	1.620	1.680	1.730
Humedad Optima (%)	4.30	4.00	4.30	6.66	7.00	7.60	7.20	7.00	7.20

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

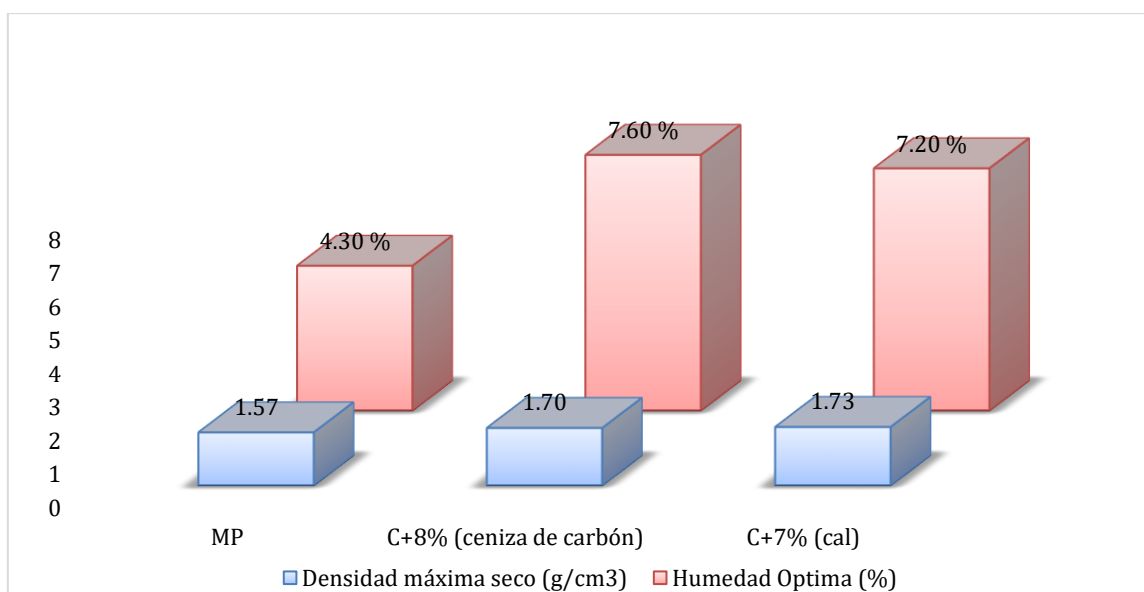


Figura 14: Dosificaciones óptimas con cal y cenizas de carbón para proctor modificado

Interpretación: En relación a la Grafica 13 según la muestra patrón la MDS aumento de 1.57 a 1.70 gr/cm³, por lo que al dosificar al 8% de cenizas de carbón alcanzo el resultado más óptimo para su MDS, mientras para cal fue resultado más óptimo fue al 7% alcanzando una MDS del 1.73 gr/cm³.

4.4.- Análisis comparativo del suelo natural y del suelo modificado.

Los ensayos de CBR se caracteriza en hallar la resistencia al corte del suelo del 95% con su máxima densidad seca, es por ello que del suelo patrón de las calicatas C1, C2, C3.

Tabla 21: Ensayos del CBR (patrón)

MUESTRA	C1	C2	C3
MAX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.57	1.58	1.57
MAX. DENSIDAD SECA AL 95% (gr/cm ³)	1.49	1.50	1.49
CBR AL 95%	4.5%	4.5%	4.5%
CBR AL 100%	4.8%	4.7%	4.9%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

Interpretación. En el cuadro se evidencia que el porcentaje del CBR al 95% en todas las calicatas C1, C2 y C3 es de 4.5% y el CBR al 100% es de 4.8%, en promedio.

Los ensayos de CBR se caracteriza en hallar la resistencia al corte del suelo del 95% con su máxima densidad seca, es por ello que del suelo patrón más sus adiciones experimentales de 3%, 5% y 8% pertenecientes de la ceniza de carbón

Tabla 22: Ensayos del CBR (Ceniza de carbón)

MUESTRA	C+3% (ceniza de carbón)	C+5% (ceniza de carbón)	C+8% (ceniza de carbón)
MAX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.610	1.680	1.700
MAX. DENSIDAD SECA AL 95% (gr/cm ³)	1.53	1.60	1.62
CBR AL 95%	15%	36%	32%
CBR AL 100%	17%	38%	34%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

Interpretación. En el cuadro se evidencia que el mayor porcentaje del CBR al 95% es de 36% para la combinación C+5% y es el más recomendable a ser utilizado, mientras

el menor es de C+3% que obtiene un 15%. Así mismo para el CBR al 100% el mayor porcentaje es de 38% para la combinación al C+5%.

Los ensayos de CBR se caracteriza en hallar la resistencia al corte del suelo del 95% con su máxima densidad seca, es por ello que del suelo patrón más sus adiciones experimentales de 2%, 4% y 7% pertenecientes a la cal

Tabla 23: Ensayos del CBR (Cal)

MUESTRA	C+2% (cal)	C+4% (cal)	C+7% (cal)
MAX. DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.620	1.680	1.730
MAX. DENSIDAD SECA AL 95% (gr/cm³)	1.54	1.60	1.64
CBR AL 95%	24%	42%	37%
CBR AL 100%	26%	44%	40%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

Interpretación. En el cuadro se evidencia que el mayor porcentaje del CBR al 95% es de 42% para la combinación C+4% y es el más recomendable a ser utilizado, mientras el menor es de C+2% que obtiene un 24%. Mientras el CRB al 100% los mayores porcentajes es de 44% para la combinación al C+4% y el 26% con una combinación al C+2%

Tabla 24: Comparativo entre el suelo patrón y las dosificaciones - CBR

MUESTRA	C-01	C-02	C-03	C+3% (ceniza de carbón)	C+5% (ceniza de carbón)	C+8% (ceniza de carbón)	C+2% (cal)	C+4% (cal)	C+7% (cal)
CBR AL 95%	4.5%	4.5%	4.5%	15%	36%	32%	24%	42%	37%
CBR AL 100%	4.8%	4.7%	4.9%	17%	38%	34%	26%	44%	40%

Fuente: Laboratorio de cerámicos y suelos – UNT

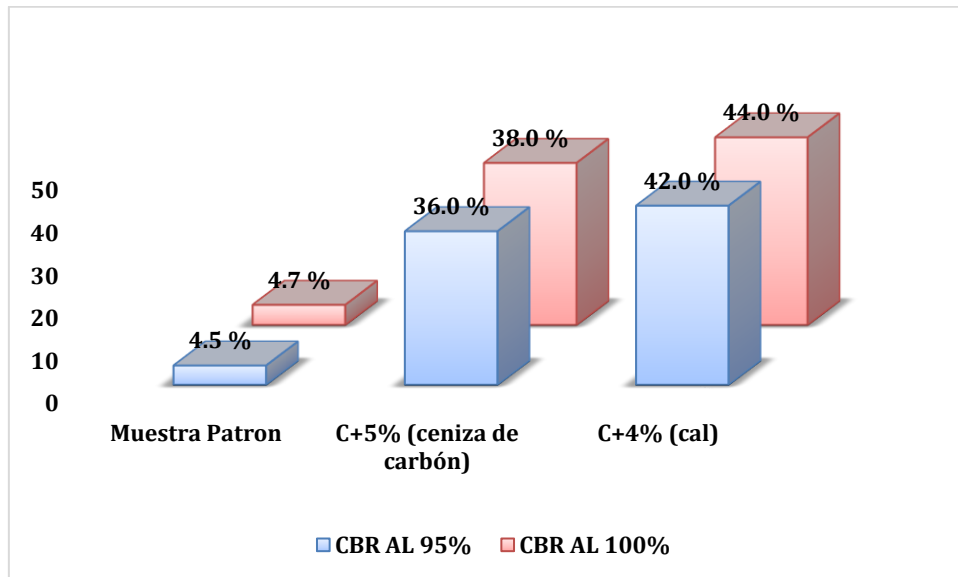


Figura 15: Dosificaciones óptimas con cal y cenizas de carbón para CBR

Interpretación. En el cuadro y en las figuras se evidencia las diversas comparaciones obtenidos mediante el ensayo del CBR entre el suelo patrón y el suelo combinado, tanto como la ceniza de carbón y la cal. En relación del CBR al 95% donde en la C-01, C-02 y C – 03 es de 4.5%, cuando se añadió el 5% de (ceniza de carbón) tiene un 36% y del mismo modo para el 4% (cal) aumento a un valor de 42%. Mientras el mayor porcentaje del CBR al 100% de las muestras es de C-03 con 4.9%, cuando se añadió el 5% (ceniza de carbón) tiene un 38% pero cuando se añadió el 2% (cal) aumento llegan un valor de 44%. Es decir, para el CBR al 95% aumento a un 6% y al CBR al 100% aumento a un 6%.

V . DISCUSIÓN

En relación al aporte de nuestra investigación podemos ver que según lo expuesto por (Parra, 2018, p.37). Establece que la cal es un material cementante debido que mejora las propiedades físicas como mecánicas del suelo, así mismo reduce los límites líquidos otorgando una mayor densidad a los suelos que presentan contenidos de humedades elevados como son el caso de las arcillas altamente plásticas de clasificación según SUCS - A-6.

Según lo observado en el desarrollo de nuestros resultados, la cal es un material que puede obtenerse de varias formas, entre las cuales está la calcinación de la piedra caliza a una temperatura controlada en mufla a 900°C o también de la misma calcinación de cenizas de conchas de abanico en algunos casos.

Al comparar ambos estudios, podemos estar de acuerdo en algunos puntos como que la estabilización con cal no siempre traerá resultados favorables en la investigación, ya que existen materiales dentro de la clasificación SUCS donde el aporte de resistencia a las propiedades mecánica del suelo con la dosificación de cal será mínimo, esto suele ocurrir a menudo en los suelos de clasificación SP, donde no haya presencia de nivel freático, por lo que la condición del material es seca con un contenido de humedad mínimo.

Además, en cuanto a los resultados otorgador por el investigador pudimos apreciar que una de las características, por la que las cenizas de carbono son utilizadas como estabilizante, es por el porcentaje de (SiO₂) óxido de sílice obtenido de este material, por lo que según el estudio de composición química se obtuvo un porcentaje del 53.34% de SiO₂, por lo que en muchos proyectos de mejoramiento el óxido de sílice ayuda a mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas del terreno de fundación.

Además, al emplearse las dosificaciones de 2%, 4%, 7% (cal) y 3%, 5%, 8% (ceniza de carbón) en la subrasante está presente mejorías a nivel estructural, alcanzando dosificaciones óptimas con porcentajes apropiados según fuentes de artículos y revistas, lo por lo que es recomendable para ser utilizados para la

estabilización por medio del EMS (estudios mecánica de suelos), CBR, Proctor modificado y medición de sales solubles.

También, cabe mencionar que los resultados obtenidos se dieron con la manipulación de grupos experimentales por medio de dosificaciones con cierto grado de confiabilidad, por lo que permitió alcanzar mejoras óptimas por medio de la incorporación del óxido de sílice obtenido de las cenizas de carbono, además al añadirse las dosificaciones de cal y ceniza de carbón se logró estabilizar la subrasante.

Al observar el estado del proyecto del C.P. Conache, las vías presentaron condiciones sumamente expansivas, por lo que se requirió un mejoramiento a nivel de subrasante, cuyo objetivo fue alcanzar una resistencia adecuada siendo esta última capa a la cual se transmiten las cargas para que pueda almacenar todo el peso transmitido al paquete estructural teniendo una respuesta eficiente ante casos de deformaciones o fallas de cualquier tipo a nivel estructural.

Por otro lado, al comparar los resultados obtenidos con los de (HUAMANI, 2020), en su investigación en lo que respecta, el ensayo de granulometría que nos da el LL con 21%, LP de 18%, IP con 3% y cuenta con el contenido de humedad de 2.1% teniendo un suelo arena limosa, por lo que la dosificación empleada 3%, 5%, 8% con cenizas volantes y cenizas de carbón presentaron resultados apropiados para las propiedades físicas del suelo, ya que los límites líquidos como los índices de plasticidad redujeron en grandes proporciones hasta obtener un estado NP que no presenta, por lo que la dosificación en este caso al 5% incremento la densidad del material por lo que se redujo también su contenido de humedad.

Al analizar este estudio, podemos ver que las cenizas de carbono actúan como un material cementante lo que permite que la subrasante incremente su volumen tapando los vacíos donde se incorpora el agua, podemos ver también en este resultado, el óxido de sílice (SiO_2) fue del 56.52%, según la composición química de la muestra, obteniendo capacidades de soporte mejoradas respecto al terreno de fundación, por lo que también podemos concluir que la composición química de

las cenizas de carbón presenta valores entre los intervalos del 50% y 60% para óxido de sílice y para cal se encuentra entre los intervalos del 3% al 4%.

Como contraparte del estudio podemos observar en este apartado que al incorporar cenizas de cáscaras de carbón y el vidrio reciclado presenta un aumento de su capacidad de soporte, al 5% de su dosificación, por lo que está empezando a decaer con una dosificación mayor, disminuyendo su capacidad de soporte en función a las propiedades del vidrio ya que no es caracterizado como un material cementante que aporte propiedades de la subrasante.

Determinar la composición química de la cal y la ceniza de carbón mediante el ensayo de rayos X.

Por otro lado, en el estudio planteado por (VASQUEZ, 2018), los resultados obtenidos de la composición química del carbón y cal, se obtuvo un 54.802% de (SiO_2) y un 33.6% de (Al_2O_3).

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el estudio, podemos observar que el óxido de aluminio también es pieza fundamental para el mejoramiento de la subrasante, ya que, por medio de ello, se logra equilibrar los factores de densificación de la muestra como es el caso de la máxima densidad seca en laboratorio y insitu, así mismo ayuda a estabilizar la subrasante obteniendo una mejor manipulación en cuanto a los controles de compactación de la subrasante.

Por lo que estamos conforme con los resultados obtenidos, ya que la subrasante sufre a menudo cierto comportamiento de cambios en su volumen, por lo que en su predominancia los valores utilizados siempre deben ser los más críticos si en caso se requiera diseñar una infraestructura vial.

Por otro lado, al comparar con los resultados obtenidos con (Sánchez, 2019), la ceniza de carbón química (CaO) tiene 56.44% y el Hierro con la composición química (Fe_2O_3) con el valor de 0.16% y de la ceniza de carbón es de Sílice (SiO_2) tiene 40.61% y en Aluminio con (Al_2O_3) con el valor de 0.05%.

Podemos deducir que el valor del Aluminio es el más crítico, ya que presenta una pequeña cantidad del 0.05%, siendo en su predominancia el óxido de sílice el que aporta mayores beneficios a la capacidad de la subrasante con un 40.61%, por lo que estoy conforme con el resultado alcanzado por el estudio, ya que la sílice es una propiedad que ayuda a reducir los límites tanto líquidos como plásticos reduciendo el riesgo de ser un material expansivo.

Al observar los resultados obtenidos por (TACCA, 2021), se buscó en estabilizar la subrasante mediante la cal, obteniendo que según el ensayo de granulometría el LL fue de 24.41%, LP fue de 20.24% y su IP de 4.17% teniendo un suelo arcilla limosa.

Al comparar con nuestros resultados podemos discutir, que a medida que los índices de plasticidad reducen, el material cambia de estado saturado a estado seco, por lo que para los límites líquidos se elimina el agua retenida en los vacíos al dosificarse con la cal, así mismo en una investigación realizada por (Thompson, 1967), establece que al incorporarse el 5% de óxido de calcio reduce los límites líquidos e índice de plasticidad del material clasificándolo a NP.

Por último, según lo establecido por (CAÑAR, 2017), en su investigación de suelos arenosos finos y arcillosos combinados con ceniza de carbón, se obtuvo que cuando se añadió el 25% de ceniza de carbón el CBR aumentó un 4.0% de suelo.

Se realizó la comparación de los resultados que hemos obtenidos, que según las propiedades mecánicas tenemos que el proctor modificado la mayor densidad seca es de 1.580 g/cm³ de la C-02 y así mismo cuando se añadió las dosificaciones de 3%, 5% y 8% (ceniza de carbón) el mayor que tiene la densidad máxima seca tiene el valor de 1.700 g/cm³ del 8% y el 2%, 4%, 7% (cal) teniendo la densidad máxima seca es 1.730 g/cm del 7%.

Por lo que difiere de los resultados de este autor, ya que la sílice es considerado un material de aporte a la subrasante y junto con la cal provocan una reacción puzolánica incrementando considerablemente su capacidad de soporte.

VI. CONCLUSIÓN

1. En cuanto a las características físicas del suelo de fundación, se pueden apreciar que en la C-01 teniendo (M-01) posee su clasificación SUCS con un suelo SP correspondiente a una arena mal graduada, adicionalmente se indica que presentan los porcentajes de gravas con 8.9%, arenas 86.1%, finos 5.0% y contenido de humedad de 5.0%. En cambio, la C-02 teniendo (M-01) no posee una clasificación SUCS con un SP que determina una arena mal graduada, además se indican que poseen los porcentajes de arenas 97.4%, finos 2.6%, contenido de humedad de 3.6% y no posee gravas Y por último en la C-03 teniendo (M-01) teniendo la clasificación SUCS con un SP correspondiente a una arena mal graduada, así mismo se menciona que no contiene gravas, arenas 97.2%, finos 2.8% y el contenido de humedad 3.7%.
2. En cuanto a las composiciones química de la cal mediante el ensayo de rayos X se obtuvo los valores más elevados en Aluminio teniendo una composición química (Ca O) tiene el valor de 56.44% por otro lado la ceniza de carbón tuvo un valor muy elevado a lo que corresponde al Sílice teniendo la composición química de (SiO₂) tiene el valor de 40.61%.
3. En cuanto a las propiedades mecánicas del suelo patrón y suelo modificado, podemos indicar que se evidencian una mejora sustancial de la densidad máx. seca con un valor de 1.580 g/cm³ en comparación al valor adquirido utilizando las cenizas de carbón 1.700 g/cm³ densidad máx. seca en la dosificación de 8%. Y cuando se añade la cal con una dosificación de 7% observamos que la densidad máx. seca tiene el valor de 1.730 g/cm³.
4. En relación al ensayo del CBR, el valor mayor del CBR al 100% del suelo de fundación es de 4.9% perteneciente a la C-03. Así mismo, el valor mayor del CBR al 95% es de 36% y el CBR al 100% es de 38% cuando se añadió el 5% (ceniza de carbón). Y hay una gran variedad cuando se añadió el 4% de (cal) porque aumento el CBR al 95% a un 42% y también el CBR al 100% con un 44%.

VII. RECOMENDACIONES

Al terminar la presente tesis, se recomienda a los futuros investigadores en realizar los diferentes ensayos con varias adiciones de cal y cenizas de carbón y así poder observar sus diferentes comportamientos.

1. A los futuros tesisistas e investigadores se lo recomienda en utilizar como propuesta las dosificaciones mayores al 3%, 5% y 8% (ceniza de carbón) y 2%, 4% y 7% (cal) ya que se evidencio que aumento su comportamiento, a la misma vez se recomienda en poder realizar pruebas de resistencia en campo.
2. Para los gobiernos distritales, municipales y regionales, que estén contemplados en unos de sus ítems la utilización de la cal y cenizas de carbón, porque mejora de gran medida la vida útil de la subrasante y del mismo modo podría resultar como una alternativa económica.
3. Se propone para los futuros estudios en la utilización de cenizas de carbón como estabilizante, ya que dicho material es un residuo reutilizable y así mismo podemos hacer un impacto positivo al medio ambiente.
4. Y por último, se recomienda la aplicación y/o utilización de dichos estabilizadores pero efectuados a otros tipo o nomenclatura de suelos, de esa manera obtendremos una visión más generalizada.

REFERENCIAS

1. BELTRAN, Mario y COPADO, José. Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia San Juan Capistrano de Ciudad Obregon, Son. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Oregón: Instituto Tecnológico de Sonora, 2011. 93pp. Disponible en: <https://docplayer.es/23676059-Tesis-que-para-obtener-el-titulo-de-ingeniero-civil.html>
2. BRAJA, Das. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones [en línea] 7ª. ed. México: Cengage Learning Editores, 2016. Disponible en: https://issuu.com/gustavochonlongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment
ISSN: 987-607-481-823-9
3. BUENO, Jesús y TORRE, Homaly. Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barro del Pinar, Independencia, Huaraz – 2018. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Huaraz, 2019. 143pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40554>
4. CALDAS, Fernández. European Association. 4ª. ed. Usa. Revista de Eleuthera Interamericana Editores (2014). Disponible en: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/juridicasysoc-uc/20190227065815/Eleuthera20Completa.pdf>
ISSN: 2463-1469
5. CANALS, Álvarez. Estudio de la aplicabilidad de las cenizas volantes, de la planta térmica de Mudunuru (India), en materiales de construcción.

Tesis (Grado de Ingeniero civil). Cataluña: Universitat Politècnica de Catalunya Barcelontech, 2007. 99pp. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3325>

6. CARHUAPOMA, Christian y VIDAURRE, Melissa. “Estabilización subrasante del suelo para fines de pavimentación en zonas urbanas, Distrito de Morales 2021. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 131pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69543>
7. CHOCONTA, Andres. Estabilización de un suelo arcilloso de la zona occidental sabana de Bogotá con adición de cal hidratada comparando métodos de elementos finitos y semi-empíricos. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2020. 89pp. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26612/1/TG-%20Andres%20choconta.pdf>
8. CUEVA, Diana y CHANG, Betty. Estabilización de suelos arenosos adicionando cenizas volantes de carbón y cemento tipo I con fines de cimentación superficial en el asentamiento humano Villa los Jardines del distrito de Chimbote, Ancash – 2019. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 386pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42753>
9. DIAZ definición del suelo. Recursos internet (definición-suelos) [En línea] 2010. Slideshare: Web de Hector Vicente Diaz Ospina. Disponible en: <https://es.slideshare.net/HECTORVICENTEDIAZOSPINA/4-definicion-de-suelo>

10. Estabilización de suelos y taludes. [En Línea]. 2010
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf
11. FERNANDEZ, Carlos. Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima Norte: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 114pp. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23128>
12. FLORES, Karen. Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín- 2020. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 76pp. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47893>
13. GONZALES, Flore. Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno. Tesis (Grado de Ingeniería Civil). Puno: Universidad Néstor Cáceres Velásquez, 2018. 138pp. Disponible en:
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2155>
14. GOÑAS, Olga y SALDAÑA, Juan. Stabilization of soils with coal ashes for use as an improved subgrade. 2ª. ed. Usa: Kansas Editores, 2005. 7 pp. ISBN: 985-1-5984-2649-0
15. GOÑAS, Olger. Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. Tesis (Ingeniero Civil). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de

Amazonas, 2019. 39pp. Disponible en:
<http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1801>

16. HERNANDEZ, Josué y MEJIA, David y ZELAYA, César. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). El Salvador: Universidad del Salvador, 2016. 380pp. Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/1/50108285.pdf>

17. HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6^a. ed. México: Interamericana Editores, 2014. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0

18. HERNANDEZ, Ruth y CAÑAR, Edwin y MALDONADO, Lorena. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017. 167pp. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25266>

19. HUAMANI, Andres. Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 172pp. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67655>

20. HUANCOILLO, Yunior. Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la

carretera desvío Huancané – Chupa – Puno. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 89pp. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3276844?show=full>

21. Instituto de la Construcción y Gerencia. 2010. [En Línea]. 2010 <https://www.construccion.org/>

22. MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2017. 198pp. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3635>

23. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos. Lima: Dirección general de caminos ferrocarriles, 2014. 301pp. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

24. MOHEDAS, Margarita y MORENO, Alberto. Apertura y Mantenimiento de vías forestales, 2014. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=SRINBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

25. MORALES, Daniel. Valorización de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías

no pavimentadas. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Medellín: Universidad de Medellín, 2015. 80pp. Disponible en: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/1236>

26. NUÑEZ, Dagoberto. Elección y Dosificación del conglomerante en estabilización de suelos. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Obregón: Instituto Tecnológico de Sonora, 2011. 61pp. Disponible en: <https://docplayer.es/63283971-Eleccion-y-dosificacion-del-conglomerante-en-estabilizacion-de-suelos-tesis-que-para-obtener-el-titulo-de-ingeniero-civil.html>

27. OGAWA, Tsunehiko [et al]. Studies on the Limitation of Soil Stabilization by the Addition of Sodium Chloride. Faculty Of Agriculture: Ehime University, 1996. 5 pp.

28. PARRA, Manuel. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018. 81pp. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22856>

29. PEREZ, Carolina. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 89pp. Disponible en: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_8b7d62b3da7ff9a61706c82dee2a173b

30. PEREZ, Ruth y CAÑAR, Edwin. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. Tesis (Grado de Ingeniero Civil).

Ambato: Universidad Técnica de Abanto, 2017. 167pp. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25266>

31. PUNMIA, KUMAE, Ashok y Kumar, Arum. Soil Mechanics and Foundations. 16 ed New Delhi: Laxmi Publications (P) Ltd. 2005, 9 pp. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/359209357/Soil-Mechanics-And-Foundation-16th-ED-B-C-Punmia-Ashok-Kumar-Jain-Arun-Kumar-Jain-pdf>

ISBN: [8170080819](https://www.isbn-international.org/product/9788170080819)

32. QUIROZ, Dorca Aplicación de cenizas de carbón para mejorar la estabilidad de suelos arenosos, Mz, I Las Gardenias, Ancón, 2019. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 92pp. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56691#:~:text=Se%20concluye%20que%20las%20cenizas,adici%C3%B3n%20del%203%25%20de%20cemento.>

33. RANJAN, Gopal y RAO, A. Basic and Applied Soil Mechanics. 2º ed. New Age International Publishers: New Delhi, 200. 758pp. Disponible en:
<https://books.google.com.ec/books?id=U2AvQrA6l4sC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 8122412238

34. RICO, Alfonso. La ingeniería de suelos en las Vías Terrestres. 1ª. ed. México: Arcos Libros, 1978. Disponible en: https://edoc.tips/download/la-ingenieraa-de-suelos-en-las-vaas-terrestres-carreteras-ferrocarriles_pdf

ISBN: 968-18-0054-0

35. RONDON, Hugo. Pavimentos, materiales, construcción y diseño. México, 2015. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/pavimentos.pdf>
ISBN: 978-612-304263-9
36. SHARMA, Vandna, VINAYAK, Hemant y MARWAHA, Bhanu. Enhancing compressive strength of soil using natural fibers. Construction and Building Materials [en Línea]. Vol. 6 N°06, 2015. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277918358_Enhancing_compressive_strength_of_soil_using_natural_fibers
ISSN: 0950-0618
37. TACCA, José. Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de Evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 114pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58189>
38. VASQUES, Alexander. Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. 122pp. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8013>

ANEXO N°1

PANEL
FOTOGRAFICO

ESTUDIO DE SUELOS
CALICATAS



Foto N° 01: Delimitación de la C-1



Foto N° 02: Medición de la excavación de la C-1



Foto N° 03: Excavación de la C-1



Foto N° 04: Medición de la excavación de la C-2



Foto N° 05: Excavación de la C-2



Foto N° 06: Delimitación de la C-3



Foto N° 07: Medición de la excavación de la C-3



Foto N° 08: Excavación de la C-3



Foto N° 09: Medición de la excavación de la C-4



Foto N° 10: Excavación de la C-4

GRANULOMETRIA



Foto N° 11: Utilización de los tamices



Foto N° 12: Incorporando el material seco a los tamices



Foto N° 13: Zarandeando el material en los tamices

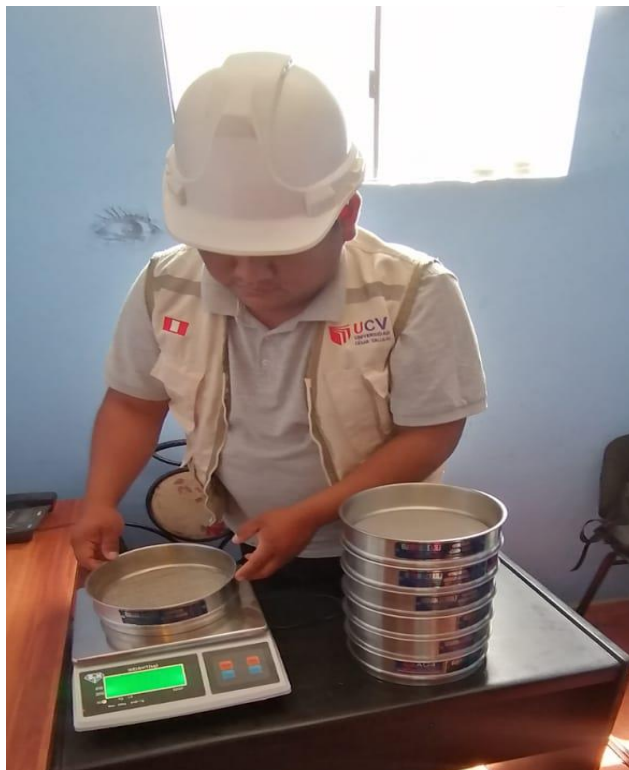


Foto N° 14: Pesando el material pasante en la balanza electrónica

PROCTOR MODIFICADO



Foto N° 15: Herramientas para el proctor modificado



Foto N° 16: Curado del molde



Foto N° 17: Sacando la ceniza de carbón para hallar la dosificación



Foto N° 18: Primera medición de las sales solubles

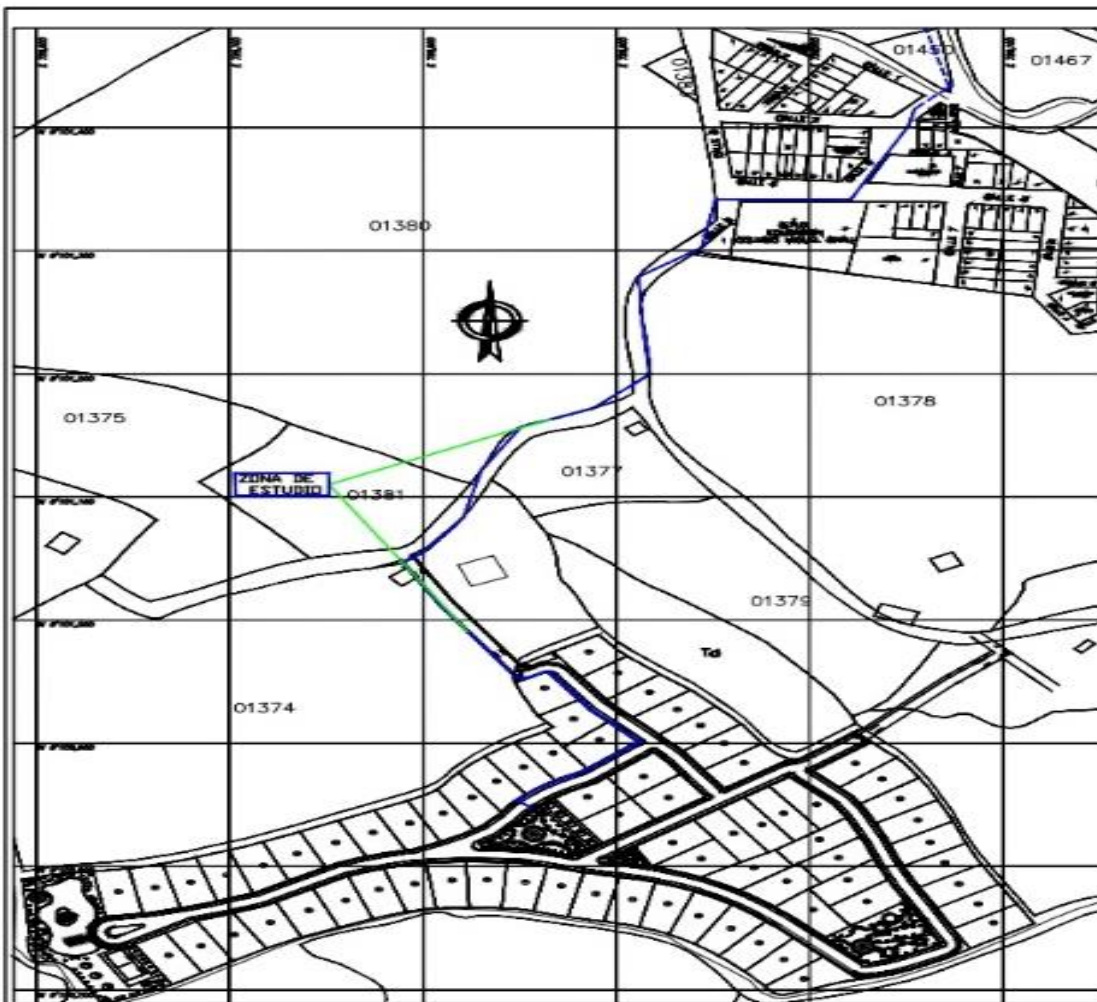


Foto N° 19: Segunda medición de las sales solubles



Foto N° 20: Primera medición de agua

ANEXO N°2 PLANO DE UBICACION



LONGITUD TOTAL
4.26 km

COORDENADAS DE INICIO	COORDENADAS DE FIN
X = 851181	X = 841949
Y = 785741.04	Y = 785633.61

ESCALA 1/500



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Tesis:

"ESTABILIZACION DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, LA LIBERTAD"

Plano:

PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION

N° Lamina:

U - 01

Alumnos:

MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO
VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER

Escala: INDICADA

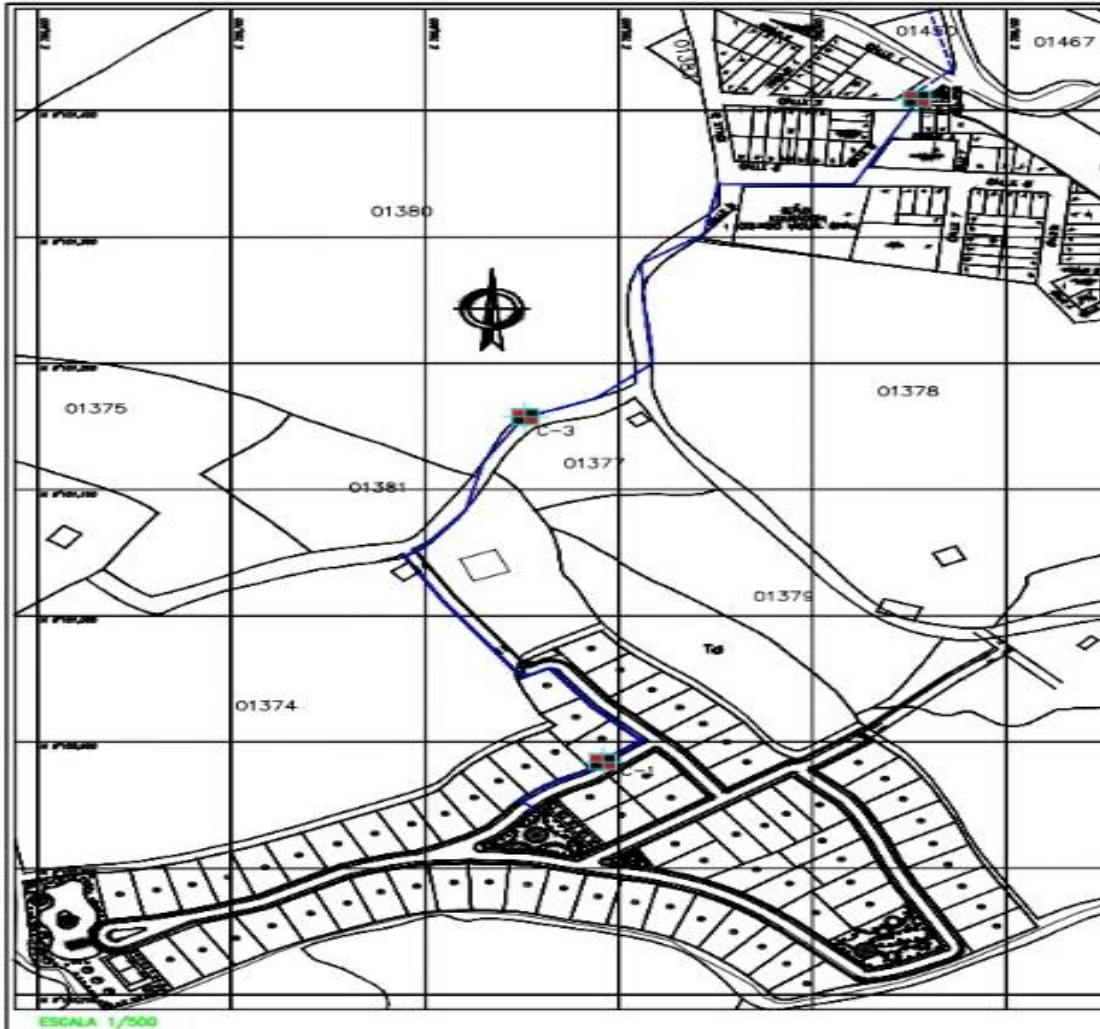
Fecha: 10/04/2022

Departamento:
LA LIBERTAD

Provincia:
TRUJILLO

Distrito:
LAREDO

ANEXO N°3 PLANO DE CALICATAS



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1/5000

DETALLES DE CALICATAS

Se realizara 4 calicatas, identificadas como C-1, C-2 y C-3 se utilizo cintas de seguridad o de señalizacion para la correcta extraccion del material. Se utilizo el uso indispensable de EPP

CALICATA	SECCION	ALTURA (m)
C-1	1.00 x 1.00	1.50
C-2	1.00 x 1.00	1.50
C-3	1.00 x 1.00	1.50

SIMBOLOGIA

	CALICATA
--	----------



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Tesis:

"ESTABILIZACION DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, LA LIBERTAD"

Departamento:
LA LIBERTAD

Provincia:
TRUJILLO

Distrito:
LAREDO

Plano:

PLANO DE CALICATAS

Alumnos:

MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO
VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER

Escala: INDICADA

Fecha: 10/04/2022

N° Lamina:

PC - 01

ANEXO N°4

CONSTANCIA DE

CALIBRACION



N°

8558

V0198-12

Av. Ricardo Palma # 905, San Antonio - Miraflores
Telcf. # 219-2800 / Fax: 219-2801
e-mail: ingenieria@hwkessel.com.pe

CERTIFICADO

A).- CALIBRACION Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO

Conste por el presente documento la entrega, puesta en marcha y recepción conforme a lo siguiente:

Cliente :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO LOCAL PRINCIPAL	R.U.C.:	20172557628
Nombre Equipo :		Marca:	HUMBOLDT
Modelo :	EDOMETRO DIGITAL	Serie:	C1769110832566
Guia de Remisión N° :		Fecha:	18/03/2021
Factura N° :	003-0018924	Fecha:	18/03/2022
Vendedor :	003-0032462 VANESSA CHAVARRY		

Cualquier observación que hubiera en el presente servicio, será anotado abajo:

RECOMENDACIONES: Cumplir con lo siguiente:

Realizar calibración de equipo dentro de un año

B).- DE LA CAPACITACION:

Recibieron la capacitación las siguientes personas designadas y autorizadas por el cliente:

C).- DE LA GARANTIA:

Será cubierta de acuerdo a las condiciones estipuladas al reverso del presente documento, teniendo una cobertura de: 1 años 0 meses y finalizará el: 13/02/2020

Calificación:

 Excelente
 Bueno

Firma y Sello del Responsable o Jefe de Area
CLIENTE

13/02/2020

Vanessa Chavarry Veneros
Ing. Vanessa Chavarry Veneros
AREA COMERCIAL
H.W. KESSEL S.A.C.

Firma, Nombre y sello del Representante de *Kessel*
PROVEEDOR

Fecha: _____



551-D Pylon Drive, Raleigh, NC 27606-1487
 800.537.4183 or 919.832.6509 fax: 919.833.5283
 email: hsi@ehumboldt.com www.humboldtmg.com

Humboldt Calibration Certificate

Model	HM-2300.020
Full scale Output	3.0000 mv/v
NTEP#	06-080
Serial#	314498
Capacity	2000 lb
Date	21/03/2021

Zero Balance	2.00% FS
Rated Excitation	10 Vdc
Compensated Temp. Range	14 to 104 °F
Insulation Res.	>1,000 Megohms at 50V DC
Barometric Effect	Nil
Input Resistance	385 ± 1.5Ω
Output Resistance	350 ± 3Ω
Minimum Dead Load	40LB
Vmin	0.200&0.0801 B
Safe overload (150%)	150% of capacity
Ultimate Overload (300%)	

Wiring Code			
Red	+ Excitation	Black	- Excitation
Green	+ Output	White	- Output

Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!

Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.

Testing Equipment for  Construction Materials

HUMBOLDT

Pressure Calibration Certificate

Calibration Certificate

Certificate Number: 03052015160619

Instrument: HM-4170

Serial Number: 1503005_Cell

Description: 1000kpa Pressure Transducer

Customer: H.W. Kessel S.A.C.

Address: H.W. Kessel S.A.C.

Phone:

Calibration Method: PRESSURE CALIBRATION PROCEDURE

Calibration Results: OK

Calibration Date: 12/03/2021

Next Calibration Due: 12/03/2022

Temperature (°C): 22.0

Readout: HM-2450

Serial Number of Readout: 1503005

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:

Instrument Returned:

Name: Boyan Tchavdarov

Function: Quality Team Member



Authorized Signature

HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC. 2525 ATLANTIC AVE RALEIGH, NC 27604

800.537.4183 - 919.833.5283 (fax) - hsi@humboldt.mfg.com - www.humboldtscientific.com

Certificate #: 03052015160619

1



BAIRES S.A.C.
Av. Emilio Cavenecia 225 - Of. 6-7
San Isidro Lima - Perú
Tel. (511) 222-5045
Fax (511) 222-5260
baires@bairesac.com
www.bairesac.com

**ACTA DE CONFORMIDAD, RECEPCION, INSTALACION,
CAPACITACION Y PRUEBA OPERATIVA**

Siendo las 11.00 horas del 25 de Marzo del 2021 la empresa BAIRES S.A.C., realiza la capacitación, instalación, puesta en marcha y prueba operativa en las instalaciones de la Facultad de Ing. Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, el equipo que a continuación se detalla:

DESCRIPCION	CANT.	MARCA	MODELO	Nº DE SERIE
Balanza ANALITICA	01	Kern	ABS 220-4	WB1210018

En la recepción del citado equipo se pudo constatar:

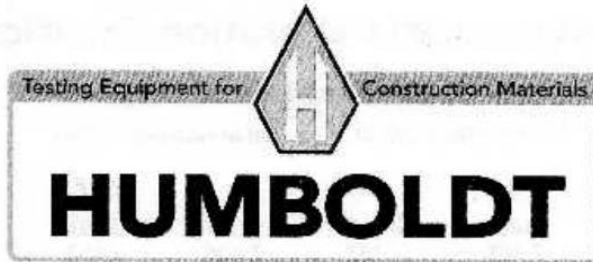
1. Cumplimiento de especificaciones técnicas.
2. Integridad física y estado de conservación óptimo de los equipos, entregados en su embalaje tropicalizado.
3. Perfecto estado de funcionamiento del equipo, incluyendo todos los accesorios necesarios para su instalación.
4. Entrega por cada equipo de Certificado de Garantía por 12 meses.
5. Realización a cabalidad de la Instalación y Prueba Operativa del equipo.
6. Realización de la Capacitación en el uso del equipo.

El postor ha cumplido la prestación a cabalidad sin incurrir en penalidades.

Encontrándose todo conforme, se firma el acta correspondiente.


Firma y Sello del Usuario


Firma y Sello BAIRES SAC



Displacement Calibration Certificate

Calibration Certificate

Certificate Number: 02192015150018

Instrument: HM-2310.10

Serial Number: 14703

Description: 1.0000in/25.4mm Displacement Transducer

Customer: H. W. Kessel S.A.C.

Address: Av. Ricardo Palma 905, San Antonio,
Miraflores Lima, Peru

Phone: 5112192800

Calibration Method: LSCT CALIBRATION PROCEDURE

Calibration Results: OK

Calibration Date: 15/03/2021

Next Calibration Due: 15/03/2022

Temperature (°C): 22.0

Readout: HM-2470

Serial Number of Readout: 1502006

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:

Instrument Returned:

Name: David Travis

Function: Quality Team Member

Authorized Signature

HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC. 2525 ATLANTIC AVE RALEIGH, NC 27604

800.537.4183 - 919.833.5283 (fax) - hsi@humboldtmtg.com - www.humboldtscientific.com

Certificate #: 02192015150018

ANEXO N°4

ENSAYO DE

MECANICA DE

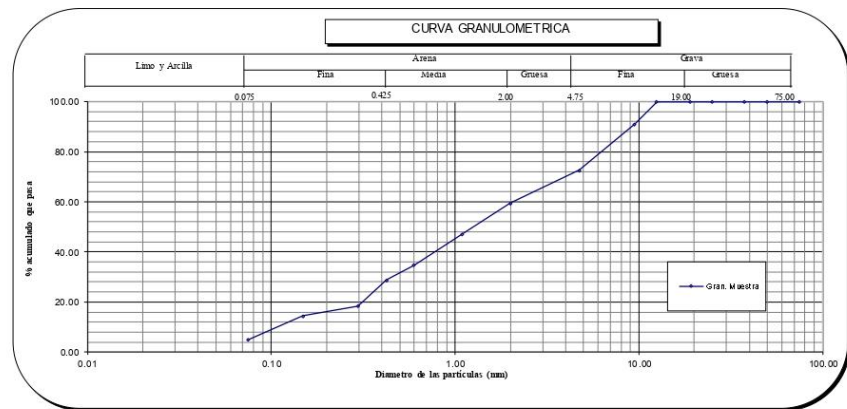
SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTE	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	5.0
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 8.9 Arena (%) 86.1 Finos (%) 5.0 D30 0.46 D60 2.11 D10 0.12 Cu 17.32 Cc 0.80 LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP AASTHO A-1-b		
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500	142.0	8.9	8.9	91.1			
Nº4	4.750	294.4	18.5	27.4	72.6			
Nº10	2.000	209.2	13.1	40.5	59.5			
Nº16	1.100	194.7	12.2	52.7	47.3			
Nº30	0.600	199.4	12.5	65.2	34.8			
Nº40	0.425	95.1	6.0	71.2	28.8			
Nº50	0.297	166.0	10.4	81.6	18.4			
Nº100	0.149	61.9	3.9	85.5	14.5			
Nº200	0.075	151.7	9.5	95.0	5.0			
< Nº200	Fondo	79.5	5.0	100.0				
Total		1593.8	100.0					



Jorge Alejandro Bustos Vitarana
 ING. DE MATERIALES
 R. Ch. N° 197394



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTE	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	157.95	111.21	156.72
W suelo seco + tara (g)	154.02	108.45	153.47
W tara (g)	75.56	54.05	88.02
W agua (g)	3.93	2.76	3.25
Wsuelo seco (g)	78.46	54.4	65.45
Humedad (%)	5.0	5.1	5.0
Humedad (%)		5.0	



Jorge Alejandro Barrios Vitoriano
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO	: ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	: C1
SOLICITANTE	: MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
----------------	--------------------------	--------------------------	--------------------	-----------------------	-------------	----------------	---------------

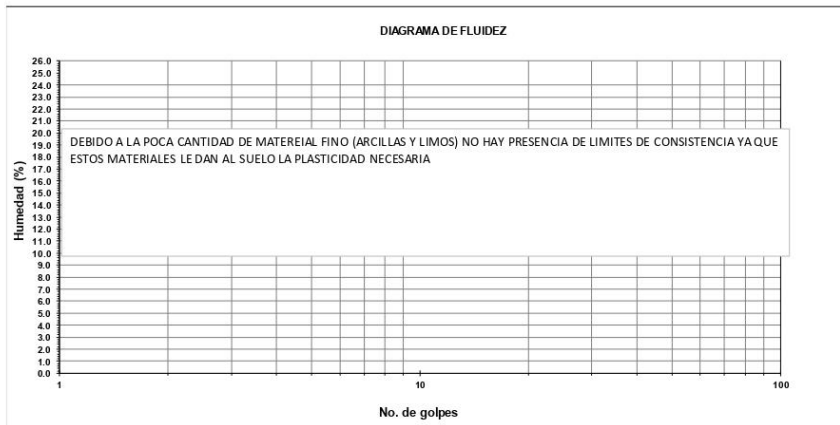
LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							
3							

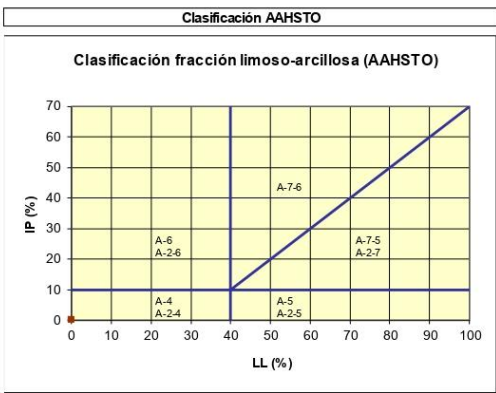


Jorge Alejandro Barrios Vilarrova
 ING. DE MATERIALES
 C.P. N° 197384

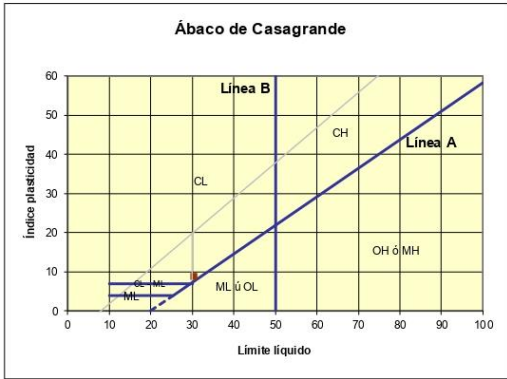


CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTE	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO



Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Arena mal graduada con arcilla con grava SP SC

Ing. Juan Pablo Medina Ñañez
Laboratorio de Materiales
Trujillo
R.C.P. N° 107394

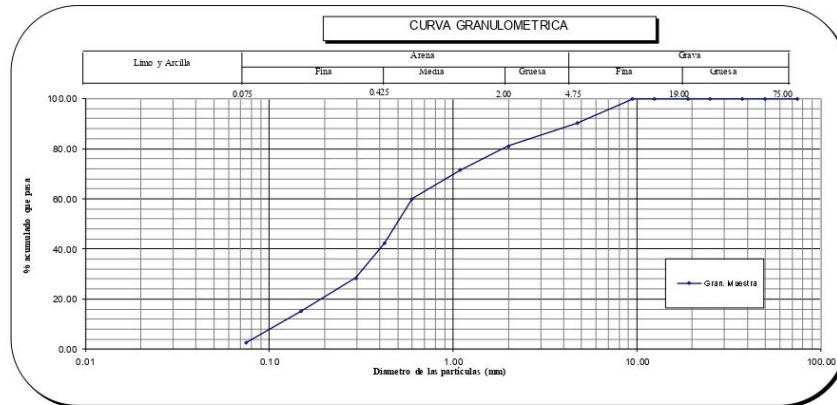




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	:	C2
SOLICITANTE	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

MALLA SEDE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	3.6
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 97.4 Finos (%) 2.6 D30 0.29 D60 0.91 D10 0.13 Cu 7.18 Cc 0.73 LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP AASTHO A-1-b		
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
Nº4	4.750	116.0	9.6	9.6	90.4			
Nº10	2.000	111.0	9.2	18.9	81.1			
Nº16	1.100	114.0	9.5	28.3	71.7			
Nº30	0.600	139.9	11.6	40.0	60.0			
Nº40	0.425	212.9	17.7	57.7	42.3			
Nº50	0.297	166.0	13.8	71.4	28.6			
Nº100	0.149	160.3	13.3	84.8	15.2			
Nº200	0.075	151.7	12.6	97.4	2.6			
< Nº200	Fondo	31.6	2.6	100.0				
Total		1203.2	100.0					



Jorge Alejandro Estrada Villarusa
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197394



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUBBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE
DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA : C3
SOLICITANTE : MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERER
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	158.47	136.72	139.85
W suelo seco + tara (g)	156.05	134.25	137.04
W tara (g)	86.94	65.27	65.82
W agua (g)	2.42	2.47	2.81
Wsuelo seco (g)	69.11	68.98	71.22
Humedad (%)	3.5	3.6	3.9
Humedad (%)		3.7	



Jorge Alejandro Ballesteros Vitoriana
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO	: ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	: C2
SOLICITANTE	: MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
----------------	--------------------------	--------------------------	--------------------	-----------------------	-------------	----------------	---------------

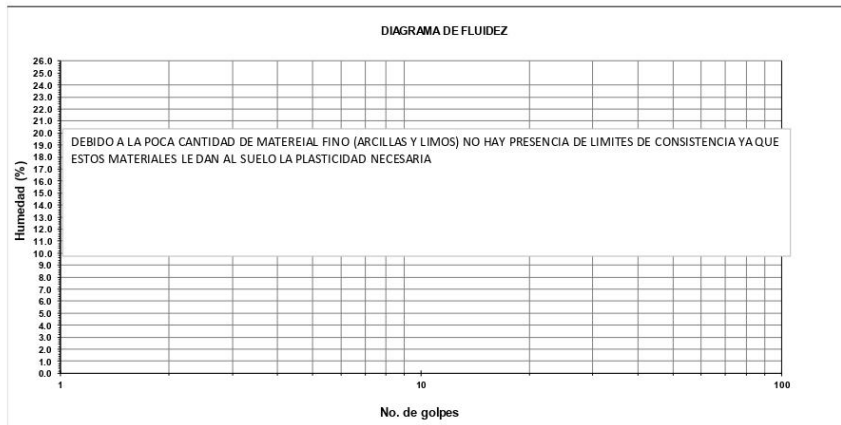
LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							
3							

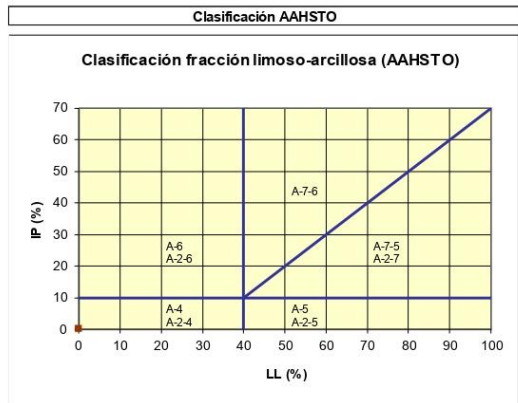


Jorge Alejandro Barrios Viana
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384

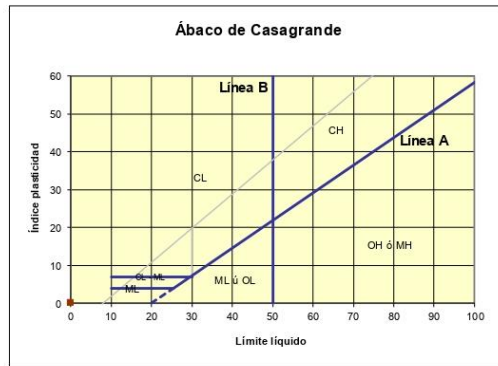


CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUBBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	:	C2
SOLICITANTE	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO



Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena mal graduada SP

JUAN PABLO MEDINA ÑAÑEZ
INGENIERO DE MATERIAS
E.C.P. N° 101294





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

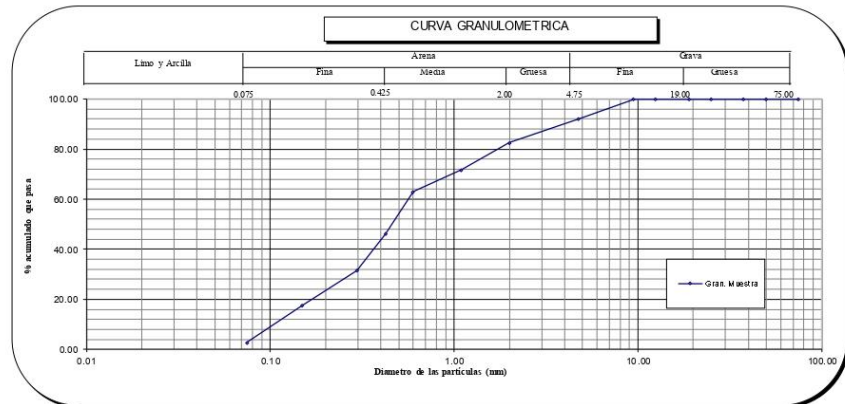
PROYECTO	: ESTABILIZACION DE SUBBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	: C3
SOLICITANTE	: MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	3.7
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	90.6	8.0	8.0	92.0			
N°10	2.000	108.3	9.5	17.5	82.5			
N°16	1.100	123.4	10.8	28.3	71.7			
N°30	0.600	99.7	8.8	37.1	62.9			
N°40	0.425	190.7	16.7	53.8	46.2			
N°50	0.297	166.0	14.6	68.4	31.6			
N°100	0.149	160.3	14.1	82.5	17.5			
N°200	0.075	168.0	14.8	97.2	2.8			
< N°200	Fondo	31.6	2.8	100.0				
Total		1138.5	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	
Arena (%)	97.2
Finos (%)	2.8
D30	0.26
D60	0.86
D10	0.12
Cu	7.22
Cc	0.68

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	NP
LP	NP
IP	NP

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SP
AASTHO	A-1-b



Jorge Alejandro Barrios Vitorica
 ING. DE MATERIALES
 CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE
DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA : C3
SOLICITANTE : MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	158.47	136.72	139.85
W suelo seco + tara (g)	156.05	134.25	137.04
W tara (g)	86.94	65.27	65.82
W agua (g)	2.42	2.47	2.81
Wsuelo seco (g)	69.11	68.98	71.22
Humedad (%)	3.5	3.6	3.9
Humedad (%)		3.7	



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 191384



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUBRANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA	:	C3
SOLICITANTE	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

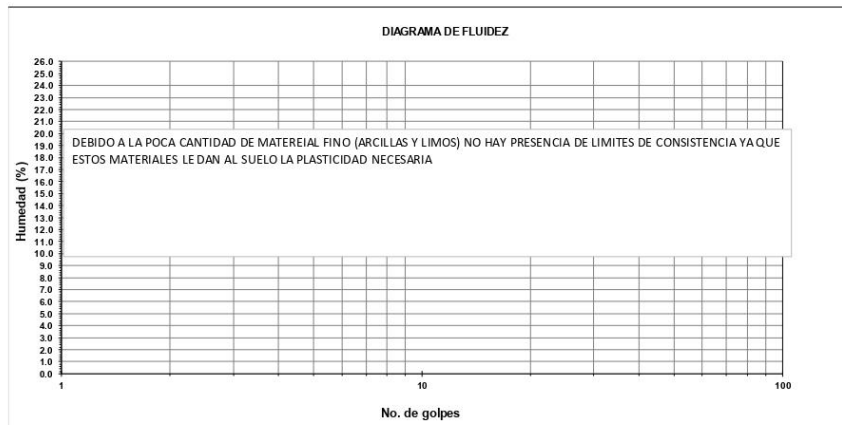
LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							
3							



Juan Alejandro Bustamante Viana
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

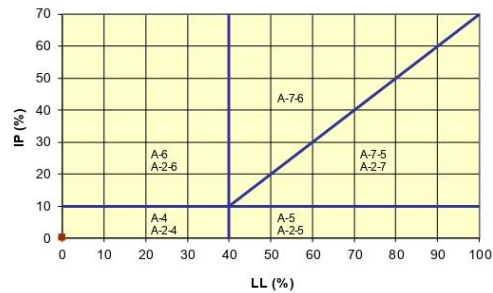


CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUBBRANTE IN CORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBON EN EL CP DE CONACHE
DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA : C3
SOLICITANTE : MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO/ VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERE
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

Clasificación AAHSTO

Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)

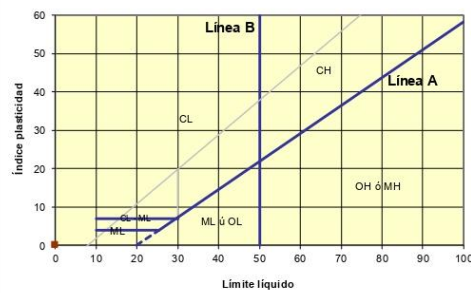


Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

Ábaco de Casagrande



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.

Arena mal graduada SP

Juan Pablo Medina Ñañez
Ingeniero en Geotecnia
C.P. N° 191294



ANEXO N°5

ENERGIA DE

DISPERSION DE

RAYOS X – CAL Y

CENIZA DE

CARBON



ANALISIS QUIMICO MEDIANTE ENERGIA DE DISPERSION DE RAYOS X (EDS)

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO – LA LIBERTAD

SOLICITANTE: MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO / VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER

MUESTRA: CAL

RESULTADOS

COMPUESTO	CANTIDAD (%)
SiO ₂	0.48
CaO	56.44
Al ₂ O ₃	0.20
Fe ₂ O ₃	0.16
MgO	0.35
CO ₂	41.94
Otros	0.43
Total	100.00




Jorge Alejandro Esrrantes Vilasuswa
ING. DE MATERIALES
R.C.I.P. N° 197384



ANALISIS QUIMICO MEDIANTE ENERGIA DE DISPERSION DE RAYOS X (EDS)

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO – LA LIBERTAD

SOLICITANTE: MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO / VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER

MUESTRA: CENIZA

RESULTADOS

COMPUESTO	CANTIDAD (%)
SiO ₂	40.61
CaO	14.20
Al ₂ O ₃	0.05
Fe ₂ O ₃	0.16
MgO	1.15
CO ₂	42.03
Otros	1.80
Total	100.00




Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384

ANEXO N°6

PROCTOR

MODIFICADO



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C1
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERRE
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

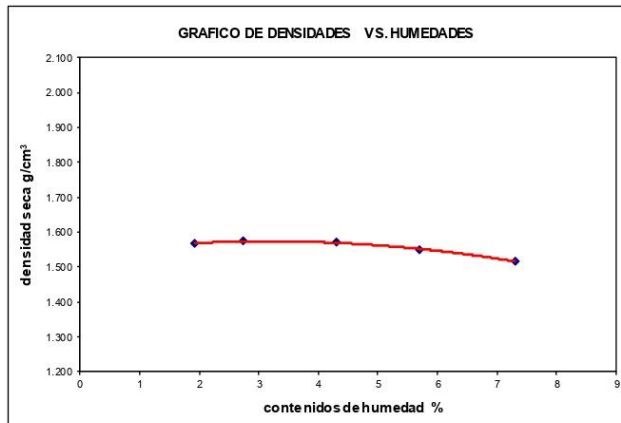
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3718.00	3720.00	3722.00	3722.00	3721.00
Peso del suelo húmedo	g	158.00	160.00	162.00	162.00	161.00
Humedad calculada	%	1.93	2.73	4.30	5.70	7.30
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.597	1.618	1.638	1.638	1.628
Densidad seca	g/cm ³	1.567	1.575	1.570	1.549	1.517

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.6	126.7	120.5	122.6	113.9	114.7	150.2	153.9	180.46	179.72
Rec + suelo seco	g	133.4	125.6	119.4	121.8	112.4	112.7	146.9	148.5	175.49	173.19
Peso del recipiente	g	67.15	71.97	86.49	84.12	71.16	71.97	70	72.63	100.67	91.1
Peso del suelo seco	g	66.25	53.63	32.91	37.68	41.26	40.74	76.91	75.87	74.82	82.09
Peso del agua	g	1.20	1.10	1.10	0.80	1.51	2.01	3.30	5.40	4.97	6.53
Contenido de Humedad	%	1.81	2.05	3.34	2.12	3.66	4.93	4.29	7.12	6.64	7.95
Humedad promedio	%	1.93	2.73	4.30	5.70	7.30					



Densidad Máxima:
1.570 g/cm³

Humedad óptima:
4.30 %



Jorge Alejandro Barrios Vitorica
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C2
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERR
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

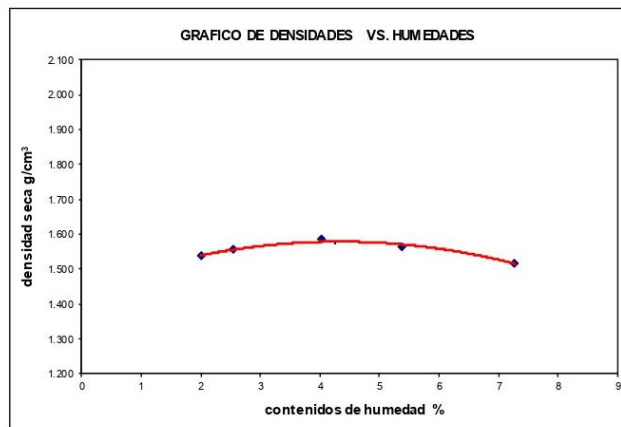
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3715.00	3718.00	3723.00	3723.00	3721.00
Peso del suelo húmedo	g	155.00	158.00	163.00	163.00	161.00
Humedad calculada	%	2.00	2.56	4.03	5.38	7.27
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.567	1.597	1.648	1.648	1.628
Densidad seca	g/cm ³	1.536	1.558	1.584	1.564	1.517

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.8	125.6	120.4	122.5	113.8	114.6	150.1	154	180.45	179.71
Rec + suelo seco	g	133.5	124.5	119.5	121.6	112.5	112.6	146.7	149.2	175.49	173.2
Peso del recipiente	g	67.03	70.87	86.36	83.25	71.15	71.97	71	72.6	100.67	91
Peso del suelo seco	g	66.47	53.63	33.14	38.35	41.35	40.63	75.70	76.60	74.82	82.20
Peso del agua	g	1.30	1.10	0.90	0.92	1.30	2.00	3.40	4.80	4.96	6.51
Contenido de Humedad	%	1.96	2.05	2.72	2.40	3.14	4.92	4.49	6.27	6.63	7.92
Humedad promedio	%	2.00	2.56	4.03	5.38	7.27					



Densidad Máxima:
1.580 g/cm³

Humedad óptima:
4.00 %



Jorge Rogelio Barrios Villacorta
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C3
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

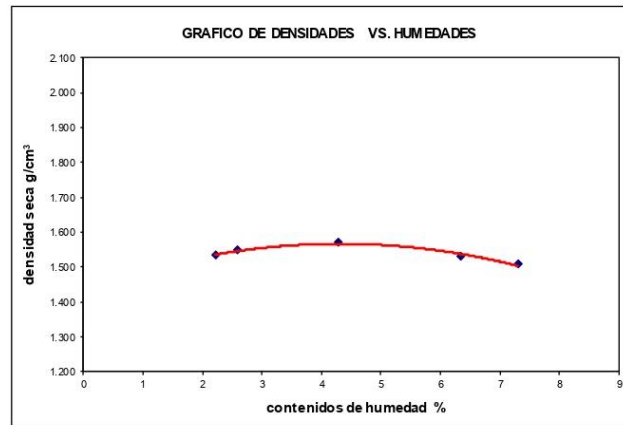
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3715.00	3717.00	3722.00	3721.00	3720.00
Peso del suelo húmedo	g	155.00	157.00	162.00	161.00	160.00
Humedad calculada	%	2.22	2.58	4.29	6.35	7.30
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.567	1.587	1.638	1.628	1.618
Densidad seca	g/cm ³	1.533	1.547	1.570	1.530	1.508

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	143.7	145.5	120.4	122.6	147.6	150.4	151.2	153.9	180.46	179.72
Rec + suelo seco	g	142.1	143.8	119.4	121.8	145.6	148	146.9	148.5	175.49	173.19
Peso del recipiente	g	67.17	72	86.49	84.12	96.48	95.69	70	72.63	100.67	91.1
Peso del suelo seco	g	74.93	71.80	32.91	37.68	49.12	52.31	76.91	75.87	74.82	82.09
Peso del agua	g	1.60	1.66	1.00	0.80	1.96	2.40	4.30	5.40	4.97	6.53
Contenido de Humedad	%	2.14	2.31	3.04	2.12	3.99	4.59	5.59	7.12	6.64	7.95
Humedad promedio	%	2.22	2.58	4.29	6.35	7.30					



Densidad Máxima:
1.570 g/cm³

Humedad óptima:
4.30 %



Jorge Alejandro Barrios Vázquez
ING. DE MATERIALES
R. C. P. N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C+3% CENIZA DE CARBÓN
SOLICITADO	:	MEDINA NIÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

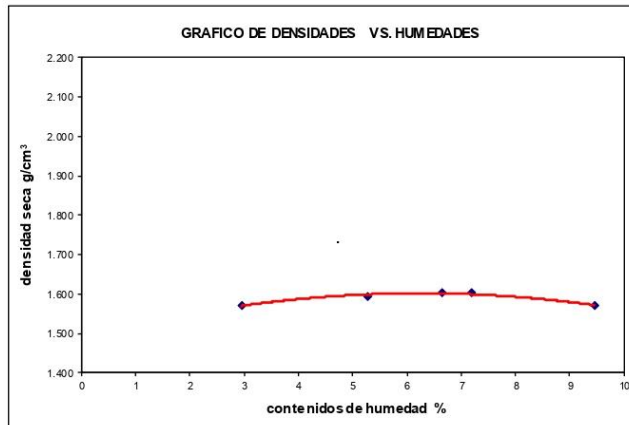
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5 Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18 plg
			# de capas:	5
			Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3720.00	3726.00	3729.00	3730.00	3730.00
Peso del suelo húmedo	g	160.00	166.00	169.00	170.00	170.00
Humedad calculada	%	2.95	5.28	6.66	7.20	9.45
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.618	1.678	1.709	1.719	1.719
Densidad seca	g/cm ³	1.571	1.594	1.602	1.603	1.570

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	141.2	144.1	150.5	149.4	153.4	156.6	163.6	170	176.8	187.4
Rec + suelo seco	g	138.5	142.5	146.2	144.8	148.6	150.8	158.3	162.4	171.7	177.3
Peso del recipiente	g	65.02	69.85	8.47	82.12	69.06	70.86	70.02	71.55	100.6	91.11
Peso del suelo seco	g	73.48	72.66	137.75	62.63	79.54	79.94	88.28	90.85	71.06	86.21
Peso del agua	g	2.71	1.61	4.29	4.66	4.80	5.82	5.32	7.61	5.10	10.11
Contenido de Humedad	%	3.69	2.22	3.11	7.44	6.03	7.28	6.03	8.38	7.18	11.73
Humedad promedio	%		2.95		5.28		6.66		7.20		9.45



Densidad Máxima:
1.610 g/cm³

Humedad óptima:
6.66 %



Jorge Alejandro Barrios Viqueza
ING. DE MATERIALES
C. CIP. N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C+5% CENIZA DE CARBÓN
SOLICITADO	:	MEDINA ÑÁÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

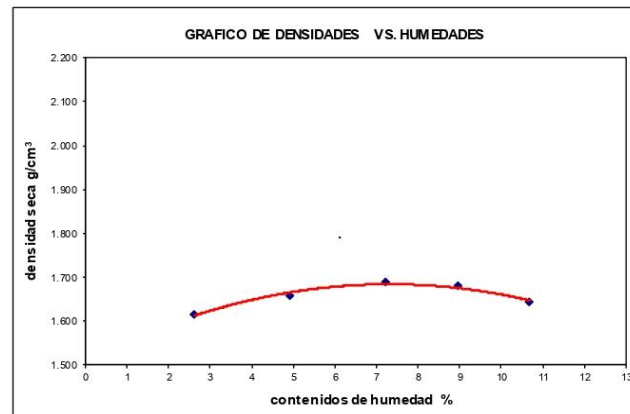
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3724.00	3732.00	3739.00	3741.00	3740.00
Peso del suelo húmedo	g	164.00	172.00	179.00	181.00	180.00
Humedad calculada	%	2.62	4.92	7.23	8.96	10.68
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.658	1.739	1.810	1.830	1.820
Densidad seca	g/cm ³	1.616	1.657	1.688	1.679	1.644

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151.1	150.1	150.7	151.3	155.1	154.4	158.2	165.9	176.9	
Rec + suelo seco	g	148.6	148.4	147.2	147.4	146.7	149.2	147.3	152.2	159.5	169.1
Peso del recipiente	g	66.05	70.95	85.47	83.12	75.45	76.48	70.27	83.24	102.4	92.36
Peso del suelo seco	g	82.55	77.45	61.73	64.28	71.29	72.76	77.03	68.96	57.14	76.75
Peso del agua	g	2.52	1.70	2.90	3.30	4.56	5.86	7.10	6.00	6.40	7.79
Contenido de Humedad	%	3.05	2.19	4.70	5.13	6.40	8.05	9.22	8.70	11.20	10.15
Humedad promedio	%	2.62	4.92	7.23	8.96	10.68					



Densidad Máxima:
1.680 g/cm³

Humedad óptima:
7.00 %



Jorge Alejandro Barrios Vitoriano
ING. DE MATERIALES
E.C.P. N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBÓN EN EL CP DE OONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C+8% CENIZA DE CARBÓN
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE OONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

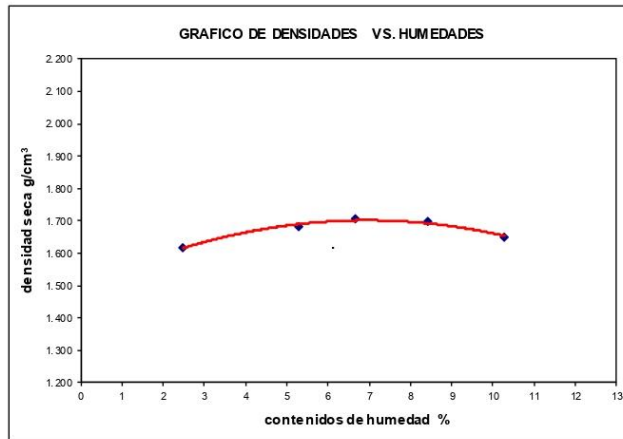
Volumen molde: 98.91 cm³
 Peso molde: 3560 g
 Peso del martillo: 4.5 Kg
 Altura de caída: 18 plg
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3724.00	3735.00	3740.00	3742.00	3740.00
Peso del suelo húmedo	g	164.00	175.00	180.00	182.00	180.00
Humedad calculada	%	2.49	5.28	6.68	8.43	10.28
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.658	1.769	1.820	1.840	1.820
Densidad seca	g/cm ³	1.618	1.680	1.706	1.697	1.650

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151	150.2	150.4	149.6	151.4	154.2	153.8	159.3	165.8	175.8
Rec + suelo seco	g	148.7	148.5	147.1	146.3	146.7	149.2	147.3	153.5	159.5	168
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	75.45	76.48	70.25	84.25	99.56	90
Peso del suelo seco	g	82.66	77.54	61.62	63.30	71.29	72.76	77.05	69.22	59.98	78.00
Peso del agua	g	2.30	1.70	3.30	3.30	4.66	4.96	6.50	5.83	6.30	7.84
Contenido de Humedad	%	2.78	2.19	5.36	5.21	6.54	6.82	8.44	8.42	10.50	10.05
Humedad promedio	%	2.49	5.28	6.68	8.43	10.28					



Densidad Máxima:
1.700 g/cm³

Humedad óptima:
7.60 %



Jorge Alejandro Barrios Viana
ING. DE MATERIALES
R. C. P. N° 197394



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LA REDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C + 2% CAL
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

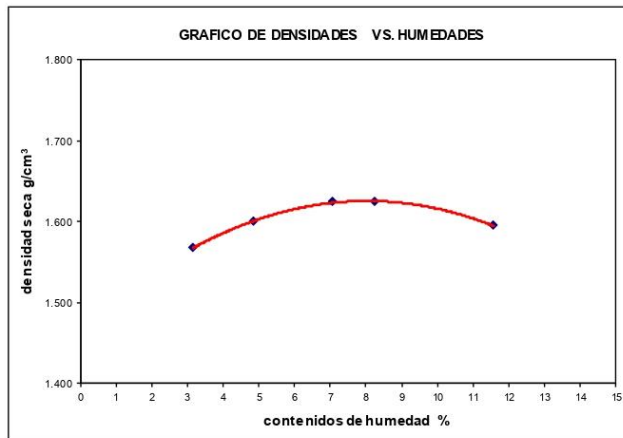
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3720.00	3726.00	3732.00	3734.00	3736.00
Peso del suelo húmedo	g	160.00	166.00	172.00	174.00	176.00
Humedad calculada	%	3.17	4.87	7.07	8.24	11.57
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.618	1.678	1.739	1.759	1.779
Densidad seca	g/cm ³	1.568	1.600	1.624	1.625	1.595

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	150.3	153.5	151.3	156.2	160.4	165.1	158.3	159.8	170.9	174.6
Rec + suelo seco	g	148.9	149.9	147.9	152.6	155.2	158.9	153.7	154.9	165.3	167.5
Peso del recipiente	g	67.15	71.97	71.97	84.12	102.2	16.61	97.59	95.68	116.6	106.7
Peso del suelo seco	g	81.75	77.93	75.93	68.51	52.98	142.31	56.11	59.22	48.70	60.86
Peso del agua	g	1.40	3.60	3.41	3.59	5.19	6.18	4.60	4.90	5.59	7.10
Contenido de Humedad	%	1.71	4.62	4.49	5.24	9.80	4.34	8.20	8.27	11.48	11.67
Humedad promedio	%	3.17	4.87	7.07	8.24	11.57					



Densidad Máxima:
1.620 g/cm³

Humedad óptima:
7.20 %



Jorge Alejandro Barrios Vianuela
ING. DE MATERIALES
E.C.P. N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C + 4% CAL
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

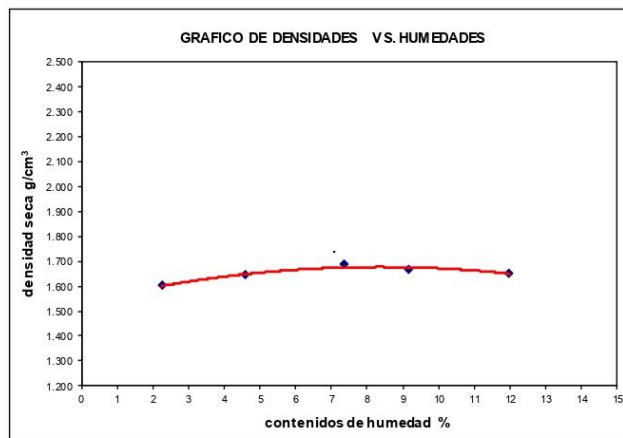
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3722.00	3730.00	3739.00	3740.00	3743.00
Peso del suelo húmedo	g	162.00	170.00	179.00	180.00	183.00
Humedad calculada	%	2.25	4.58	7.36	9.17	11.98
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.638	1.719	1.810	1.820	1.850
Densidad seca	g/cm ³	1.602	1.644	1.686	1.667	1.652

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	143.6	145.4	147.9	148.4	149.6	151.6	155.7	158.3	167.5	170
Rec + suelo seco	g	142	143.7	145	145.2	145.8	147.9	151.8	153.4	161.6	164
Peso del recipiente	g	67.15	71.99	72.65	83.02	96.48	95.69	102.3	106.6	118.8	105
Peso del suelo seco	g	74.85	71.71	72.35	62.18	49.32	52.21	49.50	46.80	42.80	59.00
Peso del agua	g	1.60	1.70	2.90	3.20	3.76	3.70	3.90	4.90	5.90	6.00
Contenido de Humedad	%	2.14	2.37	4.01	5.15	7.62	7.09	7.88	10.47	13.79	10.17
Humedad promedio	%	2.25	4.58	7.36	9.17	11.98					



Densidad Máxima:
1.680 g/cm³

Humedad óptima:
7.30 %



Jorge Alejandro Barreto Vitarana
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C + 7% CAL
SOLICITADO	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

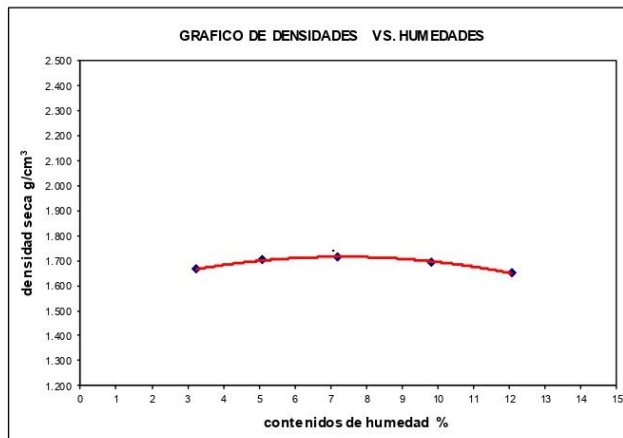
Volumen molde:	98.91	cm ³	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3730.00	3737.00	3742.00	3744.00	3743.00
Peso del suelo húmedo	g	170.00	177.00	182.00	184.00	183.00
Humedad calculada	%	3.25	5.07	7.20	9.80	12.06
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.719	1.790	1.840	1.860	1.850
Densidad seca	g/cm ³	1.665	1.703	1.717	1.694	1.651

Contenidos de humedad

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151.1	151.2	147.8	149.3	148.7	152.6	155.4	159.4	167.4	170.2
Rec + suelo seco	g	148.6	148.5	145.1	145.3	146	147.9	151.9	153.5	161.5	164.1
Peso del recipiente	g	66.02	70.96	72.63	83.01	96.48	95.69	102.4	106.4	118.7	105.1
Peso del suelo seco	g	82.58	77.54	72.47	62.29	49.51	52.21	49.50	47.10	42.80	58.98
Peso del agua	g	2.50	2.70	2.70	4.00	2.67	4.70	3.50	5.90	5.90	6.10
Contenido de Humedad	%	3.03	3.48	3.73	6.42	5.39	9.00	7.07	12.53	13.79	10.34
Humedad promedio	%	3.25		5.07		7.20		9.80		12.06	



Densidad Máxima:
1.790 g/cm³

Humedad óptima:
7.20 %



Jorge Alejandro Barralón Viqueza
ING. DE MATERIALES
E. Ch. N° 197384

ANEXO N°7

CBR



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C1
AUTORES	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11190	11386	11549
Peso suelo húmedo (g)	3257	3459	3628
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.53	1.63	1.71
Densidad seca (g/cm ³)	1.45	1.55	1.62
Contenido de humedad (%)	5.61	5.39	5.59

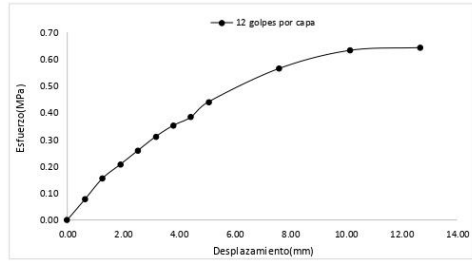
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	99.56	91.44	90.55
Rec + suelo seco g	98.56	90.25	89.25
Peso del recipiente g	80.74	69.00	63.51
Peso del suelo seco g	17.82	21.25	25.74
Peso del agua g	1	1.19	1.3
Contenido de Humedad %	5.61	5.60	5.05
Humedad promedio %	5.61	5.39	5.59

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.4	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.5	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.6	0.001932	0.31
0.150	3.81	0.68	0.001932	0.35
0.175	4.45	0.74	0.001932	0.38
0.200	5.08	0.85	0.001932	0.44
0.300	7.62	1.09	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.24	0.001932	0.64

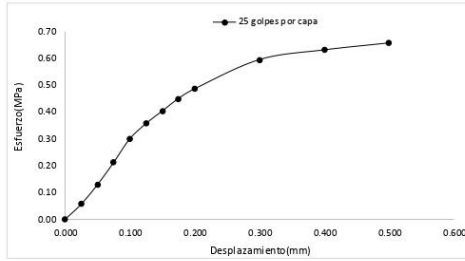


Jorge Alejandro Bustos Villanueva
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



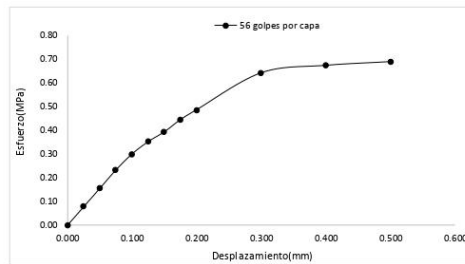
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.58	0.001932	0.30
0.125	3.18	0.69	0.001932	0.36
0.150	3.81	0.78	0.001932	0.40
0.175	4.45	0.87	0.001932	0.45
0.200	5.08	0.94	0.001932	0.49
0.300	7.62	1.15	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.27	0.001932	0.66



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

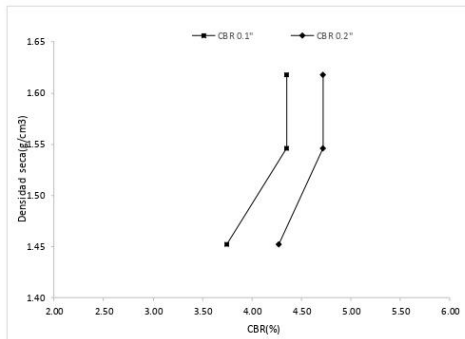
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.45	0.001932	0.23
0.100	2.54	0.58	0.001932	0.30
0.125	3.18	0.68	0.001932	0.35
0.150	3.81	0.76	0.001932	0.39
0.175	4.45	0.86	0.001932	0.45
0.200	5.08	0.94	0.001932	0.49
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.3	0.001932	0.67
0.500	12.70	1.33	0.001932	0.69



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.26	6.9	3.75
12	0.2	0.44	10.3	4.27
25	0.1	0.30	6.9	4.35
25	0.2	0.49	10.3	4.72
56	0.1	0.30	6.9	4.35
56	0.2	0.49	10.3	4.72

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.45	3.75	4.27
25	1.55	4.35	4.72
56	1.62	4.35	4.72

M.D.S	1.57	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.49	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	4.5	%
CBR AL 100% MDS	4.8	%



Jorge Alejandro Barrios Vivas
ING. DE MATERIALES
CIP. N° 197384



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C2
AUTORES	:	MEDINA ÑÁÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11184	11375	11568
Peso suelo húmedo (g)	3251	3448	3647
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.53	1.62	1.72
Densidad seca(g/cm³)	1.45	1.54	1.63
Contenido de humedad(%)	5.57	5.34	5.10

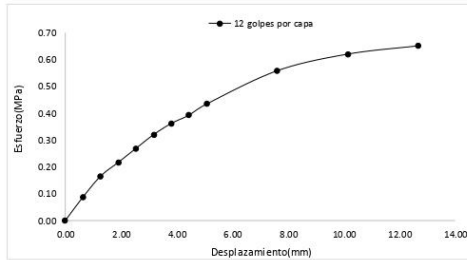
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	83.74	77.88	98.89
Rec + suelo seco g	82.8	76.94	97.49
Peso del recipiente g	66	60	71.34
Peso del suelo seco g	16.8	16.94	26.15
Peso del agua g	0.94	0.94	1.4
Contenido de Humedad %	5.60	5.55	5.35
Humedad promedio %	5.57	5.34	5.10

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.17	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.42	0.001932	0.22
0.100	2.54	0.52	0.001932	0.27
0.125	3.18	0.62	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.7	0.001932	0.36
0.175	4.45	0.76	0.001932	0.39
0.200	5.08	0.84	0.001932	0.43
0.300	7.62	1.08	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.2	0.001932	0.62
0.500	12.70	1.26	0.001932	0.65

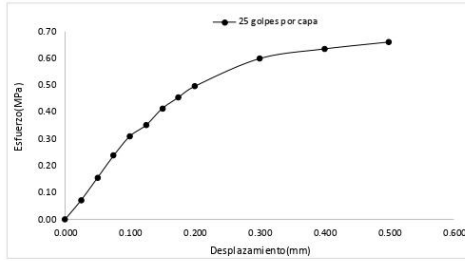


Jorge Alejandro Barrios Vitoriano
ING. DE MATERIALES
CIP. N° 197394



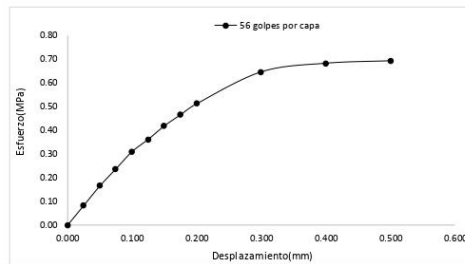
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.14	0.001932	0.07
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.6	0.001932	0.31
0.125	3.18	0.68	0.001932	0.35
0.150	3.81	0.8	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.88	0.001932	0.46
0.200	5.08	0.96	0.001932	0.50
0.300	7.62	1.16	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.23	0.001932	0.64
0.500	12.70	1.28	0.001932	0.66



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

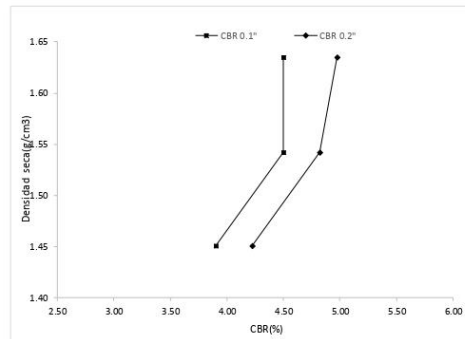
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.6	0.001932	0.31
0.125	3.18	0.7	0.001932	0.36
0.150	3.81	0.81	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.200	5.08	0.99	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.25	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.500	12.70	1.34	0.001932	0.69



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.27	6.9	3.90
12	0.2	0.43	10.3	4.22
25	0.1	0.31	6.9	4.50
25	0.2	0.50	10.3	4.82
56	0.1	0.31	6.9	4.50
56	0.2	0.51	10.3	4.97

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.45	3.90	4.22
25	1.54	4.50	4.82
56	1.63	4.50	4.97

M.D.S	1.58	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.50	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	4.5	%
CBR AL 100% MDS	4.7	%



Jorge Alejandro Barrantes Viqueza
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C3
AUTORES	:	MEDINA ÑAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11194	11382	11560
Peso suelo húmedo (g)	3261	3455	3639
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.54	1.63	1.71
Densidad seca(g/cm ³)	1.46	1.55	1.62
Contenido de humedad(%)	5.37	5.22	5.73

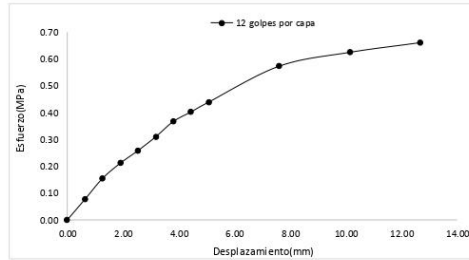
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	86.39	79.48	78.15	97.26	97.05	96.66
Rec + suelo seco g	85.75	78.75	77.48	96.57	96.19	95.89
Peso del recipiente g	73.24	65.78	64.54	83.45	81.42	82.22
Peso del suelo seco g	12.51	12.97	12.94	13.12	14.77	13.67
Peso del agua g	0.64	0.73	0.67	0.69	0.86	0.77
Contenido de Humedad %	5.12	5.63	5.18	5.26	5.82	5.63
Humedad promedio %	5.37		5.22		5.73	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.5	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.6	0.001932	0.31
0.150	3.81	0.71	0.001932	0.37
0.175	4.45	0.78	0.001932	0.40
0.200	5.08	0.85	0.001932	0.44
0.300	7.62	1.11	0.001932	0.57
0.400	10.16	1.21	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.28	0.001932	0.66

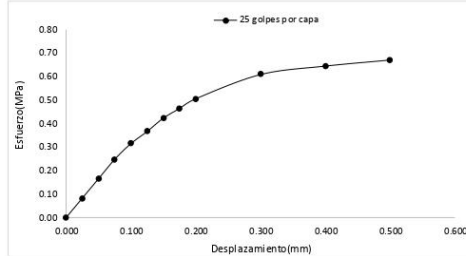


Jorge Alejandro Estrada Vivas
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



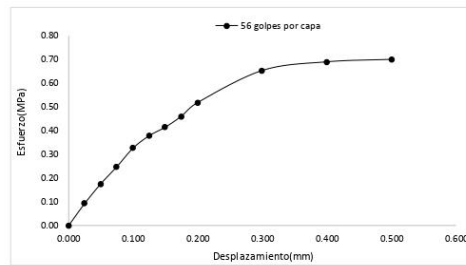
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.48	0.001932	0.25
0.100	2.54	0.61	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.71	0.001932	0.37
0.150	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.200	5.08	0.98	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.18	0.001932	0.61
0.400	10.16	1.25	0.001932	0.65
0.500	12.70	1.3	0.001932	0.67



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

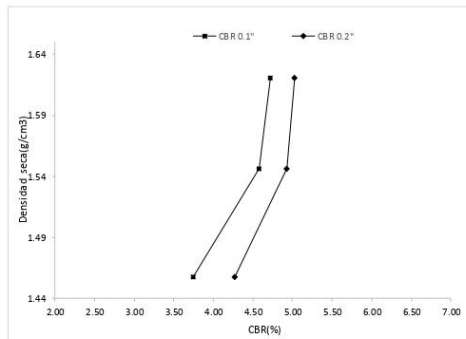
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.34	0.001932	0.18
0.075	1.91	0.48	0.001932	0.25
0.100	2.54	0.63	0.001932	0.33
0.125	3.18	0.73	0.001932	0.38
0.150	3.81	0.8	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.89	0.001932	0.46
0.200	5.08	1	0.001932	0.52
0.300	7.62	1.26	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.33	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.35	0.001932	0.70



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.26	6.9	3.75
12	0.2	0.44	10.3	4.27
25	0.1	0.32	6.9	4.58
25	0.2	0.51	10.3	4.92
56	0.1	0.33	6.9	4.73
56	0.2	0.52	10.3	5.03

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.46	3.75	4.27
25	1.55	4.58	4.92
56	1.62	4.73	5.03

M.D.S	1.57	g/cm3
95%(M.D.S)	1.49	g/cm3
CBR AL 95% MDS	4.5	%
CBR AL 100% MDS	4.9	%



Jorge Alejandro Estrada Viana
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197394



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C+3% CENIZA DE CARBON
AUTORES	:	MEDINA ÑÁÑEZ JUAN PABLO VLLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

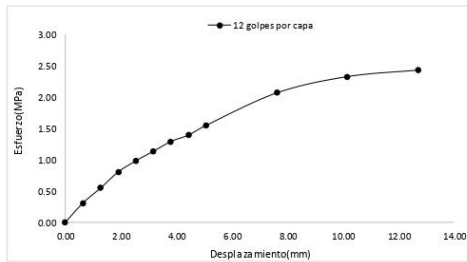
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11334	11552	11670
Peso suelo húmedo (g)	3407	3617	3749
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.61	1.70	1.77
Densidad seca (g/cm ³)	1.52	1.61	1.67
Contenido de humedad (%)	5.55	5.56	5.46

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.00	112.45	87.94
Rec + suelo seco g	96.95	111.14	86.51
Peso del recipiente g	77.68	87.94	61.78
Peso del suelo seco g	19.27	23.2	24.73
Peso del agua g	1.05	1.31	1.43
Contenido de Humedad %	5.45	5.65	5.78
Humedad promedio %	5.55	5.56	5.46

Ensayo de CBR				
12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.60	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.06	0.001932	0.55
0.075	1.91	1.56	0.001932	0.81
0.100	2.54	1.90	0.001932	0.98
0.125	3.18	2.20	0.001932	1.14
0.150	3.81	2.50	0.001932	1.29
0.175	4.45	2.70	0.001932	1.40
0.200	5.08	3.00	0.001932	1.55
0.300	7.62	4.00	0.001932	2.07
0.400	10.16	4.50	0.001932	2.33
0.500	12.70	4.70	0.001932	2.43

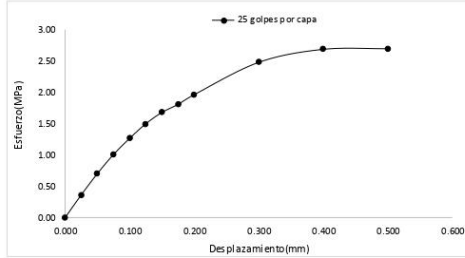


Jorge Alejandro Bustos Vitorica
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384



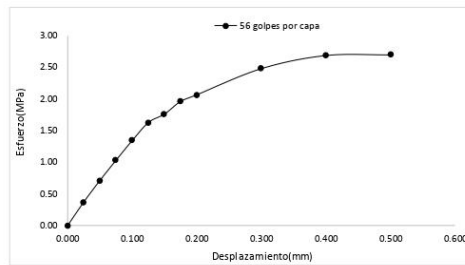
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.70	0.001932	0.36
0.050	1.27	1.36	0.001932	0.70
0.075	1.91	1.95	0.001932	1.01
0.100	2.54	2.45	0.001932	1.27
0.125	3.18	2.90	0.001932	1.50
0.150	3.81	3.25	0.001932	1.68
0.175	4.45	3.50	0.001932	1.81
0.200	5.08	3.80	0.001932	1.97
0.300	7.62	4.80	0.001932	2.48
0.400	10.16	5.20	0.001932	2.69
0.500	12.70	5.22	0.001932	2.70



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

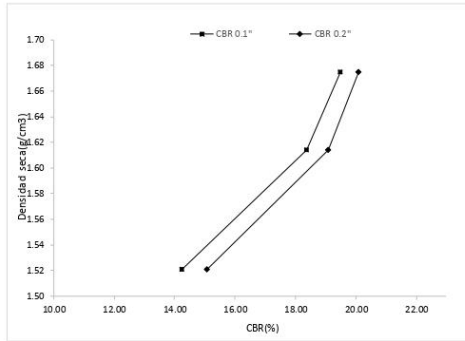
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.72	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	2.00	0.001932	1.04
0.100	2.54	2.60	0.001932	1.35
0.125	3.18	3.15	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.41	0.001932	1.77
0.175	4.45	3.80	0.001932	1.97
0.200	5.08	4.00	0.001932	2.07
0.300	7.62	4.80	0.001932	2.48
0.400	10.16	5.20	0.001932	2.69
0.500	12.70	5.22	0.001932	2.70



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.98	6.9	14.25
12	0.2	1.55	10.3	15.08
25	0.1	1.27	6.9	18.38
25	0.2	1.97	10.3	19.10
56	0.1	1.35	6.9	19.50
56	0.2	2.07	10.3	20.10

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.52	14.25	15.08
25	1.61	18.38	19.10
56	1.67	19.50	20.10

M.D.S	1.610	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.53	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	15	%
CBR AL 100% MDS	17	%



Jorge Alejandro Barrantes Villacava
ING. DE MATERIALES
E.CIP. N° 197384



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	: C+5% CENIZA DE CARBON
AUTORES	: MEDINA NAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEEER
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11253	11760	12197
Peso suelo húmedo (g)	3326	3825	4276
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.57	1.80	2.01
Densidad seca (g/cm³)	1.49	1.71	1.91
Contenido de humedad (%)	5.44	5.20	5.20

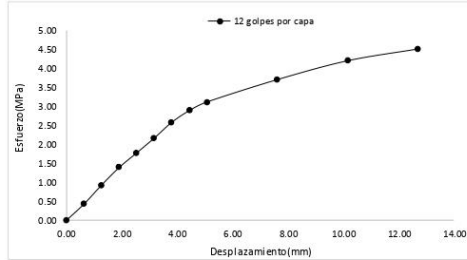
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	89.52	95.19	94.62
Rec + suelo seco g	88.26	94.06	93.17
Peso del recipiente g	64.63	73.69	66
Peso del suelo seco g	23.63	20.37	27.17
Peso del agua g	1.26	1.13	1.45
Contenido de Humedad %	5.33	5.55	5.34
Humedad promedio %	5.44	5.20	5.20

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.80	0.001932	0.93
0.075	1.91	2.70	0.001932	1.40
0.100	2.54	3.44	0.001932	1.78
0.125	3.18	4.20	0.001932	2.17
0.150	3.81	5.00	0.001932	2.59
0.175	4.45	5.60	0.001932	2.90
0.200	5.08	6.03	0.001932	3.12
0.300	7.62	7.17	0.001932	3.71
0.400	10.16	8.13	0.001932	4.21
0.500	12.70	8.73	0.001932	4.52

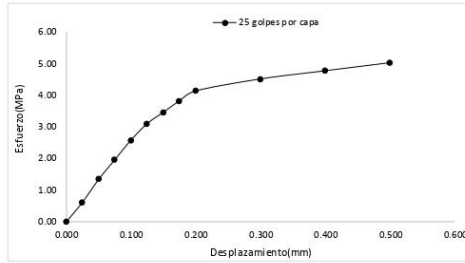


Jorge Alejandro Estrada Vitaruza
ING. DE MATERIALES
E. CIP. N° 197394



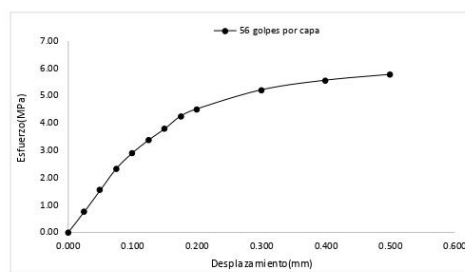
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.20	0.001932	0.62
0.050	1.27	2.60	0.001932	1.35
0.075	1.91	3.80	0.001932	1.97
0.100	2.54	5.00	0.001932	2.59
0.125	3.18	6.00	0.001932	3.11
0.150	3.81	6.70	0.001932	3.47
0.175	4.45	7.40	0.001932	3.83
0.200	5.08	8.00	0.001932	4.14
0.300	7.62	8.73	0.001932	4.52
0.400	10.16	9.23	0.001932	4.78
0.500	12.70	9.72	0.001932	5.03

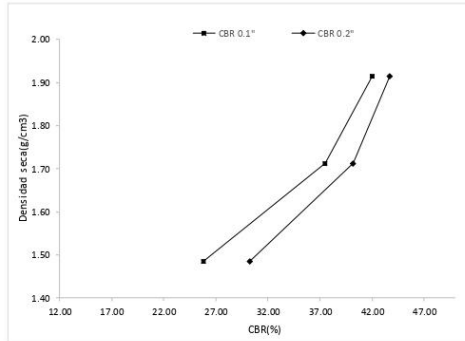


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.45	0.001932	0.75
0.050	1.27	2.98	0.001932	1.54
0.075	1.91	4.5	0.001932	2.33
0.100	2.54	5.6	0.001932	2.90
0.125	3.18	6.5	0.001932	3.36
0.150	3.81	7.3	0.001932	3.78
0.175	4.45	8.2	0.001932	4.24
0.200	5.08	8.7	0.001932	4.50
0.300	7.62	10.04	0.001932	5.20
0.400	10.16	10.72	0.001932	5.55
0.500	12.70	11.13	0.001932	5.76



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.78	6.9	25.80
12	0.2	3.12	10.3	30.30
25	0.1	2.59	6.9	37.51
25	0.2	4.14	10.3	40.20
56	0.1	2.90	6.9	42.01
56	0.2	4.50	10.3	43.72



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.49	25.80	30.30
25	1.71	37.51	40.20
56	1.91	42.01	43.72

M.D.S	1.680	g/cm3
95%(M.D.S)	1.60	g/cm3
CBR AL 95% MDS	36	%
CBR AL 100% MDS	38	%



Jorge Alejandro Barrios Viana
Ing. DE MATERIALES
E. CIP. N° 197384



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C+8% CENIZA DE CARBON
AUTORES	:	MEDINA ÑÁÑEZ JUAN PABLO VLLAR TAPIA WILSON GIAN PIERER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

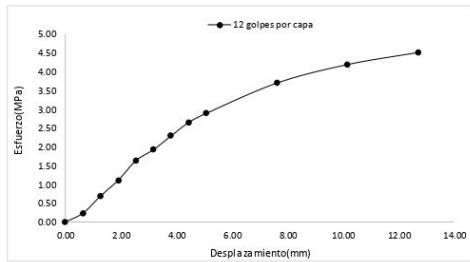
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11223	11750	12245
Peso suelo húmedo (g)	3296	3815	4324
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.55	1.80	2.04
Densidad seca (g/cm³)	1.47	1.71	1.93
Contenido de humedad (%)	5.49	5.36	5.54

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	99.21	89.90	90.33
Rec + suelo seco g	97.46	88.74	89.33
Peso del recipiente g	64.26	68.45	70.11
Peso del suelo seco g	33.2	20.29	19.22
Peso del agua g	1.75	1.16	1
Contenido de Humedad %	5.27	5.72	5.20
Humedad promedio %	5.49	5.36	5.54

Ensayo de CBR				
12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	1.34	0.001932	0.69
0.075	1.91	2.16	0.001932	1.12
0.100	2.54	3.16	0.001932	1.64
0.125	3.18	3.73	0.001932	1.93
0.150	3.81	4.44	0.001932	2.30
0.175	4.45	5.14	0.001932	2.66
0.200	5.08	5.60	0.001932	2.90
0.300	7.62	7.16	0.001932	3.71
0.400	10.16	8.11	0.001932	4.20
0.500	12.70	8.73	0.001932	4.52

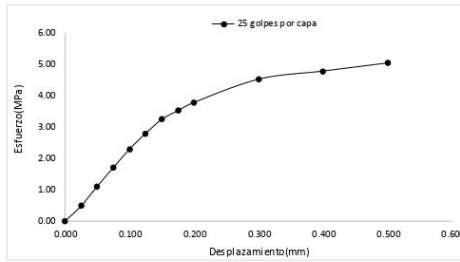


Jorge Alejandro Barrientos Villacorta
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



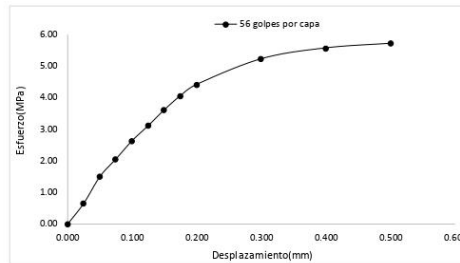
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.49
0.050	1.27	2.16	0.001932	1.12
0.075	1.91	3.32	0.001932	1.72
0.100	2.54	4.45	0.001932	2.30
0.125	3.18	5.42	0.001932	2.81
0.150	3.81	6.29	0.001932	3.26
0.175	4.45	6.82	0.001932	3.53
0.200	5.08	7.33	0.001932	3.79
0.300	7.62	8.76	0.001932	4.53
0.400	10.16	9.26	0.001932	4.79
0.500	12.70	9.76	0.001932	5.05

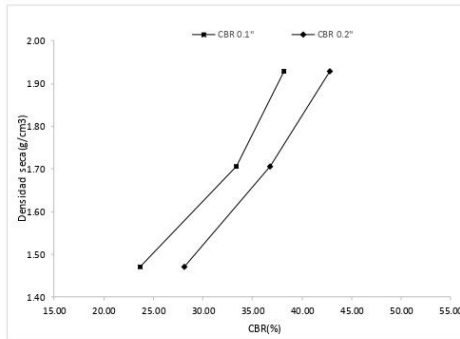


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.27	0.001932	0.66
0.050	1.27	2.9	0.001932	1.50
0.075	1.91	3.98	0.001932	2.06
0.100	2.54	5.09	0.001932	2.63
0.125	3.18	6.01	0.001932	3.11
0.150	3.81	6.98	0.001932	3.61
0.175	4.45	7.84	0.001932	4.06
0.200	5.08	8.52	0.001932	4.41
0.300	7.62	10.08	0.001932	5.22
0.400	10.16	10.74	0.001932	5.56
0.500	12.70	11.02	0.001932	5.70



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.64	6.9	23.70
12	0.2	2.90	10.3	28.14
25	0.1	2.30	6.9	33.38
25	0.2	3.79	10.3	36.83
56	0.1	2.63	6.9	38.18
56	0.2	4.41	10.3	42.81



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.47	23.70	28.14
25	1.71	33.38	36.83
56	1.93	38.18	42.81

M.D.S	1.700	g/cm3
95%(M.D.S)	1.62	g/cm3
CBR AL 95% MDS	32	%
CBR AL 100% MDS	34	%



Jorge Alejandro Barrios Vilar
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197304



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C + 2% CAL
AUTORES	:	MEDINA NÁÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIERER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

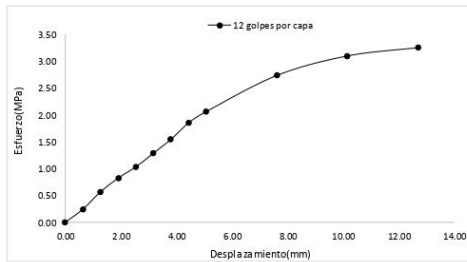
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7835	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11198	11458	11824
Peso suelo húmedo (g)	3271	3623	3903
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.54	1.71	1.84
Densidad seca (g/cm ³)	1.46	1.62	1.74
Contenido de humedad (%)	5.44	5.21	5.57

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.35	88.27	89.39
Rec + suelo seco g	97.25	87.45	88.24
Peso del recipiente g	78.36	71.24	66.87
Peso del suelo seco g	18.89	16.21	21.37
Peso del agua g	1.1	0.82	1.15
Contenido de Humedad %	5.82	5.06	5.38
Humedad promedio %	5.44	5.21	5.57

Ensayo de CBR				
12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.25
0.050	1.27	1.10	0.001932	0.57
0.075	1.91	1.60	0.001932	0.83
0.100	2.54	2.00	0.001932	1.04
0.125	3.18	2.50	0.001932	1.29
0.150	3.81	3.00	0.001932	1.55
0.175	4.45	3.60	0.001932	1.86
0.200	5.08	4.00	0.001932	2.07
0.300	7.62	5.30	0.001932	2.74
0.400	10.16	6.00	0.001932	3.11
0.500	12.70	6.30	0.001932	3.26

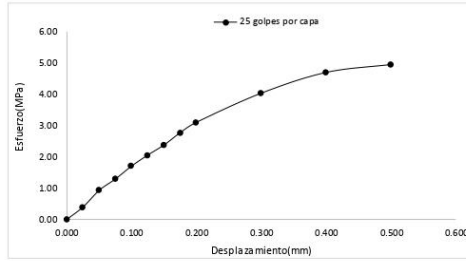


Jorge Alejandro Escobedo Vitoriano
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384



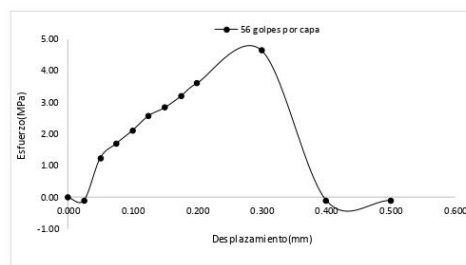
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.77	0.001932	0.40
0.050	1.27	1.80	0.001932	0.93
0.075	1.91	2.50	0.001932	1.29
0.100	2.54	3.30	0.001932	1.71
0.125	3.18	3.98	0.001932	2.06
0.150	3.81	4.60	0.001932	2.38
0.175	4.45	5.36	0.001932	2.77
0.200	5.08	6.00	0.001932	3.11
0.300	7.62	7.80	0.001932	4.04
0.400	10.16	9.08	0.001932	4.70
0.500	12.70	9.57	0.001932	4.95



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

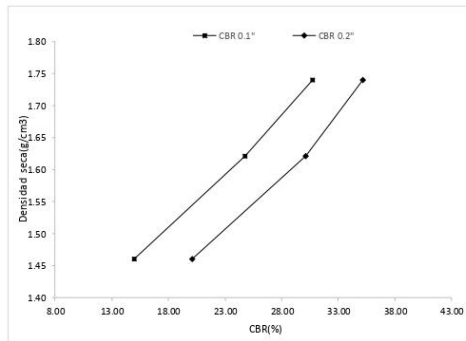
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	-0.19	0.001932	-0.10
0.050	1.27	2.4	0.001932	1.24
0.075	1.91	3.3	0.001932	1.71
0.100	2.54	4.1	0.001932	2.12
0.125	3.18	5	0.001932	2.59
0.150	3.81	5.5	0.001932	2.85
0.175	4.45	6.2	0.001932	3.21
0.200	5.08	7	0.001932	3.62
0.300	7.62	9	0.001932	4.66
0.400	10.16	-0.19	0.001932	-0.10
0.500	12.70	-0.19	0.001932	-0.10



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.04	6.9	15.00
12	0.2	2.07	10.3	20.10
25	0.1	1.71	6.9	24.75
25	0.2	3.11	10.3	30.15
56	0.1	2.12	6.9	30.76
56	0.2	3.62	10.3	35.18

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.46	15.00	20.10
25	1.62	24.75	30.15
56	1.74	30.76	35.18

M.D.S	1.620	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.54	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	24	%
CBR AL 100% MDS	26	%



Jorge Alejandro Estrada Vitoriano
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197394



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C + 4% CAL
AUTORES	:	MEDINA ÑÁÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11231	11706	12085
Peso suelo húmedo (g)	3304	3771	4164
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.56	1.78	1.96
Densidad seca (g/cm³)	1.48	1.69	1.86
Contenido de humedad (%)	5.36	5.43	5.31

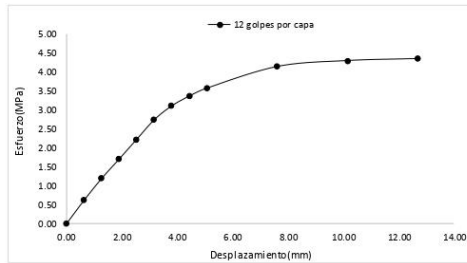
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	88.33	84.20	89.31
Rec + suelo seco g	87.45	82.84	88.21
Peso del recipiente g	70.46	58.26	68.26
Peso del suelo seco g	16.99	24.58	19.95
Peso del agua g	0.88	1.36	1.1
Contenido de Humedad %	5.18	5.53	5.51
Humedad promedio %	5.36	5.43	5.31

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.20	0.001932	0.62
0.050	1.27	2.30	0.001932	1.19
0.075	1.91	3.30	0.001932	1.71
0.100	2.54	4.30	0.001932	2.23
0.125	3.18	5.30	0.001932	2.74
0.150	3.81	6.00	0.001932	3.11
0.175	4.45	6.50	0.001932	3.36
0.200	5.08	6.90	0.001932	3.57
0.300	7.62	8.00	0.001932	4.14
0.400	10.16	8.30	0.001932	4.30
0.500	12.70	8.40	0.001932	4.35

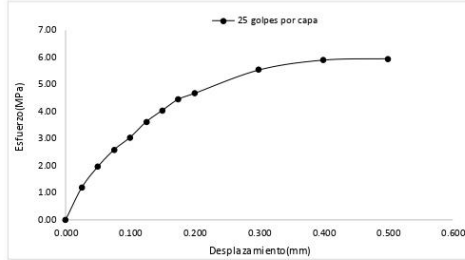


Jorge Alejandro Barrios Vilarzava
ING. DE MATERIALES
CIP. N° 197384



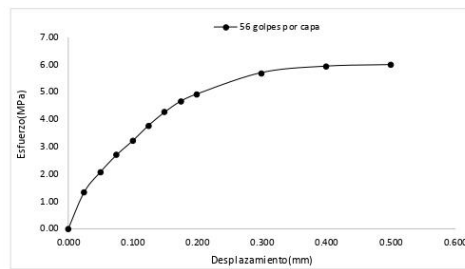
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	2.30	0.001932	1.19
0.050	1.27	3.80	0.001932	1.97
0.075	1.91	5.00	0.001932	2.59
0.100	2.54	5.89	0.001932	3.05
0.125	3.18	7.00	0.001932	3.62
0.150	3.81	7.82	0.001932	4.05
0.175	4.45	8.62	0.001932	4.46
0.200	5.08	9.03	0.001932	4.67
0.300	7.62	10.70	0.001932	5.54
0.400	10.16	11.40	0.001932	5.90
0.500	12.70	11.50	0.001932	5.95



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

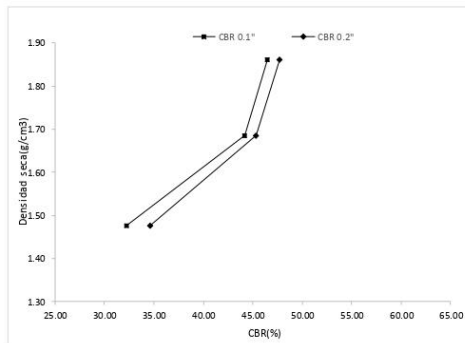
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	2.6	0.001932	1.35
0.050	1.27	4	0.001932	2.07
0.075	1.91	5.2	0.001932	2.69
0.100	2.54	6.2	0.001932	3.21
0.125	3.18	7.29	0.001932	3.77
0.150	3.81	8.23	0.001932	4.26
0.175	4.45	9	0.001932	4.66
0.200	5.08	9.5	0.001932	4.92
0.300	7.62	11	0.001932	5.69
0.400	10.16	11.45	0.001932	5.93
0.500	12.70	11.56	0.001932	5.98



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.23	6.9	32.26
12	0.2	3.57	10.3	34.67
25	0.1	3.05	6.9	44.18
25	0.2	4.67	10.3	45.38
56	0.1	3.21	6.9	46.51
56	0.2	4.92	10.3	47.74

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.48	32.26	34.67
25	1.69	44.18	45.38
56	1.86	46.51	47.74

M.D.S	1.680	g/cm3
95%(M.D.S)	1.60	g/cm3
CBR AL 95% MDS	42	%
CBR AL 100% MDS	44	%



Jorge Alejandro Barrios Vázquez
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C + 7% CAL
AUTORES	:	MEDINA NAÑEZ JUAN PABLO VILLAR TAPIA WILSON GIAN PEEER
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11084	11795	12286
Peso suelo húmedo (g)	3157	3860	4365
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.49	1.82	2.06
Densidad seca (g/cm³)	1.41	1.73	1.95
Contenido de humedad (%)	5.70	5.38	5.23

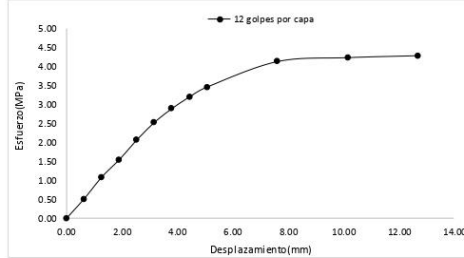
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.877	79.95	87.97
Rec + suelo seco g	95.83	78.99	86.54
Peso del recipiente g	78.34	61.23	60.11
Peso del suelo seco g	17.49	17.76	26.43
Peso del agua g	1.047	0.96	1.43
Contenido de Humedad %	5.99	5.41	5.36
Humedad promedio %	5.70	5.38	5.23

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.00	0.001932	0.52
0.050	1.27	2.10	0.001932	1.09
0.075	1.91	3.00	0.001932	1.55
0.100	2.54	4.00	0.001932	2.07
0.125	3.18	4.90	0.001932	2.54
0.150	3.81	5.60	0.001932	2.90
0.175	4.45	6.20	0.001932	3.21
0.200	5.08	6.70	0.001932	3.47
0.300	7.62	8.00	0.001932	4.14
0.400	10.16	8.20	0.001932	4.24
0.500	12.70	8.30	0.001932	4.30

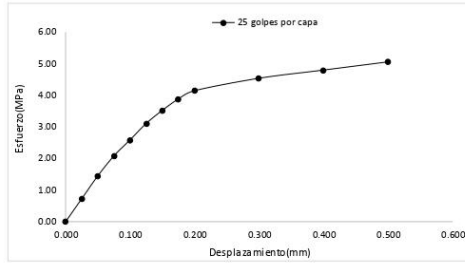


Jorge Alejandro Sánchez Vitarana
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197394



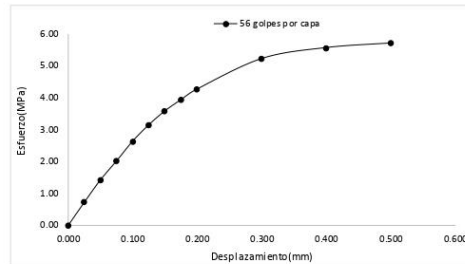
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.40	0.001932	0.72
0.050	1.27	2.80	0.001932	1.45
0.075	1.91	4.02	0.001932	2.08
0.100	2.54	5.00	0.001932	2.59
0.125	3.18	6.00	0.001932	3.11
0.150	3.81	6.80	0.001932	3.52
0.175	4.45	7.50	0.001932	3.88
0.200	5.08	8.00	0.001932	4.14
0.300	7.62	8.76	0.001932	4.53
0.400	10.16	9.26	0.001932	4.79
0.500	12.70	9.76	0.001932	5.05



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

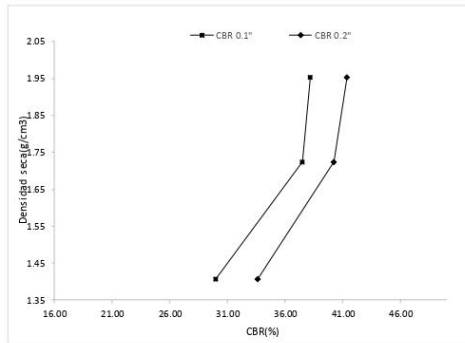
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.4	0.001932	0.72
0.050	1.27	2.75	0.001932	1.42
0.075	1.91	3.9	0.001932	2.02
0.100	2.54	5.09	0.001932	2.63
0.125	3.18	6.08	0.001932	3.15
0.150	3.81	6.92	0.001932	3.58
0.175	4.45	7.6	0.001932	3.93
0.200	5.08	8.24	0.001932	4.27
0.300	7.62	10.08	0.001932	5.22
0.400	10.16	10.74	0.001932	5.56
0.500	12.70	11.02	0.001932	5.70



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.07	6.9	30.01
12	0.2	3.47	10.3	33.67
25	0.1	2.99	6.9	37.51
25	0.2	4.14	10.3	40.20
56	0.1	2.63	6.9	38.18
56	0.2	4.27	10.3	41.41

GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.41	30.01	33.67
25	1.73	37.51	40.20
56	1.95	38.18	41.41

M.D.S	1.730	g/cm3
95%(M.D.S)	1.64	g/cm3
CBR AL 95% MDS	37	%
CBR AL 100% MDS	40	%



Jorge Alejandro Barrios Vitorica
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 191384

**ANEXO N°7 SALES
SOLUBLES**



DETERMINACION DE SALES SOLUBLES EN SUELOS

PROYECTO	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBONO EN EL CP CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, TUJILLO – LA LIBERTAD
SOLICITANTE	MEDINA ÑAÑEZ JUAB PABLO / VILLAR TAPIA WILSON GIAN PIEER
UBICACION	CP CONACHE, DISTRITO DE LAREDO

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
C1	215 ppm	221 ppm	219 ppm	218.33
C2	208 ppm	205 ppm	215 ppm	209.33
C3	219 ppm	222 ppm	219 ppm	220.00

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
CON 2% CAL	310 ppm	315 ppm	318 ppm	271.00
CON 4% CAL	364 ppm	377 ppm	371 ppm	370.67
CON 7% CAL	388 ppm	390 ppm	399 ppm	392.33

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
CON 3% CENIZA	248 ppm	241 ppm	250 ppm	246.33
CON 5% CENIZA	301 ppm	289 ppm	291 ppm	293.67
CON 8% CENIZA	325 ppm	331 ppm	328 ppm	328.00



Jorge Alejandro Estrada Viqueana
ING. DE MATERIALES
R. C.P. N° 197394

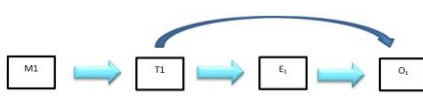
**MATRIZ DE
OPERACIONALIZA
CION DE
VARIABLES**

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
ESTUDIO EXPERIMENTAL	Las cenizas de carbón provienen de la combustión de lignito, que produce cenizas volantes con una mayor cantidad de cal, desde un 15% a 30%. (Canals, 2007)	Las cenizas de carbón se utilizan especialmente para altas resistencias iniciales como en estabilización de suelos, en este último puede que no requiera adicionarle cal, ya que esta misma se encuentra en las cenizas de carbón.	Independiente: Cal	Composición química	rayos X	-Razón -Intervalo
				Aplicación de los porcentajes (%)	Porcentaje de adición del 2%	
					Porcentaje de adición del 4%	
			Porcentaje de adición del 7%			
			Cenizas de carbón	Aplicación de los porcentajes (%)	Porcentaje de adición del 3%	
					Porcentaje de adición del 5%	
	Porcentaje de adición del 8%					
		Composición química	Rayos X			
	La estabilización de subrasantes o suelos, implica dar firmeza al terreno para consolidarlo, densificarlo y hacer permanente su compactación, para soportar todas las cargas que provienen del transporte liviano y/o pesado (Fajardo y Vásquez, 2014)	La estabilización de la subrasante se lleva a cabo mediante la aplicación de ensayos	Dependiente: Estabilización de subrasante	Propiedades físicas	Granulometría	-Razon -Intervalo
					Clasificación del suelo	
Humedad óptima						
Máxima densidad						
Límites de Atterberg						
Propiedades mecánicas				CBR		
	Proctor modificado					

**MATRIZ DE
CONSISTENCIA DE
LAS VARIABLES**

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE INCORPORANDO CAL Y CENIZA DE CARBÓN EN EL CENTRO POBLADO DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO – LA LIBERTAD						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS		VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo afecta la aplicación de cal y cenizas de carbón, en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable en el centro poblado de conache, del distrito de laredo, la libertad?</p> <p>Problema Especifico</p> <p>. ¿Cómo influye en determinar las características físicas del suelo de fundación?</p> <p>. ¿De qué manera se determina la composición química de la cal</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar el efecto de cal y cenizas de carbón, en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable del Centro Poblado de Conache en el distrito de Laredo, La Libertad</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las características físicas del suelo de fundación. • Determinar la composición química de la cal y la ceniza de carbón mediante el ensayo de rayos X. • Determinar las propiedades físicas del suelo 	<p>Hipótesis General</p> <p>La estabilización de la subrasante incorporando cal y ceniza de carbón, mejorará el centro poblado de Conache, Distrito de Laredo – La Libertad</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>. Se podrá determinar las características físicas del suelo de fundación.</p> <p>. Se podrá determinar las composiciones químicas de la cal y ceniza de carbón mediante el</p>	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	<p>Tipo de Estudio: La presente investigación es básica</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Método de Investigación:</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph LR M1[M1] --> T1[T1] T1 --> E1[E1] E1 --> O1[O1] M1 -.-> O1 </pre> <p style="font-size: small;">Donde: M1: Trocha carrozable, Distrito de Laredo. T1: Cal y Ceniza de carbón E1: Resultados O1: Estabilización de la subrasante</p> </div> <p>Población:</p> <p>La presente investigación tendrá como población a toda la trocha carrozable que tiene 4.26 km localizado en el Distrito de Laredo situado en el Departamento de La Libertad</p> <p>Muestreo:</p> <p>El tipo de muestreo para esta investigación será no probabilístico</p> <p>Muestra:</p> <p>Serán tomadas específicamente de la trocha carrozable del distrito de</p>
			Cal	Composición química	rayos X	
			Cenizas de carbón	Aplicación de los porcentajes (%)	Porcentaje de adición del 2%	
					Porcentaje de adición del 4%	
					Porcentaje de adición del 7%	
			Cenizas de carbón	Aplicación de los porcentajes (%)	rayos X	
					Porcentaje de adición del 3%	
					Porcentaje de adición del 5%	
			Estabilización de subrasante	Dimensiones	Indicadores	
					Granulometría	
		Clasificación del suelo				

<p>y la ceniza de carbón mediante el ensayo de rayos X? .¿Cuanto influye en determinar las propiedades físicas del suelo patrón y suelo modificado? .¿Cuanto influye en determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón y suelo modificado?</p>	<p>patrón y suelo modificado</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón y suelo modificado. 	<p>ensayo de rayos X. . Se podrá determinar las propiedades físicas del suelo patrón y suelo modificado. . Se podrá determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón y suelo modificado.</p>		Propiedades físicas	<p>Humedad óptima</p> <p>Máxima densidad</p> <p>Límites de Atterberg</p>	<p>Laredo, departamento de La Libertad, donde serán extraídas 3 calicatas, según la norma E. 050 para los ensayos respectivos, según sus porcentajes de cal al 2%, 4% y 7%, y de cenizas de carbón al 3%, 5% y 8%.</p>
				Propiedades mecánicas	<p>CBR</p> <p>Proctor modificado</p>	

