



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación
en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Br. Bueno Regalado, Jesus Anthony (ORCID: 0000-0001-295-9310)

Br. Torre Maza, Homaly Dayer (ORCID: 0000-0001-5715-0809)

ASESOR:

Mgtr. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios padre todo poderoso, quién nos guio por el buen camino, brindándonos fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándonos a superar las adversidades, ni desfallecer en el intento, por cuidarnos siempre y guiarnos a lo largo de nuestras vidas y por darnos la oportunidad de llegar hasta esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A nuestros padres por sus apoyos, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por la disponibilidad con los recursos necesarios para estudiar. Nos han brindado nuestros valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir nuestros objetivos, haciendo que todo esto fuera más fácil y poder cumplir con nuestras metas.

A nuestros catedráticos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo-Huaraz, que con su aporte académico pudimos alimentarnos de más conocimientos y ser profesionales competitivos en este mundo tan globalizado.

Finalmente, a nuestros compañeros que son un gran grupo humano y nos apoyamos mutuamente, compartiendo conocimientos y contribuyendo con la investigación.

Los Autores

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios, por darnos la sabiduría y llenarnos de fortaleza en todo momento.

A nuestros padres y hermanos por brindarnos su apoyo durante todo el camino recorrido, que con mucho esfuerzo y cariño han hecho de nosotros personas de bien; regalándonos la mejor herencia, el estudio.

Al Mgtr. Marin Cubas Percy Lethelier asesor temático de este trabajo de investigación, por su gran disponibilidad, paciencia, enseñanza y esmero para atender a todas nuestras consultas.

Una especial gratitud a nuestros amigos y compañeros de clase de la Universidad Cesar Vallejo de la carrera de Ingeniería Civil, por aquellos buenos momentos que pasamos compartiendo conocimientos, experiencias, oportunidades de capacitación y desarrollo permanente; contribuyendo ampliamente en la innovación y fortalecimiento de conocimientos en nuestra formación profesional, finalmente a todas las personas que de alguna u otra manera formaron parte de esta investigación.

Los Autores

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **BUENO REGALADO JESUS ANTHONY y TORRE MAZA HOMALY DAYER** cuyo título es: **MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018.**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ..17... (número) ..DIECISIETE (letras).

Huaraz, 09 de Julio de 2019


Mgtr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY
PRESIDENTE


Mgtr. MARIN CUBAS PERCY LETHELIER
SECRETARIO


Ing. DIAZ BETETA DANIEL ALBERT
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

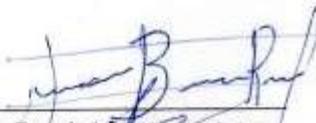
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Bueno Regalado Jesús Anthony con DNI N° 71474452 y Torre Maza Homaly Dayer con DNI N° 74318549, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes considerando en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejos Facultad de Ingeniería, Escuela académica de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que:

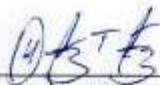
- 1) Toda la documentación que acompañamos es vera y autentica.
- 2) La tesis es de nuestra autoría
- 3) Todos los datos, información y resultados que se presenta en la presente tesis es auténtico y veraces.
- 4) Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 5) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas academias de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, 14 de mayo del 2019


Bueno Regalado Jesús Anthony

DNI N° 71474452


Torre Maza Homaly Dayer

DNI N° 74318549

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	11
2.1. Tipo y diseño de Investigación.....	11
2.2. Operacionalización de variables.....	11
a) Variable Independiente.....	11
b) Matriz de Consistencia.....	11
2.3. Población, muestra y muestreo.....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.5. Procedimiento.....	14

2.6. Método de análisis de datos.....	14
2.7. Aspectos éticos.....	15
III. RESULTADOS	16
3.1. Obtención de resultados.....	16
3.2. Resultados según los objetivos.....	18
3.3. Resumen final de los ensayos realizados a cada calicata.....	24
IV. DISCUSIÓN.....	25
V. CONCLUSIONES.....	27
VI. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización y Variables.....	12
Tabla 2. Matriz de consistencia.....	34
Tabla 3. Ubicación y localización de las muestras.....	35
Tabla 4. Resumen de los ensayos realizados del suelo con C.C.....	18
Tabla 5. Resumen de los resultados del ensayo de CBR suelos – cenizas	36
Tabla 6. Ensayo de la relación de soporte (CBR) del suelo C-01.....	38
Tabla 7. Esfuerzo real y patrón del suelo natural.....	39
Tabla 8. CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01).....	40
Tabla 9. Ensayo de la relación de soporte (CBR) del suelo (C-01) con 3% de CC.....	41
Tabla 10. Esfuerzo real y patrón del suelo natural (C-01) adicionando 3% de CC.....	42
Tabla 11. CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01) con 3% de CC.....	43
Tabla 12. Ensayo de la relación de soporte (CBR) del suelo (C-01) con 5% de CC.....	43
Tabla 13. Esfuerzo real y patrón del suelo natural (C-01) adicionando 5% de CC.....	44
Tabla 14. CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01) con 5% de CC.....	45
Tabla 15. Ensayo de la relación de soporte (CBR) del suelo (C-01) con 10% de CC.....	45
Tabla 16. Esfuerzo real y patrón del suelo natural (C-01) adicionando 10% de CC.....	47
Tabla 17. CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01) con 10% de CC.....	47
Tabla 18. Elección de método de compactación.....	49
Tabla 19. Proctor modificado del suelo C-01.....	50
Tabla 20. Proctor modificado del suelo (C-01) con 3% de CC.....	51
Tabla 21. Proctor modificado del suelo (C-01) con 5% de CC.....	52
Tabla 22. Proctor modificado del suelo (C-01) con 10% de CC.....	53
Tabla 23. Límite líquido y plástico de la calicata C-01.....	55
Tabla 24. Resumen de los resultados de límites de consistencia C-01.....	55
Tabla 25. Límite líquido y plástico de la calicata C-02.....	56
Tabla 26. Resumen de los resultados de límites de consistencia C-02.....	56
Tabla 27. Límite líquido y plástico de la calicata C-03.....	57
Tabla 28. Resumen de los resultados de límites de consistencia C-03.....	57
Tabla 29. Límite líquido y plástico de la calicata adicionando 3% de CC (C-01).....	58
Tabla 30. Resumen de los resultados de límites de consistencia C-01 con 3% de CC.....	58
Tabla 31. Límite líquido y plástico de la calicata adicionando 5% de CC (C-01).....	59
Tabla 32. Resumen de los resultados de límites de consistencia C-01 con 5% de CC.....	59
Tabla 33. Límite líquido y plástico de la calicata adicionando 10% de CC (C-01).....	60
Tabla 34. Resumen de los resultados de límites de consistencia C-01 con 10% de CC.....	60
Tabla 35. Contenido de humedad de suelo C-01.....	61
Tabla 36. Contenido de humedad de suelo C-02.....	61
Tabla 37. Contenido de humedad de suelo C-03.....	62
Tabla 38. Resumen de los resultados C-01.....	64
Tabla 39. Resumen de los resultados C-02.....	65
Tabla 40. Resumen de los resultados C-03.....	65
Tabla 41. Cálculo de IMDS de la zona del pinar.....	83

Tabla 42. Cálculo detallado de IMDS de la zona del pinar	84
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instrumentos para recolección de datos.....	14
Figura 2. Curva esfuerzo-penetración de suelo C-01.....	39
Figura 3. Densidad seca CBR – suelo natural C-01.....	40
Figura 4. Curva esfuerzo-penetración de suelo – C-01 con 3% de CC.....	42
Figura 5. Densidad seca – CBR del suelo con 3% de CC.....	43
Figura 6. Curva esfuerzo-penetración de suelo – C-01 con 5% de CC.....	44
Figura 7. Densidad seca – CBR del suelo con 5% de CC.....	45
Figura 8. Curva esfuerzo-penetración de suelo – C-01 con 10% de CC.....	46
Figura 9. Densidad seca – CBR del suelo con 10% de CC.....	47
Figura 10. CBR calicata 01.....	19
Figura 11. Curva de compactación suelo natural.....	50
Figura 12. Curva de compactación suelo natural con 3% de CC.....	51
Figura 13. Curva de compactación suelo natural con 5% de CC.....	52
Figura 14. Curva de compactación suelo natural con 10% de CC.....	53
Figura 15. Resultados del Proctor modificado C-01	21
Figura 16. Diagrama de fluidez de la calicata C-01.....	55
Figura 17. Diagrama de fluidez de la calicata C-02.....	56
Figura 18. Diagrama de fluidez de la calicata C-03.....	57
Figura 19. Diagrama de fluidez de la calicata C-01 adicionado 3% de CC.....	58
Figura 20. Diagrama de fluidez de la calicata C-01 adicionado 5% de CC.....	59
Figura 21. Diagrama de fluidez de la calicata C-01 adicionado 10% de CC.....	60
Figura 22. Límites de Atterberg de las calicatas patrón.....	22
Figura 23. Límites de Atterberg con la adición de CC.....	23
Figura 24. Análisis del contenido de humedad de las muestras analizadas.....	24
Figura 25. Comparación de resultados de CBR	63
Figura 26. Estado actual del tramo de estudio, el Pinar, Independencia.....	75
Figura 27. Levantamiento topográfico de la carretera Pinar	75
Figura 28. Excavación de la calicata 01.....	76

Figura 29. Excavación de la calicata 02.....	76
Figura 30. Excavación de las calicatas del lugar de estudio	76
Figura 31. Cuarteo de la muestra de la calicata 1	77
Figura 32. separación de muestra para LL y LP	77
Figura 33. Peso de la muestra LL	77
Figura 34. Muestra para ensayo de LL.....	77
Figura 35. Muestra para ver el L.L (casa grande)	78
Figura 36. Ensayo de Límite Plástico	78
Figura 37. Muestras para determinar el límite Liquido	78
Figura 38. Anotando los pesos para determinar L.P	78
Figura 39. lavado de muestra	79
Figura 40. Lavado de muestra	79
Figura 41. Secado de muestra, previo al ensayo de granulometría	79
Figura 42. Muestra de suelo después de tamizado	79
Figura 43. División de la muestra para el ensayo de procto modificado	80
Figura 44. Llenado de muestra para el ensayo de proctor modificado	80
Figura 45. Compactación 56 golpes	80
Figura 46. Muestra de Suelo compactado	80
Figura 47. Molde y filtro para el ensayo de CBR	81
Figura 48. División de muestra para el ensayo de CBR	81
Figura 49. Compactación para el ensayo de CBR (56-25-10 golpes)	81
Figura 50. Muestra de Suelo sumergido	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	33
ANEXO 2: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS.....	35
ANEXO 3: RESUMEN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE CBR SUELOS – CENIZAS.....	36
ANEXO 4: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DE ENSAYO DE CBR, AÑADIENDO CENIZAS DE CARBÓN 3%, 5% Y 10%.....	37
ANEXO 5: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LA C-01 Y AÑADIENDO CENIZAS DE CARBÓN 3%, 5% Y 10%.....	48
ANEXO 6: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS DE ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERMBERG A LAS 3 CALICATAS Y AÑADIENDO CENIZAS DE CARBÓN A LA CALICATA PATRÓN EN PORCENTAJES DE 3, 5 Y 10%.....	54
ANEXO 7: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD APLICADA A LAS 3 CALICATAS	61
ANEXO 8: ANEXO 9: COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CBR.....	63
ANEXO 9: RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CALICATAS 1-2-3.....	64
ANEXO 10: INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	66
ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO	74
ANEXO 12: ESTUDIO DE TRÁFICO	82
ANEXO 13: RECIBO DE TURNITIN.....	85
ANEXO 14: ENSAYOS DE LABORATORIO Y PLANOS.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS

CC: Cenizas de Carbón

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

CBR: California Bearing Ratio

MDS: Máxima Densidad Seca

AASHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ASTM: Sociedad Americana de Pruebas y Ensayos

RENAC: Registro Nacional de Carreteras

IMDA: Índice Medio Diario Anual

IMDS: Índice Medio Diario Semanal

UTM: Universal Transverse Mercator

O.C.H: Óptimo contenido de humedad

RESUMEN

En la investigación que lleva por título “Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del pinar, independencia, Huaraz - 2018”, donde se citan teorías relacionadas al tema a tratar como la definición del suelo, la compactación, clasificación de suelos, definición de cenizas de carbón y así mismo la definición de los ensayos que se usó en esta investigación como el límite líquido, límite plástico, análisis de granulometría, Proctor modificado y CBR, cuyos ensayos formarán parte del objetivo que fue el de mejorar la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación, en el barrio del Pinar, Distrito de Independencia – Huaraz.

El tipo de metodología científica que se usó, fue de enfoque cuantitativo, nivel aplicado, diseño no experimental. La población y la muestra estuvo conformada por las calles y jirones del pinar que cuenten con suelo arenoso - limoso existentes en los tramos a estudiar que está ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz que está entre los kilómetros 3 y 5 de la carretera.

Los instrumentos que se usaron para la recolección de datos para esta investigación que fueron de manera directa y confiable son las fichas técnicas de las normas estandarizadas de los siguientes ensayos: MTC E 107-2000 (granulometría), MTC E 108- 2000 (Contenido de humedad), MTC E 110-2000/ (límite líquido y límite plástico) ASTM 1557, (CBR) ASTM D 4318, (Proctor modificado), este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos.

Después de realizar los ensayos correspondientes se obtuvo resultados favorables en la combinación de cenizas de carbón con el suelo natural con respecto al peso en porcentajes de 3, 5 y 10% y del mismo modo obteniendo que el 5% el porcentaje más óptimo y favorable para el suelo natural con esas características.

PALABRAS CLAVE: estabilización, suelo, cenizas, carbón.

ABSTRACT

In the research entitled "Improving soil stability with coal ashes for paving purposes in the neighborhood of Pinar, Independence, Huaraz - 2018", where theories related to the subject to be treated as the definition of soil are cited, the compaction, classification of soils, definition of coal ashes and also the definition of the tests that were used in this investigation as the liquid limit, plastic limit, granulometry analysis, modified Proctor and CBR, whose tests will be part of the objective that it was to improve the stability of the soil with coal ashes for paving purposes, in the Pinar district, Independencia District - Huaraz.

The type of scientific methodology that was used was quantitative approach, applied level, non-experimental design. The population and the sample was confirmed by the streets and tattered of the pine grove that have sandy - silty soil existing in the sections to study that is located in the district of Independence, province of Huaraz that is between kilometers 3 and 5 of the road.

The instruments that were used to collect data for this research that were directly and reliably are the technical sheets of the standardized standards of the following tests: MTC E 107-2000 (particle size), MTC E 108-2000 (Content of humidity), MTC E 110-2000 / (liquid limit and plastic limit) ASTM 1557, (CBR) ASTM D 4318, (Proctor modified), this test was performed in the soil laboratory.

After performing the corresponding tests, favorable results were obtained in the combination of coal ashes with natural soil with respect to the weight in percentages of 3, 5 and 10% and in the same way obtaining that 5% the most optimal and favorable percentage for Natural soil with those characteristics.

KEY WORDS: stabilization, soil, ash, coal.

I. INTRODUCCIÓN

La realidad que se atraviesa en muchas zonas alrededor del mundo nos dice que el área vial es fundamental en el desarrollo de los países, debido a que en estos hay mucho deterioro de ellas, causando alta preocupación a los gobiernos de los países y en ellas a sus regiones, provincias y distritos. De ahí que nace como necesidad realizar proyectos de infraestructura vial acordes a los requerimientos de seguridad para la población que lo requiere. Para ellos usaremos un proceso constructivo en el cual nos basaremos fundamentalmente en los tipos de suelos que por consiguiente el que más se encuentra es el de tipo arcilloso, y se sabe que estos suelos producen una gran dificultad para cimentar tanto en viviendas como carreteras. Se sabe que el funcionamiento y el tiempo de vida útil del proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos subyacentes. Entonces, si el suelo va a ser un factor importante para la construcción de una vía de accesos con referencia de dos puntos o más de conexión, las principales características que adoptara este terreno será el de conformar un índice plástico más favorable que significa aumentar el valor de expansión contracción, el cual es un fenómeno que siempre ocurre en un proyecto de esta índole y que es un poco difícil de controlar ya que no se puede impermeabilizar el suelo en su totalidad, Hernández (2016, p.22). De la misma manera al encontrarnos con estas características en los suelos se podría dar solución mediante la estabilización de estas, la cual se dice que es un proceso de mejoramiento de las características de los suelos y a si se pueda aprovechar mejor sus cualidades, y de esta manera se podrá obtener un terreno estable capaz de poder soportar las cargas al cual estará sometido. Y para este tipo de solución en el mundo se encontró que el empleo de cenizas de carbón como aditivo estabilizador de suelo se ha convertido en una alternativa a considerarse en la actualidad.

Del mismo modo en nuestro país hay un problema de que contamos con demasiadas zonas con suelos arcillosos los cuales no cumplen con las características adecuadas para los proyectos viales, porque son de una baja capacidad de soporte, y para poder mejorar sus características se emplea alternativas como las de estabilización la cual serán evitando altos costos. La vida útil de los pavimentos en su mayoría que fueron contruidos sobre este tipo de suelo no llega a cumplir el tiempo estimado debido a que en su trayecto producen asentamientos que deterioran rápidamente la infraestructura vial. Es así que en el presente trabajo los problemas que se pudo observar en el tramo de estudio fue la deformación plástica, causa por los suelos arcillosos encontrados en dicha

zona, la cual es la de formación de canales que se generan dentro de la trayectoria donde circulan los vehículos, exactamente por donde pasan las huellas del neumático sobre la capa de rodadura. También se puede observar lo que son los baches ocasionados por los carros, pero debido a la humedad del terreno que se genera mediante las lluvias que caen en la zona. De igual manera se pudo observar que mediante el mal estado que se encuentra la estabilidad del suelo el cual genera un gran problema hacia los conductores debido al mal estado de la vía, esta les generara un gasto más de la cuenta en el mantenimiento de su vehículo y a un menor tiempo, solo por el hecho de haber transitado por dicho tramo, Pérez (2012, p.17).

Teniendo en cuenta estos problemas podríamos decir que en la actualidad el estado de la estabilidad del suelo es nefasto para su uso, por encontrarse en una zona donde se genera mucha presencia pluvial, claro cuando es su época, en la cual no hay un drenaje adecuado para que filtre el agua y por consecuencia termina empozándose en la capa de rodadura, la cual se forman baches y encaminados debido a estos factores sumado las cargas vehiculares que transitan por dicha zona; Y Dada esta realidad problemática, los investigadores se proponen a mejorar la estabilidad del suelo con cenizas de carbón en el pinar, distrito de Independencia, Provincia de Huaraz – 2018.

Del mismo modo que vimos la realidad problemática podremos encontrar antecedentes referentes a nivel internacional, nacional y local, los cuales los mencionaremos a continuación:

Cañar (2017), en su trabajo de tesis para optar el título de ingeniero civil en Ambato – Ecuador, su objetivo generar fue el de evaluar los resultados de resistencia al corte entre los suelos arenosos finos y arcillosos, y el comportamiento mecánico de la estabilización de los suelos arenosos finos y arcilloso con cenizas de carbón pudo concluir que al adicionar las cenizas de carbón puede mejorar favorablemente en suelos que son de alta expansión como es el caso de la arcilla, de tal manera pueda formar en su interior una masa uniformemente compactada y así poder variar favorablemente el grado de compactación que efectuara de inmediato un gran aumento en su CBR y así poder soportar el corte hacia el terreno. Y del mismo modo la utilización de las cenizas de carbón mejoró las características físicas de los suelos arenosos finos y arcillosos, ayudándolos a disminuir su humedad, la cual requiere altos porcentajes de cenizas de carbón.

Zuluaga (2015), en su proyecto de investigación, que tiene como objetivo principal el de evaluar el efecto del método de curado en el comportamiento mecánico de mezclas de suelo adicionando con cenizas de carbón y activadas alcalinamente, elaborada en Colombia, pudo concluir que el uso de NaOH en la Arenilla sin utilizar las CC a una temperatura máxima de 50 ° pudo mejorar la resistencia a un 275%, pero a una temperatura máximo de 30° la resistencia solo aumento a un 62% por lo que es recomendable usar el NaOH en suelos que contengan arenilla en uan condición humeda de 95%.

Y a nivel nacional según Pérez (2012), en su trabajo de investigación elaborada en nuestro país y que lleva por nombre “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos” realizado en Lima, su objetivo general fue el de la estabilización del suelo para el mejoramiento de las características mecánicas del material evitando elevados costos de obra para los grandes espesores de pavimentos a ser proyectados, él pudo tener como conclusión con respecto a este objetivo el de poder comprobar que las cenizas volantes tienen a comportarse como un aditivo inhibidor en porcentajes mayores, siempre y cuando sea un suelo de tipo arcilla expansiva en promedios a 20% a más.

Del mismo modo Mamani y Yataco (2017), realizaron su trabajo de tesis “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho” en la ciudad de Lima – Perú, donde su objetivo principal de desarrollo fue el de determinar la incidencia de la ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales, en la estabilización del suelo arcilloso con lo cual pudo obtener la conclusión que al poder combinar la ceniza con el suelo utilizando los ensayos de mecánica de suelos y para ser más directo el ensayo de corte directo basándose a la norma ASTM D3080, en el cual se siguió los pasos de curado de 7 y 14 días y a si pudiendo mejorar las características de resistencia al corte en todos sus criterios y a si se pudo demostrar el uso adecuado a este tipo de desperdicios.

A nivel local Vega (2017), quien efectuó su tesis “Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac alto provincia de Huaraz - 2017”, con el cual opto por el título de ingeniero civil, el cual considero como

objetivo general el incremento de la resistencia de diferentes tipos de suelos, lo cual le ayudo a concluir que la primera calicata a estudiar era de tipo arenoso – arcilloso, utilizando el ensayo del proctor estándar con la graduación B, su pudo tener como resultados un CBR al 100% de un 21.10% y por consiguiente lo llevo a adicionar las cenizas de paja de trigo al 10% para obtener un CBR al 100% de un 20.0% de mejora, a la segunda calicata en estudio presento un tipo de suelo arenosa – limosa, y del mismo modo se trabajó con el ensayo de proctor estándar con la graduación B, y como resultados tuvimos un CBR al 100% de un 27.20% y de la misma manera se le adiciono cenizas de paja de trigo al 10% para poder obtener un CBR al 100% de un 26.7%, la cual constato su mejora en cada caso.

Del mismo modo Chuquino y Velásquez (2018), en su proyecto de tesis “Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018” realizada en Huaraz – Perú, el objetivo que propusieron determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018, lo cual les dio como conclusión final desarrollando los ensayos de límites de consistencia, CBR y proctor modificado que les conllevo a combinar el suelo y las cenizas de caña de azúcar, de ese modo pudieron estabilizar de manera favorable el suelo con fines de pavimentación, obteniendo resultados con la adición de un 20% de CCA con referencia al peso del suelo, se logró optimizar un CBR al 95% de 15.18%, una densidad seca de 1.859gr/cm³, disminuyendo el índice de plasticidad de un 16.11% a un 9.73% y el contenido de humedad a un 9.567%, y por último el porcentaje de expansión del terreno de un 1.47% a 0.24%.

Pudiendo ya observado los antecedentes nos basaremos a teorías relacionadas con nuestro tema.

Para Pérez y Ribero (2008), los suelos constituyen el componente principal de todo tipo de proyectos, en proyectos viales los suelos deben ser capaces de soportar cargas como: vehículos, personas y estructuras de pavimentos en condiciones del medio ambiente en donde la humedad y la presencia de agua son apreciables éstos deben tener características similares a conductores o canales con el fin de trasportar el agua acumulada en su interior al exterior con facilidad.

Según Nuñez (2016), los suelos se pueden utilizar en su estado natural siempre y cuando los estudios realizados al mismo den como resultado las propiedades requeridas para su uso, en la mayoría de proyectos los suelos no cumplen con las características requeridas es por tal motivo se recurre a un mejoramiento de sus propiedades, mezclándose con suelos de características óptimas para su utilización o con aditivos y minerales que al combinarse con el suelo pobre crean una reacción química obteniéndose un suelo firme con excelentes capacidades de soportar los efectos de tránsito y condiciones de clima más severas.

Pérez y Ribero (2008), sostiene que los suelos en múltiples ocasiones son incapaces de soportar las cargas de tránsito es por tal razón en que se debe cambiarlos con otro suelo que posea las propiedades requeridas o se realiza el proceso de estabilización, en muchos casos se utiliza material de canteras cercanas al proyecto pero éstas no siempre cumplen con las características que se requiere, por esta razón se vienen realizando estudios de materiales estabilizantes para cada tipo de suelos y uno de ellos es la utilización de cenizas de carbón, material proveniente de diferentes procesos de combustión, se los conoce como cenizas de escoria que son residuos de basura, cenizas vegetales provenientes de la madera y cenizas volantes que son productos de la combustión del carbón.

Tienen la posibilidad de clasificarse los suelos siguiendo varios sistemas, según que se los examine desde el criterio mineralógico, geológico, ect. Nos limitaremos a los términos usuales que se usan en mecánica del suelo, (Graux, 1975).

Para Ruano (2012), los terrenos que contengan suelos arenosos son aquellos que derivan de una erosión de roca, los cuales fueron depositados en las profundidades de la tierra de color azul, rosa y gris a su vez, del mismo modo dice que las arenas provenientes del mar son las que requerirán un proceso especial para su estudio ya que sus características son bien peculiares.

Según Ruano (2012), existen diferentes tipos de arenas según el tamaño de sus partículas las más usuales son:

Las arenas gruesas en su mayoría se distinguen por pasar por el tipo de malla de 2 mm y son retenidas por otra de 0.2 mm, (Ruano, 2012).

Las arenas finas en su mayoría se distinguen por pasar por el tipo de malla de 0,2 mm y son retenidas por otra de 0,05mm, (Ruano, 2012).

Para Graux (1975), los suelos finos, de poca o ninguna elasticidad, y de granulometría. Su origen puede ser puramente mineral o medianamente orgánico

Según Kramer (2004), la mayoría de los suelos que son de tipo arcillosos se encuentran en áreas donde ocurren grandes precipitaciones, la cual hace que sus características presenten grandes deficiencias en su drenaje interior, y esto hace que cuente con una baja desproporción en su contenido de humedad y a la vez al someterse a los cambios de humedad hace que cambie su espesor.

Fonseca y Montejo (2006), dicen que el suelo de tipo arcilloso está formado por minerales que se consideran activos como la montmorillonita que se encuentran en grandes cantidades y del mismo modo la vermiculita y la clorita.

Y así mismo Fonseca y Montejo (2006), retribuyen que los minerales considerados inactivos como la illita y la colinita en grandes proporciones pueden contribuir a mejorar las características expansivas de los suelos que son considerados de una mal propiedad física, como la variación de su peso específico, las cuales estarán en parámetros de 2,60 a 2,75 gramos por centímetro cúbico, y de ese modo mientras más espero tenga el tramo se considerara con más solides la cual le ayudara a tomar gran firmeza contra la erosión.

Un suelo arcilloso puede cambiar de un momento a otro debido al incremento del agua en ella y a si provocar su aumento de porosidad y humedad la cual le provocara la disminución de la fuerza de cohesión que se ejerce sobre ella la cual tiene unos parámetros de 0.25 kg/cm² a 1.5 kg/cm² y en casos excepcionales supera el parámetro mencionado, (Ruano, 2012)

Para Pérez y Ribero (2008), la ceniza es un material de bajo costo y de fácil obtención, son utilizadas en la construcción en casi todo el mundo, logrando así una disminución del impacto ambiental, motivo por el cual se ha llevado un sin número de estudios para darle utilidad a este tipo de contaminante especialmente en la obtención de un mejoramiento de la capacidad de soporte y la cohesión de los suelos, la propiedad que caracteriza a la ceniza es que posee una gran capacidad de adherencia y esto hace que lo podamos combinar con suelos de tipo arenoso que no presenten ninguna cohesión,

donado como resultado una consistencia en el terreno la cual mejorara su compactación y resistencia y calidad.

Según Kramer (2004), las cenizas de carbón son similares a conglomerantes puzolánicos, pero con resultados muy poco favorables en comparación a la utilización del cemento y cal, se necesita la adición de agua y presencia de un catalizador o activante como la cal en proporciones mínimas, en esta clasificación se encuentran algunos tipos de cenizas que se diferencian de acuerdo a la planta de extracción.

Y para Pérez y Ribero (2008), sostienen que gracias a la quema de los materiales orgánicos que se generan en toda parte podemos obtener las cenizas de ellas tales como de los tallos y troncos, y que los más encontrados son las cenizas de bagazo de caña, cenizas de vegetales y de las de cascar de arroz las cuales estas presentan características de un material puzolanico, las cuales cuentan con altas proporciones en alimina y sílice, y los más característico de ellos es que si se exponen al agua adoptan propiedades cementantes.

Según Rico y Del Castillo (1978), al tratar de buscar la estabilización del suelo se realizará un procejo que tendrá como fin el de mejorar sus características como la deformación, reducir su sensiblería a la humedad, verificar la erosión y los cambios de tamaño.

Para Rico y Del Castillo (1978), existe una gran mayoría de suelos que necesitan modificar sus propiedades, se logra una mejoría por medios mecánicos, por drenaje, por acaloramiento y por medios químicos, al contar con diferentes tipos de suelos los cuales tiene diferente composición no dicen que cada método a ejecutarse en ellos resulte aplicable solo a unos cuantos de ellos y por lo consecuencia la inversión económica es desigual para cada tipo de estabilización por lo que se debe dar la razón que la estabilización no es un instrumento ventajoso en todos los casos, hay que tomar siempre en cuenta las propiedades que se desee mejorar, el esfuerzo y la inversión económica que se debería realizar. Las propiedades de los suelos más estudiados cuando se los estabilizan son: Resistencia, permeabilidad, estabilidad olumétrica, durabilidad y compresibilidad.

Según Rico y Del Castillo (1978), definen como a la compactación a un tipo de tratamiento al terreno que sellara los huecos en ella que son ocupados por el aire y de esta manera poder llegar a una gran estabilidad volumétrica, resultando este método

como uno de los más eficaces y lo más importante que no generan mucho gasto, y de esta manera el terreno a tratar por este proceso logre las resistencias indicadas para las cuales cuando la infraestructura este sobre ella no pueda experimentar ninguna irregularidad como los asentamientos.

Para Morales (2015), la compactación en obra se lo puede realizar con múltiples equipos y maquinarias entre estas existen: rodillos de ruedas lisas, rodillos patas de cabra y los rodillos con neumáticos de hule, especialmente se utiliza el rodillo vibratorio para poder buscar una alta densidad en los suelos de tipo granular.

Según Alonso y Luxan (1995), definen a los suelos por sus características como la relación que hay entre sus tamaños de sus partículas, tomando como muestra una porción pequeña de cada una a la cual se le realizará el ensayo de granulometría, para así poder conocer sus respectivas características como la permeabilidad la cual influye mucho los tamaños de los huecos que haya en ella, también está la resistencia a los esfuerzos cortantes las cuales se calculan según su ángulo de rozamiento interno que se ejerce sobre esta y por último la porosidad que se consideraran en ella la proporción de aire que se encuentre por una unidad de volumen con referencia al terreno.

Para Morales (2015), el contenido de la humedad se basa en una relación de masa de agua la cual se encuentra en un molde en una etapa normal con respecto a una muestra representativa del suelo, y de la misma manera se refiere al peso de esta muestra después de haberlo hecho pasar por temperaturas máximas como 110 grados centígrados de calor.

A si mismo Morales (2015), no dice que los suelos cuentan con una resistencia y comportamiento que dependen del agua que se encuentre en ellas debido a que esta característica podrá influir directamente al cambio de estabilidad y volumen con respecto al contenido de humedad que se representara mediante porcentajes que irán del 0% cuando el suelo se encuentre completamente seco y un porcentaje máximo al 100%.

Morales (2015), indica que el límite líquido es el contenido de humedad que se encuentra en porcentajes en el suelo, lo cual nos indicara algunas características del suelo a estudiar, como el estado líquido y plástico, lo cual lo determinaremos por el ensayo de la casa grande el cual es un artefacto de tipo copa de bronce y una basa de hule duro, la característica del suelo que es el límite líquido se determinara mediante

golpes con la casa grande hasta llegar a los máximos golpes que ya se encuentran determinados que como máximo es de 25 golpes y como mínimo para esta prueba se debe de realizar 3 pruebas para la misma muestra.

Para Morales (2015) el ensayo de límite plástico es aquel que se le encuentre contenido de humedad la cual se representara en porcentajes con respecto al suelo seco, de lo cual la muestra cambiara de un estado plástico a un estado semisólido y de este estado pasar a un estado sólido, al cual se le considerara unos de los contenidos de humedad más bajos. Este ensayo se realizará mediante una lámina de cristal en la cual se enrollará una masa de suelo de un diámetro de 3.2 mm como máximo y lo cual nos con llevar hacerla frágil, la cual dejaremos reposar en temperaturas máximas de 110 °C en un horno y a si después podremos descubrir si límite plástico.

Morales (2015), sostiene que, si encontramos suelos con poca flexibilidad, hay que ejecutar la prueba del límite líquido y de manera rápida con la muestra de tipo pasta que generamos se ejecutara el dicho ensayo, lo cual nos dice hacer tres procedimientos como mínimo para poder obtener resultados y así poder compararlos.

Para Morales (2015), se refiere cuando un suelo presenta pérdida de humedad, influenciando a una variación de volumen. Es un contenido de humedad que esta proporcionalmente entre valores que nos lleven de los estados de semisólido y sólido. Después de haber tratado la realidad problemática, teorías relacionadas a nuestro tema y antecedentes como siguiente paso será el de formular nuestro problema a poder solucionar y se dará de la siguiente manera, ¿Cómo lograr que la capa de rodadura de la trocha Km3 al Km5 del Pinar Distrito de Independencia – Huaraz, tenga las condiciones de comodidad y seguridad?

La justificación económica es la identificación de los problemas que presenta la estabilidad de suelos en el tramo Km3 al Km5 del barrio el Pinar, distrito de independencia, provincia de Huaraz, será una herramienta de gran utilidad para la entidad gubernamental de Independencia a un futuro y así poder adoptar medidas de ser necesarias que garanticen la inversión económica del presente trabajo de investigación. La justificación técnica se realizará bajo el mejoramiento de la estabilidad de suelos con cenizas de carbón, la cual será de gran importancia como para garantizar un apropiado diseño de una infraestructura vial a futuro, frente a un suelo arcilloso, así como, para entender el comportamiento que tiene frente a zonas de mucha avenida pluvial.

La Justificación Social es poder comprender el comportamiento del suelo en estudio el cual es el de tipo arenoso, como para poder caracterizar de manera más adecuada y así poder saber el nivel de daño que pueda presentar, ante una falla geológica, y la cual no pueda causar daños, pérdidas materiales e incluso daños con la población, es por esto que el presente trabajo beneficiara al barrio el pinar. Así mismo poder garantizar a futuro la tranquilidad de la población al transitar por la vía de estudio. Este trabajo además servirá de orientación a futuras investigaciones sobre el mejoramiento de la estabilidad de suelos en el tipo arcilloso.

La presente investigación nos brinda la información necesaria para desarrollar un plan de mejora usando cenizas de carbón para fortalecer la estabilidad del suelo, y de esta manera aumentar la capacidad portante de dicha carretera, así mismo aumentar la vida útil de la estructura vial que será construida a un futuro, por lo tanto, mejorar la calidad del servicio de tránsito, logrando que la carretera sea de beneficio para la población del barrio del pinar, independencia, Huaraz – 2018.

Del mismo modo la hipótesis que está basada en nuestra formulación de problema es si la adición de cenizas de carbón mejorará la estabilidad del suelo en el barrio del Pinar, con fines de pavimentación, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz – 2018.

El objetivo general de este proyecto fue mejorar la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación, en el barrio del Pinar, distrito de Independencia – Huaraz. Por consiguiente, se tuvo los siguientes objetivos específicos:

Determinar el porcentaje óptimo, adicionando cenizas de carbón al 3%, 5% y 10%, para lograr aumentar la estabilidad del suelo.

Estudiar la combinación de las cenizas de carbón en determinada proporción con el suelo de la vía del pinar, independencia, Huaraz.

Comparar las propiedades mecánicas de CBR, límites de Atterberg y humedad, del suelo en estado natural con el suelo estabilizado con cenizas de carbón.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación que se empleará en este proyecto será de tipo no experimental, debido a que no se llegará a modificar la variable de investigación, y para ello se realizarán ensayos de granulometría, consistencia, compactación, con el propósito de determinar un incremento de la capacidad portante de los suelos.

Así mismo las muestras analizadas, serán obtenidas de la trocha del Km3 al Km5, ubicada en el Pinar, que pertenece a al Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz. Las cenizas serán evaluadas para determinar sus propiedades químicas mediante ensayos químicos, en los laboratorios autorizados. Luego serán combinadas en las proporciones (3%, 5%, 10%), y se realizarán los ensayos correspondientes para determinar cuál de ellos estabiliza mejor el suelo estudiado.

2.2. Operacionalización de variables

a) Variable Independiente

Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón

b) Matriz de Consistencia (Ver Anexo 1, tabla N°2 Matriz de Consistencia)

a) Tabla N° 1 Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
MEJORA MIENTO DE LA ESTABI LIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN	<p>La estabilidad del suelo consiste en la resistencia de aquel suelo con partículas menores de 2mm de los tipos limoso, arenosos y arcillosos, que serán agrupados por agentes cementantes y cohesivos, y de la misma manera los óxidos de aluminio y hierro. (Núñez, 2001, p.24)</p> <p>Las cenizas de carbón son similares a conglomerantes puzolánicos, pero con resultados muy poco favorables en comparación a la utilización del cemento y cal, se necesita la adición de agua y presencia de un catalizador o activante como la cal en proporciones mínimas. (Kramer, 2004)</p>	<p>La variable mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón, se va a medir en función de cada uno de los indicadores de las dimensiones, incrementación de la estabilidad del suelo, aumento de la capacidad de soporte y reducir la licuación de suelos en el tramo estudiado.</p>	Cenizas de Carbón al 3%	Estabilidad del suelo.	Nominal
				Capacidad Portante	Nominal
				Licuación de Suelos en el tramo estudiado	Nominal
			Cenizas de Carbón al 5%	Estabilidad del suelo.	Nominal
				Capacidad Portante	Nominal
				Licuación de Suelos en el tramo estudiado	Nominal
			Cenizas de Carbón al 10%	Estabilidad del suelo.	Nominal
				Capacidad Portante	Nominal
				Licuación de los Suelos en el tramo estudiado	Nominal

b) Elaborado por los autores

2.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Todas las calles, avenidas y jirones de El Pinar, que consiste en 5.5 kilómetros, Distrito de Independencia provincia de Huaraz.

Muestra:

El tamaño de la muestra para la presente investigación será el camino alternativo de acceso al Pinar, distrito de Independencia provincia de Huaraz, desde el km 3, hasta el km 5, del tramo de estudio. (Ver Anexo 2, Tabla N°3 Ubicación y localización de las muestras)

Muestreo:

El presente trabajo de tesis se efectuó por el procedimiento de un muestreo intencional no probabilístico, debido a que los agentes vinculantes a la población fueron de directa e intencionalmente escogidos por los autores de este proyecto, por consiguiente, tomamos el área que presentaba más irregularidades, siendo esta la trocha del pinar la cual se puso en estudio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La técnica de la observación es la más usada en estos tipos de investigación que es el caso de evaluar una infraestructura vial, y gracias a esto se puede obtener una gran ventaja con esta técnica debida a que está directamente relacionada con la realidad.

El primer paso que se realizó fue el de poder localizar el tramo en estudio la cual nos conllevó a apreciar el mal estado de la trocha y del mismo modo la existencia de finas partículas de suelo tipo limo arcilloso, debido a esto se pudo optar para el uso de tres calicatas (cada una por tramo) para poder obtener mejores resultados. El segundo paso a tomar en cuenta fue el de llevar al laboratorio las calicatas obtenidas y así poder realizarles los ensayos correspondientes, los cuales nos podrán ayudar con la elaboración de nuestras recomendaciones y conclusiones de nuestro trabajo de investigación.

Figura N° 1 Instrumentos para recolección de datos

FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Trabajos de Campo	Levantamiento Topográfico	Equipos Topográficos
	Calicatas	Herramientas Manuales
Ensayos Realizados	Estudio de Mecánica de Suelos	Laboratorio de mecánica de suelos

Fuente: Elaboración propia

Los instrumentos que se utilizarán para la presente investigación serán los siguientes:

Fichas técnicas

Formatos técnicos, estipulados bajo las normas peruanas y extranjeras.

La validez de la presente investigación en la cual se utilizará instrumentos tales como ficha técnica de estudio de suelos las cual ya se encuentra avaladas por especialistas competentes, certificados y acreditados por los institutos pertinente, por ende, no se requiere la validación por juicio de especialista ni de evaluación de confiabilidad.

2.5. Procedimiento

En esta investigación en el primer paso se realizó los ensayos de suelos con las muestras naturales y luego con la combinación de suelo-cenizas, luego se procedió a estabilizar químicamente la muestra del suelo arenoso con cenizas en diferentes porcentajes, buscando aumentar su capacidad de resistencia (CBR), disminuir el índice de plasticidad y la expansión, también evaluar las características de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, para que dicho suelo pueda ser usado como sub rasante.

2.6. Método de análisis de datos

Para poder recolectar los datos requeridos para este proyecto se utilizará el método de la observación, debido a que nuestro dato se obtendrá mediante el proceso de ensayos a ejecutarse en un laboratorio, los cuales estarán adecuadamente controlados. Debido a esto nuestro instrumento de recolección,

se realizará mediante formatos y fichas técnicas los cuales ya están estandarizados a nivel nacional.

Los datos que se reúnan se procesarán de acuerdo a lo que podamos obtener con respecto a la combinación de las cenizas de carbón con el suelo en estudio que es el de tipo arcilloso, se realizará mediante el uso de hojas de cálculo que se elaboraron con las herramientas Office que son las de Microsoft Excel, los cuales estarán conformados por una información apropiada y relacionada a las pruebas que se realizarán en este trabajo de investigación. Los resultados que se obtendrán debido a los estudios realizados en los laboratorios serán previamente representados por histogramas o gráficos de barras, lo cual se realizará por la ayuda del Office y de esa manera se podrán obtener los indicadores necesarios para esta investigación.

2.7.Aspectos éticos

Según Day (1995), pudo confirmar que en todos los tipos de publicaciones se tiene en cuenta varios principios jurídicos y éticos. Lo cual nos dice que las principales entidades que mantienen un alto interés, a menudo se podrán relacionar entre sí mismos, los cuales son la propiedad intelectual y la originalidad. Por consiguiente, los investigadores del presente trabajo, asumen con mucha responsabilidad los hechos, fundamentos y datos que se tomaran en cuenta, la cual nos conllevara a respetar la veracidad de los resultados para así poder dar una óptima confiabilidad de estos mismos.

III. RESULTADOS

3.1 Obtención de los Resultados

Para poder realizar este trabajo de investigación, se tuvo que seguir con las siguientes secuencias: Para la primera etapa se consignó la localización de los puntos donde se podrían realizar las calicatas, para ese modo poder extraer las diferentes muestras que se encuentren en el proceso de selección para así ser evaluadas, a través de las pruebas que implican la mecánica de suelos. En esta etapa se consignó lo que viene a ser el levantamiento topográfico, la cual nos sirvió para localizarlos puntos donde se efectuaran los cortes, para luego hacer las perforaciones al suelo, Una vez obtenido los puntos de corte hicimos las tres calicatas, para esto fue necesario hacer el conteo vehicular y para luego seguir con el cálculo del IMDA, con este conteo vehicular se pudo estimar el número de vehículos que pasan por la carretera, en lo que se obtuvo un IMDA de 165 Veh/día la cual la carretera pasa a ser a una de tercera clase, de acuerdo con el ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC 2014 (Manual de sección de suelos y pavimentos), de esta forma determinamos las 3 calicatas.

En la segunda etapa, con el propósito de determinar las características mecánicas y físicas de las muestras del suelo y así poder clasificarlo, se hicieron la localización y trazo de las tres calicatas, con dimensiones de 1.00 m metros de ancho por 1.00 m metros de longitud, obteniendo un área de 1.00 m² con una profundidad de 1,50 m, estas se ubicaron a cada 1000 m de la longitud de la sección de la carretera Pinar.

De estas calicatas, se obtuvieron muestras representativas, que fueron llevadas al laboratorio de suelos de la, donde fueron analizados respectivamente. El registro de los espesores de cada una de los estratos del subsuelo fue anotado en la libreta de campo, sus características de gradación, color, plasticidad y humedad, con estas características descritas en la libreta de campo de cada una de las calicatas se procedió realizar la estratigrafía de los suelos del área en estudio.

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

Características Físicas:

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107-ASTM D422)

Contenido de humedad (MTC E 108-ASTM D2216)

Límite de Atterberg

Límite líquido (MTC E 110–ASTM D4318)

Límite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)

Índice de plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)

Clasificación de suelos método SUCS (ASTM D-2487)

Clasificación de suelos método AASHTO (ASTM D-3282)

Características Mecánicas:

Proctor modificado (MTC E 115-ASTM D1557)

California Bearing Ratio CBR (MTC E 132–ASTM D1883)

En la tercera etapa después de haber realizado los ensayos de análisis granulométrico y los límites de atterberg se clasificó las diferentes muestras por los métodos de SUCS y AASTHO, así mismo después de haber realizado los ensayos para la determinación de las características físicas y químicas se procedió a verificar si los resultados obtenidos del suelo patrón extraído cumplían con las especificaciones técnicas de sub rasante estipuladas por el MTC, obteniendo resultados favorables donde las características del suelo eran adecuado para el uso como sub-rasante de la carretera, ya que presentaban un alto índice de plasticidad y el CBR al 95 % fue 10.50%.

En la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones menciona que si un suelo presenta un $CBR < 6\%$, necesariamente se tiene que mejorar las propiedades del suelo ya sea con material de préstamo o con el proceso de estabilización, en efecto se eligió la estabilización química con cenizas de carbón, se procedió a realizar de nuevo los ensayos de límite de atterberg, proctor modificado y CBR, pero esta vez el suelo fue mezclado con cenizas en porcentajes de 3,5 y 10% para así lograr una mejora en su capacidad portante, de esta manera mejorar las propiedades de los suelos arenosos con la adición de cenizas de carbón del tramo Pinar del kilómetro 3 al kilómetro 5.

3.2 RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos realizados a cada una de las muestras del suelo, para lograr establecer sus propiedades mecánicas y físicas antes de ser tratadas con el estabilizante químico cenizas de carbón. Para obtener las muestras representativas a utilizar, primero se ubicaron las 3 calicatas en el tramo de la carretera Pinar kilómetro 3 al kilómetro 5 correspondiente a cada 1000 metros, donde en cada una de ellas se realizó una calicata a una profundidad de 1.50m, siendo estas muestras provenientes de dicha excavación.

RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

MEJORAR LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN EN EL BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ.

De acuerdo a los resultados adquiridos en los ensayos con la mezcla del estabilizante químico cenizas de carbón, se pudo corroborar que la capacidad de soporte (CBR) y la máxima densidad seca incrementan porcentualmente. Así mismo se logró reducir el índice de plasticidad de la muestra analizada cumpliendo así con los requisitos mínimos que debe tener el CBR de la sub – rasante para ser usado como carpeta estructural del pavimento o afirmado.

A continuación, en la tabla 4 se muestra los valores de mejora del CBR, proctor modificado y los límites de atterberg del suelo – ceniza con respecto a los ensayos del suelo patrón.

Tabla N° 4 Resumen de los ensayos realizados del suelo con CC

MUESTRA	% DE ADICION	COMPACTACIÓN		EXPANSIÓN (%)	CBR (%)	I.P (%)
		M.D.S	O.C.H (%)			
SUELO ARCILLOSO +CENIZAS DE CARBÓN	0	2.018	11.62	0.86	10.50	11
	3	2.068	12.75	0.76	13.04	7
	5	2.1	14.605	0.13	14.32	3
	10	2.046	14.45	0.59	11.29	9

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

DETERMINAR EL PORCENTAJE ÓPTIMO, ADICIONANDO CENIZAS DE CARBÓN AL 3%, 5% Y 10%, PARA LOGRAR AUMENTAR LA ESTABILIDAD DEL SUELO.

Mostramos el resumen de los resultados que se obtuvieron al realizar los ensayos correspondientes del CBR a la combinación de la ceniza – suelo, con referencia al óptimo contenido de humedad, referido al ensayo anterior. Estos valores son mostrados en la tabla5. (Ver Anexo 3, tabla N°5.

RESULTADOS DE LA OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO, ADICIONANDO CENIZAS DE CARBÓN.

3.2.2.2.1 ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R) – CALICATA – 01. (Ver Anexo 4, Procedimiento y Cálculos – de CBR añadiendo cenizas de carbón 3%, 5% y 10%)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

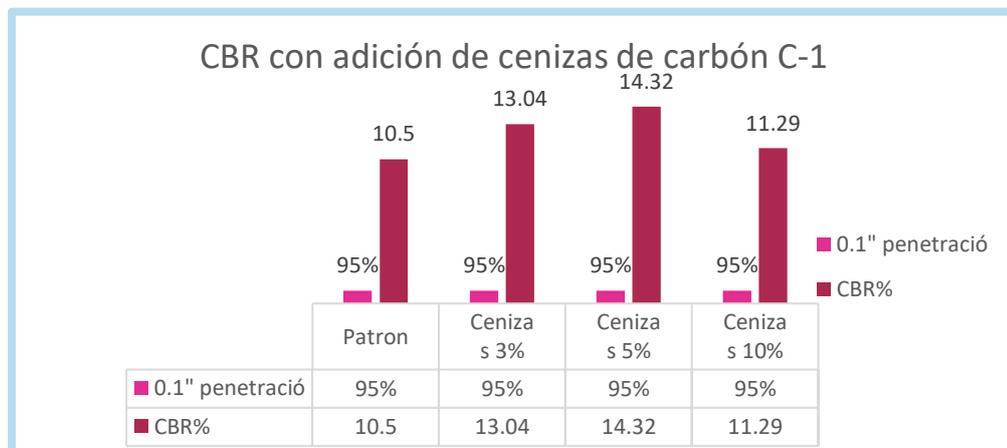


Figura N°10. CBR calicata 01

DESCRIPCIÓN: El ensayo de CBR que se realizó a la muestra 1 se consideró como referencia la obtención de los resultados de la muestra patrón.

La muestra empleada en un molde de proctor modificado, a la cual los saturamos y se pudo medir su resistencia con una penetración de correlación al 01” con un resultado al 95% de CBR para la sub rasante nos dio como resultado de 10.50%.

Se pudo tener como mayor referencia el mejor índice de CBR que nos dio como resultado conjuntamente con la adición de C.CA., el cual será de mayor predominación el de 5%, luego lo colocamos y medimos su resistencia con la misma penetración de correlación al 01” con un resultado al 95% de CBR para la sub rasante que nos dio como resultado de 14.32%.

INTERPRETACIÓN: El ensayo que se le practicó al suelo es el de CBR el cual nos dará como único resultado si nuestro suelo es apto para el uso de una carpeta de rodadura, la cual nos ayudara a cumplir los requerimientos dados por el ministerio de transportes y comunicaciones la cual se encuentra en la norma E-101, al realizar estas pruebas nos dio como resultado un CBR al 10.5% la cual corresponde a nuestra muestra inicial y la cual nos dice que es un suelo óptimo para este uso, y vimos mediante estas pruebas que se obtenían resultados favorables al aumentar cenizas de carbón al 3% que nos do un CBR 13.04%, al 5% de adición un CBR al 14.32% y por ultimo al 10% un CBR al 11.29%.

ESTUDIAR LA COMBINACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN EN DETERMINADA PROPORCIÓN CON EL SUELO DE LA VÍA DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO C-01. (Ver Anexo 5, Procedimiento y Cálculos de Ensayo de Proctor Modificado de la C-01 y añadiendo cenizas de carbón 3%, 5% y 10%)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

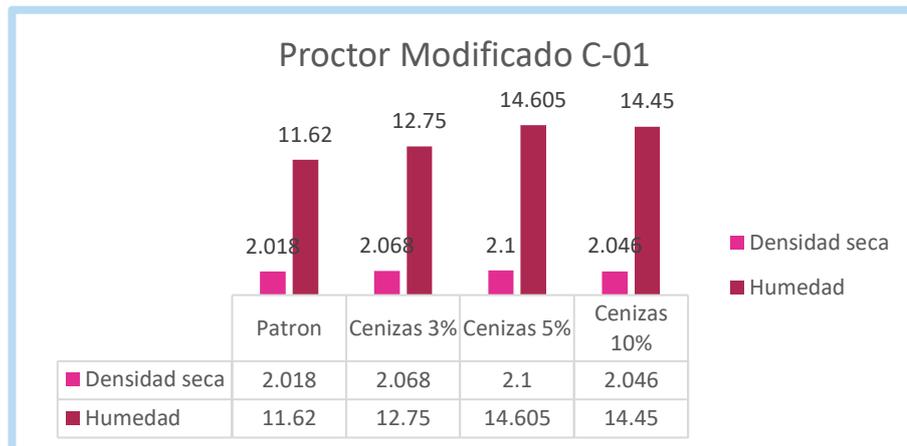


Figura N°15. Resultados del proctor modificado C-01

DESCRIPCIÓN:

En el ensayo que se usó para la C-1 que fue el de proctor modificado, su tomara como una pequeña referencia la muestra denominada patrón, la cual también nos ayudará para poder relacionar y destacar cuál de las densidades secas es la más óptima para nuestra muestra, la adición de cenizas de carbón al 5% es la más óptima debido a que nos da un 2.1 gr/cm³ de densidad seca y un contenido de humedad de 14.605%, la de 3% nos da como resultado un 2.068 gr/cm³ de densidad seca y un contenido de humedad de 14.75%, y por consiguiente está el de 10% que nos dio como resultados de una densidad seca de 2.046 gr/cm³ y un contenido de humedad de 14.45%.

INTERPRETACIÓN:

Con el ensayo de proctor modificado se logró demostrar que el suelo en estudio exponiéndose o de lo contrario a las cenizas de carbón, se pudo obtener por medio de porcentajes de agua, una adecuado balance de humedad óptima para de ese modo obtener resultados que puedan mejorar nuestra compactación, y esto se pudo obtener por una curvatura en la cual se encontró su máxima densidad seca, la cual nos dice que al adicionar 5% de cenizas de carbón se obtiene un 14.605% de agua la cual le hace alcanzar una densidad seca de 2.1 gr/cm³.

COMPARAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE CBR, LÍMITES DE ATTEMBERG Y HUMEDAD, DEL SUELO EN ESTADO NATURAL Y CON EL SUELO ESTABILIZADO CON CENIZAS DE CARBÓN. (Ver Anexo 6, Procedimiento y Cálculos de Ensayo de Límites de Atterberg a las 3 calicatas y añadiendo cenizas de carbón a la calicata patrón en porcentajes de 3, 5 y 10%)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

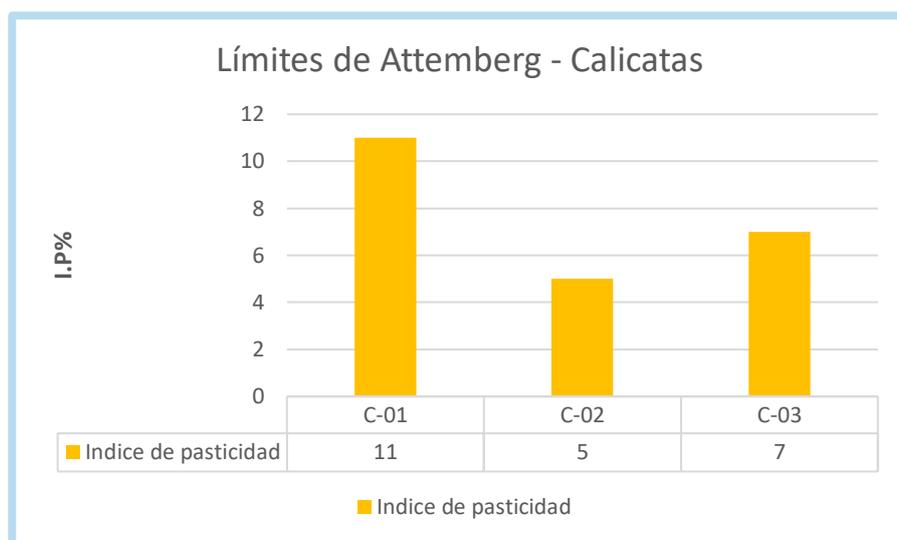


Figura N°22. Límites de Atterberg de las calicatas Patrón

DESCRIPCIÓN:

En esta relación se tomó en cuenta los resultados en porcentajes del índice de plasticidad, donde el predominante es la calicata uno (C-1) con un 11% de I.P, seguido por la calicata dos (C-3) con un 7% de I.P y por último tenemos a la calicata tres (C-3) la cual nos dio menor I.P de un 5% a diferencia de los otros dos.

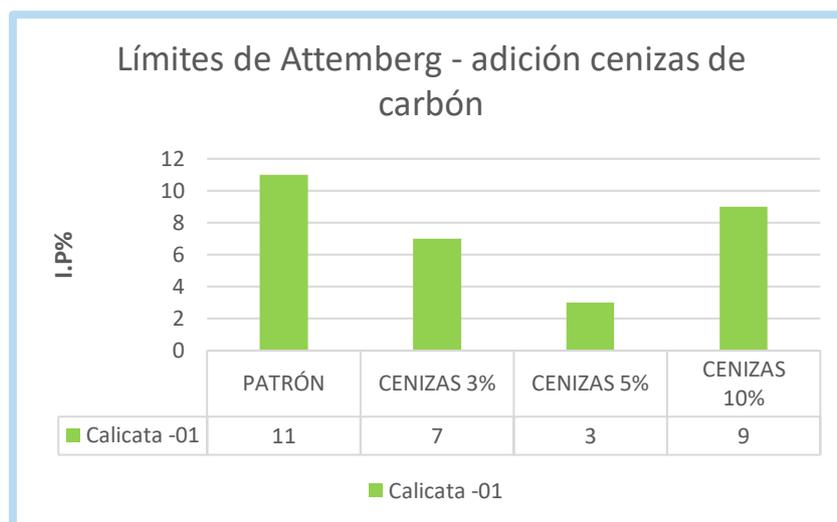


Figura N°23. Límites de Attemberg con adición de cenizas de carbón

DESCRIPCION: En esta relación podremos conocer los Límites de Atterberg la cual será sacada de una muestra, la cual se pudo seleccionar por mostrar mayor deficiencia en sus características siendo esta la calicata uno (C-1), siendo su I.P un 11% y a la cual se decido adicionar cenizas de carbón en una suma de porcentajes apropiados la cual se representa en la figura 19 que nos dice que la calicata C-1 con un 5% de el estabilizador (C.C), se pudo obtener como cifra una disminución aceptable de un I.P del 3%, después se aumentó la ceniza de carbón en un 3% y el cual nos dio un I.P de 7% y finalizando la C-1 con 10% de C.C se obtiene un I.P de 9%.

INTERPRETACIÓN: Se evidencio que la muestra patrón obtienen una mayor mejoría en su índice de plasticidad con la adición de cenizas de carbón al 5%, la cual podemos decir que el 3% y 10% también disminuyen su porcentaje pero no es el adecuado para las características que se necesitaron.

CONTENIDO DE HUMEDAD. (Ver Anexo 7, Procedimiento y Cálculos del ensayo de Contenido de Humedad aplicada a las 3 calicatas)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

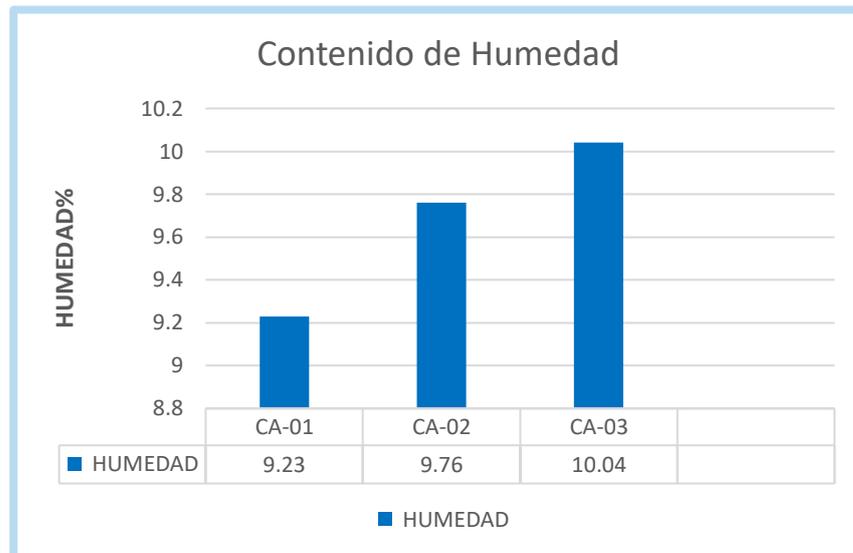


Figura N°24. Análisis del contenido de humedad de las muestras analizadas

DESCRIPCION: En esta distribución destacamos los porcentajes de contenido de humedad natural de las tres calicatas donde pudimos obtener como cifras, las cuales cambian de acuerdo a cada muestra dada, la calicata uno (C-1) con un 9.23% de suelo húmedo, después encontramos a la calicata dos (C-2) con un 9.76% y por último la calicata tres (C-3), lo cual nos resulta como el de menor porcentaje de humedad con un 10.04%.

INTERPRETACIÓN: Al obtener estos resultados pudimos comprobar que se encuentra un alto contenido de humedad que está presente en nuestra muestra de suelo arcilloso, y esto es gracias a que la composición química atrae un poco de humedad y debido a esto que al ser analizado en su peso húmedo y peso seco podemos ver una gran variación de dicho ensayo, por lo cual obtuvimos los resultados que cambian desde 9.23% hasta 10.04% de humedad en las muestras realizadas.

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE CBR. (Ver Anexo 8, Figura N° 25, Comparación de resultados de CBR).

3.3 RESUMEN FINAL DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A CADA CALICATA. (Ver Anexo 9, Resumen de resultados de las calicatas 01-02-03)

IV. DISCUSIÓN

En la tesis que realizo Cañar Tiviano Edwin Santiago, 2017, el concluyó que añadiendo cenizas de carbón al suelo influye de manera favorable en los suelos expansivos y de la misma manera dice que al combinar un 25% de cenizas de carbón con respecto al peso del suelo puede mejorar el CBR que estaba a un 15% a un 19.60% ,teniendo este como este su mejor estabilizador, por lo cual no coincide con nuestros resultados que pudimos realizar con un 5% de cenizas de carbón con respecto al peso del suelo que se pudo mejorar de un 10.5% a un 14.32% en suelos de propiedades similares.

En la investigación que realizo Morales Zuluaga Daniel, 2015, concluyo que mediante la adición de CC no obtuvo resultados satisfactorios en ninguna condición de curado pero si al usar cenizas coltejer en condiciones de temperatura de 40°C Y 50°C en ambas condiciones de humedad lo cual pudo mejorar los suelos arenosos en un 600%, lo cual nosotros diferimos de ese tipo de estabilización que es el uso de catalizador y lo cual lo lleva formar parte de un curado, nuestra investigación es el de juntar el suelo con porcentajes óptimos con respecto al peso las cenizas de carbón y la cual así poder mejorar la capacidad portante de suelos arenosos.

Así mismo Pérez Collantes Roció, 2012, al realizar los ensayos de CBR al suelo combinadas con cenizas volantes y cemento en un 3% dan buenos resultados mejorando la resistencia del suelo arcilloso desde 7.7% a un 51% de CBR con la máxima densidad seca que es del 100% del Proctor modificado y lo cual no coincide con nuestros resultados finales que tuvimos una mejora del CBR de un 10.5% a un 14.32% con la máxima densidad seca que está al 95% del Proctor modificado pero en un tipo de suelo arenoso y la cual su capacidad portante es diferente al de un arcilloso.

En la tesis denominada “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho”, realizado por los autores Mamani Barriga Lux y Yataco Quispe Alejandro los dos peruanos, relizaron los ensayos de Límites de Atterberg, procto modificado y la prueba de corte directo a suelos arcillosos, obteniendo una disminución de un 43% respecto al I.P del suelo arcilloso, en el ensayo de procto modificado obteniéndose disminución de

humedad respecto a la adición de ceniza de fondo, determinó los parámetros de resistencia del suelo, en la prueba de corte directo, se observó incremento de 50% demostrándose el eficiente uso de la aplicación de ceniza de fondo como estabilizador mejorando las propiedades físicas y mecánicas de la arcilla, por esta razón se corrobora que con esta investigación que las cenizas de carbón en porcentajes adecuados (3%,5% y 10%), también logro mejorar las propiedades del suelos, disminuyendo el I.P con la adición de un 5% de CC y con la disminución de contenido humedad en la adición de cenizas de carbón.

En el estudio que realizo Anthony Giovanni Vega Guimaray, 2017, donde realizo los ensayos de proctor estándar con la graduación B a la muestra patrón y con la adición de cenizas de paja de trigo usando solo un 10%, obteniendo un CBR PATRÓN al 100% de 21.10% y adicionando Ceniza de paja de trigo (10%) se obtuvo un CBR al 100% de 20.20% aumentando su CBR, la segunda que presento un suelo arena y limos, se obtuvo un CBR PATRÓN al 100% de 27.20% y adicionando Cenizas de paja de trigo (10%) se obtuvo un CBR al 100% de 26.7 el cual bajo su CBR, el cual se corrobora con la investigación ya que también se realizó el estudio de proctor modificado y CBR adicionando 3%, 5% y 10% de cenizas de carbón al suelo patrón (C-1), donde se obtuvo su CBR al 95% 10.50% y adicionando un 5% de cenizas de carbón su CBR al 95% aumento a 14.32%.

En la investigación que realizaron Alexis Espinoza Chuquino y Julián Velásquez Pérez, 2018, en el que los autores realizaron estudios de CBR al suelo patrón y adicionando cenizas de caña de azúcar en porcentajes de 10, 20 y 30%, en el que lograron mejores resultados con la adición del 20% de cenizas de caña de azúcar que les dio un CBR de 15.18%, siendo así en esta investigación se obtuvo resultados semejantes, pero a diferentes porcentajes, logrando un mejor resultado con la adición de 5% de Cenizas de carbón que nos dio un CBR de 14.32% aumentando de buena manera al CBR de la muestra patrón.

V. CONCLUSIONES

En la siguiente tesis después de haber realizado los ensayos respectivos de límites de consistencia, Proctor modificado y CBR con la respectiva combinación de cenizas de carbón con el suelo lo cual se utilizó con fines de pavimentación, se obtuvo resultados favorables con respecto a la mejora de la estabilidad del terreno, como las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde se puede decir que el suelo consiguió estabilizarse con la adición del 5% de cenizas de carbón al suelo con referencia al peso de la muestra, por lo que se obtuvo un CBR al 95% de 14.32%, una densidad seca de 2.100 gr/cm³, con un contenido de humedad de 14.605% y reduciendo el índice de plasticidad de 11.1% a 3% y de la misma manera se pudo reducir la expansión del suelo de un 0.86% a 0.20%.

Realizado los ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio, con los respectivos porcentajes de CC adicionados al suelo se pudo determinar el porcentaje óptimo con la cual se pudo aumentar la estabilidad del suelo, obteniendo los siguientes resultados según los porcentajes, al 3% se obtuvo un CBR al 95% de 13.04%, con un 5% se obtuvo un CBR al 95% de 14.32%, y al 10% se consiguió un CBR al 95% de 11.29%, y con el porcentaje que se obtuvo mejores resultados y siendo el más óptimos fue el de 5% de CC agregado al suelo.

Según los resultados obtenidos en los ensayos de proctor modificado y Límite de Atterberg de la calicata patrón (C-01), se concluye que la máxima densidad y el óptimo contenido de humedad del suelo arenoso con adición de cenizas de carbón al 3% alcanzo un valor de 2.068gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 12.75%, con el 5% de CC alcanzo una máxima densidad seca de 2.10gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 14.605%, y por ultimo al añadir 10% de CC alcanzo una máxima densidad seca de 2.046gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 14.45%, comparando con la muestra patrón, estos resultados demuestran que con la adición de CC estuvo por encima de los resultados de la muestra patrón que tiene una máxima densidad seca de 2.018 y un óptimo contenido de humedad de 11.62; De

acuerdo a los resultados obtenidos de la C-1 el índice de plasticidad es de 11%, y con la adición de CC al 3, 5 y 10%, se obtuvo la reducción del I.P, en la adición del 10% se alcanzó un valor de 9% de I.P, la adición del 3% se alcanzó un valor de 7% de I.P y la adición del 5% se alcanzó un valor de 3% de I.P, determinando como el porcentaje óptimo al 5% de CC.

Debido a la resistencia y capacidad de carga del suelo patrón (C-01), se concluyó que, en un suelo arenoso, se logra mejorar su estabilidad con la adición de un 5% de cenizas de carbón, alcanzando un CBR al 95% de 14.32%, con un 3% de CC alcanzo un CBR al 95% de 13.04% y con 10% de CC alcanzo un CBR al 95% de 11.29%, comparando las propiedades mecánicas de CBR respecto a la muestra patrón de un CBR al 95% de 10.50% estas mejoraron sus propiedades mecánicas a través de la compactación; De la misma manera para las propiedades de Límites de Atterberg se obtuvo un 11% de I.P de la calicata patrón (C-01) y adicionando un 5% de CC que se determinó como el porcentaje óptimo, se alcanzó un I.P de 3%, logrando de esta manera mejorar sus propiedades mecánicas de este suelo arenoso.

VI. RECOMENDACIONES

Es recomendable usar las cenizas de carbón como material estabilizante en suelos que presenten baja capacidad portante como suelos arcillosos, limosos o en este caso suelo arenosos, ya que, al adicionar las cenizas de carbón, disminuye el Índice de Plasticidad y aumenta los parámetros de CBR, proctor modificado.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Independencia – Provincia de Huaraz, el uso de cenizas de carbón para la mejora de la subrasante en la vía del tramo pinar dentro de los kilómetros 3 y 5, usando un 5% de material con respecto al peso del suelo a usar, debido a que esta proporción hace una mejora notable.

Se recomienda tomar en cuenta estos ensayos realizados en la presente investigación como una opción de mejora de la subrasante del terreno que se utilizara con fines de pavimentación en tramos donde el tipo de suelo presente una baja capacidad portante y así poder darle una factible solución.

Con esta investigación se deja un precedente y se recomienda continuar con otros estudios donde se utilicen porcentajes de ceniza de carbón en la variación 3, 5 y 10% ya que este material parece ser un buen estabilizador de suelos, por lo que se recomendaría hacer un estudio con más pruebas de laboratorio para hacer la verificación del caso.

REFERENCIAS

- ALONSO, Mario y LUXAN, Carlos. Aplicaciones de las cenizas activadas en el campo de la construcción, Madrid, 1995
- CAÑAR Triviano, Edwin Santiago. Análisis comparativo de las resistencias al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, 2017. 167p
- Day, Robert. Cómo escribir y publicar trabajos científicos, 2a ed. Washington, 1995.
- FONSECA, Paul y MONTEJO, Paul. Ingeniería de Pavimentos, Bogotá: Stella Valbuena García, 2006.
- GRAUX, Daniel. Fundamentos de mecánica de suelos, proyecto de muros y cimentaciones. 2a. ed. Barceloma: Deposito Legal B. 1975. 417p. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynI4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 84-7146-022-X
- HERNANDEZ Lara, Josué Aristides. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador. Tesis para optar el totulo de ingeniería civil. Universidad de El Salvador, 2016. 380p
- Ingeniería de Carreteras Carlos Kramer [et al.]. Mdrid: McGraw Hill Interamericana, 2004. 176pp
- MAMANI Barriga, Lux Eva y YATACO Quispe, Alejandro Jesús. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad San Martin de Porres de Lima – Perú, 2017. 198p
- MORALES, Dario. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activacion alcalina y su uso en vias no pavimentadas, Medellin, 2015.

- NUÑEZ, Jorge. Manejo y observación de suelos. Costa Rica: San José. 2001. 288p.
ISBN: 9968-31-154-5
- NUÑEZ, Daniel. Elección y Dosificación del Conglomerante en Estabilización de suelos, Obregón Sonora, 2011
- PÉREZ, Julio y RIBERO, Raúl. Evaluación de la Capacidad cementante de la Ceniza de Caña y Ceniza Volante para Suelos Granulares Limpios., Bucaramanga, 2008.
- PÉREZ Collantes, Rocío Del Pilar. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con medición en Ingeniería Geotécnica. Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, 2012. 89p
- RICO, Aron y DEL CASTILLO, Henry. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, México: Limusa, 1978. 232pp
- RUANO, David. Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Arenas Volcanicas y Cal Viva, Guatemala, 2012. 216pp
- SANTAELLA, Luz Elena. Caracterización Física, química y mineralógica de las cenizas volantes [en línea]. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, Icn., 2001 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101007.pdf>. ISBN: 0124-8170
- VEGA Guimarey, Anthony Giovanni. Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac alto provincia de Huaraz – 2017. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad San Pedro de Huaraz – Perú, 2017. 106p
- ZULUAGA Morales, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad de Medellín – Colombia, 2015. 80p

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del pinar, Independencia, Huaraz -2018

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Al realizar la visita técnica se pudo observar en el tramo de estudio fue la fue la deformación plástica, causa por los suelos arcillosos encontrados en dicha zona, la cual es la de formación de canales que se generan a lo largo de la trayectoria longitudinal de circulación de los vehículos, exactamente en las huellas por donde ruedan los neumáticos sobre la capa de rodadura. También se puedo observar lo que son los baches ocasionados por los carros, pero debido a la humedad del terreno que se genera mediante las lluvias que caen en la zona. De igual manera se pudo observar que mediante al mal estado que se encuentra la estabilidad del suelo el cual genera un gran problema hacia los conductores debido al mal estado de la vía, esta les generara un gasto más de la cuenta en el mantenimiento de su vehículo y a un menor tiempo, solo por el hecho de haber transitado por dicho tramo.

Tabla N° 2 Matriz de Consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Tipo de investigación	Diseño de la Investigación	Variable
<p>“Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del pinar, Independencia, Huaraz -2018”</p>	<p>¿Cómo lograr que la capa de rodadura de la trocha Km3 al Km5 del Pinar Distrito de Independencia – Huaraz, tenga las condiciones de comodidad y seguridad?</p>	<p>Objetivo General Mejorar la estabilidad del suelo con cenizas de carbón en el barrio del Pinar, Distrito de Independencia – Huaraz.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Determinar el porcentaje óptimo, adicionando cenizas de carbón al 3%, 5% y 10%, para lograr aumentar la estabilidad del suelo. ❖ Estudiar la combinación de las cenizas de carbón en determinada proporción con el suelo de la vía del pinar, independencia, Huaraz. ❖ Comparar las propiedades mecánicas de CBR, límites de consistencia y densidad – humedad, del suelo en estado natural con el suelo estabilizado con cenizas de carbón. 	<p>La adición de cenizas de carbón mejorará la estabilidad del suelo en el Pinar, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz – 2018.</p>	<p>Cuantitativo</p>	<p>No Experimental</p>	<p>Estabilidad del suelo con cenizas de carbón.</p>

Elaboración Propia

ANEXO 2: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS

Tabla N° 3 Ubicación y localización de las muestras

CALICATA	COORDENADAS UTM	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
01	223826.478 E	0+009.88 km	1.50 mts
	8947260.037 N		
02	223571.199 E	1+001.55 km	1.50 mts
	8947700.930 N		
03	223974.252 E	2+017.55 km	1.50 mts
	8948133.782 N		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: RESUMEN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE CBR SUELOS –
CENIZAS

Tabla N° 5. Resumen de resultados del ensayo de CBR suelos - cenizas

CALICATA	MUESTRA	% DE ADICION DE CENIZAS	EXPANSIÓN (%)	CBR 0,1" AL	
				95% DE M.D.S.	100% DE M.D.S.
C-01	CL	3%	0.76	13.04	14.09
		5%	0.13	14.32	14.89
		10%	0.59	11.29	10.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DE ENSAYO DE CBR, AÑADIENDO CENIZAS DE CARBÓN 3%, 5% Y 10%

PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS

El ensayo de CBR se desarrolló de acuerdo a la norma NTP 339.145, la ejecución de este ensayo se realizó a la muestra patrón de la calicata uno y luego con la mezcla suelo-cenizas para la muestra de la calicata 1, por lo especificado anteriormente

Debido a que en la carretera en estudio encontramos suelos que contienen arena y teniendo en cuenta que a ello les afecta la humedad de compactación y la densidad obtenida, el ensayo de penetración se realizó luego que este haya sido saturado por 3 días, este ensayo se desarrolló en 3 partes las cuales son mencionadas a continuación

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR, para la ejecución de este ensayo se hizo uso del molde de 6" de diámetro con un pisón de 10lb, la muestra previamente secada lo pasamos a mezclar con el óptimo contenido de humedad del proctor para luego dividirla en 5 porciones iguales, la primera capa se agrega al molde y esta es compactada con el pisón por medio de 56 golpes, así sucesivamente con las demás capas. Este proceso se repetirá para ensayos con 25 golpes y 10 golpes, con la misma cantidad de capas a compactar y el mismo óptimo contenido de humedad.

Luego de ese proceso se pasó a medir la expansión por medio del Ensayo de hinchamiento para la ejecución de este ensayo se pasó a sumergir por 72 horas dichos moldes en un depósito y controladas cada 24 horas tomando lectura en un extensómetro para ver el hinchamiento de cada muestra compactada las de 56 golpes, 25 golpes y 10 golpes.

Finalmente se retira los moldes del balde para realizar el Ensayo de carga - penetración en la máquina del CBR y así poder medir su resistencia, luego de obtener esos datos, los moldes son retirados para extraer una porción del medio de cada muestra para medir su contenido de humedad saturada.

TABLA DE RESULTADOS

Tabla N° 6. Ensayo de la Relación de soporte(CBR) del suelo (C-1)

MOLDE N°			1	2	3
N° DE CAPAS			5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA			56	25	10
MUESTRA			SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE			2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE			5102.4	4146.9	5090.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO			9941.9	8836.4	9512.2
PESO DEL SUELO HUMEDO			4839.5	4689.5	4421.7
DENSIDAD HUMEDA			2.28	2.21	2.09
RECIPIENTE N°			18	16	17
PESO DE RECIPIENTE			27.38	27.52	31.18
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO			62.28	71.80	66.09
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO			58.42	67.01	62.31
PESO DE AGUA			3.86	4.79	3.78
PESO DE SUELO SECO			31.04	39.49	31.13
CONTENIDO DE HUMEDAD			12.44	12.13	12.14
DENSIDAD SECA			2.03	1.97	1.86

			EXPANSIÓN								
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			2	1006	0.79	4	1054	0.83	5	1097	0.86

		PENETRACIÓN					
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
PENETRACIÓN (pulg.)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pu12)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pu12)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pu12)	
0.025	72.6	24.1	40.5	13.5	19.6	6.5	
0.050	166.5	55.3	143.5	47.7	124.3	41.3	
0.075	282.4	93.8	226.6	75.3	186.5	62.0	
0.100	400.4	133.0	356.7	118.5	274.3	91.1	
0.150	467.3	155.2	446.6	148.4	306.6	101.9	
0.200	565.7	187.9	506.8	168.4	351.5	116.8	
0.250	589.4	195.8	566.1	188.1	465.7	154.7	
0.300	643.2	213.7	617.3	205.1	507.3	168.5	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Curva esfuerzo – penetración de suelo(C-01)

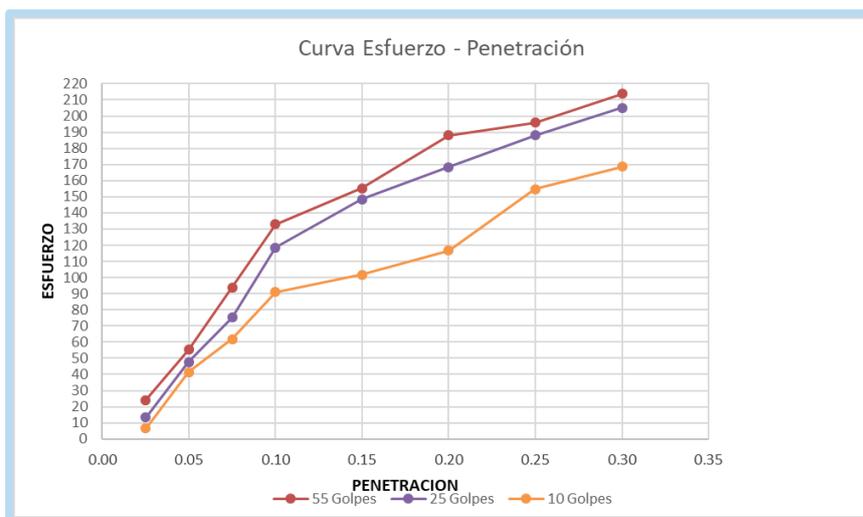


Tabla N° 7. Esfuerzo real y patrón del suelo natural (C-01)

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Esfuerzo Real (lb/pulg2)	133.0	187.9	118.5	168.4	91.1	116.8
Esfuerzo Patrón (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	13.30	12.53	11.85	11.22	9.11	7.79
MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	13.30	12.53	11.85	11.22	9.11	7.79
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.03		1.97		1.86	
	Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"		
		CBR (%)	DS (gr/cm ³)	CBR (%)	DS (gr/cm ³)	
	56Golpes	13.30	2.03	12.53	2.03	
	25 Golpes	11.85	1.97	11.22	1.97	
	10 Golpes	9.11	1.86	7.79	1.86	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Densidad seca CBR – suelo natural (C-01

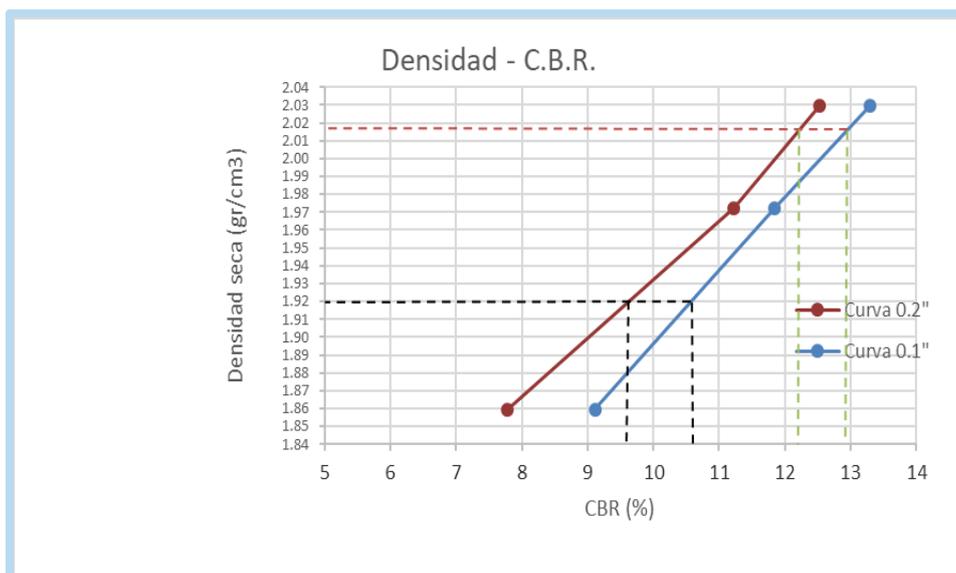


Tabla N°8 CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01)

		CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds.	2.018	13.12%	12.35%
95% Max. Ds.	1.92	10.50%	9.69%
CBR DISEÑO		10.50%	

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R) – AÑADIENDO EL 3% DE C.C

Tabla N°9. Ensayo de la Relación de soporte (CBR) del suelo (C-1) con 3 % de C.C

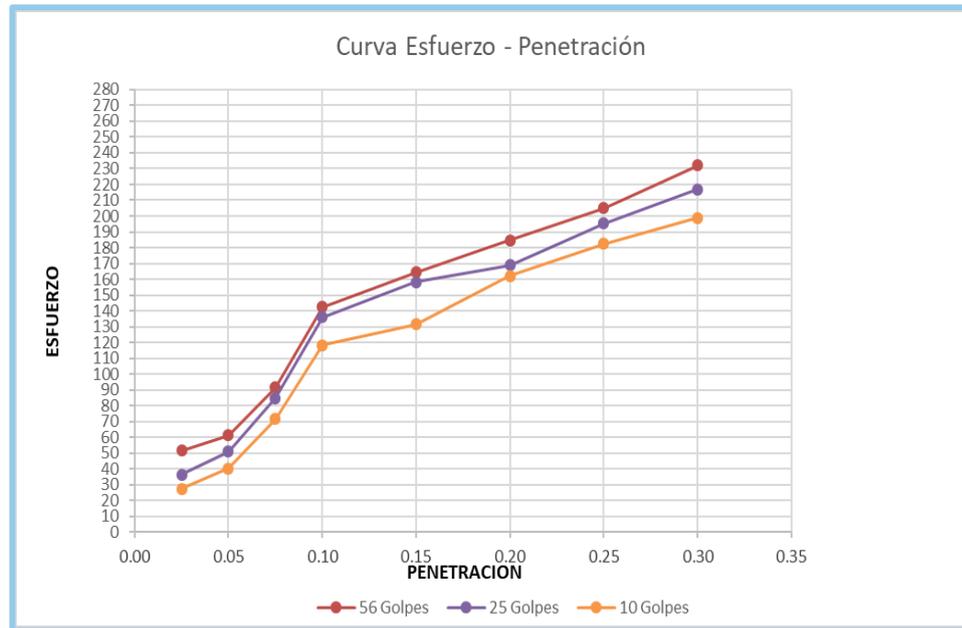
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE	5106.4	4152.9	5094.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	10036.2	8936.4	9617.6
PESO DEL SUELO HUMEDO	4929.8	4783.5	4523.1
DENSIDAD HUMEDA	2.32	2.26	2.13
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE	29.38	29.52	33.18
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	66.26	75.83	71.25
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	62.51	70.44	66.84
PESO DE AGUA	3.75	5.39	4.41
PESO DE SUELO SECO	33.13	40.92	33.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.32	13.17	13.10
DENSIDAD SECA	2.09	1.99	1.89

			EXPANSIÓN								
			56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			6	0.508	0.40	8	0.574	0.45	9	0.965	0.76

		PENETRACIÓN					
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
PENETRACIÓN (pulg.)		CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pul2)
		0.025	155.7	51.7	110.3	36.6	82.6
0.050	184.3	61.2	153.7	51.1	121.3	40.3	
0.075	275.4	91.5	255.4	84.9	215.8	71.7	
0.100	428.9	142.5	409.8	136.1	356.4	118.4	
0.150	495.3	164.6	476.4	158.3	395.6	131.4	
0.200	556.1	184.8	508.2	168.8	487.9	162.1	
0.250	616.9	205.0	587.5	195.2	549.3	182.5	
0.300	698.6	232.1	653.1	217.0	598.5	198.8	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°4. Curva Esfuerzo penetración – C -01 con 3% de C.C



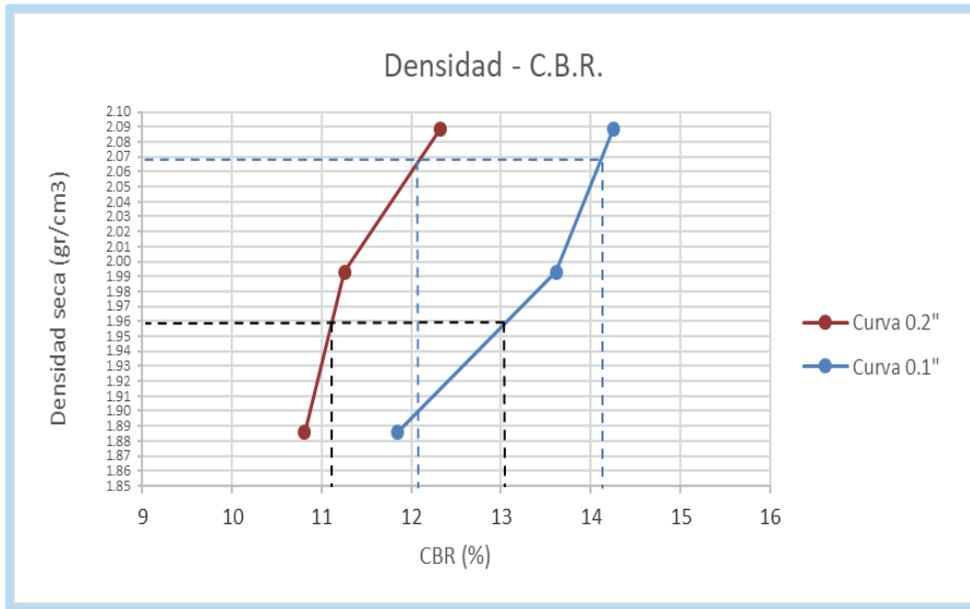
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10. Esfuerzo real y patrón del suelo natural (C-01) adicionando 3% de CC

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Esfuerzo Real (lb/pulg ²)	142.5	184.8	136.1	168.8	118.4	162.1
Esfuerzo Patrón (lb/pulg ²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	14.25	12.32	13.61	11.26	11.84	10.81
MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	14.25	12.32	13.61	11.26	11.84	10.81
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.09		1.99		1.89	
	Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"		
		C.B.R. (%)	DS (gr/cm ³)	C.B.R. (%)	DS (gr/cm ³)	
	56Golpes	14.25	2.09	12.32	2.09	
	25 Golpes	13.61	1.99	11.26	1.99	
	10 Golpes	11.84	1.89	10.81	1.89	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°5. Densidad seca – CRB del suelo con 3% de CC



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°11 CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01) con 3% de CC

		CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds.	2.068	14.09%	12.11%
95% Max. Ds.	1.96	13.04%	11.13%
CBR DISEÑO		13.04%	

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R) – AÑADIENDO EL 5% DE C.C

Tabla N°12. Ensayo de la Relación de soporte (CBR) del suelo (C-1) con 5% de C.C

	1	2	3
MOLDE N°			
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE	5106.4	4152.9	5094.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	10036.2	8936.4	9617.6
PESO DEL SUELO HUMEDO	4929.8	4783.5	4523.1
DENSIDAD HUMEDA	2.32	2.26	2.13
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE	28.42	28.13	32.76
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	65.26	74.52	71.25
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	60.43	68.42	66.21
PESO DE AGUA	4.83	6.10	5.04
PESO DE SUELO SECO	32.01	40.29	33.45
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.09	15.14	15.07
DENSIDAD SECA	2.02	1.96	1.85

			EXPANSIÓN								
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			1	0.059	0.05	5	0.177	0.14	8	0.252	0.20

PENETRACIÓN							
56 GOLPES							
PENETRACIÓN (pulg.)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg ²)	25 GOLPES		10 GOLPES		
			CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pulg ²)	
0.025	206.4	68.6	137.5	45.7	97.4	32.4	
0.050	276.9	92.0	223.6	74.3	145.3	48.3	
0.075	353.8	117.5	307.5	102.2	236.7	78.6	
0.100	453.7	150.7	415.3	138.0	359.2	119.3	
0.150	565.8	188.0	524.9	174.4	423.5	140.7	
0.200	654.5	217.4	583.5	193.9	508.6	169.0	
0.250	713.6	237.1	634.6	210.8	586.3	194.8	
0.300	776.2	257.9	718.3	238.6	657.4	218.4	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°6. Curva Esfuerzo penetración – C -01 con 5% de C.C

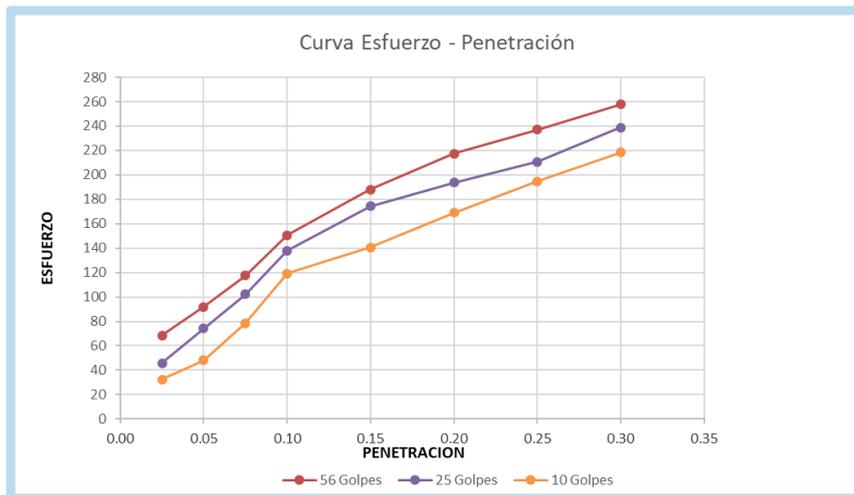
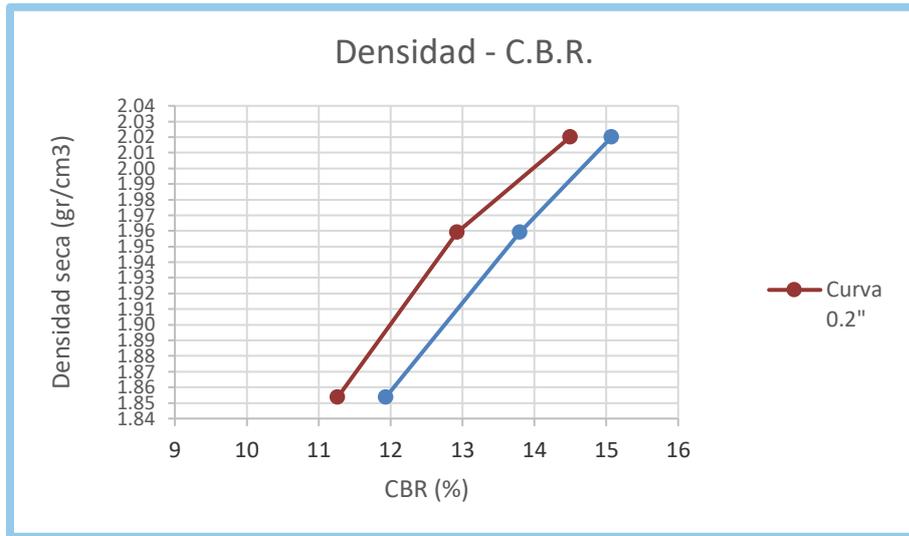


Tabla N° 13. Esfuerzo real y patrón del suelo natural (C-01) adicionando 5% de CC

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Es fuerza Real (lb/pulg ²)	150.7	217.4	138.0	193.9	119.3	169.0
Es fuerza Patrón (lb/pulg ²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	15.07	14.50	13.80	12.92	11.93	11.26
MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	15.07	14.50	13.80	12.92	11.93	11.26
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.02		1.96		1.85	
	Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"		
		CBR (%)	DS (gr/cm ³)	CBR (%)	DS (gr/cm ³)	
	56Golpes	15.07	2.02	14.50	2.02	
	25 Golpes	13.80	1.96	12.92	1.96	
	10 Golpes	11.93	1.85	11.26	1.85	

Fuente: Elaboración propia

Figura N°7. Densidad seca – CRB del suelo con 5% de CC



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°14 CBR al 95 y 100% de la M.D.S del suelo (C-01) con 5% de CC

		CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds.	2.1	14.89%	14.21%
95% Max. Ds.	1.995	14.32%	13.41%
CBR DISEÑO		14.32%	

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R) – AÑADIENDO EL 10% DE C.C

Tabla N°15. Ensayo de la Relación de soporte (CBR) del suelo (C-1) con 10% de C.C

MOLDE N°		1	2	3
N° DE CAPAS		5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA		56	25	10
MUESTRA		SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE		2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE		5106.4	4152.9	5094.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO		9745.4	9048.6	9752.1
PESO DEL SUELO HUMEDO		4638.95	4895.7	4657.6
DENSIDAD HUMEDA		2.19	2.31	2.20
RECIPIENTE N°		1	2	3
PESO DE RECIPIENTE		25.65	25.74	29.48
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO		62.34	70.86	68.95
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO		60.19	64.76	63.87
PESO DE AGUA		2.15	6.10	5.08
PESO DE SUELO SECO		34.54	39.02	34.39
CONTENIDO DE HUMEDAD		6.22	15.64	14.77
DENSIDAD SECA		2.06	2.00	1.91

			EXPANSIÓN								
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			2	0.536	0.42	4	0.663	0.52	6	0.754	0.59

							PENETRACIÓN					
							56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
PENETRACIÓN (pulg.)	CARGA (lb)		ESFUERZO (lb/pul2)		CARGA (lb)		ESFUERZO (lb/pul2)		CARGA (lb)		ESFUERZO (lb/pul2)	
	0.025	118.5		39.4		88.7	29.5		47.2	15.7		
0.050	165.6		55.0		126.3	42.0		84.7	28.1			
0.075	238.5		79.2		184.7	61.4		136.3	45.3			
0.100	395.1		131.3		364.2	121.0		325.4	108.1			
0.150	453.6		150.7		407.6	135.4		367.9	122.2			
0.200	546.8		181.7		496.9	165.1		431.6	143.4			
0.250	573.7		190.6		529.5	175.9		486.3	161.6			
0.300	608.3		202.1		567.4	188.5		517.9	172.1			

Fuente: Elaboración propia

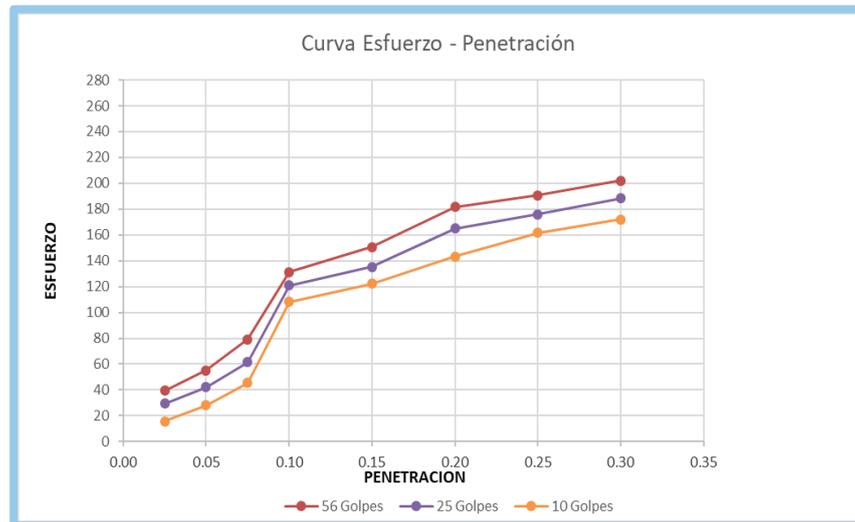


Figura N°8. Curva Esfuerzo penetración – C -01 con 10% de C.C

ANEXO 5: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS DE ENSAYO DE PROCTOR
MODIFICADO DE LA C-01 Y AÑADIENDO CENIZAS DE
CARBÓN 3%, 5% Y 10%

PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS

El ensayo de Proctor modificado se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.141, la ejecución de este ensayo se aplicó tanto a la muestra patrón, como a la muestra de la misma con distintos porcentajes del estabilizador cenizas.

En este caso las muestras patrón a analizar serán de la calicata C-01 y en el caso de las muestras suelo – cenizas se harán con la misma calicata, debido a que la calicata 2 y 3 presenta características muy similares a la de la muestra representativa de la calicata 1.

Para el inicio de este ensayo primero tuvimos que definir el método de compactación, lo cual se basó en tamizar una muestra representativa por los tamices N° 4, 3/8" y 3/4" respectivamente, de manera que por porcentaje de participación de los pesos retenidos en dichas mallas se obtenga el método a ser usado (A, B o C), para esta investigación se obtuvo el método C. de acuerdo a lo seleccionado en la siguiente tabla.

Tabla N 18. Elección de método de compactación

METODO	MOLDE	PESO DEL PISON	Nº DE CAPAS	Nº DE GOLPE POR CAPAS	USO DEL METODO DE COMPACTACIÓN
(A) P. Estándar	4 ”	5 Lb	3	25	Si 20% o menos del material es retenido en el tamiz N°4
(B) P. Estándar	4 ”	5 Lb	3	25	Si más del 20% del material es retenido en el tamiz n° 4 y 20% o menos es retenido en el tamiz de 3/8”
(B) P. Estándar	6 ”	5 Lb	3	56	Si más del 20 % del material es retenido en el tamiz 3/8 “ y 30% es retenido en el tamiz ¾”
(A) P. Modificado	4 ”	10 Lb	5	25	Si 20% o menos del material es retenido en el tamiz N°4
(B) P. Modificado	4 ”	10 Lb	5	25	Si más del 20% del material es retenido en el tamiz n° 4 y 20% o menos es retenido en el tamiz de 3/8”
(C) P. Modificado	6 ”	10 Lb	5	56	Si más del 20 % del material es retenido en el tamiz 3/8 “ y 30% es retenido en el tamiz ¾”

Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionado el método, se pasó a preparar 3 muestras de 6 kilos cada una con un determinado contenido de humedad, tres de las muestras con el estabilizador cenizas de carbón y una muestra patrón.

Preparada ya las muestras antes mencionados se procedió a colocarlas en el molde del proctor, para seguidamente compactar cada una de ellas en 5 capas y cada una de las capas con 56 golpes de acuerdo a lo indicado en la tabla 12 método “C” este proceso se repite agregando el 2 % al 4% de agua a la muestra, hasta que este llegue o se aproxime a su óptimo contenido de humedad, al finalizar el proceso de compactación de la última

capa, se retiró el collarín del molde, y se procedió a nivelar con una regla metálica, para poder determinar la densidad húmeda, además del ensayo también se pudo determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada.

Finalmente se grafica la curva de compactación, con los datos de contenido de humedad y los datos de densidad seca. Con la gráfica ya culminada se pudo determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, dichos datos nos van a servir para el desarrollo del ensayo del CBR.

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla N°19 proctor modificado del suelo (C-01)

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):		2124		Tipo de Molde:		6"		Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	Golpes (N°):				Peso de Molde (gr.):				Método:	
MUESTRA	N°	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7325.40	7472.90	7599.30	7565.30					
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2855.60					
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4469.80	4617.30	4743.70	4709.70					
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.10	2.17	2.23	2.22					
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE	N°	N°7	N°12	N°3B	N°5					
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	77.53	61.52	64.44	87.07					
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	73.17	58.39	60.65	79.61					
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	26.13	27.64	27.34	27.20					
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	4.36	3.13	3.79	7.46					
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	47.04	30.75	33.31	52.41					
HUMEDAD (10)/(11)	%	9.27	10.18	11.38	14.23					
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	1.93	1.97	2.01	1.94					

Fuente: Elaboración propia

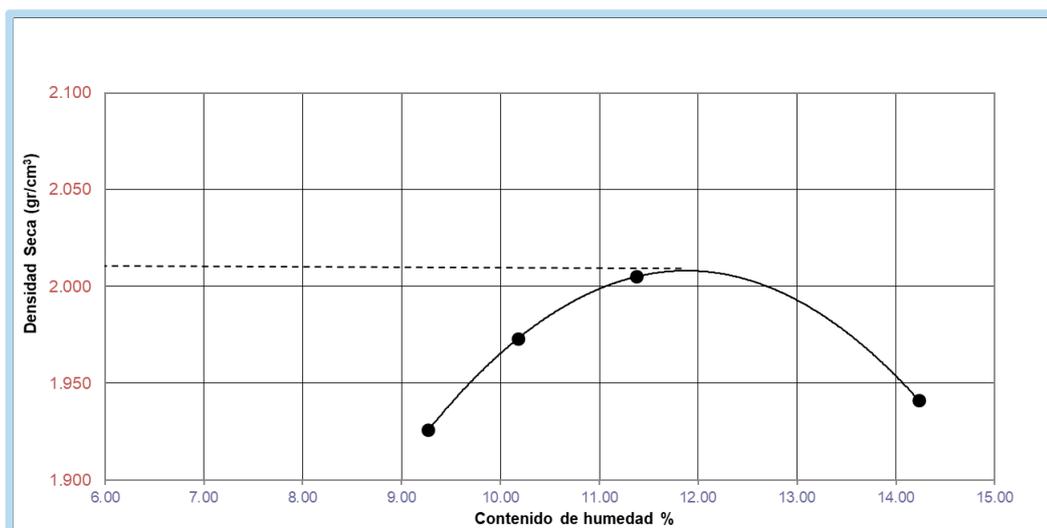


Figura N°11. Curva de compactación suelo natural

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON 3% DE C.C (C-01)

Tabla N°20 proctor modificado del suelo (C-01) con 3% de CC

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):	2124		Tipo de Molde:	6"		Temperatura Secado (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°):	56		Peso de Molde (gr.):	2855.60		Método:
MUESTRA	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7475.40	7622.90	7749.30	7715.30		
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2855.60		
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4619.80	4767.30	4893.70	4859.70		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.18	2.24	2.30	2.29		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	N°	N°7	N°12	N°38	N°5		
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	72.33	56.22	59.69	81.97		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	68.07	53.06	55.88	75.21		
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	22.03	23.54	23.24	23.18		
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	4.26	3.16	3.81	6.76		
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	46.04	29.52	32.64	52.03		
HUMEDAD (10)/(11)	%	9.25	10.70	11.67	12.99		
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	1.99	2.03	2.06	2.02		

Fuente: Elaboración propia

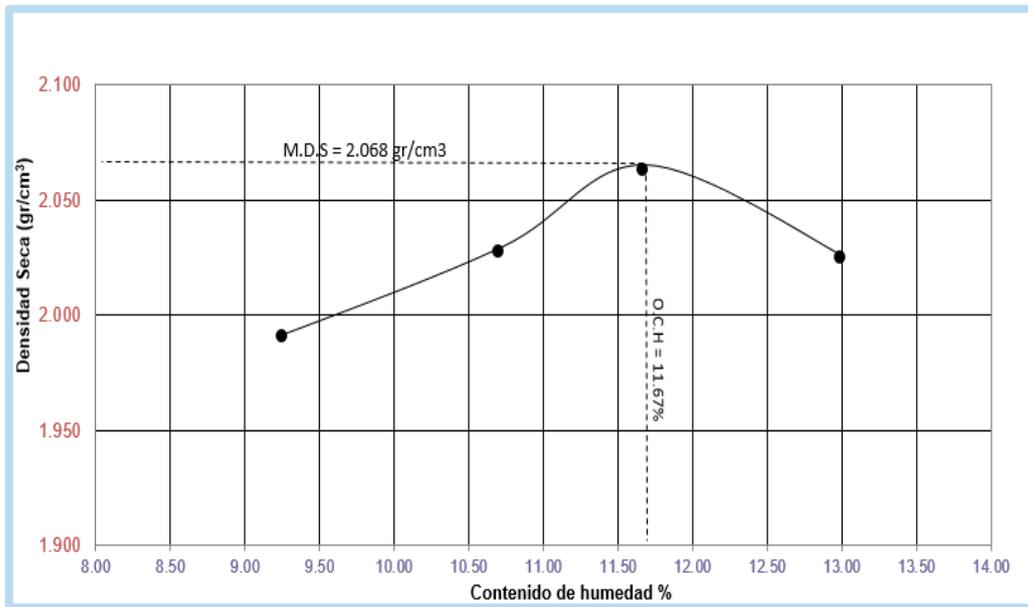


Figura N°12. Curva de compactación suelo natural con 3% de CC.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON 5% DE C.C (C-01)

Tabla N°21 proctor modificado del suelo (C-01) con 5% de CC

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc) : 2124		Tipo de Molde: 6"		Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	Golpes (N°) : 56		Peso de Molde (gr.): 2855.60		Método :	
MUESTRA	N°	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7696.40	7843.90	7970.30	7936.30	
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2855.60	
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4840.80	4988.30	5114.70	5080.70	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.28	2.35	2.41	2.39	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE	N°	N°1	N°3	N°5	N°7	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	75.33	59.32	62.24	84.87	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	70.27	55.66	57.94	76.81	
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	28.53	29.24	28.62	29.10	
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	5.06	3.66	4.30	8.06	
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	41.74	26.42	29.32	47.71	
HUMEDAD (10)/(11)	%	12.12	13.85	14.67	16.89	
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	2.03	2.06	2.100	2.05	

Fuente: Elaboración propia

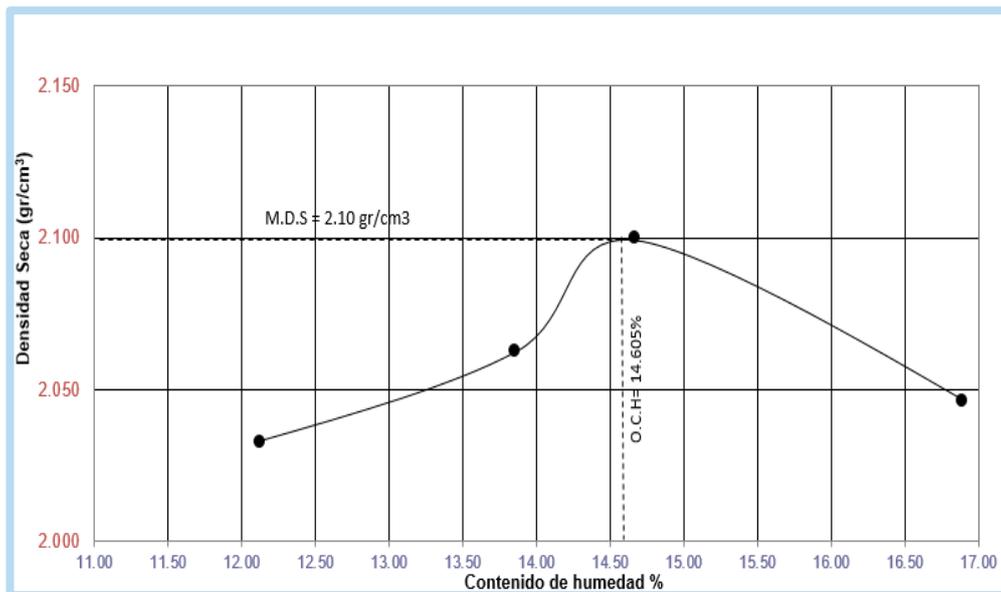


Figura N°13. Curva de compactación suelo natural con 5% de CC

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON 10% DE C.C (C-01)

Tabla N°22 proctor modificado del suelo (C-01) con 10% de CC

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc) :	2124		Tipo de Molde:	6"		Temperatura Secado (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°) :	56		Peso de Molde (gr.):	2855.60		Método :
MUESTRA	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7472.90	7689.50	7823.10	7836.30		
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2895.60		
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4617.30	4833.90	4967.50	4940.70		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.17	2.28	2.34	2.33		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	N°	N°1	N°3	N°5	N°7		
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	69.43	56.32	59.44	79.73		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	64.05	52.24	54.78	72.01		
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	22.30	22.83	22.62	22.54		
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	5.38	4.08	4.66	7.72		
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	41.75	29.41	32.16	49.47		
HUMEDAD (10)/(11)	%	12.89	13.87	14.49	15.61		
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	1.926	1.999	2.043	2.012		

Fuente: Elaboración propia

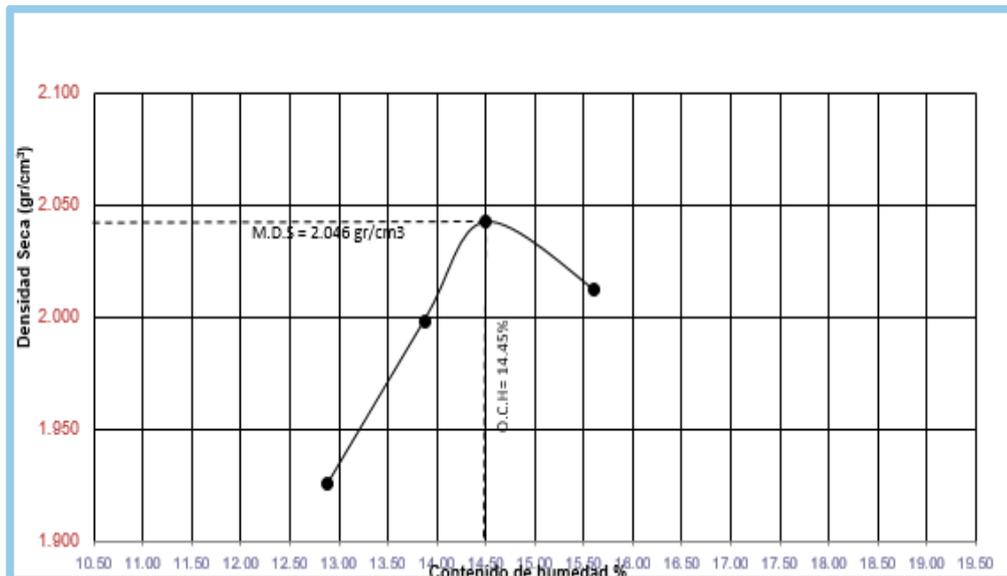


Figura N°14. Curva de compactación suelo natural con 10% de CC

ANEXO 6: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS DE ENSAYO DE LÍMITES
DE ATTERMBERG A LAS 3 CALICATAS Y AÑADIENDO
CENIZAS DE CARBÓN A LA CALICATA PATRÓN EN
PORCENTAJES DE 3, 5 Y 10%

PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS

Estos ensayos se realizaron para las muestras patrón y con adición de cenizas de carbón, de acuerdo a lo indicado en la NTP 339.129

LÍMITE LÍQUIDO: Antes de la ejecución de este ensayo se obtuvo 96.6 gr aproximadamente de la muestra pasante por el tamiz N° 40, seguidamente en un recipiente se mezcló el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta suave y uniforme, para posteriormente colocar una porción de esta pasta en la copa de casa grande con espesor de 1cm. En el centro se realizó una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quede dividida en dos partes.

A continuación, se ejecutó la copa de casa grande a razón de 2 golpes/seg. Contando el número de golpes necesarios para que la parte inferior del talud de la ranura se cierre 1.27cm, luego se tomó 10 gr de suelo aproximadamente de la ranura cerrada y se determinó el contenido de humedad de esta.

Finalmente se realizó la gráfica de fluidez determinando la ordenada correspondiente a los 25 golpes, este valor que se obtuvo fue el límite líquido del suelo. Este ensayo se realizó para cada una de las calicatas.

LÍMITE PLÁSTICO: Con la misma muestra del ensayo anterior, se mezcló perfectamente alrededor de 30 gr de suelo húmedo. Para posteriormente este ser rolando de manera uniforme sobre una placa de vidrio hasta alcanzar un diámetro de 3 mm. Se repitió el roleo constante reduciéndole el contenido de humedad. Se pudo decir que llegamos al límite plástico cuando este bastoncillo rolando se cuarteo. Una vez terminado el ensayo, la muestra cuarteada fue llevada a una vasija para luego se haga la medición del contenido de humedad.

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla N°23 Límite líquido y Plástico de la calicata C-01

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
			#1	#2	#3	#1	#2	
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	16.9	15.7	14.9	15.43	15.37	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	31.8	26.59	22.15	19.53	19.73	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	28.78	23.9	20.0	18.63	18.95	
4	PESO DEL AGUA (2-3)	(g)	3.0	2.7	2.1	0.90	0.78	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1)	(g)	11.9	8.2	5.1	3.2	3.6	PROMEDIO
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	(%)	25	33	42	28.13	21.79	24.96

Fuente: Elaboración propia

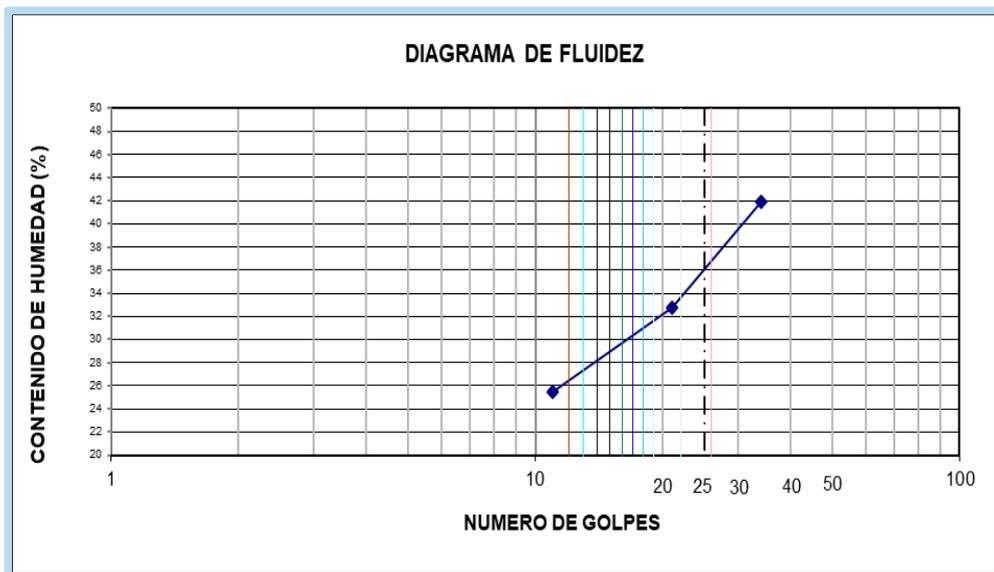


Figura N°16. Diagrama de Fluidez de la calicata C-01

Tabla N°24 Resumen de resultados de límites de consistencia C-01

Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D-4318	
Límite Líquido (%)	36
Límite Plástico (%)	24.89
Índice de Plasticidad (%)	11.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25 Límite líquido y Plástico de la calicata C-02

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
			#6	#7	#10	#8	#12	
1								
			17	20	30			
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	23.86	24.76	25.54	24.62	25.38	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	35.65	35.98	36.06	27.34	28.32	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	32.54	33.36	33.9	26.86	27.73	
4	PESO DEL AGUA (2-3)	(g)	3.1	2.6	2.1	0.48	0.59	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1)	(g)	8.7	8.6	8.4	2.2	2.4	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	(%)	36	30	25	21.43	25.11	23.27

Fuente: Elaboración propia

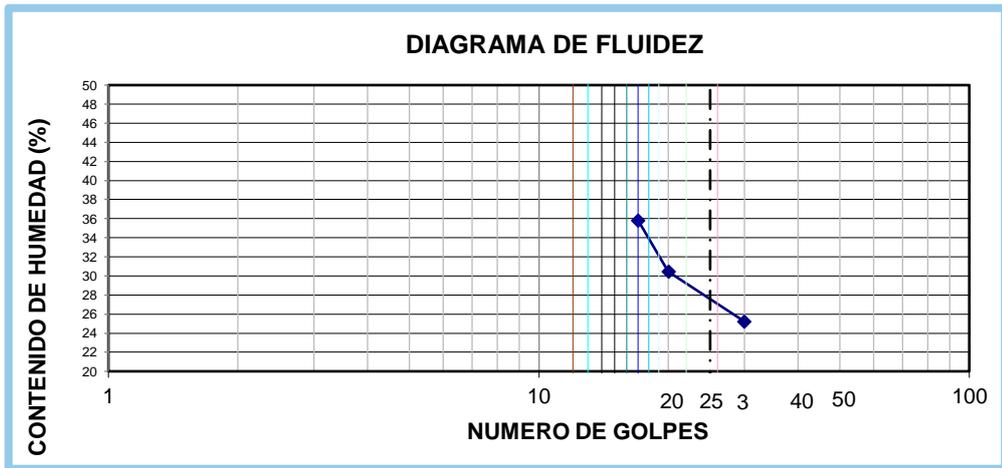


Figura N°17. Diagrama de Fluidez de la calicata C-02

Tabla N°26 Resumen de resultados de límites de consistencia C-02

Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D-4318	
Límite Líquido (%)	28
Límite Plástico (%)	23.27
Índice de Plasticidad (%)	4.73

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°27 Límite líquido y Plástico de la calicata C-03

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
			A	C	B	#9	#A-1	
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)		18.54	18.68	19.23	18.65	19.43	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		32.72	32.59	33.7	32.27	33.15	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		29.48	29.15	29.71	29.28	30.25	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)		3.2	3.4	4.0	2.99	2.90	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)		10.9	10.5	10.5	10.6	10.8	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)		30	33	38	28.13	26.80	
							PROMEDIO	27.47

Fuente: Elaboración propia

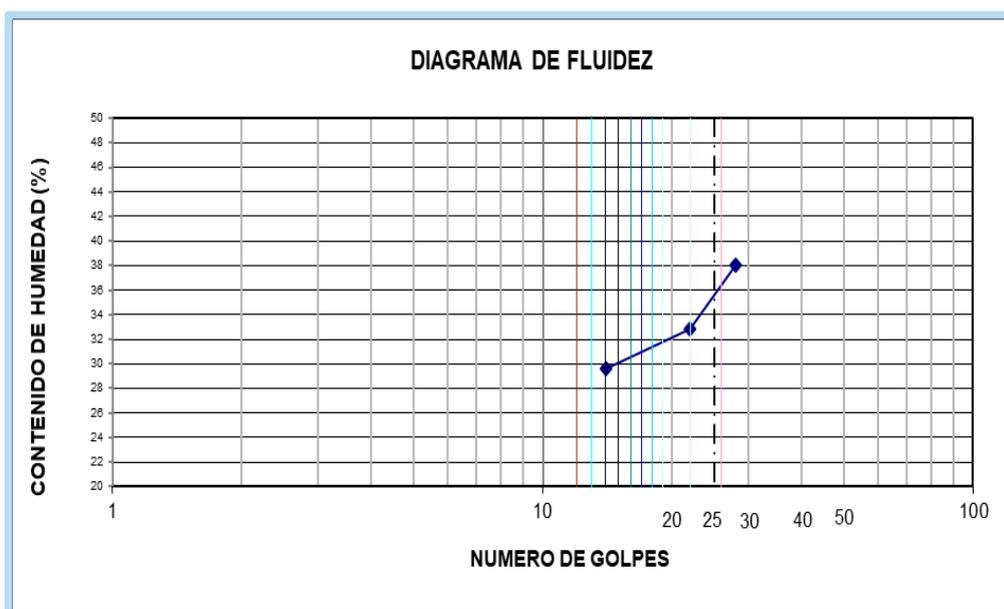


Figura N°18. Diagrama de Fluidez de la calicata C-03

Tabla N°28 Resumen de resultados de límites de consistencia C-03

Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D-4318	
Límite Líquido (%)	34.56
Límite Plástico (%)	27.47
Índice de Plasticidad (%)	7.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°29 Límite líquido y Plástico de la calicata adicionando 3% de CC (C-01)

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
			#1	#2	#3	#1	#2	
1			13	22	31			
			(g)	(g)	(g)			
1	PESO DEL RECIPIENTE		14.54	13.45	12.68	18.43	18.32	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO		26.8	26.28	20.83	21.54	22.65	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO		24.54	23.43	18.8	20.86	21.93	
4	PESO DEL AGUA (2-3)		2.3	2.9	2.1	0.68	0.72	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1)		10.0	10.0	6.1	2.4	3.6	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	(%)	23	29	34	27.98	19.94	23.96

Fuente: Elaboración propia

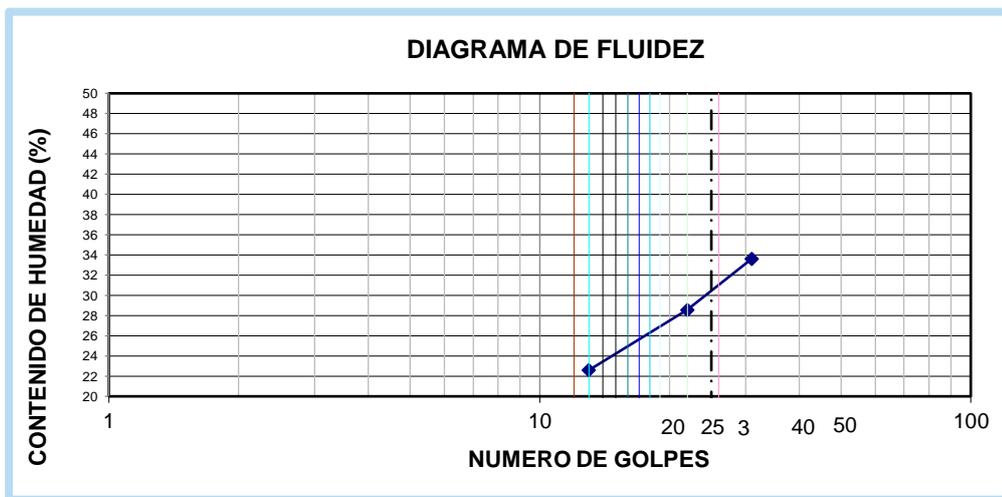


Figura N°19. Diagrama de Fluidez de la calicata adicionando 3% de CC

Tabla N° 30. Resumen de resultados de límites de consistencia C-1 con 3% de CC

Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D-4318	
Límite Líquido (%)	30.68
Límite Plástico (%)	23.93
Índice de Plasticidad (%)	6.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°31 Límite líquido y Plástico de la calicata adicionando 5% de CC (C-01)

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
			#1	#2	#3	#1	#2	
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	12	11.76	13.45	12.68	21.25	20.82	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	23	28.34	27.41	26.89	24.54	25.38	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	29	25.17	24.55	23.9	23.76	24.79	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)		3.2	2.9	3.0	0.78	0.59	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)		13.4	11.1	11.2	2.5	4.0	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)		24	26	27	31.08	14.86	22.97

Fuente: Elaboración propia

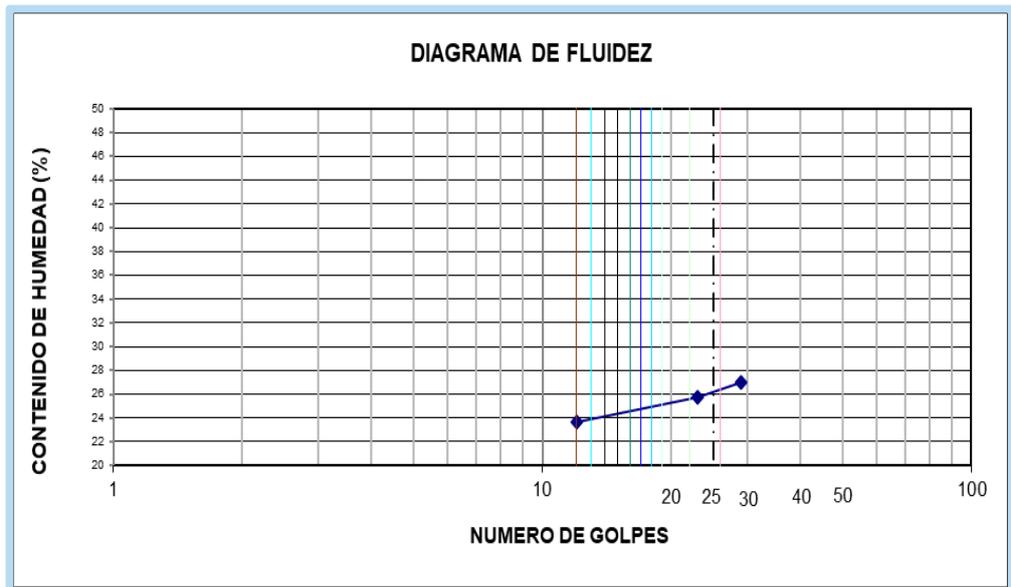


Figura N°20. Diagrama de Fluidez de la calicata adicionando 5% de CC

Tabla N° 32. Resumen de resultados de límites de consistencia C-1 con 5% de CC

Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D-4318	
Límite Líquido (%)	26.35
Límite Plástico (%)	22.97
Índice de Plasticidad (%)	3.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°33 Límite líquido y Plástico de la calicata adicionando 10% de CC (C-01)

PRUEBA N°								
RECIPIENTE N°		#1	#2	#3		#1	#2	
NÚMERO DE GOLPES		13	26	31				
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	12.56	14.65	13.49		19.43	19.31	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	25.84	26.71	25.29		23.44	23.59	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	23.57	24.39	22.87		22.95	22.97	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)	2.3	2.3	2.4		0.49	0.62	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)	11.0	9.7	9.4		3.5	3.7	PROMEDIO
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)	21	24	26		13.92	16.94	15.4

Fuente: Elaboración propia

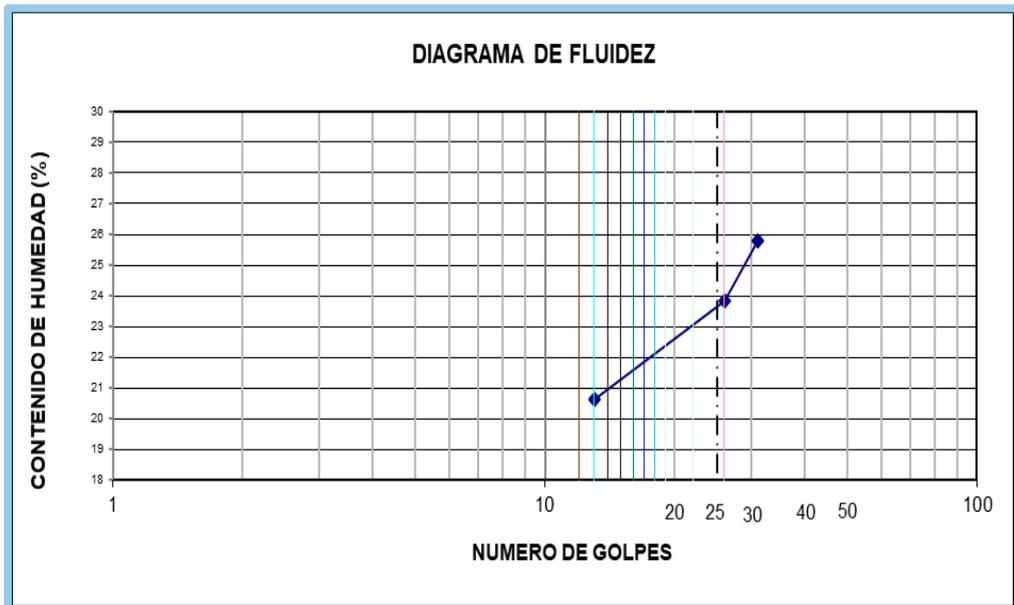


Figura N°21. Diagrama de Fluidez de la calicata adicionando 10% de CC

Tabla N° 34. Resumen de resultados de límites de consistencia C-1 con 10% de CC

Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D-4318	
Límite Líquido (%)	23.76
Límite Plástico (%)	15.43
Índice de Plasticidad (%)	8.33

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS DE ENSAYO DE
CONTENIDO DE HUMEDAD APLICADA A LAS 3
CALICATAS

PROCEDIMIENTO Y CÁLCULOS

Para la realización de este ensayo de contenido de humedad de las muestras patrón se siguió de acuerdo al procedimiento establecido por la siguiente Norma técnica peruana NTP 339.127. El ensayo se realizó a las muestras inalteradas aproximadamente 600 gr extraídas de cada una de las calicatas, esta muestra inmediatamente se trasladó al laboratorio se suelos LUCER Laboratorio, donde se determinó la cantidad de agua presente en la muestra de suelo.

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla N° 35. Contenido de Humedad del Suelo C-1

1	N° DEL RECIPIENTE	#1	#2	#3	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	30.8	28.1	28.4	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	103.4	149.8	119.4	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	97.3	139.5	111.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)	6.05	10.36	7.73	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)	66.56	111.35	83.27	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	9.09	9.30	9.28	9.23

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 36. Contenido de Humedad del Suelo C-2

1	N° DEL RECIPIENTE	#12	#13	#16	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	31.67	28.09	28.76	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	105.56	98.76	104.45	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	98.9	92.5	97.9	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)	6.69	6.31	6.58	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)	67.20	64.36	69.11	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	9.96	9.80	9.52	9.76

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 37. Contenido de Humedad del Suelo C-3

1	N° DEL RECIPIENTE		#10	#6	#7	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		29.7	29.7	27.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		98.5	95.6	99.9	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		91.8	89.7	93.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		6.70	5.95	6.20	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		62.11	59.97	65.84	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		10.79	9.92	9.42	10.04

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8: COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CBR

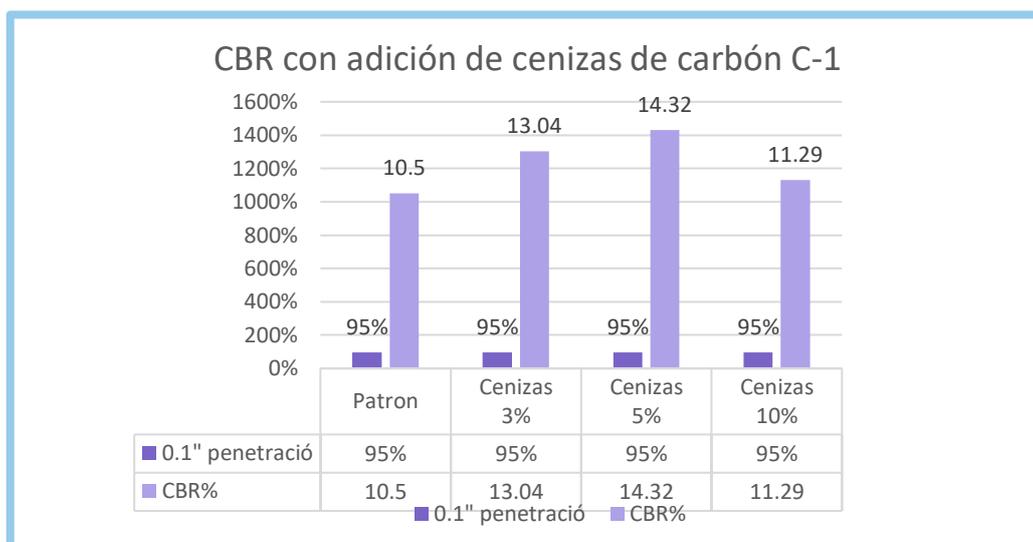


Figura N°25. Comparación de resultados de CBR

DESCRIPCIÓN: En el ensayo de california Bearing ratio para la calicata 1 tomaremos como referencia los resultados de la muestra patrón.

La muestra utilizada en el molde del proctor modificado, luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1" con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 10.50%.

Destacaremos el mejor índice de CBR que arroja con la adición de C.C.A. El que predomina es al 5 % de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado, luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1" con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 14.32%.

INTERPRETACIÓN: El ensayo de CBR es para definir si el suelo es bueno o malo para ser utilizado como carpeta de rodadura cumpliendo los requerimientos de la norma del ministerio de transportes y comunicaciones E-101, los ensayos de CBR obtenidos en esta investigación dio como resultado que el patrón arrojará un CBR al 10.5% es una sub rasante regularmente bueno, y nos damos cuenta que la resistencia sigue aumentando, adicionándole el 3% de cenizas de carbón donde el porcentaje de CBR alcanza un 13.04%. En la adición del 5% de cenizas de carbón logro un 14.32% de CBR siendo el predominante, ya que la adición al 10% alcanzo un 11.29% de CBR.

ANEXO 9: RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CALICATAS 1-2-3

Tabla N°38. Resumen de los resultados C-01

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADO EN LA C-01			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
Grava	33.7%		
Arena	19.14%		
Arcilla o Limo	47.16%		
CONTENIDO DE HUMEDAD			
% C.H.	9.23%		
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
	Natural	Estabilizado	
Límite Líquido	36.00	26.35	
Límite Plástico	24.89	22.97	
Índice de Plasticidad	11.11	3.38	
CLASIFICACION DE SUELOS			
Método SUCS	SM		
Método AASHTO	A-2-4 (0)		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
	Natural	Estabilizado	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.018	2.075	
Optimo Contenido de Humedad (%)	11.62	14.75	
RELACIÓN DE SOPORTE CBR			
	Expansión (%)	% CBR (95%)	% CBR (100%)
Natural	0.86	10.50	13.1
Estabilizado	0.13	14.32	14.89

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°39. Resumen de los resultados C-02

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADO EN LA C-02	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Grava	34.11 %
Arena	16.41 %
Arcilla o Limo	49.48%
CONTENIDO DE HUMEDAD	
% C.H.	9.76 %
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	28 %
Límite Plástico	23.27%
Índice de Plasticidad	4.73%
CLASIFICACION DE SUELOS	
Método SUCS	SM
Método AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°40. Resumen de los resultados C-03

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADO EN LA C-03	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Grava	32.91%
Arena	17.26%
Arcilla o Limo	49.83. %
CONTENIDO DE HUMEDAD	
% DE C.H.	10.04 %
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	34.56%
Límite Plástico	27.47%
Índice de Plasticidad	7.09%
CLASIFICACION DE SUELOS	
Método SUCS	SM
Método AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 10: INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN
DE DATOS



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURA

NTP 339.127 / ASTM D2216

TESIS:				
CALICATA		UBICACIÓN		PROF. (m)
CANTERA	-	MUESTRA		
1	N° DEL RECIPIENTE			
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)			
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)			
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)			
6	PESO DEL SUELO SECO (g)			PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			



TESISTAS

TESIS

UBICACIÓN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D 422

CALICATA	N° 01
TAMIZ	% QUE PASA
3"	
2"	
1 1/2"	
1"	
3/4"	
1/2"	
3/8"	
1/4"	
N° 4	
N° 10	
N° 20	
N° 40	
N° 60	
N° 140	
N° 200	

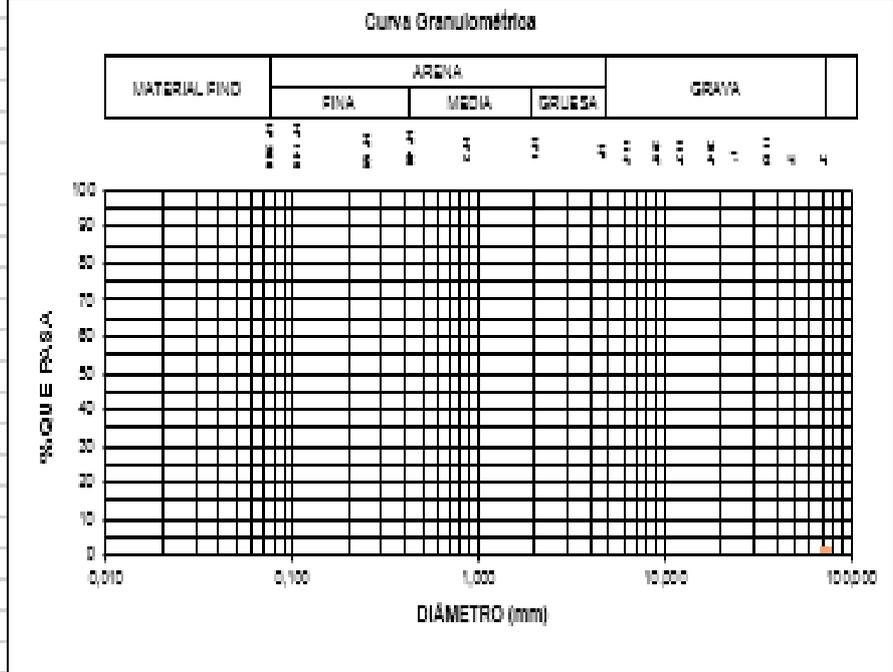
CLASIFICACION DE SUELOS

SUCS

ASHTOO



TESISTA	
TESIS	
UBICACIÓN	
CALICATA	N° 01



RESULTADOS; ASTM-D2487/D3282	
COEFICIENTE DE:	UNIFORMIDAD (CU)
	GRAVA (No 4 < Diam < 2")
	ARENA (No 200 < Diam < No 4)
	INICIO (Diam < No 200)
CLASIFICACION	AASHTO
	SUCS

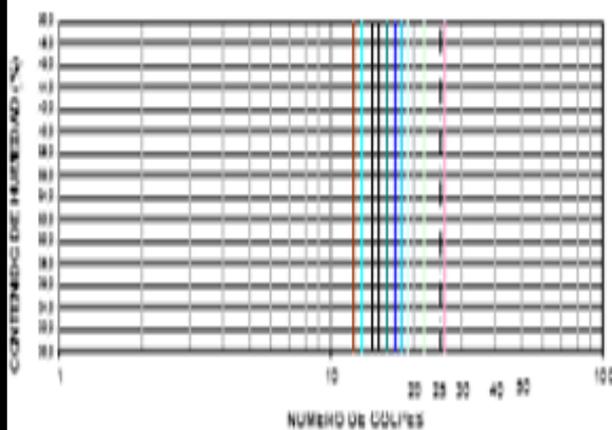


LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION:		MUESTRA:		PROF. (m)	
TESIS:					
				LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
PRUEBA N°					
RECIPIENTE N°					
NÚMERO DE GOLPES					
PESO DEL RECIPIENTE (g)					
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)					
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)					
PESO DEL AGUA (2-3) (g)					
PESO DEL SUELO SECO (2-1) (g)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)					
					PROMEDIO

DIAGRAMA DE FLUIDEZ





LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESIS:	
LUGAR:	
DALICATA	

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM D 1556

MOLDE N°	Valor de Molde (gr):	Tipo de Molde:	Temperatura Ambiente (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°):	Peso de Molde (gr.):	Molde:
MUESTRA	N°		
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	Gr.		
PESO DEL MOLDE	Gr.		
PESO DEL SUELO HUMEDO (B)-(A)	Gr.		
PERCENTAJE DE SUELO HUMEDO (B)/(A)	Gr/Gr.		
CONTENIDO DE HUMEDAD			
RECIPIENTE	N°		
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	Gr.		
PESO SUELO SECO-CAPSULA	Gr.		
PESO DE LA CAPSULA	Gr.		
PESO DEL AGUA (H)-(G)	Gr.		
PESO DEL SUELO SECO (H)-(F)	Gr.		
HUMEDAD (H)/(F)	%		
PERCENTAJE DE SUELO SECO (S)/(H)-(F)/(H)	Gr/Gr.		

Página 1



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)

MTC E-132

TESISTA:

UBICACIÓN:

TESIS:

PROFUNDIDAD
MUESTRA (m):

CALICATA
PROGRESIVA

CONDICIÓN

MOLDE N°			
N° DE CAPAS			
N° DE GOLPES POR CAPA			
ARESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE			
PESO DE MOLDE			
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO			
PESO DEL SUELO HUMEDO			
DENSIDAD HUMEDA			
RECIPIENTE N°			
PESO DE RECIPIENTE			
PESO DE RECIPIENTE + SUELO MO			
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SE			
PESO DE AGUA			
PESO DE SUELO SECO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
DENSIDAD SECA			

Página 1

EXPANSIÓN

50 GOLPES

25 GOLPES

Nº GOLPES

FECHA	NOTA	TIEMPO	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN	
			MM	2	MM	2	MM	2

PENETRACIÓN

50 GOLPES

25 GOLPES

Nº GOLPES

PENETRACIÓN (mm)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)
0.050						
0.075						
0.100						
0.150						
0.200						



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS	ESTRATIGRAFIA			
	EXCAVACION:			
	NIVEL FRATICO:			
	UBICACIÓN			
TESIS:				
UBICACIÓN:			FECHA:	
METODO DE EXCAVACION:			ELABORADO POR:	
	CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUN DIDAD	SIOMBO LOS	GRAFIC O	HUMEDAD (R)	
IDENTIFICACION DE MUESTRAS				

ANEXO 11: PANEL
FOTOGRAFICO



Figura 26. Estado actual del tramo de estudio, el Pinar, Independencia.

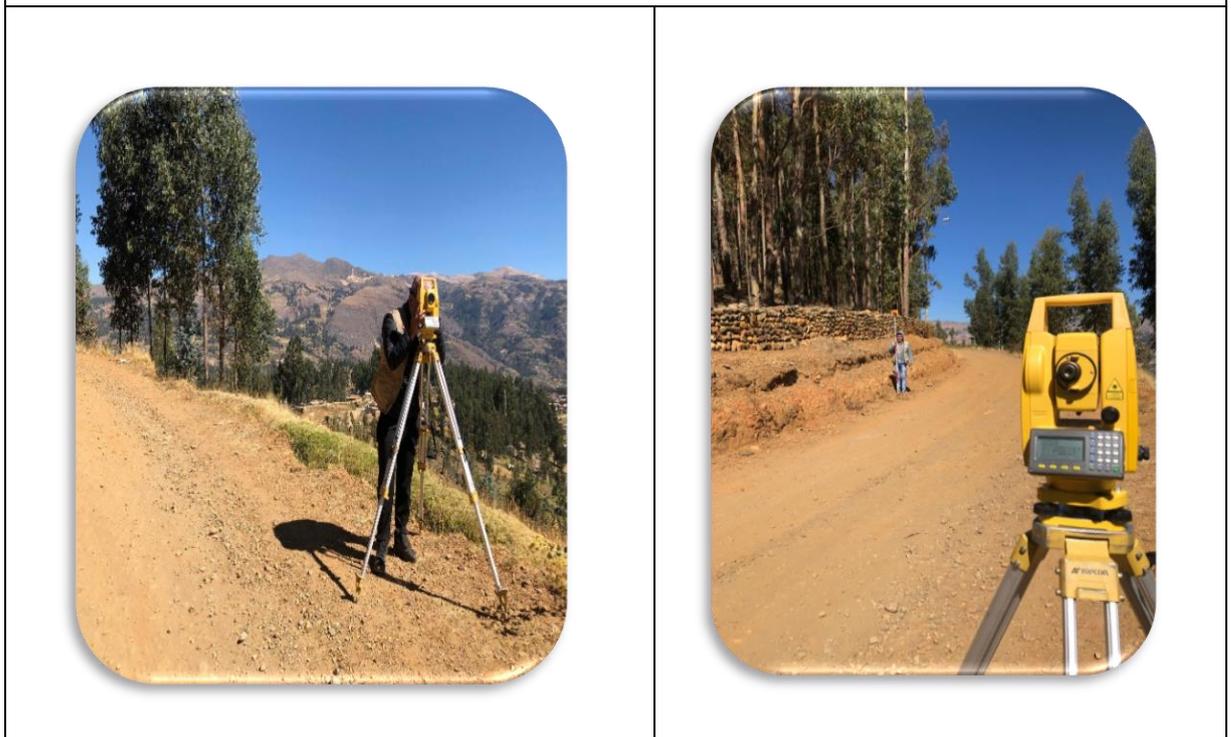


Figura 27. Levantamiento topográfico de la carretera Pinar



Figura 28. Excavación de la calicata 01



Figura 29. Excavación de la calicata 02



Figura 30. Excavación de las calicatas del lugar de estudio



Figura 31: Cuarteo de la muestra de la calicata 1



Figura 32: separación de muestra para LL y LP



Figura 33: Peso de la muestra LL



Figura 34: Muestra para ensayo de LL



Figura 35: Muestra para ver el L.L (casa grande)



Figura 36: Ensayo de Límite Plástico



Figura 37. Muestras para determinar el límite Líquido

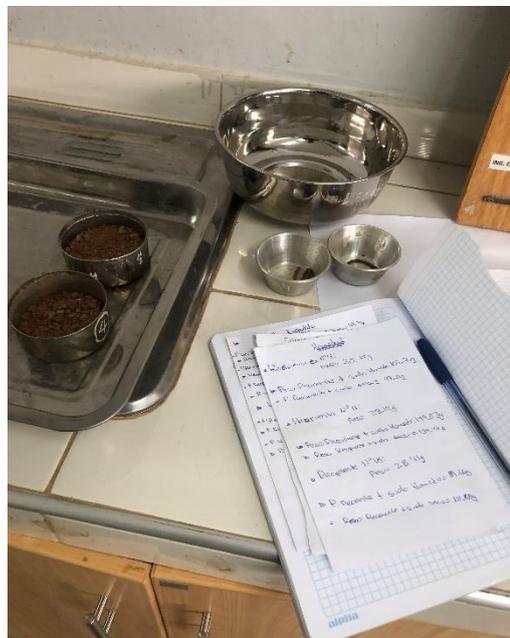


Figura 38. Anotando los pesos para determinar L.P



Figura 39: lavado de muestra



Figura 40: Lavado de muestra



Figura 41. Secado de muestra, previo al ensayo de granulometría



Figura 42: Muestra de suelo después de tamizado



Figura 43: División de la muestra para el ensayo de procto modificado



Figura 44: llenado de muestra para el ensayo de procto modificado



Figura 45. Compactación 56 golpes



Figura 46: Muestra de Suelo compactado



Figura 47: Molde y filtro para el ensayo de CBR



Figura 48: División de muestra para el ensayo de CBR



Figura 49. Compactación para el ensayo de CBR (56-25-10 golpes)



Figura 50: Muestra de Suelo sumergido

ANEXO 12: ESTUDIO
DE TRÁFICO

ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA TROCHA CARROZABLE, EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA

Tabla N°41. Calculo del IMDS de la zona de estudio el Pinar

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		FORMATO DE RESUMEN SEMANAL - CLASIFICACION VEHICULAR											
ESTUDIO DE TRAFICO													
TRAMO	CARRETERA BARRIO PINAR										ESTACION	1	
SENTIDO	HUANCHAC	N	→	←	S	PINAR						CODIGO DE ESTACION	1
UBICACIÓN	BARRIO EL PINAR DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE HUARAZ												
DIA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	MICRO	BUS			CAMION			TOTAL	
						B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4		
DIGRAMA VEHICULAR													
LUNES	34	5	46	53	0	4	0	0	6	2	0	150	
MARTES	32	11	43	48	0	3	0	0	4	3	0	144	
MIÉRCOLES	41	9	39	54	0	4	0	0	8	2	0	157	
JUEVES	37	12	41	57	0	5	0	0	3	4	0	159	
VIERNES	49	10	47	53	0	2	0	0	7	5	0	173	
SÁBADO	51	20	39	65	0	6	0	0	10	3	0	194	
DOMINGO	49	13	49	49	0	3	0	0	8	4	0	175	
IMDS	42	11	43	54	0	4	0	0	7	3	0	165	

Tabla N°42. Cálculo del IMDS de la zona de estudio el Pinar

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)			
T.VEHICULOS	IMDS	Fe	IMDA
AUTO	42	1.00603622	42.25
STATION	11	1.00603622	11.07
PICK UP	43	1.00603622	43.26
COMBI RURAL	54	1.00603622	54.33
BUS-B2	4	1.00603622	4.02
CAMION C-2	7	1.00603622	7.04
CAMION C-3	3	1.00603622	3.02
TOTAL	164		165

ANEXO 13: RECIBO DE TURNITIN

“MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA HUARAZ – 2018”

ENTREGA DE TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

21% INDICE DE SIMILITUD	11% FUENTES DE INTERNET	0% PUBLICACIONES	18% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	2%
5	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Jesus Anthony BUENO REGALADO
Título del ejercicio:	ENTREGA DE TESIS
Título de la entrega:	ENTREGA DE TESIS
Nombre del archivo:	FINAL_BUENO_REGALADO_JESU...
Tamaño del archivo:	188.72K
Total páginas:	31
Total de palabras:	9,002
Total de caracteres:	44,686
Fecha de entrega:	05-dic-2019 02:32p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	1212601949

ANEXO 14: ENSAYOS
DE LABORATORIO Y PLANOS



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

TESISTAS : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA - HUAZ 2018

UBICACIÓN : BARRIO EL PINAR - DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE HUAZ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D 422

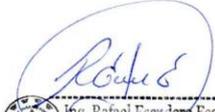
CALICATA	N° 01
----------	-------

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	98.17
1"	92.2
3/4"	83.8
1/2"	79.38
3/8"	73.40
1/4"	68.75
N°4	66.30
N°10	60.94
N°20	58.17
N°40	55.89
N°60	53.62
N°140	48.94
N°200	47.16

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS	SM
ARENA - LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
ASHTOO	A-2-4 (0)




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

Jr. Los Fresnos N° 350 – Urb. El Bosque – Independencia – Huaraz. Celular: 943199900. Email: rescude66@hotmail.com



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

TESISTAS : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA - HUAZ 2018

UBICACIÓN : BARRIO EL PINAR - DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE HUAZ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

CALICATA	N° 02
----------	-------

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	98.37
1"	92.6
3/4"	85.4
1/2"	80.77
3/8"	75.03
1/4"	69.42
N°4	65.89
N°10	61.34
N°20	59.39
N°40	57.43
N°60	55.05
N°140	51.04
N°200	49.48

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS	SM
ARENA - LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
ASHTOO	A-2-4 (0)




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

TESISTAS : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY
DAYER

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE
CARBON CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR,
INDEPENDENCIA - HUAZ 2018

UBICACIÓN : BARRIO EL PINAR - DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE
HUARAZ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

CALICATA	N° 03
----------	-------

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	98.27
1"	92.2
3/4"	84.7
1/2"	81.11
3/8"	74.71
1/4"	70.48
N°4	67.09
N°10	62.69
N°20	60.62
N°40	58.54
N°60	55.80
N°140	51.54
N°200	49.83

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS	SM
ARENA - LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
ASHTOO	A-2-4 (0)



Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

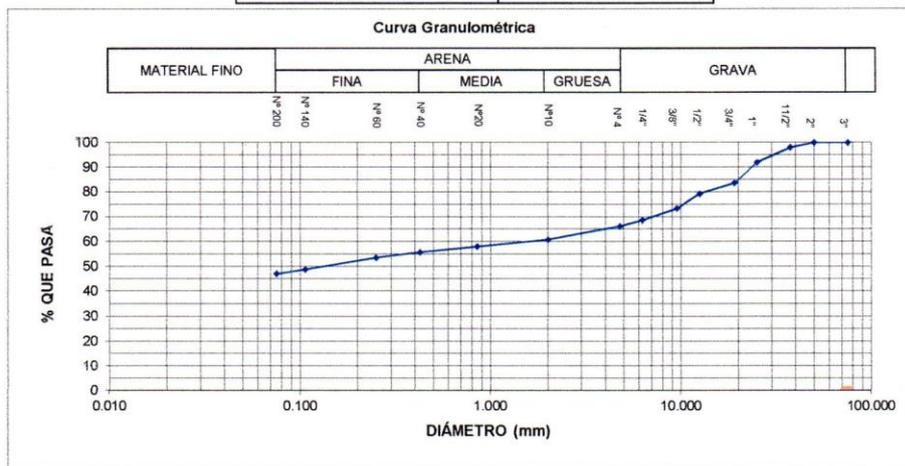


LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 TESIS : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA - HUAZ 2018
 UBICACIÓN : BARRIO EL PINAR - DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE HUAZ

CALICATA N° 01



RESULTADOS; ASTM-D2487/D3282

COEFICIENTE DE:	UNIFORMIDAD (CU)	
	GRAVA (No4 < Diam < 2")	33.70
	ARENA (No 200 < Diam < No 4	19.14
	INICIO (Diam < No200	47.16
CLASIFICACION	AASHTO	A-2-4 (0)
	SUCS	SM



Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 63955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

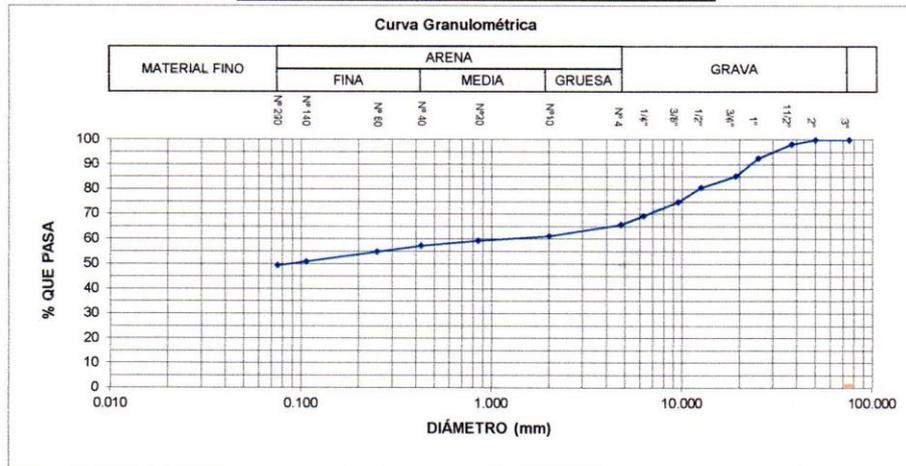
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

TESISTA : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA - HUAZ 2018

UBICACIÓN : BARRIO EL PINAR - DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE HUAZ

CALICATA N° 02



RESULTADOS; ASTM-D2487/D3282		
COEFICIENTE DE:	UNIFORMIDAD (CU)	
	GRAVA (No4 < Diam < 2")	34.11
	ARENA (No 200 < Diam < No 4	16.41
	INICIO (Diam < No200	49.48
CLASIFICACION	AASHTO	A-2-4 (0)
	SUCS	SM




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



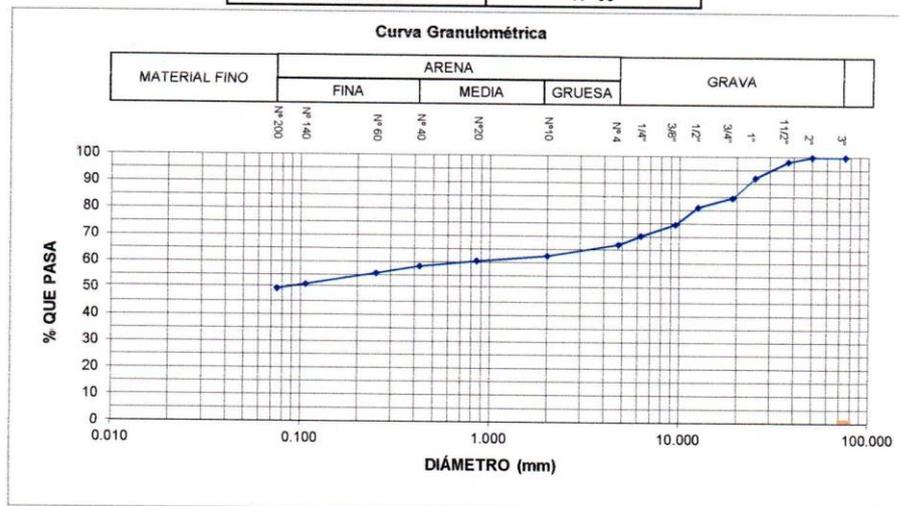
LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

TESISTA : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON
 CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA -
 HUAZ 2018
 UBICACIÓN : BARRIO EL PINAR - DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE
 HUAZAZ

CALICATA N° 03



RESULTADOS; ASTM-D2487/D3282	
COEFICIENTE DE:	UNIFORMIDAD (CU)
	GRAVA (No4 < Diam < 2")
	ARENA (No 200 < Diam < No 4
	INICIO (Diam < No200
CLASIFICACION	AASHTO
	SUCS



Rafael Escudero
 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA			
		EXCAVACION:	C-01		
		NIVEL FRATICO:	NO SE ENCONTRO		
		UBICACIÓN	CARRETERA TRAMO BARRIO PINAR		
TESIS:	"MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROV	FECHA:	ABRIL DEL 2019		
METODO DE EXCAVACION:	MANUAL	ELABORADO POR:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER		
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO			
PROFUNDIDAD	SIOMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO, ETC	
0.5	Re			SUELO ARENOSO - ARCILLOSO SEMI SECO, DE COLOR MARRON SEMI CLARO CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS(RAICES, TALLOS), ADEMAS PRESENCIA DE GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A LA 2.5" S / M	
1.5	SP		9.23%	SUELO INORGANICO ARENOSO POBREMENTE GRADUADO- CON POCA PRESENCIA DE FINOS CON BAJA PLASTICIDAD, DE COLOR MARRON OSCURO, CON PRESENCIA DE GRAVA FRACTURADA MENORES A LAS 2" M - 01 NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA	
IDENTIFICACION DE MUESTRAS					
S/M: Sin muestra					
M-1: MUESTRA ALTERADA N° - 1					
Re: Material de relleno					




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA			
		EXCAVACION:	C-02		
		NIVEL FRATICO:	NO SE ENCONTRO		
		UBICACIÓN	CARRETERA TRAMO BARRIO PINAR		
TESIS:	"MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEEPENDENCIA, HUARAZ - 2018"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROV	FECHA:	ABRIL DEL 2019		
METODO DE EXCAVACION:	MANUAL	ELABORADO POR:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY		
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO			
PROFUNDIDAD	SIOMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO, ETC	
0.5	Re			SUELO ARENOSO - ARCILLOSO SEMI SECO, DE COLOR MARRON SEMI CLARO CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS(RAICES, TALLOS, HOJAS SECAS), ADEMAS PRESENCIA DE GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A LA 2.5" S / M	
1.5	SP		9.76%	SUELO INORGANICO ARENOSO POBREMENTE GRADUADO- CON POCA PRESENCIA DE FINOS CON BAJA PLASTICIDAD, DE COLOR MARRON OSCURO CON IMPREGNACIONES DE COLOR MARRON SEMI CLARO, CON PRESENCIA DE GRAVA FRACTURADA MENORES A LAS 2" M - 01 NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA	
IDENTIFICACION DE MUESTRAS					
S/M: Sin muestra					
M-1: MUESTRA ALTERADA N° - 1					
Re: Material de relleno					



Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA			
		EXCAVACION:	C-03		
		NIVEL FRATICO:	NO SE ENCONTRO		
		UBICACIÓN	CARRETERA TRAMO BARRIO PINAR		
TESIS:	"MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018"				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROV	FECHA:	ABRIL DEL 2019		
METODO DE EXCAVACION:	MANUAL	ELABORADO POR:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA		
		PRUEBAS DE CAMPO			
PROFUNDIDAD	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL, COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO, ETC	
	SIOMBOLOS	GRAFICO			
0.5	Re			SUELO ARENOSO - ARCILLOSO SEMI SECO, DE COLOR MARRON SEMI CLARO CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS(RAICES, HOJAS SECAS), ADEMAS PRESENCIA DE GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A LA 2.5" S / M	
1.5	SP		10.40%	SUELO INORGANICO ARENOSO POBREMENTE GRADUADO- CON POCA PRESENCIA DE FINOS CON BAJA PLASTICIDAD, DE COLOR MARRON OSCURO CON IMPREGNACIONES DE COLOR MARRON SEMI CLARO, CON PRESENCIA DE GRAVA FRACTURADA MENORES A LAS 2" M - 01 NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA	
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS					
S/M: Sin muestra					
M-1: MUESTRA ALTERADA N° - 1					
Re: Material de relleno					




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

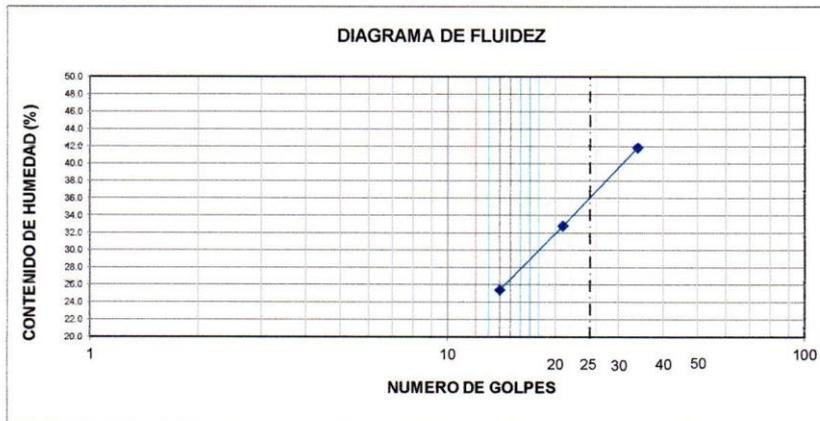


LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION :	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	MUESTRA :	C - 1	PROF. (m) :	1.50m
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
		#1	#2	#3	#1	#2	
	NÚMERO DE GOLPES	14	21	34			
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	16.90	15.70	14.90	15.43	15.37	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	31.8	26.6	22.15	19.53	19.73	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	28.78	23.9	20.01	18.63	18.95	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)	3.02	2.69	2.14	0.90	0.78	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)	11.9	8.2	5.1	3.2	3.6	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)	25.4	32.8	41.9	28.13	21.79	24.96



LÍMITE LÍQUIDO :	36.00%
LÍMITE PLÁSTICO :	24.89%
ÍNDICE PLÁSTICO :	11.11%




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

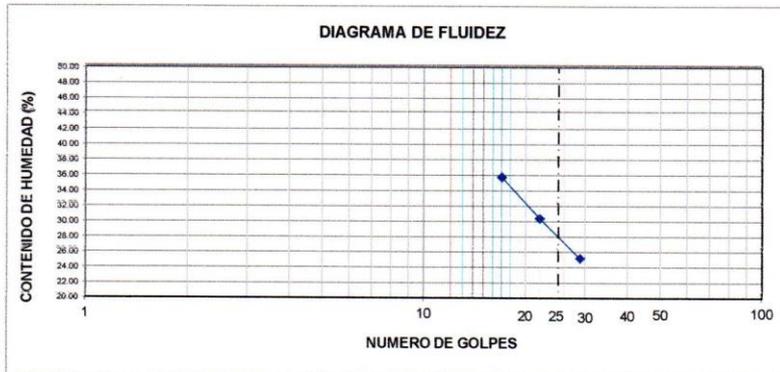
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION :	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	MUESTRA :	C - 2	PROF. (m) :	1.50m
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
			#6	#7	#10	#8	#12	
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)		23.86	24.76	25.54	24.62	25.38	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		35.65	35.98	36.06	27.34	28.32	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		32.54	33.36	33.9	26.86	27.73	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)		3.11	2.62	2.12	0.48	0.59	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)		8.68	8.60	8.40	2.2	2.4	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)		35.83	30.47	25.24	21.43	25.11	PROMEDIO 23.27



LÍMITE LÍQUIDO :	28.00%
LÍMITE PLÁSTICO :	23.27%
ÍNDICE PLÁSTICO :	4.73%




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

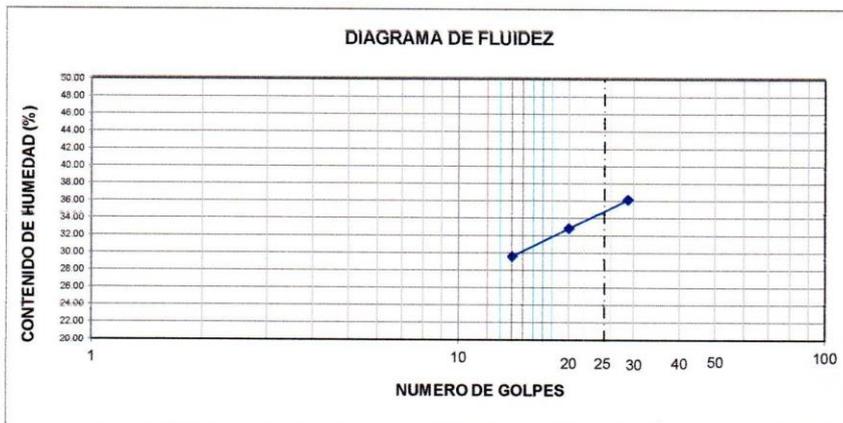
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION :	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	MUESTRA :	C - 3	PROF. (m) :	1.50m
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
			A	C	B	#9	#A-1	
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	14	18.54	18.68	19.23	18.65	19.43	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	20	32.72	32.59	33.5	32.27	33.15	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	29	29.48	29.15	29.71	29.28	30.25	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)		3.24	3.44	3.79	2.99	2.90	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)		10.94	10.47	10.48	10.6	10.8	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)		29.62	32.86	36.16	28.13	26.80	PROMEDIO 27.47



LÍMITE LÍQUIDO :	34.56%
LÍMITE PLÁSTICO :	27.47%
ÍNDICE PLÁSTICO :	7.09%




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



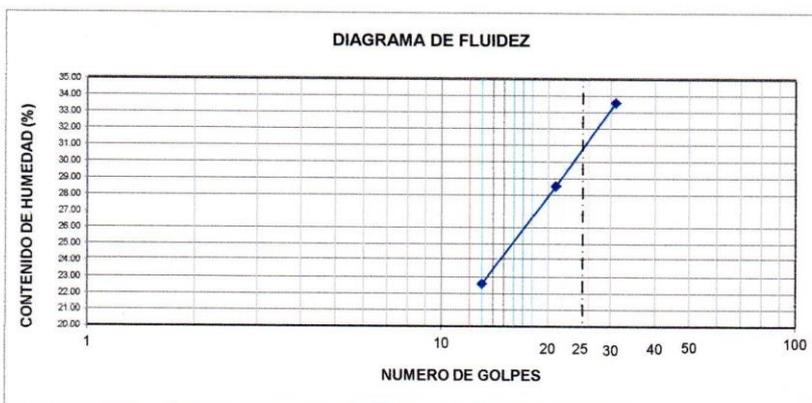
LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION :	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	MUESTRA :	C - 1 con adición de cenizas de carbon al 3%	PROF. (m) :	1.50m	
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER					
TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
PRUEBA N°						
RECIPIENTE N°		#1	#2	#3	#1	#2
NÚMERO DE GOLPES		13	21	31		
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	14.54	13.45	12.68	18.43	18.32
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	26.8	26.28	20.83	21.54	22.65
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	24.54	23.43	18.78	20.86	21.93
4 PESO DEL AGUA (2-3)	(g)	2.26	2.85	2.05	0.68	0.72
5 PESO DEL SUELO SECO (3-1)	(g)	10.00	9.98	6.10	2.4	3.6
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	(%)	22.60	28.56	33.61	27.98	19.94
						PROMEDIO
						23.96



LÍMITE LÍQUIDO :	30.68%
LÍMITE PLÁSTICO :	23.93%
ÍNDICE PLÁSTICO :	6.75%




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

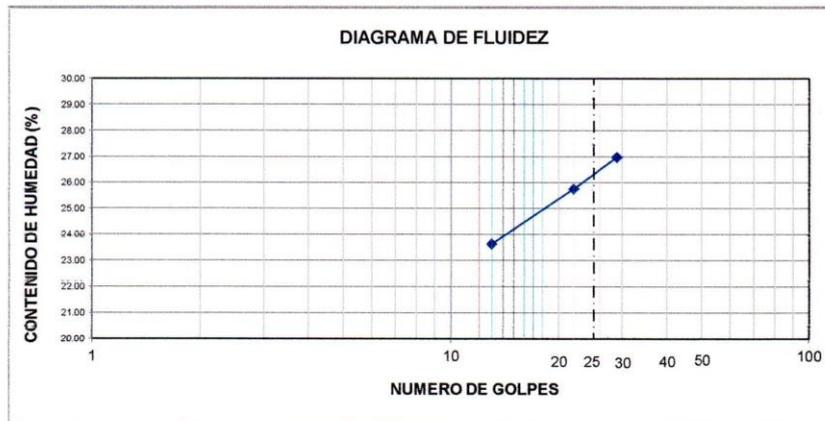
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION :	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	MUESTRA	C - 1 con adición de cenizas de carbon al 5%	PROF. (m) :	1.50m
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
			#1	#2	#3	#1	#2	
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)		11.76	13.45	12.68	21.25	20.82	
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		28.34	27.41	26.89	24.54	25.38	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		25.17	24.55	23.87	23.76	24.79	
4	PESO DEL AGUA (2-3) (g)		3.17	2.86	3.02	0.78	0.59	
5	PESO DEL SUELO SECO (3-1) (g)		13.41	11.10	11.19	2.5	4.0	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100) (%)		23.64	25.77	26.99	31.08	14.86	22.97



LÍMITE LÍQUIDO :	26.35%
LÍMITE PLÁSTICO :	22.97%
ÍNDICE PLÁSTICO :	3.38%




 Inj. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



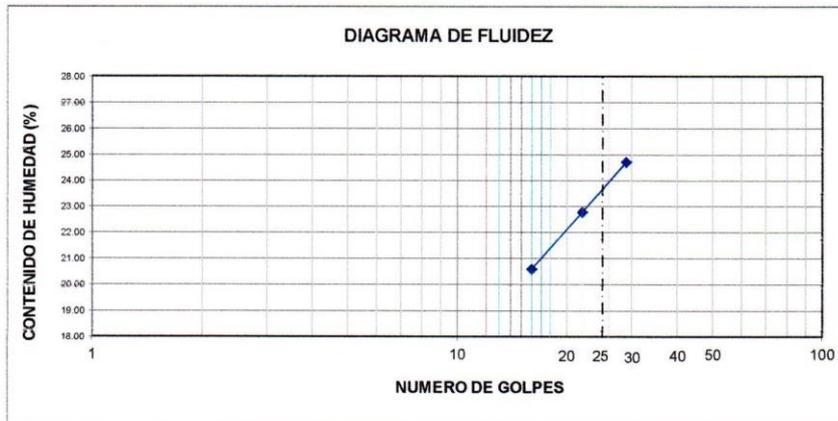
LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

UBICACION :	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	MUESTRA	C - 1 con adición de cenizas de carbón al 10%			PROF. (m) :	1.50m
TESISITAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER						
TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
PRUEBA N°		#1	#2	#3	#1	#2	
RECIPIENTE N°							
NÚMERO DE GOLPES		16	22	29			
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	12.56	14.65	13.49	19.43	19.31	
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	25.84	26.61	25.19	23.44	23.59	
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	23.57	24.39	22.87	22.95	22.97	
4 PESO DEL AGUA (2-3)	(g)	2.27	2.22	2.32	0.49	0.62	
5 PESO DEL SUELO SECO (3-1)	(g)	11.01	9.74	9.38	3.5	3.7	PROMEDIO
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	(%)	20.62	22.79	24.73	13.92	16.94	15.43



LÍMITE LÍQUIDO :	23.76%
LÍMITE PLÁSTICO :	15.43%
ÍNDICE PLÁSTICO :	8.33%




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
CALICATA	C-1	UBICACIÓN	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	PROF. (m)	1.50m
CANTERA	-	MUESTRA			

1	N° DEL RECIPIENTE		#1	#2	#3	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		30.8	28.1	28.4	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		103.4	149.8	119.4	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		97.3	139.5	111.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)		6.05	10.36	7.73	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)		66.56	111.35	83.27	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.09	9.30	9.28	9.23




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
CALICATA	C-2	UBICACIÓN	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	PROF. (m)	1.50m
CANTERA	-	MUESTRA			

1	N° DEL RECIPIENTE		#12	#13	#16	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		31.67	28.09	28.76	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		105.56	98.76	104.45	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		98.9	92.5	97.9	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)		6.69	6.31	6.58	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)		67.20	64.36	69.11	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.96	9.80	9.52	9.76




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018				
TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER				
CALICATA	C-3	UBICACIÓN	BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ	PROF. (m)	1.50m
CANTERA	-	MUESTRA			

1	N° DEL RECIPIENTE	#10	#6	#7	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	29.7	29.7	27.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	98.5	95.6	99.9	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	91.8	89.7	93.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)	6.70	5.95	6.20	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)	62.11	59.97	65.84	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.79	9.92	9.42	10.04




Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP-65955



LUSER E.I.R.L.

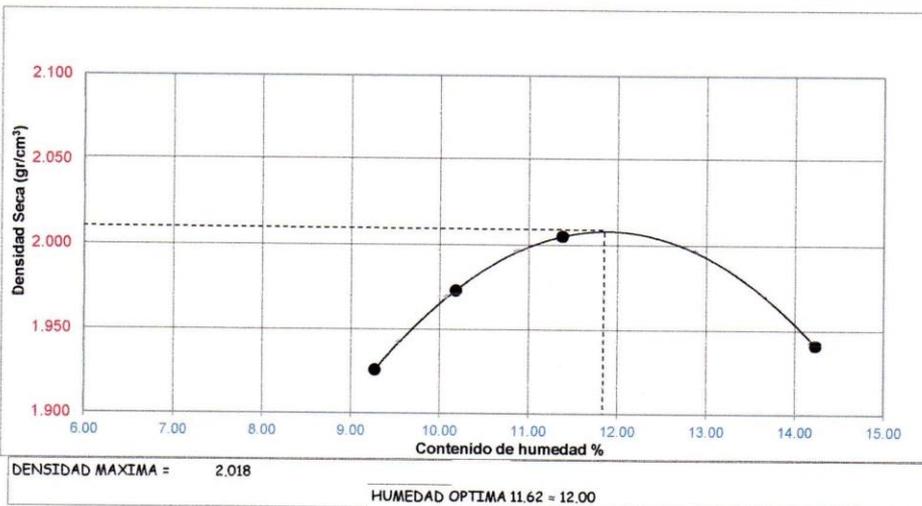
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
LUGAR:	BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
CALICATA	C-1

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):	2124		Tipo de Molde:	6"		Temperatura Secado (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°):			Peso de Molde (gr.):			Método:
MUESTRA	N°	1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7325.40	7472.90	7599.30	7565.30		
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2855.60		
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4469.80	4617.30	4743.70	4709.70		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.10	2.17	2.23	2.22		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	N°	N°7	N°12	N°38	N°5		
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	77.53	61.52	64.44	87.07		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	73.17	58.39	60.65	79.61		
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	26.13	27.64	27.34	27.20		
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	4.36	3.13	3.79	7.46		
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	47.04	30.75	33.31	52.41		
HUMEDAD (10)/(11)	%	9.27	10.18	11.38	14.23		
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	1.93	1.97	2.01	1.94		




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

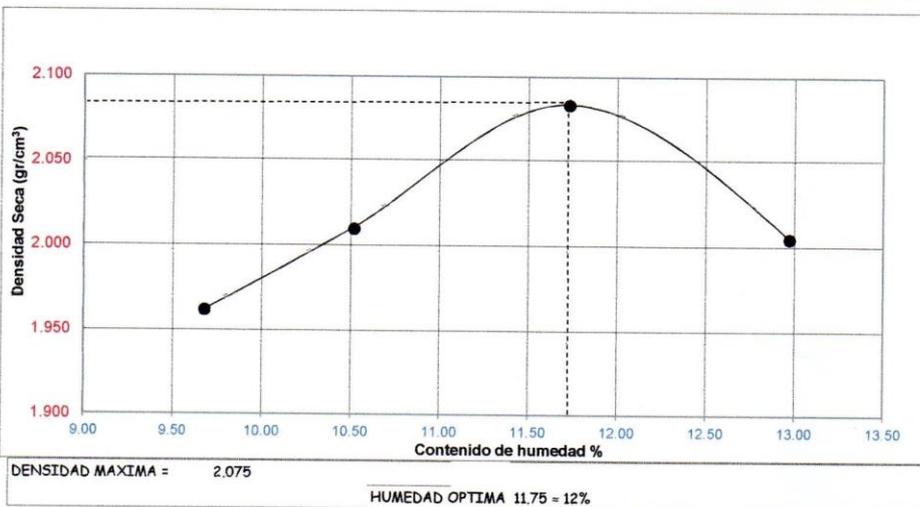
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
LUGAR:	BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
CALICATA	C-2

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc) :		2124		Tipo de Molde:	6"		Temperatura Secado (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°) :		56		Peso de Molde (gr.):	Método :		
MUESTRA	N°	7	9	11	13			
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Gr.	7425.40	7572.90	7699.30	7665.30			
PESO DEL MOLDE	Gr.	2855.60	2855.60	2755.60	2855.60			
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Gr.	4569.80	4717.30	4943.70	4809.70			
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Gr/c.c.	2.15	2.22	2.33	2.26			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE	N°	1	2	3	4			
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Gr.	74.53	59.52	62.44	85.07			
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Gr.	70.17	56.39	58.65	78.31			
PESO DE LA CAPSULA	Gr.	25.13	26.64	26.34	26.20			
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Gr.	4.36	3.13	3.79	6.76			
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Gr.	45.04	29.75	32.31	52.11			
HUMEDAD (10)/(11)	%	9.68	10.52	11.73	12.97			
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Gr/c.c.	1.96	2.01	2.08	2.00			




 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

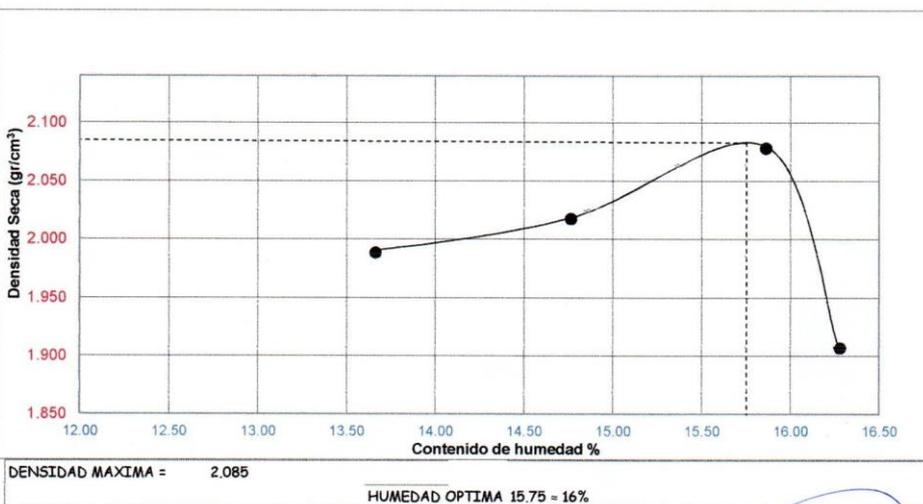
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
LUGAR:	BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
CALICATA	C-3

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):		2124		Tipo de Molde:	6"		Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	Golpes (N°):				Peso de Molde (gr.):			Método:	
MUESTRA	N°	1	2	3	4				
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7655.40	7772.90	7878.30	7565.30				
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2763.90	2855.60				
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4799.80	4917.30	5114.40	4709.70				
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.26	2.32	2.41	2.22				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE	N°	N°7	N°12	N°3B	N°5				
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	77.79	61.52	68.44	87.77				
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	71.70	57.29	62.95	79.57				
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	27.13	28.64	28.34	29.20				
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	6.09	4.23	5.49	8.20				
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	44.57	28.65	34.61	50.37				
HUMEDAD (10)/(11)	%	13.66	14.76	15.86	16.28				
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	1.99	2.02	2.08	1.91				



Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

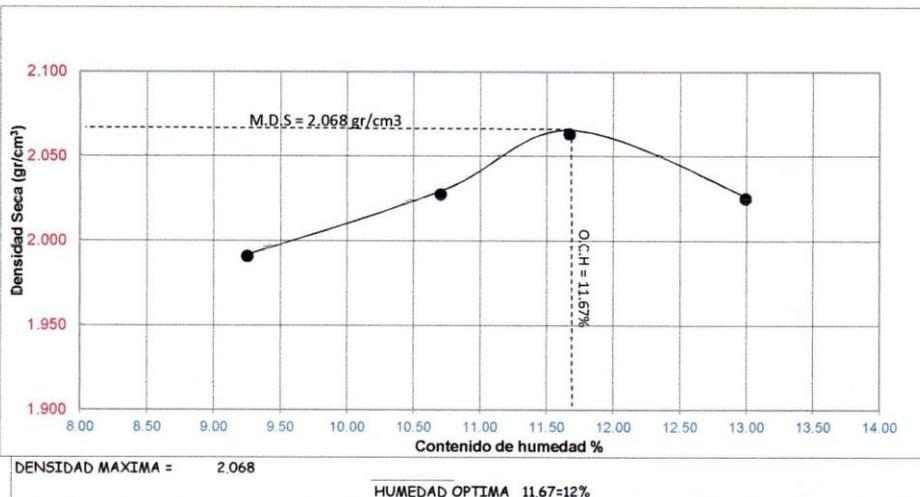
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACION EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
LUGAR:	BARRIO DEL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
CALICATA:	C-1 adicionando 3% de cenizas de carbón

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):	2124	Tipo de Molde:	6"	Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	Golpes (N°):	56	Peso de Molde (gr.):	2855.60	Método:	
MUESTRA	N°	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7475.40	7622.90	7749.30	7715.30	
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2855.60	
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4619.80	4767.30	4893.70	4859.70	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.18	2.24	2.30	2.29	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE	N°	N°7	N°12	N°3B	N°5	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	72.33	56.22	59.69	81.97	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	68.07	53.06	55.88	75.21	
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	22.03	23.54	23.24	23.18	
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	4.26	3.16	3.81	6.76	
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	46.04	29.52	32.64	52.03	
HUMEDAD (10)/(11)	%	9.25	10.70	11.67	12.99	
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	1.99	2.03	2.06	2.02	



Rafael Escudero Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

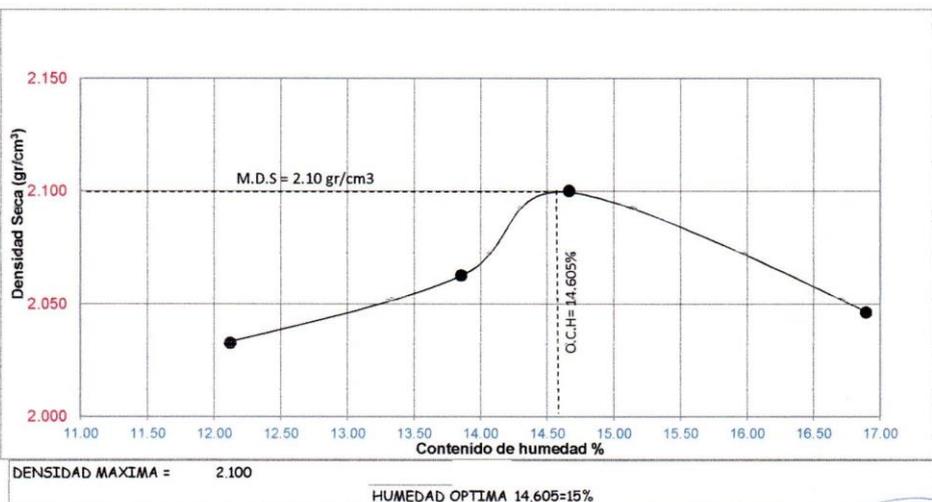
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
LUGAR:	BARRIO DEL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
CALICATA:	C-1 adicionando 5% de cenizas de carbón

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):	2124	Tipo de Molde:	6"	Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	Golpes (N°):	56	Peso de Molde (gr.):	2855.60	Método:	
MUESTRA	N°	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	7696.40	7843.90	7970.30	7936.30	
PESO DEL MOLDE	Grs.	2855.60	2855.60	2855.60	2855.60	
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Grs.	4840.80	4988.30	5114.70	5080.70	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Grs/c.c.	2.28	2.35	2.41	2.39	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE	N°	N°1	N°3	N°5	N°7	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	75.33	59.32	62.24	84.87	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	70.27	55.66	57.94	76.81	
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	28.53	29.24	28.62	29.10	
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	5.06	3.66	4.30	8.06	
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	41.74	26.42	29.32	47.71	
HUMEDAD (10)/(11)	%	12.12	13.85	14.67	16.89	
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Grs/c.c.	2.03	2.06	2.100	2.05	



R. Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

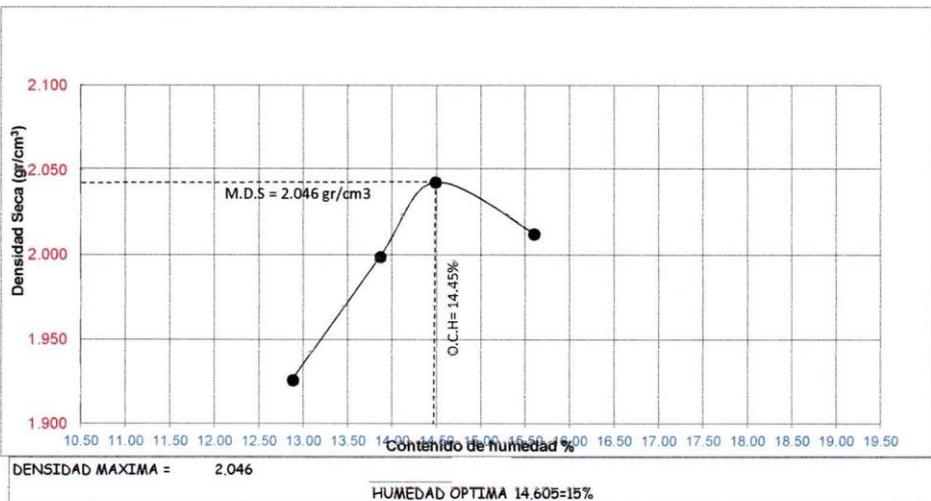
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS

TESISTAS:	BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY DAYER
TESIS:	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
LUGAR:	BARRIO DEL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
CALICATA:	C-1 adicionando 10% de cenizas de carbón

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):	2124	Tipo de Molde:	6"	Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	Golpes (N°):	56	Peso de Molde (gr.):	2855.60	Método:	
MUESTRA	N°	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Gr.	7472.90	7689.50	7823.10	7836.30	
PESO DEL MOLDE	Gr.	2855.60	2855.60	2855.60	2895.60	
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Gr.	4617.30	4833.90	4967.50	4940.70	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Gr/c.c.	2.17	2.28	2.34	2.33	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE	N°	N°1	N°3	N°5	N°7	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Gr.	69.43	56.32	59.44	79.73	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Gr.	64.05	52.24	54.78	72.01	
PESO DE LA CAPSULA	Gr.	22.30	22.83	22.62	22.54	
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Gr.	5.38	4.08	4.66	7.72	
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Gr.	41.75	29.41	32.16	49.47	
HUMEDAD (10)/(11)	%	12.89	13.87	14.49	15.61	
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1+(12/100)]	Gr/c.c.	1.926	1.999	2.043	2.012	



Rafael Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
MTC E-132

TESISTA : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - **UBICACIÓN :** BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA-HUARAZ
TORRE MAZA HOMALY

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL DISTRITO INDEPENDENCIA HUARAZ - C-1

CONDICIÓN PROFUNDIDAD 1.50m
MUESTRA (m.) :

CALICATA PROGRESIVA

	1	2	3
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE	5102.4	4146.9	5090.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9941.9	8836.4	9512.2
PESO DEL SUELO HUMEDO	4839.5	4689.5	4421.7
DENSIDAD HUMEDA	2.28	2.21	2.09
RECIPIENTE N°	18	16	17
PESO DE RECIPIENTE	27.38	27.52	31.18
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	62.28	71.80	66.09
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	58.42	67.01	62.31
PESO DE AGUA	3.86	4.79	3.78
PESO DE SUELO SECO	31.04	39.49	31.13
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.44	12.13	12.14
DENSIDAD SECA	2.03	1.97	1.86

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			2	1.006	0.79	4	1.054	0.83	5	1.097	0.86

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)
0.025	72.6	24.1	40.5	13.5	19.6	6.5
0.050	166.5	55.3	143.5	47.7	124.3	41.3
0.075	282.4	93.8	226.6	75.3	186.5	62.0
0.100	400.4	133.0	356.7	118.5	274.3	91.1
0.150	467.3	155.2	446.6	148.4	306.6	101.9
0.200	565.7	187.9	506.8	168.4	351.5	116.8
0.250	589.4	195.8	566.1	188.1	465.7	154.7
0.300	643.2	213.7	617.3	205.1	507.3	168.5
0.400						
0.500						



Rafael Escudero Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

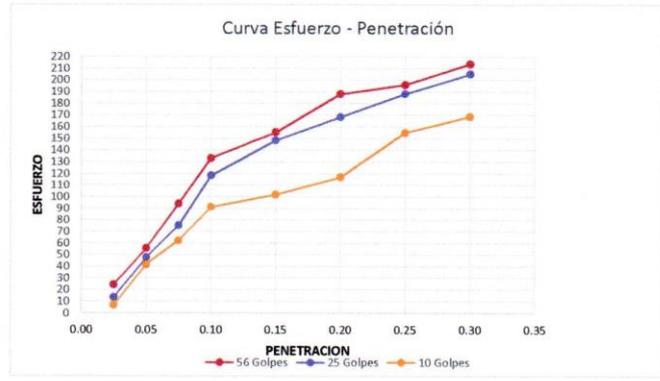


LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

**CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
MTC E-132**

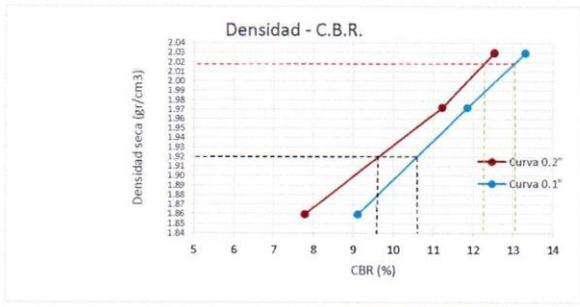
TESISTA: BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY
 TESIS: MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
 UBICACIÓN: BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
 CALICATA: C-1 PROGRESIVA:
 PROFUNDIDAD (m.): 1.50 m CONDICIÓN:



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Esfuerzo Real (lb/pulg ²)	133.0	187.9	118.5	168.4	91.1	116.8
Esfuerzo Patrón (lb/pulg ²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	13.30	12.53	11.85	11.22	9.11	7.79

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	13.30	12.53	11.85	11.22	9.11	7.79
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.03		1.97		1.86	

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm ³)	CBR (%)	DS (gr/cm ³)
56Golpes	13.30	2.03	12.53	2.03
25 Golpes	11.85	1.97	11.22	1.97
10 Golpes	9.11	1.86	7.79	1.86



	CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds	2.018	13.12%
95% Max. Ds	1.92	10.50%

CBR DISEÑO	10.50%
------------	--------

Rafael Escudero
 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955





LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
MTC E-132

TESISTAS : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - **UBICACIÓN :** BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA-HUARAZ
TORRE MAZA HOMALY

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - **CONDICIÓN** C-1 agregando 3% de cenizas de carbon

PROGRESIVA

	1	2	3
MOLDE Nº	5	5	5
Nº DE CAPAS	56	25	10
Nº DE GOLPES POR CAPA	MUESTRA SIN SATURAR SIN SATURAR SIN SATURAR		
VOLUMEN DE MOLDE	2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE	5106.4	4152.9	5094.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	10036.2	8936.4	9617.6
PESO DEL SUELO HUMEDO	4929.8	4783.5	4523.1
DENSIDAD HUMEDA	2.32	2.26	2.13
RECIPIENTE Nº	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE	29.38	29.52	33.18
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	66.26	75.83	71.25
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	62.51	70.44	66.84
PESO DE AGUA	3.75	5.39	4.41
PESO DE SUELO SECO	33.13	40.92	33.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.32	13.17	13.10
DENSIDAD SECA	2.09	1.99	1.89

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			6	0.508	0.40	8	0.574	0.45	9	0.965	0.76

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg.)	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb/pul2)
0.025	155.7	51.7	110.3	36.6	82.6	27.4
0.050	184.3	61.2	153.7	51.1	121.3	40.3
0.075	275.4	91.5	255.4	84.9	215.8	71.7
0.100	428.9	142.5	409.8	136.1	356.4	118.4
0.150	495.3	164.6	476.4	158.3	395.6	131.4
0.200	556.1	184.8	508.2	168.8	487.9	162.1
0.250	616.9	205.0	587.5	195.2	549.3	182.5
0.300	698.6	232.1	653.1	217.0	598.5	198.8
0.400						
0.500						



Rafael Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

Jr. Los Fresnos N° 350 – Urb. El Bosque – Independencia – Huaraz. Celular: 943199900. Email: rescude66@hotmail.com



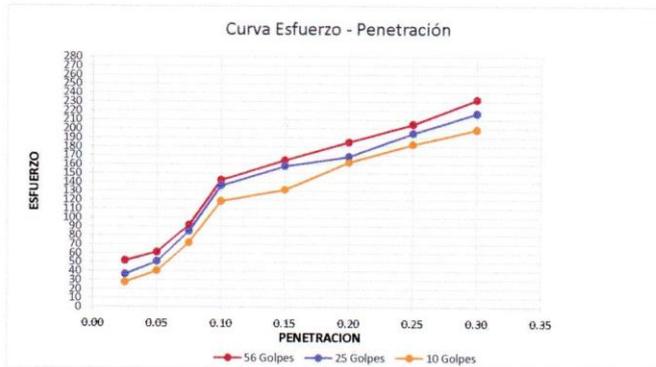
LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) MTC E-132

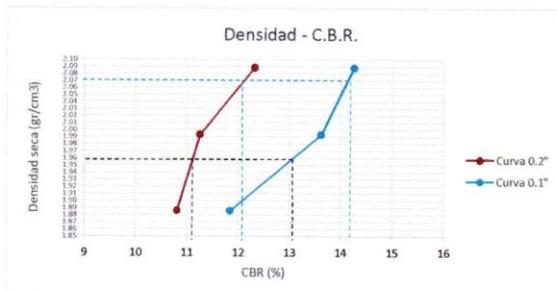
TESISTAS: BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY
 TESIS: MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBON CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
 UBICACIÓN: BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
 CALICATA: C-1 agregando 3% de cenizas de carbon PROGRESIVA:
 PROFUNDIDAD (m.): 1.50 m CONDICIÓN:



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetracion	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Esfuerzo Real (lb/pulg2)	142.5	184.8	136.1	168.8	118.4	162.1
Esfuerzo Patrón (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	14.25	12.32	13.61	11.26	11.84	10.81

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetracion (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	14.25	12.32	13.61	11.26	11.84	10.81
Densidad Seca (gr/cm3)	2.09		1.99		1.89	

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm3)	CBR (%)	DS (gr/cm3)
56Golpes	14.25	2.09	12.32	2.09
25 Golpes	13.61	1.99	11.26	1.99
10 Golpes	11.84	1.89	10.81	1.89



	CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds.	2.068	14.09%
95% Max. Ds.	1.96	13.04%

CBR DISEÑO	13.04%
------------	--------



Rafael Escudero Escudero
 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
MTC E-132

TESISTA : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - **UBICACIÓN :** BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA-HUARAZ

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - C-1 agregando 5% de cenizas de carbón

CONDICIÓN : PROFUNDIDAD 1.50m
MUESTRA (m) :

CALICATA PROGRESIVA

	1	2	3
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE	5106.4	4152.9	5094.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	10036.2	8936.4	9617.6
PESO DEL SUELO HUMEDO	4929.8	4783.5	4523.1
DENSIDAD HUMEDA	2.32	2.26	2.13
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE	28.42	28.13	32.76
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	65.26	74.52	71.25
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	60.43	68.42	66.21
PESO DE AGUA	4.83	6.10	5.04
PESO DE SUELO SECO	32.01	40.29	33.45
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.09	15.14	15.07
DENSIDAD SECA	2.02	1.96	1.85

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES						25 GOLPES						10 GOLPES					
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				mm.	%		mm.	%		mm.	%									
			1	0.059	0.05	5	0.177	0.14	8	0.252	0.20									

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)
0.025	206.4	68.6	137.5	45.7	97.4	32.4
0.050	276.9	92.0	223.6	74.3	145.3	48.3
0.075	353.8	117.5	307.5	102.2	236.7	78.6
0.100	453.7	150.7	415.3	138.0	359.2	119.3
0.150	565.8	188.0	524.9	174.4	423.5	140.7
0.200	654.5	217.4	583.5	193.9	508.6	169.0
0.250	713.6	237.1	634.6	210.8	586.3	194.8
0.300	776.2	257.9	718.3	238.6	657.4	218.4
0.400						
0.500						



Rafael Escudero Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

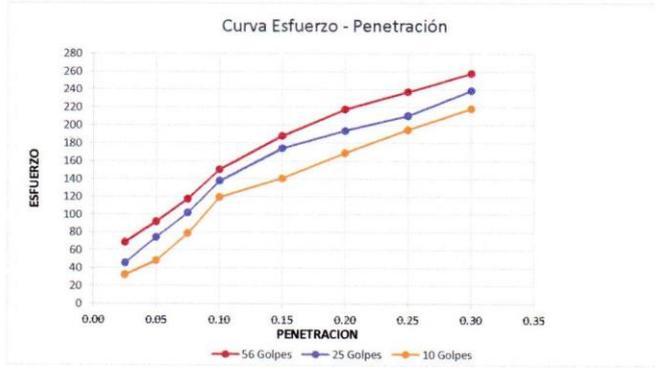


LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

**CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
MTC E-132**

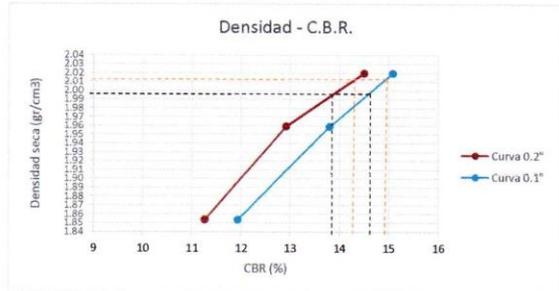
TESISTA: BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY
 TESIS: MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
 UBICACIÓN: BARRIO EL PINAR, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ
 CALICATA: C-1 agregando 5% de cenizas de carbon PROGRESIVA:
 PROFUNDIDAD (m.): 1.50 m CONDICIÓN:



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Esfuerzo Real (lb/pulg ²)	150.7	217.4	138.0	193.9	119.3	169.0
Esfuerzo Patrón (lb/pulg ²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	15.07	14.50	13.80	12.92	11.93	11.26

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	15.07	14.50	13.80	12.92	11.93	11.26
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.02		1.96		1.85	

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm ³)	CBR (%)	DS (gr/cm ³)
56Golpes	15.07	2.02	14.50	2.02
25 Golpes	13.80	1.96	12.92	1.96
10 Golpes	11.93	1.85	11.26	1.85



	CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds.	2.1	14.89%
95% Max. Ds.	1.995	14.32%
CBR DISEÑO		14.32%

Rafael Escudero Escudero
 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955





LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
MTC E-132

TESISTA : BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - **UBICACIÓN :** BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA-HUARAZ
TORRE MAZA HOMALY

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - C-1 agregando 10% de cenizas de carbon

CONDICIÓN

PROFUNDIDAD 1.50m
MUESTRA (m.) :

CALICATA PROGRESIVA

	1	2	3
MOLDE Nº	1	2	3
Nº DE CAPAS	5	5	5
Nº DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2120.57	2120.57	2120.57
PESO DE MOLDE	5106.4	4152.9	5094.5
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9745.4	9048.6	9752.1
PESO DEL SUELO HUMEDO	4638.95	4895.7	4657.6
DENSIDAD HUMEDA	2.19	2.31	2.20
RECIPIENTE Nº	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE	25.65	25.74	29.48
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	62.34	70.86	68.95
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	60.19	64.76	63.87
PESO DE AGUA	2.15	6.10	5.08
PESO DE SUELO SECO	34.54	39.02	34.39
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.22	15.64	14.77
DENSIDAD SECA	2.06	2.00	1.91

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			2	0.536	0.42	4	0.663	0.52	6	0.754	0.59

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)	CARGA (lb)	ESFUERZO (lb-pul2)
0.025	118.5	39.4	88.7	29.5	47.2	15.7
0.050	165.6	55.0	126.3	42.0	84.7	28.1
0.075	238.5	79.2	184.7	61.4	136.3	45.3
0.100	395.1	131.3	364.2	121.0	325.4	108.1
0.150	453.6	150.7	407.6	135.4	367.9	122.2
0.200	546.8	181.7	496.9	165.1	431.6	143.4
0.250	573.7	190.6	529.5	175.9	486.3	161.6
0.300	608.3	202.1	567.4	188.5	517.9	172.1
0.400						
0.500						



Rafael Escudero Escudero
Ing. Rafael Escudero Escudero
Ingeniero Civil
CIP: 65955

Jr. Los Fresnos N° 350 – Urb. El Bosque – Independencia – Huaraz. Celular: 943199900. Email: rescude66@hotmail.com



LUSER E.I.R.L.

SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) MTC E-132

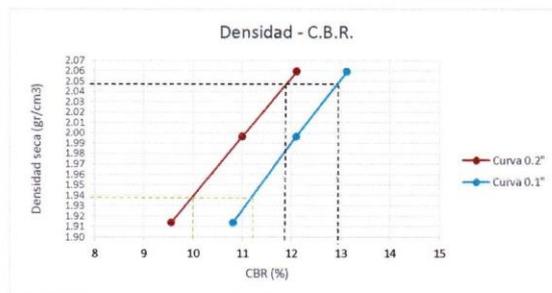
TESISTA: BUENO REGALADO JESUS ANTHONY - TORRE MAZA HOMALY
 TESIS: MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018
 UBICACIÓN: BARRIO EL PINAR - INDEPENDENCIA - HUARAZ
 CALICATA: C-1 agregando 10% de cenizas de carbon
 PROFUNDIDAD (m.): 1.50 m
 PROGRESIVA:
 CONDICIÓN:



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
Esfuerzo Real (lb/pulg ²)	131.3	181.7	121.0	165.1	108.1	143.4
Esfuerzo Patrón (lb/pulg ²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	13.13	12.11	12.10	11.01	10.81	9.56

MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (pulg)	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
C.B.R. (%)	13.13	12.11	12.10	11.01	10.81	9.56
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.06		2.00		1.91	

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm ³)	CBR (%)	DS (gr/cm ³)
56Golpes	13.13	2.06	12.11	2.06
25 Golpes	12.10	2.00	11.01	2.00
10 Golpes	10.81	1.91	9.56	1.91

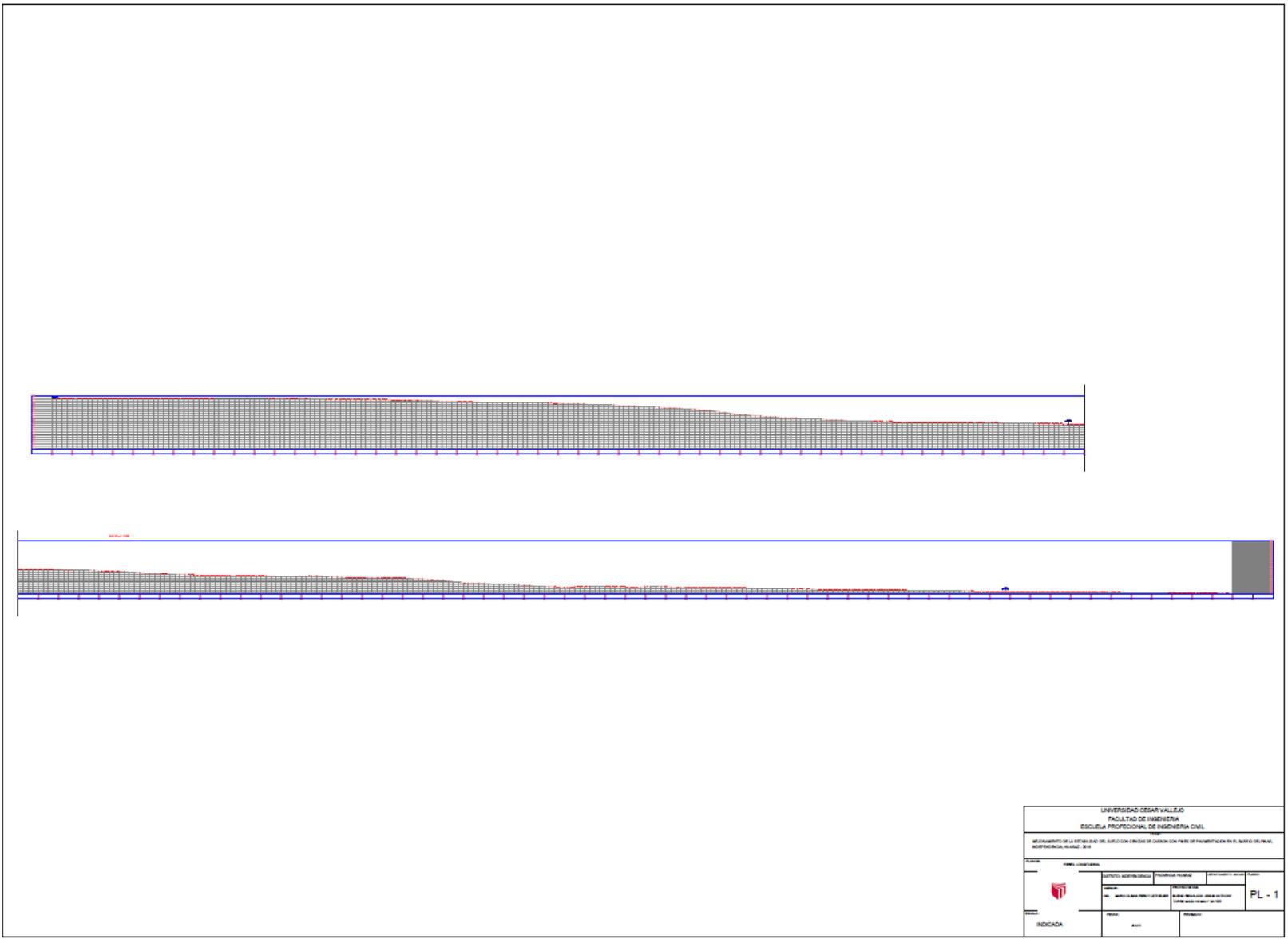


		CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds.	2.046	10.00%	11.93%
95% Max. Ds.	1.94	11.29%	13.41%

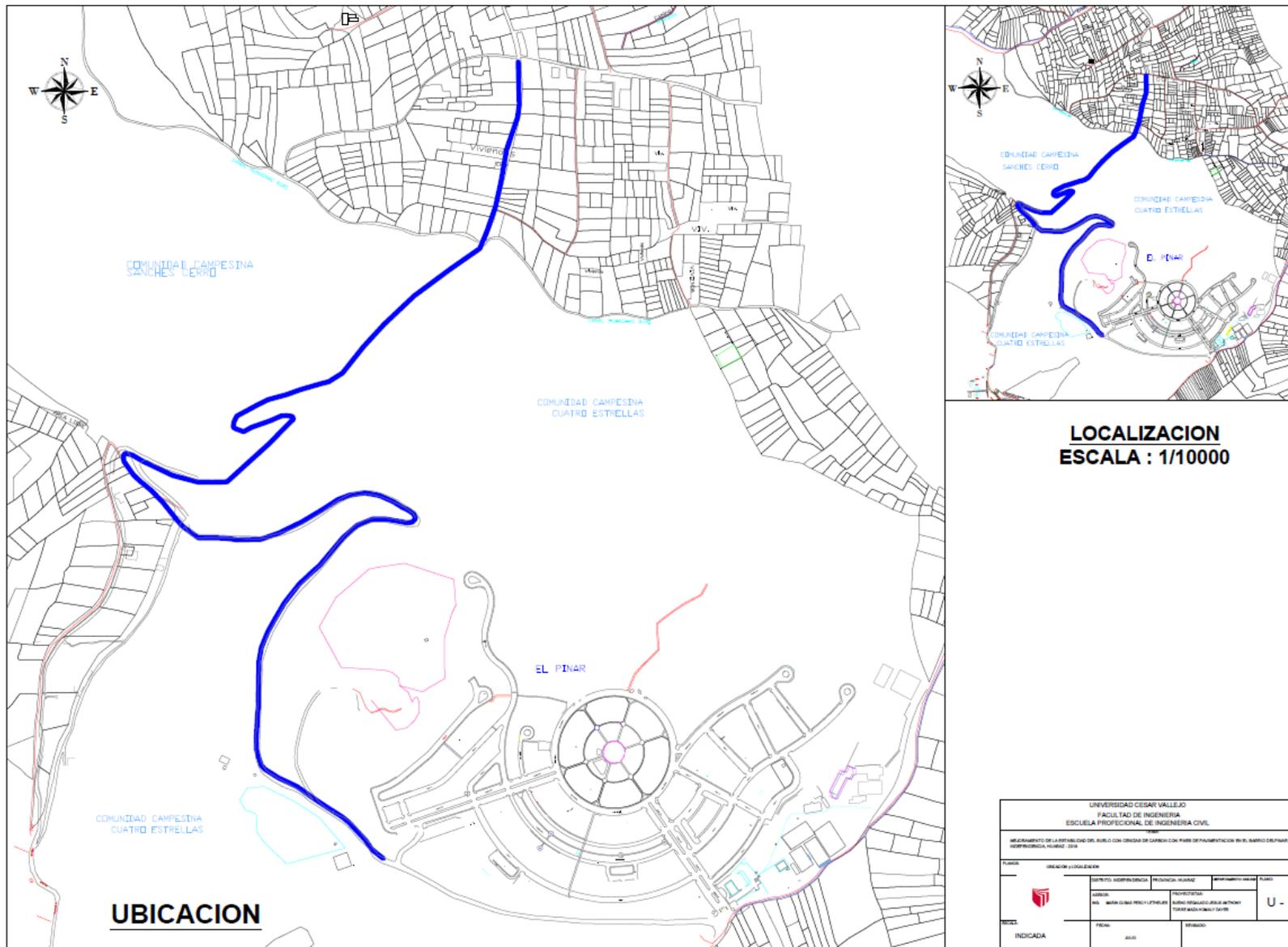
CBR DISEÑO	11.29%
------------	--------

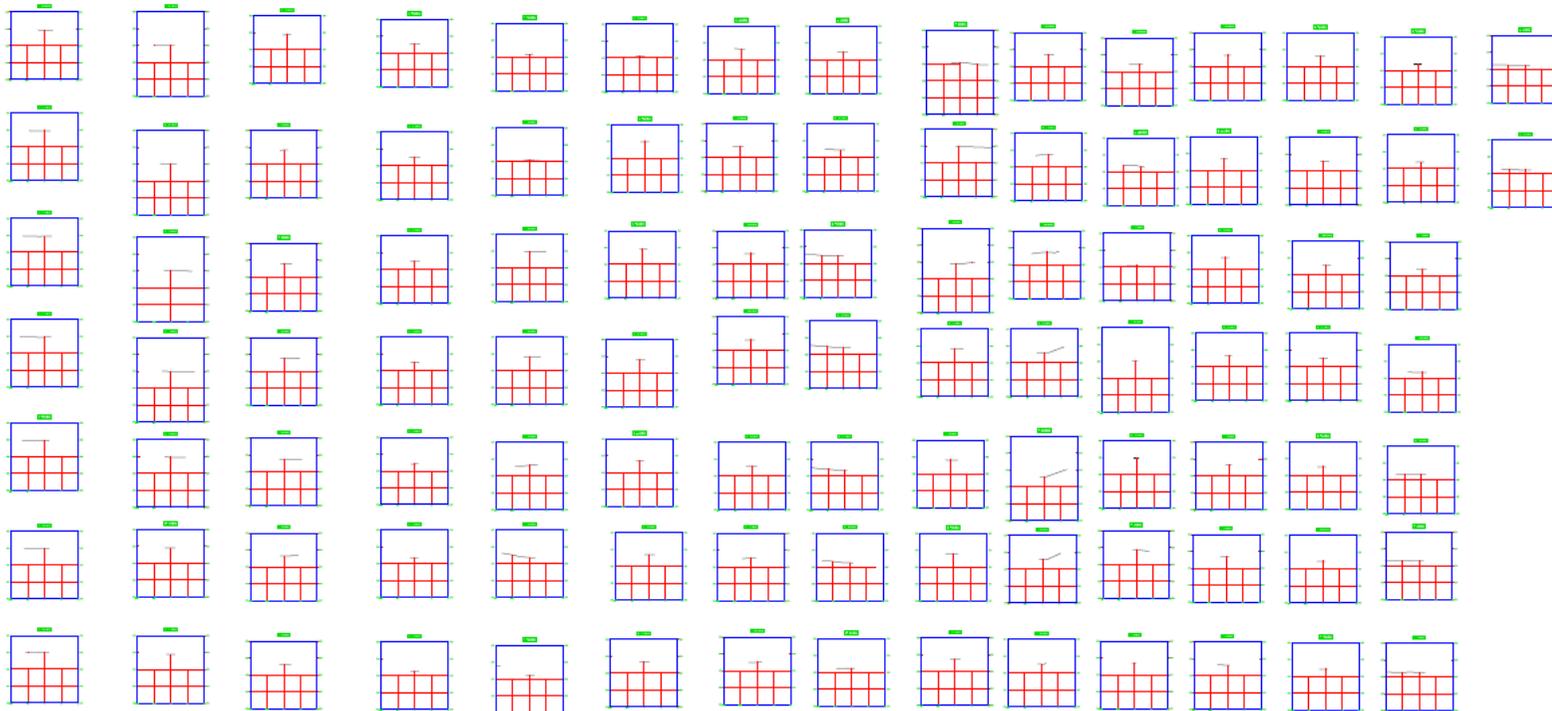


Rafael Escudero Escudero
 Ing. Rafael Escudero Escudero
 Ingeniero Civil
 CIP: 65955



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO																							
FACULTAD DE INGENIERIA																							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																							
Módulo de la Especialidad de Ingeniería de Obras de Arte de Ingeniería en el Área de Obras de Arte de Ingeniería Civil																							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="4">Nombre: PIERRE LOPEZ GONZALEZ</td> </tr> <tr> <td style="width: 25%;">Código de Identificación</td> <td style="width: 25%;">Número de Matrícula</td> <td style="width: 25%;">Fecha de Emisión</td> <td style="width: 25%;">Vigencia</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">00000000000000000000</td> <td style="text-align: center;">2023/01/01</td> <td style="text-align: center;">2025/12/31</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de la Carrera</td> <td colspan="2">Código de la Asignatura</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">INDICADA</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">4000</td> </tr> </table>				Nombre: PIERRE LOPEZ GONZALEZ				Código de Identificación	Número de Matrícula	Fecha de Emisión	Vigencia		00000000000000000000	2023/01/01	2025/12/31	Código de la Carrera		Código de la Asignatura		INDICADA		4000	
Nombre: PIERRE LOPEZ GONZALEZ																							
Código de Identificación	Número de Matrícula	Fecha de Emisión	Vigencia																				
	00000000000000000000	2023/01/01	2025/12/31																				
Código de la Carrera		Código de la Asignatura																					
INDICADA		4000																					
			PL - 1																				





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
MEDICAMENTO DE LA ESTADAL DE BULOCION UNIDAD DE CARGA CON TIPO DE FUNDACION EN EL MARCO DE LA LEY, INGENIERIA CIVIL, 2014			
Nombre	MIRANDA		
	INSTITUTO ADMINISTRATIVO Nombre: Dpto.:	PROFESOR AYUDANTE Nombre: Dpto.:	SEMESTRE Y AÑO S - 1
	NOMBRE: INDICADA	FECHA: AÑO:	MENSAJE:

PANTALLAZO TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1212601949&u=1088354286&lang=es&s=&student_user=1

feedback studio Jesus Anthony BUENO REGALADO ENTREGA DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pervenimiento en el barrio del Pinar, Independencia, Huánuco - 2018

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES
Dr. Bueno Regalado, Jesus Anthony (ORCID: 0000-0001-295-9310)
Dr. Torre Maas, Homaly Dayar (ORCID: 0000-0001-5715-0809)

ASESOR:
Mgtr. María Cabas, Puray Lechler (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de infraestructura vial

HUARAZ - PERÚ
2019



Resumen de coincidencias

21 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	10 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	www.repositorioacade... Fuente de Internet	2 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
5	repositorio.usanpedro... Fuente de Internet	1 %
6	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
7	repository.udem.edu.co Fuente de Internet	1 %
8	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.utea.edu.pe	<1 %

Página: 1 de 31 Número de palabras: 9002 Text-only Report High Resolution Apagado

16:13 9/12/2019

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018", del (de la) estudiante BUENO REGALADO JESUS ANTHONY y TORRE MAZA HOMALY DAYER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 10 de Julio de 2019



Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA
DNI: 40711879

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) "César
Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

BUENO REGALADO JESUS ANTHONY

D.N.I. : 71474452

Domicilio : Prolongación 13 de diciembre # 1239 - HUARAZ

Teléfono : Fijo : 043230684 Móvil : 968082009

E-mail : *jesus_2126@hotmail.com*

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : *Ingeniería*

Escuela : *Ingeniería Civil*

Carrera : *Ingeniería Civil*

Grado

Título

Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :

Mención :

Doctorado



3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

BUENO REGALADO JESUS ANTHONY y TORRE MAZA HOMALY DAYER

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

*"MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE
CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR,
INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018"*

Año de publicación: 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma :

Fecha : 09 de Julio de 2019

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) "César
Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

3. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

TORRE MAZA HOMALY DAYER

D.N.I. : 74318549

Domicilio : Av. Villon alto Mz. 167 Lt. 14 - HUARAZ

Teléfono : Fijo : Móvil : 985719325

E-mail : homalyd_05@hotmail.com

4. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Grado

Título

Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :

Mención :

Doctorado



5. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

BUENO REGALADO JESUS ANTHONY y TORRE MAZA HOMALY DAYER

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

"MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE
CARBÓN CON FINES DE PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR,
INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018"

Año de publicación: 2019

6. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma :

Fecha : 09 de Julio de 2019

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

BUENO REGALADO JESUS ANTHONY

INFORME TITULADO:

MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE
PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de Julio de 2019

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE (17)



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:
TORRE MAZA HOMALY DAYER

INFORME TITULADO:

MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO CON CENIZAS DE CARBÓN CON FINES DE
PAVIMENTACIÓN EN EL BARRIO DEL PINAR, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:
INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de Julio de 2019

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE (17)



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL