



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de
quinua en la carretera Checca-Mazocruz, Puno – 2022

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

AUTOR:

Escobar Lupaca, Jhonatan ([ORCID: 0000-0002-3908-5350](#))

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto ([ORCID: 0000-0002-4136-7189](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por haberme guiado con mano firme en mi formación profesional, también a nuestros padres por su apoyo incondicional en darnos todo para lograr este objetivo, a nuestros amigos por su tiempo animándonos a cumplir el sueño de ser ingenieros.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial a nuestro docente asesor Dr. Ing. Vargas Chacaltana Luis Alberto por su paciencia, guía y apoyo constante en el desarrollo de la investigación para lograr titularme como ingeniero civil.

A la Universidad César Vallejo por la oportunidad de hacernos parte de su grupo de alumnos con la meta de ser profesionales y llevar en alta la institución.

A nuestras familias y amigos por brindarnos el apoyo y fortaleza para jamás rendirnos en el camino que es el de ser profesionales.

Índice de contenidos

| | |
|--|------------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Índice de contenidos | iii |
| Índice de tablas | iv |
| Índice de figuras | v |
| Resumen | viii |
| Abstract | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. METODOLOGÍA | 40 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 40 |
| 3.2 Variable y operacionalización | 41 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo | 42 |
| 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos | 43 |
| 3.5 Procedimientos | 44 |
| 3.6 Método de análisis de datos | 49 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 49 |
| IV. RESULTADOS | 50 |
| V. DISCUSIÓN | 81 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 93 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 96 |
| REFERENCIAS..... | 97 |
| ANEXOS | 101 |

Índice de tablas

| | | |
|-----------|--|----|
| tabla 1. | Taxonomía de los tallos de quinua..... | 13 |
| tabla 2. | Componentes químicos del Tallo de Quinoa..... | 14 |
| tabla 3. | Análisis comparativo de la Celulosa y Lignina..... | 15 |
| tabla 4. | Requerimientos químicos de las Cenizas | 18 |
| tabla 5. | Características físicas de la ceniza | 19 |
| tabla 6. | Clases de subrasante y CBR | 20 |
| tabla 7. | Cantidad de Calicatas | 21 |
| tabla 8. | Cantidad de CBR | 22 |
| tabla 9. | Clasificación de suelos..... | 25 |
| tabla 10. | Correlación de suelos AASHTO Y SUCS. | 26 |
| tabla 11. | Sistema de Categorización AASHTO | 27 |
| tabla 12. | Sistema de Categorización SUCS | 28 |
| tabla 13. | Tipo de suelo y símbolos..... | 29 |
| tabla 14. | Descripción Suelos granulares y finos..... | 29 |
| tabla 15. | Diagrama de flujo de los grupos de grava y arena | 30 |
| tabla 16. | Diagrama para limo inorgánico y suelos cohesivos | 31 |
| tabla 17. | Diagrama para limo orgánico y suelos cohesivos..... | 31 |
| tabla 18. | Tabla de índice de plasticidad | 33 |
| tabla 19. | Categorías de la subrasante..... | 36 |
| tabla 20. | Composición química de la ceniza de tallos | 53 |
| tabla 21. | Propiedades físicas de la ceniza | 54 |
| tabla 22. | Humedades Naturales | 55 |
| tabla 23. | Granulometría C-01 | 57 |
| tabla 24. | Granulometría C-02..... | 58 |
| tabla 25. | Granulometría C-03..... | 59 |
| tabla 26. | Granulometría C-04..... | 60 |
| tabla 27. | IP calicatas | 62 |
| tabla 28. | IP cenizas patrón C-02 | 63 |
| tabla 29. | MDS y OCH calicatas..... | 67 |
| tabla 30. | Dosificaciones OCH y MDS..... | 68 |
| tabla 31. | CBR al 95% y 100% | 71 |
| tabla 32. | CBR cenizas al 95% y 100% C-02 | 72 |
| tabla 33. | CBR cenizas al 95% y 100% C-04 | 73 |
| tabla 34. | Tabla general IP, OCH, MDS, CBR | 75 |

Índice de figuras

| | | |
|------------|--|----|
| figura 1. | Tallos de quinua | 12 |
| figura 2. | Organización de la celulosa..... | 15 |
| figura 3. | ceniza de fibras naturales..... | 17 |
| figura 4. | Consistencia del suelo..... | 32 |
| figura 5. | Ensayo de limite liquido | 32 |
| figura 6. | Limite plástico..... | 33 |
| figura 7. | Equipo para los ensayos de Proctor | 34 |
| figura 8. | Proctor estándar | 35 |
| figura 9. | Proctor modificado..... | 35 |
| figura 10. | Equipo para los ensayos de CBR | 37 |
| figura 11. | procedimiento de aplicación | 44 |
| figura 12. | Calicata C-01 | 45 |
| figura 13. | Calicata C-02..... | 45 |
| figura 14. | Selección de tallos de quinua | 46 |
| figura 15. | Recolección de los tallos de quinua..... | 46 |
| figura 16. | Calcinación de la ceniza a 550°C..... | 47 |
| figura 17. | tamizado por la malla # 40..... | 47 |
| figura 18. | Cuarteo de la muestra | 48 |
| figura 19. | Ubicación política..... | 50 |
| figura 20. | Ubicación geográfica | 51 |
| figura 21. | Área de influencia | 51 |
| figura 22. | Coordenadas UTM | 52 |
| figura 23. | Imagen satelital de la vía..... | 52 |
| figura 24. | Calcinación a 550°C | 54 |
| figura 25. | ensayo de contenido de humedad..... | 55 |
| figura 26. | Contenidos de humedad..... | 56 |
| figura 27. | tamizado | 56 |
| figura 28. | Curva granulométrica C-01..... | 57 |
| figura 29. | Curva granulométrica C-02..... | 58 |
| figura 30. | Curva granulométrica C-03..... | 59 |
| figura 31. | Curva granulométrica C-04..... | 60 |
| figura 32. | Ensayo de Limite Liquido..... | 61 |
| figura 33. | Ensayo de limite plástico | 61 |

| | | |
|------------|--|----|
| figura 34. | Límites de atterberg calicatas | 62 |
| figura 35. | ÍP incorporando cenizas C-02..... | 63 |
| figura 36. | IP cenizas patrón C-04 | 64 |
| figura 37. | IP incorporando cenizas C-04..... | 64 |
| figura 38. | clasificación suelos | 65 |
| figura 39. | Incorporación de la ceniza | 66 |
| figura 40. | compactación y enrasado Proctor | 66 |
| figura 41. | OCH de las calicatas | 67 |
| figura 42. | MDS de las calicatas | 67 |
| figura 43. | OCH cenizas C-02 y C-04 | 68 |
| figura 44. | MDS cenizas C-02 y C-04 | 69 |
| figura 45. | compactación y enrasado CBR | 70 |
| figura 46. | Lecturas de penetración | 70 |
| figura 47. | CBR calicatas | 71 |
| figura 48. | CBR cenizas C-02 | 72 |
| figura 49. | CBR cenizas C-04 | 73 |
| figura 50. | Preparación de la ceniza | 74 |
| figura 51. | combinación suelo-cenizas..... | 74 |
| figura 52. | IP incorporando cenizas C-02..... | 75 |
| figura 53. | IP de plasticidad cenizas C-04..... | 76 |
| figura 54. | OCH incorporando cenizas C-02 y C-04 | 77 |
| figura 55. | MDS cenizas de tallos C-02 y C-04 | 78 |
| figura 56. | CBR cenizas de tallos de quinua C-02 | 79 |
| figura 57. | CBR cenizas muestra patrón C-04 | 80 |
| figura 58. | IP ceniza de caña de azúcar..... | 81 |
| figura 59. | IP cenizas C-02 y C-04..... | 82 |
| figura 60. | OCH de la caña de azúcar..... | 83 |
| figura 61. | OCH cenizas C-02 y C-04 discusiones..... | 84 |
| figura 62. | MDS de la caña de azúcar..... | 85 |
| figura 63. | MDS cenizas C-02 Y C-04..... | 86 |
| figura 64. | CBR de la ceniza de caña de azúcar..... | 87 |
| figura 65. | CBR al 95% cenizas C-02 y C-04..... | 88 |
| figura 66. | IP ceniza caña de azúcar..... | 89 |
| figura 67. | IP cenizas de tallos C-02 y C-04..... | 89 |

| | | |
|------------|--|----|
| figura 68. | OCH caña de azúcar | 90 |
| figura 69. | OCH cenizas tallos de quinua C-02 y C-04 | 90 |
| figura 70. | MDS caña de azúcar discusiones..... | 91 |
| figura 71. | MDS ceniza tallos de quinua C-02 y C-04 | 91 |
| figura 72. | CBR de la ceniza de caña de azúcar discusiones | 92 |
| figura 73. | CBR cenizas tallos de quinua al 95% | 92 |

Resumen

El presente trabajo de investigación busca nuevas alternativas de solución para la mejora de las propiedades de la subrasante y tiene como objetivo evaluar la influencia de las cenizas de tallos de quinua en la estabilización de la subrasante, en el cual se incorporó diversos porcentajes 0%, 1%, 3%, 5.5%, 8% en consideración a la muestra patrón. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño experimental siendo de nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. La población se considera los 8 km de la carretera Checca – Mazocruz. Como muestra fueron 4 calicatas. Los instrumentos que se emplearon están bajo las normas de manera clara y confiable para lograr obtener los resultados, analizando los ensayos de análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad, clasificación de suelos según SUCS y AASTHO, límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo de CBR. De esta manera se obtiene los resultados de laboratorio señalando una mejor dosificación con la incorporación de 5.5% de cenizas de tallo de quinua, presentando un descenso del índice de plasticidad de 7% al 0% a un suelo no plástico, un aumento de la máxima densidad seca de 1.778 gr/cm³ al 1.782 gr/cm³, un incremento del óptimo contenido de humedad de 16.20% al 16.90%, en consideración al CBR incrementa eficientemente en un rango de 8.65% al 23.0% con la incorporación de 5.5% de ceniza de tallos de quinua. En efecto se concluye que la incorporación de cenizas de tallos de quinua al suelo logró alcanzar buenos resultados e influyeron eficientemente en las propiedades físicas y mecánicas para la estabilización de la subrasante, siendo así una nueva alternativa de solución para la mejora de las propiedades de la subrasante a un menor costo. considerando los beneficios tanto ambientales como económicos.

Palabras clave: Estabilización de la subrasante, ceniza de tallos de quinua, Proctor modificado, CBR.

Abstract

The present research work seeks new alternative solutions for the improvement of the properties of the subgrade and aims to evaluate the influence of quinoa stem ashes on the stabilization of the subgrade, in which various percentages were incorporated 0%, 1%, 3%, 5.5%, 8% in consideration of the standard sample. The methodology used is of an applied type, experimental design being of an explanatory level and with a quantitative approach. The population is considered to be 8 km from the Checca – Mazocruz highway. As a sample there were 4 test pits. The instruments that were used are under the rules in a clear and reliable way to obtain the results, analyzing the tests of granulometric analysis by sieving, moisture content, soil classification according to SUCS and AASTHO, consistency limits, modified Proctor and test of CBR. In this way, the laboratory results are obtained, indicating a better dosage with the incorporation of 5.5% of quinoa stem ashes, presenting a decrease in the index from 6% to 0% to a non-plastic soil, an increase in the maximum density dry from 1,778 gr/cm³ to 1,782 gr/cm³, an increase in the optimal moisture content from 16.20% to 16.90%, considering the CBR increases efficiently in a range of 8.65% to 23.0% with the incorporation of 5.5% of ash quinoa stems. In effect, it is concluded that the incorporation of quinoa stem ashes to the soil managed to achieve good results and efficiently influenced the physical and mechanical properties for the stabilization of the subgrade, thus being a new alternative solution for the improvement of the properties of the soil. subgrade at a lower cost. considering both environmental and economic benefits.

Keywords: Subgrade stabilization, quinoa stem ash, modified Proctor, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial en el desarrollo de proyectos viales existe una gran variedad de suelos donde estos poseen una baja capacidad de soporte de terreno de fundación, en países latinoamericanos prefirieron por otras alternativas como la utilización fibras naturales y reutilización de residuos teniendo una finalidad de aumentar la calidad de resistencia del suelo y condiciones de durabilidad y plasticidad. La utilización de estos materiales propone que nuestros proyectos sean sustentables y sostenibles enfocando los factores sociales, ambientales y económicos lo que conlleva a proyectos con desarrollo sostenible, esto con la finalidad de evitar fallas estructurales en el pavimento. En España los accidentes automovilísticos es uno de los accidentes del que más sufre el país del viejo continente y de acuerdo a la Asociación que existe en España en las Carreteras dice que más del 94% de los accidentes es provocada por una vía en mal estado. Un país de primer mundo con un problema en común con el Perú, esto quiere decir que incluso en los países más desarrollados cuentan con el problema de estabilización en la subrasante, ya que si estos tendrían una buena estabilización no se verían afectados en la magnitud de crear accidentes a la hora del uso regular.¹

A nivel nacional existen suelos que en estado natural no cumplen las exigencias o requisitos con las especificaciones generales en el uso de la conformación de la subrasante, conociendo los suelos arcillosos, orgánicos, blandos, expansivos y de baja capacidad portante ($CBR < 6\%$), con un índice de plasticidad ($IP > 10\%$), ocasionando fallas estructurales en el pavimento y estos suelos deberán ser eliminados y reemplazados por material seleccionado proveniente de los bancos con un valor de soporte $CBR > 10\%$, IP menor a 10, abrasión 60% máximo y clasificación AASHTO (A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6), lo que esto presentaría un elevado costo al momento de sustituir el suelo arcilloso y como también se daña el ecosistema de la zona al momento de explotar las canteras de material, por lo cual se busca otras alternativas técnicas para el mejoramiento de la subrasante mediante los productos químicos, fibras naturales y reutilización de residuos.

¹ (Ipince Cuevas, 2020 pág. 1)

Debemos tener en cuenta que el progreso de Perú depende principalmente de los accesos viales, ya que por medio de estas vías se pueden interactuar poblaciones o comunidades más alejadas. En otras palabras, las carreteras son sinónimos de desarrollo, ya que esto atrae el comercio, turismo y da oportunidades o activa económicamente a la población. Hasta el momento, en el Perú no se ha realizado estudios que permitan estabilizar suelos finos solamente se toman propiedades químicas de otros materiales que vienen del extranjero la cual hace muy oneroso el uso, en nuestro país mayormente los suelos son inestables conformado por tipos de suelo que son de baja resistencia como los suelos arcillosos y ello conlleva un problema latente en las vías y su construcción ya que son sustituidas por enrocados, materiales de tipo granulares, entre otros tipos de rellenos de mayor resistencia y consecuentemente a mayor costo. En nuestro país las vías generalmente poseen suelos finos, por lo consiguiente estos materiales presentan características deficientes que no cumplen con los estándares de calidad, como consecuencia las construcciones de las carreteras en el Perú presentan un mayor costo, así como su mantenimiento, a fin de evitar esto se debe estabilizar el suelo ya sea mediante los diferentes tipos de estabilización que existen y optar por la alternativa más conveniente.²

A nivel regional como Puno, Arequipa y Tacna hallamos diferentes tipos de suelos donde estas fueron estudiadas, en el cual estos suelos no tienen una buena capacidad de soporte, es por este motivo que en esta investigación se pretende analizar la atribución de la mencionada ceniza de tallos de quinua como una alternativa para poder mejorar la subrasante del sector, con la intención de efectuar y optimizar la calidad del suelo de fundación así previniendo considerables movimientos de tierras y sin dañar el ecosistema de la zona, en la carretera Checca – Mazocruz.

Es por este motivo que en esta indagación se ha formulado el siguiente **problema general**: ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? se tiene para los **Problemas específicos** se expresó: ¿Cómo influye la incorporación de

² (More Garcia, y otros, 2019 pág. 1)

cenizas de tallos de quinua en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? Así mismo ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? Como también ¿cómo influye la dosificación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno? Como también, la justificación se jerarquiza en la **justificación teórica** donde la investigación presenta como marco teórico, la incorporación de ceniza de tallos de quinua en el mejoramiento de subrasante de suelos cohesivos, con la finalidad de examinar los efectos que provoca la mencionada estabilización, por ende, sostiene sus bases teóricas en los manuales de carreteras y las normas técnicas que existen en el Perú. En tanto la investigación se **justifica metodológicamente** se entabla en buscar considerar una nueva propuesta para mejorar las propiedades de un suelo mediante la adición de residuos naturales en el cual pueda ser aplicada forma continua y permanente, se realizarán y ejecutaran diversos ensayos de mecánica de suelos, con una predisposición de identificar e indagar el desempeño y estado de la subrasante mejorada mediante las cenizas de tallos de quinua. En seguida **la justificación técnica** en donde se usarán elementos naturales poco estudiados y con lo mencionado se aplicará nuevos aprendizajes y un antecedente con el cual se pueda optimizar la calidad del suelo mediante la aplicación de cenizas de tallos de quinua sustituyendo otros materiales, en el cual son usados normalmente y económicamente costosos. Así como también la **justificación social** donde la presente investigación tendrá la finalidad de beneficiar a la población, esto brindará que los habitantes se satisfagan de vías en óptimos ambientes de tránsito y con el lapso del tiempo no exista inconvenientes con la estructura del pavimento. Por lo tanto, **justificación económica** en donde tenemos dos alternativas por el cual se pueda estabilizar el suelo, la primera es que se tenga que sustituir el material con otro material seleccionado proveniente de los bancos, lo que esto presentaría un elevado costo al momento de sustituir el suelo arcilloso y el otro es un aditivo estabilizador, por lo tanto, al usar residuos naturales como los tallos de quinua como aditivo para mejorar las

propiedades del suelo ya que estos residuos naturales son del mismo material sector lo que resultaría menos costosa en cuanto a transporte y manejo, lo que se busca en todo proyecto es que sea sustentable y sostenible. En tanto la investigación se **justifica ambientalmente** donde la presente investigación empleara la estabilización mediante la adición de residuos naturales y no la sustitución de suelos donde se tiene que utilizar las canteras, en el cual esto daña el ecosistema de la zona, así como también se utilizara los residuos de las cenizas de tallos de quinua propias de la zona, solucionando la contaminación.

De modo que se procedió a identificar los objetivos como el principal tenemos el **objetivo general**: Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. Derivando en los **objetivos específicos**: Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. Como también Determinar cómo influye la dosificación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. De esta manera la hipótesis se formuló la **hipótesis general**: La incorporación de cenizas de tallos de quinua influye eficientemente en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. Por lo tanto, **las hipótesis específicas** son las siguientes: La incorporación de cenizas de tallos de quinua influyen adecuadamente en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. Así mismo La adición de cenizas de tallos de quinua influye eficientemente en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. Por lo tanto, la dosificación de cenizas de tallos de quinua influye sustancialmente en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales Claveria, Triana y Varon** (2018) que tiene como **objetivo** es verificar la influencia que aplica el residuo de cascara de arroz y como también la aplicación del bagazo de caña en los suelos de origen volcánico. **La metodología** es experimental, considerando un suelo que se presentó en forma natural tipo SM presentándose con un CBR de 77%, como también logra poseer mediante los ensayos un OCH de 38% y una máxima densidad seca, 1.20 g/cm³. Se manejo residuos de BCA y con el adicionamiento de diversas ponderaciones como 5, 10 y 15% logrando lo mencionados **resultados**. Con el aumento del 5% CBC se logró tener un CBR de 77 a 62%; excelente M. densidad seca de 1.1 a 1.1 g/cm³; considerando un OCH de 39% a 38%, con el aumento del 10% de cenizas de bagazos de cañas de azúcares se logró tener un CBR de 77% a 83%; teniendo una superior densidad seca de 1.1 a 0.9 g/cm³; considerando un OCH de 39% a 54.00%. con el aumento de 15% de las cenizas de bagazos de cañas de azúcares se logró tener un CBR de 76% a 99%; máxima densidad seca se encuentra en el rango de 1.1 g/cm³; considerando un OCH 47%. Con la utilización de estos residuos **Se concluyó** preferiblemente utilizar un 15% de residuos de cenizas de BC y con esto se podrá tener un suelo estable incrementando su CBR como también el OCH.³

Así como también **Cobos, Ortegón y Peralta** (2019), que tiene como **objetivo** es verificar la influencia que aplica la Cascara de coco y como también la aplicación del cisco de café en los suelos de origen volcánico. **La metodología** se consideró de manera experimental porque nuestros resultados son números, considerando un suelo que se presentó en forma natural tipo SM presentándose con un CBR de 76%, como también logra poseer mediante los ensayos un OCH de 39% y una excelente densidad seca de 1.08 g/cm³. Se manejo residuos de CC y con el adicionamiento de diversas ponderaciones como 5, 10 y 15% logrando lo mencionados **resultados**. Con el aumento del 5% CC se logró tener un CBR de 77 a 70%; M. densidad seca de 1.08 a 1.04 g/cm³; considerando un OCH de 39% a 38%, con el aumento del 10% de cenizas de CC se logró tener un CBR de

³ (Claveria Vásquez, y otros, 2018)

77% a 85%; teniendo una M. densidad seca de 1.11 a 1 g/cm³; considerando un OCH de 38% a 42.00%. con el aumento de 15% de las cenizas CC se logró tener un CBR de 76% a 101%; máxima densidad seca se encuentra en el rango de 1.1 g/cm³; considerando un OCH 42%. Con la utilización de estos residuos **Se concluyó** preferiblemente utilizar un 15% de residuos de cenizas de CC y con esto se podrá tener un suelo estable incrementando su CBR como también el OCH. ⁴

Cañar y Pérez (2017) cuyo objetivo es analizar la influencia de las cenizas de carbón para estabilizar los suelos altamente cohesivos, con un objetivo poder mejorar y optimizar propiedades del suelo. **La metodología** se consideró de manera experimental porque nuestros resultados de los diversos ensayos realizados son números, considerando un suelo que se presentó en forma natural tipo CH presentándose con un CBR de 9%, como también logra poseer mediante los ensayos un O.C.H. de 26% y M. densidad seca de 1.303 g/cm³. Se manejo residuos de C.C. y con el adiconamiento de diversas ponderaciones como 20, 23 y 25% logrando lo mencionados **resultados**. Con el aumento del 20% CC se logró tener un CBR de 9 a 10%; M. densidad seca de 1.30 g/cm³; considerando un OCH de 27%, con el aumento del 23% de cenizas de CC se logró tener un CBR de 9% a 10%; teniendo una M. densidad seca de 1.31 g/cm³; considerando un OCH de 27%. con el aumento de 25% de las cenizas CC se logró tener un CBR de 9.30% a 11%; máxima densidad seca se encuentra en el rango de 1.30 g/cm³; considerando un OCH 28%. Con la utilización de estos residuos **Se concluyó** preferiblemente utilizar un 25% de residuos de cenizas de CC y con esto se podrá tener un suelo estable incrementando su CBR como también el OCH.⁵

Como **antecedentes nacionales Diaz Trujillo (2018)** que tiene como **objetivo** es verificar la influencia que aplica la paja de trigo para la estabilización química con fines de pavimentación. **La metodología** es experimental. se analizaron 4 muestras y se tomó el más crítico considerando un suelo que se presentó en forma natural tipo CL presentándose con un CBR de 14%, como también logra poseer mediante los ensayos un OCH de

⁴ (Cobos Molina, y otros, 2019)

⁵ (Cañar Tiviano, y otros, 2017)

11% y M. densidad seca de 1.85 g/cm³. Se manejo residuos de PT y con el adiconamiento de diversas ponderaciones como 25, 35 y 45% logrando los mencionados **resultados**. Con el aumento del 25% PT se logró tener un CBR de 20%; M.D.S. de 1.981 g/cm³; considerando un OCH de 11%, con el aumento del 35% de cenizas de CC se logró tener un C.B.R. de 32%; teniendo una M.D.S. de 1.99 g/cm³; considerando un OCH de 11%. con el aumento de 45% de las cenizas de PT se logró tener un C.B.R. de 23%; excelente densidad seca se encuentra en el rango de 1.96 g/cm³; considerando un OCH 23%. Con la utilización de estos residuos **Se concluyó** preferiblemente utilizar un 35% de residuos de cenizas de PT y con esto se podrá tener un suelo estable incrementando su CBR como también el OCH.⁶ Así como también se tiene a **Espinoza y Velasquez (2018)** cuyo **objetivo** es determinar los resultados obtenidos mediante el aumento de la ceniza proveniente de las cañas de azúcares para el mejoramiento de suelos arcillosos. **La metodología** se consideró de manera experimental porque nuestros resultados de los diversos ensayos realizados son números, se analizaron 3 muestras y se tomó el más crítico, considerando un suelo que se presentó en forma natural tipo CL, presentándose con un CBR de 5%, como también logra poseer mediante los ensayos un OCH de 6% y una excelente D.S. de 1.656 g/cm³. Con una expansión considerada de 1.47 Se manejo residuos de CA y con el adiconamiento de diversas ponderaciones como 10, 20 y 30% logrando lo mencionados **Los resultados** se analizaron 3 muestras y se tomó el más crítico teniendo como una de las ponderaciones de 10% de cenizas de CA logrando tener un CBR, 11.56% y una MDS de 1.802, como también se obtuvo un OCH de 8.708%, con una expansión de 0.54. con el aumento de la ponderación de 20% de residuos de CA se logró tener un CBR de 15% y una MDS de 1.859, como también se obtuvo un OCH de 9.567%, con una expansión de 0.24. con el aumento de la ponderación del 30% de CA se logró tener un CBR, 10.42% y una MDS de 1.776, como también se obtuvo un OCH de 8.321%, con una expansión de 0.60. en el cual **Se concluye** de acuerdo a los ensayos realizados que es aconsejable

⁶ (Diaz Trujillo, 2018)

emplear una ponderación de 20% de CA para la estabilización de suelos, en el que se ve un incremento de CBR y OCH.⁷

Como también se tiene a **Camacllanqui y Rivera (2021)** que tiene como **objetivo** es verificar la influencia que aplica el residuo de madera y como también la aplicación de las fibras de cocos en la estabilización de suelos. **La metodología** consideró de manera experimental porque los resultados de los diversos ensayos realizados son números. **Los resultados** se analizaron 2 muestras por separado para la madera y fibra de coco, el suelo natural se consideró el más crítico considerando un suelo que se presentó en forma natural tipo CL, presentándose con un CBR de 20%, logrando tener un OCH de 13.20% y una excelente densidad seca de 1.8 g/cm³, considerándose el suelo natural para ambos elementos. Se empleó cenizas de residuos provenientes de las maderas y FC y tras el adicionamiento de diferentes dosificaciones en porcentajes de 7, 13 y 18% se efectuó determinados resultados. teniendo como una de las ponderaciones el aumento de 7% de residuos de FC logrando tener un CBR de 21% y considerando una máxima densidad seca de 1.85, como también se obtuvo un OCH de 15.10%, Considerando el aumento de 13% de residuos de FC se logró tener un CBR de 20% y una MDS de 1.85, como también se obtuvo un OCH de 15.10%. Con la ponderación del 18% de residuos de cenizas de FC se logró tener un CBR de 20% y una MDS de 1.82, como también se obtuvo un OCH de 16.90%. de igual manera para las cenizas de madera, teniendo como ponderación un aumento de 7% de residuos de cenizas M se logró tener un CBR de 25% y una MDS de 1.94, como también se obtuvo un OCH de 11.40%. Con la ponderación del 13% de residuos de cenizas de M, se logró tener un CBR de 20.50% y una MDS de 1.77, como también se obtuvo un OCH de 18.10% y por último con la ponderación del 18% de residuos de cenizas de M se logró tener un CBR de 17% y una MDS de 1.76, como también se obtuvo un OCH de 20.80%. En el cual **Se concluye** de acuerdo a los ensayos realizados que es aconsejable emplear la ponderación de 7% de residuos de cenizas de M y FC para la estabilización de suelos, en el cual optimiza e incrementa su CBR.⁸

⁷ (Espinoza Chuquino, y otros, 2018)

⁸ (Camacllanqui Ccoillar, y otros, 2021)

Como antecedentes en otros idiomas, as you also have **Rasul (2016)** whose general objective is near verify the results found in the plan of the road, developing an analytical methodology in this thesis, the underground soils in which they will be stabilized will be evaluated. The methodology was considered experimentally, on the road in Kurdistan the pavement design was carried out based on the ASSTHO 1993 system. It was determined that it is not effective and satisfactory since the stabilized soils did not meet the quality standards. Once the studies and tests were completed, since the soils had deficiencies in instruction to improve the expansion of Kurdistan by applying the pavement design, these underground soils were stabilized, in which it was developed by means of a finite element method that 3 contents of humidity in the underground soil and the determination of the resilience modulus, with this the deformation was verified, considering the dosages in which 2%, 4% and 6% and a mixture of 6% paste and 3% of lime, with this I determine the resilience module and the type of stabilizer that is successful to be used in the stabilization of underground soils.⁹

Regasa (2018) As well as Regasa in his thesis called geological determination of engineering and improvements at the subgrade level, this study has as its population the MekiZiway highway located in Ethiopia. Having as a general objective is to evaluate the mechanical physical properties of soil engineering at the subgrade level in Modjo-Hawassa, choosing that these soils do not meet the quality standards in which they need to be improved through the different alternatives or verification methods, knowing that the DMS in the soil samples of the subsante vary in a range from 0.9 to 1.59 in an equal way, in the same way the moisture content varies in an average range of 15% and 33%, taking into account that the values of CBR vary and oscillate in a range from 2% to 30% having a linear contraction that has a range of 5%, 14% and 28%. By the general objective of evaluating the physical mechanical engineering possessions of the soil at the subgrade level in Modjo-Hawassa considering improving the conditions of the soils at the subgrade level both in physical and mechanical aspects to optimize soil quality.¹⁰

⁹ (Rasul, 2016)

¹⁰ (Regasa, 2018)

Li (2019) in his thesis titled As well as Lix with the research called laboratory evaluations through the use of co-products of biological aspect for the stabilization of geomaterials in the city of Iowa, having as objective of study, considering the background of this research as that of Yang (2015) on the improvement of the soil through biofuel co-products, carrying out an analysis of laboratory studies, consequently, the field performance was studied and evaluated at the field site in Buchanan County, having as results the Proctor compaction test and through the classification of soils by the AASTHO and SUCS methods, it was determined that these soils have the presence of mostly silt, as glowing as the resistance of the soil in instruction to improve the soil conditions at the level of the subgrade both in physical and mechanical aspects for optimizing the quality of the soil and over time there are no failures is structural on the pavement.¹¹

Como articulos científicos se tiene a **Nnochiri (2018)** in his article entitled influence of corn cob ash in a soil stabilized by lime, was carried out at the Afe Babalola University. This research determines the influence of corn cob ash on soils improved by lime. Having as results in which the following conclusions were made; carrying out the soil classification tests through the AASTHO and SUCS systems, according to AASTHO it is classified as an A-2-6 as the SUCS method was also used, resulting in a GP, considering the optimal proportion determined for the required lime is 10 %, taking into account that with 10% of lime it contains a lower plasticity index, the incorporation of corn cob ash decreased the plasticity index values, improving soil conditions both in the physical and mechanical aspect. The optimal moisture content and the maximum dry density resulted favorably in the same way with the plasticity index. Once the corn cob ash was incorporated into the soil with the dosage of lime, the resistance values were favorable. The incorporation of CCA to the soil treated with lime improved the values of unconfined compressive strength (UCS) to maximum values at 4% CCA. UCS values also increased at curing from 7, 14 and 28 respectively. Based on the results of this investigation, corn cob ash correctly qualifies as a pozzolanic material. Likewise, the CCA will improve soil conditions at the

¹¹ (Li, 2019)

subgrade level, both in physical and mechanical terms, in order to optimize soil quality. Once the corn cob ash adheres to the soil, the CBR values increase considerably. Conferring to the consequences of this investigation, the corn cob ash adequately qualifies as a pozzolanic material. In addition, corn cob ash can serve as a good complement for soil hardness.¹²

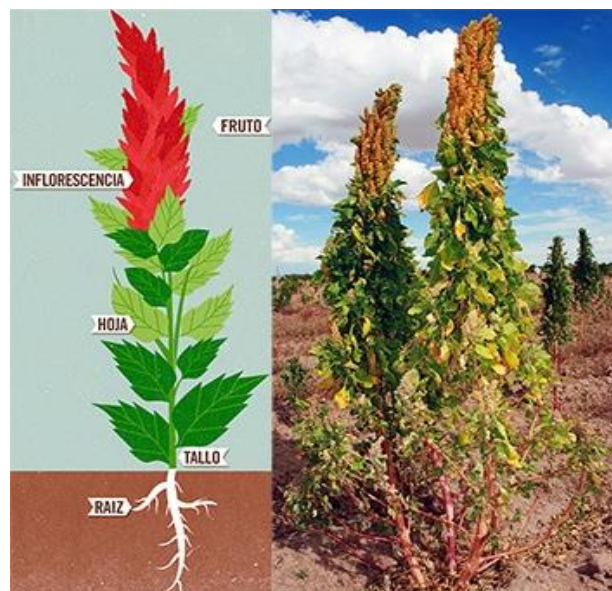
Akinwumi, Aidomojie (2016) There is also a Akinwumi in his article entitled evaluation of the influence of corn cob ash on the geotechnical properties of soil improved with Portland cement from Covenant University. With the objective of offering greater knowledge about this product of the corn cob, taking into account how it would influence the properties of the soil through the cob ash and the cement (CCA) to evaluate its veracity in the results. A range of studies and tests were carried out, such as specific gravity, granulometry, Proctor, consistency limits, permeability compaction, having as corn cob ash dosages, which vary in a range from 0 to 12%. With these studies and tests, reached the following conclusions: the chemical components of the cement and the cob ash are considered to be composed mainly of lime and silica, respectively. Considering that the moisture content of the corn cob ashes in the soil increased. As well as the plasticity and the particularities of increase and the permeability of the soil reduced, taking into account that the load capacity and the resistance of the soil increased. as well as the resistance of the soil was resolute in instruction to improve the circumstances of the soil at the level of the subgrade both in the physical and mechanical aspect to optimize the quality of the soil and with the lapse of time there are no structural failures in the pavement. The consequences obtained from the corn cob are favorable in terms of resistance as more incorporation in the most convenient dosage for the soil in improvement.¹³

¹² (Nnochiri, 2018)

¹³ (Akinwumi, 2016)

Como **bases teóricas** en relación a las variables tenemos las siguientes, **Tallos de quinua**, El tallo de la quinua es la conexión con el cerviz de la raíz, posee una forma cilíndrica y anguloso a partir de las ramificaciones, El tallo según sus características compone de una corteza firme, como también hay una conexión con las membranas de celulosas, internamente presenta una especie de medula, en donde llegando a la vejez o en estado seco se esfuma, cuando los tallos son jóvenes la medula es blando, pero cuando el tallo de quinua es madura es esponjosa y luego se seca, el tallo de quinua en su composición domina mayoritariamente contenido de lignina y celulosa, el color de los tallos de quinua en la etapa de floración puede ser de diversos colores dependiendo de la madurez de la quinua, con colores purpura, rosado, verde, amarillo, en la madurez los tallos se ponen de color rosado o crema y la altura de la quinua Estos, se puede manejar para la elaboración de papel y cartón.¹⁴ La altura de la fibra, desde el asiento del tallo varía de 0.5 m a más de 3 m; depende de la diversidad, de la densidad de cultivo, de la nutrición y del medio ambiente. Generalmente las diversidades de los tipos de valle son más altas que las del Altiplano.

figura 1. Tallos de quinua



Fuente: fotografía propia

¹⁴ (Investigación sobre el Cultivo de la Quinoa, 2013 pág. 25)

Clasificación taxonómica de la quinua, según los herbarios que han realizado estudios sobre la clasificación de la quinua y estos consideran que se trata de una sola especie, tomando en cuenta características de la quinua ya considerando el color de grano y sus características, apariencia de tallos, estado de color de la planta, está perteneciendo al reino vegetal La quinua posee la siguiente clasificación taxonómica.¹⁵

tabla 1. Taxonomía de los tallos de quinua

| Taxonomía de los Tallos de Quinua | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Reino | Vegetal |
| Sub-reino | Phanerogamae. |
| División | Angiospermae. |
| Clase | Dicotyledoneae. |
| Sub clase | Archychlamydeae. |
| Orden | Centrospermales. |
| Familia | Chenopodiaceae |
| Género | Chenopodium. |
| Especie | Chenopodium quinoa Willd. |

Fuente: Cañas, 1998.

Estructura primaria de los tallos de quinua, la estructura de los tallos de quinua está conformada en 3 partes primordiales que son la Epidermis, corteza, un cilindro central. La epidermis tiene la función de proteger las secciones verdes de la quinua y tiene una particularidad que los tallos contienen cutina y estomas estas son consideradas células epidérmicas, como también una de las partes esenciales es la corteza y está compuesta por 3 tejidos que son la colénquima, parénquima, esclerénquima. La colénquima, compone de células vivas de tejido vegetal, con texturas fibrosas redondeadas y esta tiene la finalidad de sostener los órganos en crecimiento de los tallos de quinua. El parénquima, tiene como particularidad situarse en la pared primaria o secundaria, tiene como finalidad las diferentes etapas del metabolismo, respiración y la fotosíntesis. El esclerénquima, está conformado por células muertas esto ocasionado por medio de la colénquima mediante la absorción creciente de la lignina, considerado como el tejido vegetal de sostén

¹⁵ (Chambi Quispe, y otros, 2012)

y finalmente el cilindro central considerado una de las partes primordiales de los tallos de quinua y está constituida por el parénquima en donde se encuentran diversos tejidos conformados por células de menor tamaño consideradas leñosos.”¹⁶

Composición Química del Tallo de Quinua. Químicamente según Mujica los tallos de quinua están conformadas de los siguientes componentes como el nitrógeno 1.10% , logrando tener fosforo de 0.20%, como también potasio 3.30% y componiendo con una celulosa con valores de 49.5% – 50.9% y teniendo la hemicelulosa con un estimado de 37.60%, los tallos de quinua son fibras orgánicas y puede representar un contenido de 60% de considerable celulosa, se estima que las lignocelulosas o lignina abarcan dimensiones como un 37% del contenido total del tallo, el tallo de quinua cuando esta fresco puede considerarse consumible o digerible por los animales, pero cuando ya está seca o madura no puede ser digerible por los animales porque esta contiene lignina.

tabla 2. Componentes químicos del Tallo de Quinua

| Componentes químicos del Tallo de Quinua | |
|---|---------------|
| Nitrógeno | 1.10% |
| Fosforo | 0.20% |
| Potasio | 3.30% |
| Celulosa | 49.5% - 50.9% |
| Hemicelulosa | 37.60% |
| Ceniza | 6.90% |

Fuente: Mujica, 2004.

¹⁶ (Chambi Quispe, y otros, 2012)

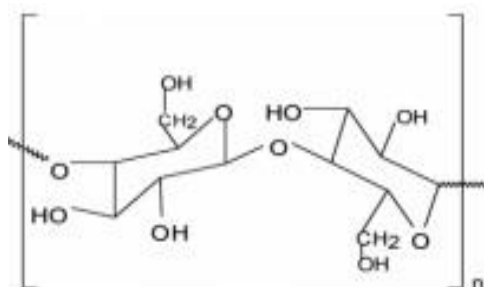
tabla 3. Análisis comparativo de la Celulosa y Lignina

| Análisis proximal de la lignina y celulosa | |
|--|----------------|
| ANALISIS PROXIMAL DE: | PORCENTAJE (%) |
| CELULOSA (EPIDERMIS) | 62.15 |
| LIGNINA (EPIDERMIS) | 19.98 |
| CELULOSA (MEDULA) | 72.44 |
| LIGNINA (MEDULA) | 33.66 |

Fuente: Quispe, 2005.

La celulosa (C₆H₁₀O₅), es un biopolímero conformado mediante moléculas de glucosa, como también conocido como un polisacárido, la celulosa se considera como la biomolécula orgánica más considerable y estas se ubican generalmente en las zonas de las paredes en células vegetales junto con la hemicelulosa, extensina, pectina y lignina, la celulosa forma parte de la estructura de las plantas ya que contiene tejidos de sostén, los tallos de quinua mayoritariamente la pared vegetal están compuestos en más de 50% a comparación de la lignina.

figura 2. Organización de la celulosa



Fuente: Walker y Wilson, 1991

Lignina, es un componente de los tallos de quinua se identifica por ser amorfo, de color oscuro, uno de los inconvenientes de la lignina es que causa degeneración de las plantas presentándose con un color amarillento, la lignina mayoritariamente se encuentra cuando las plantas llegan a su madurez, la particularidad puede variar en un rango de 2% proporcionalmente.

Cenizas de tallos de quinua, Las cenizas de tallos de quinua están compuestas mayoritariamente de sílice y alúmina y que estas pueden transformarse en puzolanas o ceniza volante, esto mediante la incineración, estas cenizas de tallos de quinua poseen características cementantes, una vez transformado en ceniza volante.¹⁷

Clases de puzolana, existen 2 tipos de puzolanas en el cual se encuentran las puzolanas naturales y artificiales.

Puzolanas naturales, las cenizas naturales provenientes de las eflorescencias magmáticas, resultado del enfriamiento de los materiales de piedras piroclásticas, consideradas también como cenizas volcánicas, estas tienen una característica esencial ya que componen la sílice de manera orgánica.¹⁸

Puzolanas artificiales, se considera cenizas artificiales cuando se realizan calcinaciones a partir de 550 grados centígrados, consecuentemente produciendo un material mineral, la calcinación debe tener un tiempo de duración de 2 horas, como también se encuentran las escorias calcinadas, a estas mismas temperaturas se calcinan los ladrillos y el carbón.¹⁹

Las cenizas de residuos agrícolas: estos tipos de ceniza se calcinan a una temperatura promedio de 400 grados centígrados a más, tenemos como por ejemplo Las cenizas de fibra de coco, fibra de paja de trigo, residuos de boñiga, la ceniza de tallos de quinua, cañas de azucares etc. Cuando se incinera de la manera correcta y a una temperatura eficiente, se logra obtener una ceniza mineral que se compone mayoritariamente en alúmina y sílice, cuyo comportamiento obedece a la temperatura con el cual fueron

¹⁷ (Lencinas Valeriano, y otros, 2017 pág. 21)

¹⁸ (Lencinas Valeriano, y otros, 2017 pág. 22)

¹⁹ (Lencinas Valeriano, y otros, 2017 pág. 22)

incinerados, teniendo en cuenta que las cenizas tienen propiedades cementarias.

Tipos de cenizas, según la norma ASTM C 618-03 fracciona en tres las clases de ceniza, que son N, F y C respectivamente, se considera ceniza de clase N Y F cuando las proporciones mínimas de la suma del óxido de hierro, dióxido de silicio y óxido de aluminio es de 70 %, como también considerar que para ceniza clase N el trióxido de azufre tiene un porcentaje máximo de 4%, contenido de humedad tiene un porcentaje máximo de 3% y pérdida de calcinación de 10%, pueden ser cenizas volcánicas y artificiales. Así como también la ceniza de clase F con un trióxido de azufre que tiene un porcentaje máximo de 5%, contenido de humedad de 3% y una pérdida de calcinación de 6%, estas cenizas tienen propiedades puzolánicas y cementantes, como también se considera ceniza de clase C cuando la suma de las proporciones del óxido de hierro, dióxido de silicio y óxido de aluminio es menor o igual al 50%, estas cenizas se reactivan con el agua.

Propiedades de la ceniza volante, la ceniza contiene propiedades reactivas considerando que las propiedades más importantes de la ceniza volante es la puzolánica, teniendo en cuenta para que se reactive la ceniza requiere de un lapso largo, uno de los principales atributos de la ceniza que en estado plástico del suelo tiende a disminuir considerablemente las expansiones.²⁰

figura 3. ceniza de fibras naturales



Fuente: elaboración propia

²⁰ (Perez , 2011 pág. 33)

Composición química de la ceniza volante, consecuentemente existen una gran variedad de tipos de ceniza y la composición química de las cenizas están compuestas mayoritariamente de sílice y alúmina en el cual estas pueden transformarse en puzolanas o ceniza volante, esto mediante la incineración, como también tiene propiedades cementantes de acuerdo a la norma ASTM-C-618-03 nos menciona que los componentes químicos deben entablar con los estándares requeridos, teniendo en cuenta que las proporciones mínimas de la suma del óxido de hierro, dióxido de silicio y óxido de aluminio es de 70 % en caso que sea ceniza de clase N y F, y el porcentaje máximo de calcinación es 12%, en caso que sea menor al 70% se considera ceniza de clase C, en el cual esta considera porcentajes mínimos de 50%, como también considerar para la clase de ceniza N que el trióxido de azufre tiene un porcentaje máximo de 4%, contenido de humedad tiene un porcentaje máximo de 3% y pérdida de calcinación de 10% de igual manera para la ceniza de clase F con un trióxido de azufre que tiene un porcentaje máximo de 5%, contenido de humedad de 3% y una pérdida de calcinación de 6%, de la misma manera para la ceniza de clase C que tiene los mismos estándares que la ceniza de clase F.

tabla 4. Requerimientos químicos de las Cenizas

| | Clase | | |
|---|-------|-------|-------|
| | N | F | C |
| Dióxido de silicio (SiO ₂) + óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) + óxido de hierro (Fe ₂ O ₃), min % | 70.00 | 70.00 | 50.00 |
| Trióxido de azufre (SO ₃), máx. % | 4.00 | 5.00 | 5.00 |
| Contenido de humedad, máx. % | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Pérdida por calcinación, máx. % | 10.00 | 6.00 | 6.00 |

Fuente: Astm C 618-03

Composición física de la ceniza volante, la finura y reactivación de las cenizas depende directamente con el tamaño de sus partículas que pasa el tamiz más fino, considerando que las partículas de mayor tamaño ocasionalmente no reaccionan efectivamente con el suelo, considerando que se deben realizar un análisis del peso específico, materia orgánica y contenido de humedad en la composición física de las cenizas.

tabla 5. Características físicas de la ceniza

| | Clase | | |
|---|--------|--------|--------|
| | N | F | C |
| Finura: Cantidad retenida en el tamizado vía húmeda en la malla de 45 μm (N° 325), máx., % A | 34.00 | 34.00 | 34.00 |
| Índice de actividad puzolánica: B Con cemento portland, a 7 días, mín., % Con cemento portland, a 28 días, mín., % | 75.00 | 75.00 | 75.00 |
| Demanda de agua, máx., % del control. | 115.00 | 105.00 | 105.00 |
| Estabilidad: D Expansión, contracción en autoclave, máx. % | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Requisitos de uniformidad: Densidad, máxima variación del promedio, % | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Porcentaje retenido en 45 μm (N° 325), variación máx., puntos de % del promedio. | 5.00 | 5.00 | 5.00 |

Fuente: Astm C 618-03

Activación de la ceniza volante, la activación de la ceniza está relacionada con el agua ya que la ceniza tiene características cementantes, considerando que el tamaño de las partículas de la ceniza influye determinantemente para una activación más rápida. cuando se somete a un análisis en función a la temperatura se efectúa los efectos de calor en los materiales en el cual puedan ocasionar cambios en varias de sus propiedades Mediante la termogravimetría TG se estudia la pérdida de peso de una muestra con a temperatura.²¹

²¹ (Díaz Trujillo, 2018 pág. 25)

Subrasante, Es el estrato o el suelo de terreno natural o la base de las excavaciones en caso sea corte o el manto superior del terraplén en caso sea saturado la subrasante de una carretera, esta debe ser debidamente compactada y debe poseer una buena capacidad de soporte con propiedades admisibles ya que esta será la cimentación del pavimento, existen suelos que en estado natural no cumplen con los estándares de calidad para el uso de la construcción en la subrasante, como los suelos arcillosos, orgánicos, blandos, expansivos y de baja capacidad portante (CBR < 6%), con un índice de plasticidad (IP > 10%), ocasionando fallas estructurales en el pavimento y estos suelos deberán ser eliminados y reemplazados por material seleccionado proveniente de los bancos con un valor de soporte CBR>10%, IP menor a 10, abrasión 60% máximo y clasificación AASHTO, considerando la estabilización por sustitución de suelos con materiales de buena calidad, se considera una subrasante excelente cuando el material tiene un CBR de 30%, se considera una subrasante buena cuando tiene un CBR de 10% a 20 % y una subrasante inadecuada cuando el CBR es menor 3%, así como también se puede realizar la estabilización química de suelos mediante las cenizas.²²

tabla 6. Clases de subrasante y CBR

| Categorías de Sub-Rasante | CBR |
|----------------------------------|-----------------------|
| S0: Sub-Rasante inadecuada | CBR < 3% |
| S1: Sub-Rasante insuficiente | CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S2: Sub-Rasante regular | CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S3: Sub-Rasante buena | CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S4: Sub-Rasante muy buena | CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S5: Sub-Rasante excelente | CBR ≥ 30% |

*Fuente: elaboración propia
Fuente: Manual de carreteras Suelos, 2014*

²² (MTC, 2014 pág. 21)

Caracterización de la subrasante, teniendo en cuenta al Manual de carreteras se considera que para caracterizar las propiedades físico y mecánicas de la subrasante se realizaran diversos análisis en las estratigrafías del suelo y considerando el número de calicatas que se va a realizar dependiendo del tipo de carretera al que pertenezca el tramo en estudio, considerando el IMD.²³

tabla 7. Cantidad de Calicatas

| TIPO DE CARRETERA | PROFUNDIDAD (m) | NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS |
|---|--|---|
| Autopista: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto | Calzada de 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido |
| | | Calzada de 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido |
| | | Calzada de 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido |
| Carreteras duales: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto | Calzada de 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido |
| | | Calzada de 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido |
| | | Calzada de 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido |
| Carreteras de 1° Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles | 1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto | 4 calicatas x km |
| Carreteras de segunda clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles | 1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto | 3 calicatas x km |
| Carreteras de 3° clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/ día, de una calzada de dos carriles | 1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto | 2 calicatas x km |
| Carreteras de bajo tránsito: Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada | 1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto | 1 calicatas x km |

Fuente: elaboración propia

Fuente: Manual de carreteras, 2014.

²³ (MTC, 2014 pág. 26)

Cantidad de CBR según el tipo de carretera, las muestras de suelos desfavorables y estratigrafías encontradas en las calicatas serán nuestras muestras representativas en el cual deben ser explicadas en fichas donde se registraran las ubicaciones de las calicatas y los diferentes espesores, estratigrafías y considerando la profundidad a la que estas fueron excavadas, según el manual de carreteras a 1.50 m, paulatinamente serán llevados en bolsas al laboratorio de suelos para realizar ensayos de CBR, teniendo en cuenta el tipo de carretera al que se esté haciendo el estudio de esto depende la cantidad de ensayos de CBR a realizar.²⁴

tabla 8. Cantidad de CBR

| TIPO DE CARRETERA | Nº CBR |
|---|---|
| Autopista: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | Calzada de 2 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido |
| | Calzada de 3 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido |
| | Calzada de 4 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido |
| Autopista: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | Calzada de 2 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido |
| | Calzada de 3 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido |
| | Calzada de 4 carriles por sentido: 1 CBR x km x sentido |
| Carreteras de 1º Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles | Cada 1 km se realizará un CBR |
| Carreteras de segunda clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles | Cada 1.5 km se realizará un CBR |
| Carreteras de 3º clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/ día, de una calzada de dos carriles | Cada 2 km se realizará un CBR |
| Carreteras de bajo transito: Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada | Cada 3 km se realizará un CBR |

Fuente: elaboración propia

Fuente: Manual de carreteras, 2014.

²⁴ (MTC, 2014 pág. 27)

La estabilización, consiste en afinar y mejorar las características del suelo ya sea en la parte física o mecánica, existe suelos que requieran un mejoramiento en sus propiedades, en el cual en el mundo encontramos diversos suelos ya sean suelos cohesivos, orgánicos, blandos que estas tienen los mismos problemas o deficiencias en sus características físico mecánicas, consecuentemente con el lapso del tiempo podrían ocasionar fallas estructurales, actualmente se conoce una gran variedad de tipos estabilizaciones, como las más conocida la sustitución del material o mediante la combinación de materiales , también se encuentran la adición de agentes estabilizantes como conglomerantes tradicionales como la cal, cemento, actualmente se está buscando otras alternativas como las cenizas de fibras naturales que son considerados en muchos casos como residuos, estas estabilizaciones o mejoramiento de suelos generalmente se realizan a nivel de la subrasante.²⁵

criterios geotécnicos para la estabilización de suelos, los criterios que se deben tomar en cuenta para verificar si un suelo necesita una estabilización de suelo en el proceso constructivo del terraplén, tiene que cumplir con los siguientes estándares generales en el uso de la conformación de la subrasante, conociendo los suelos arcillosos, orgánicos, blandos, expansivos y de baja capacidad portante ($CBR < 6\%$), con un índice de plasticidad ($IP > 10\%$), donde existan suelos con humedades elevadas, ocasionando fallas estructurales en el pavimento y estos suelos deberán ser eliminados y reemplazados por material seleccionado proveniente de los bancos con un valor de soporte $CBR > 10\%$, IP menor a 10, abrasión 60% máximo y clasificación AASHTO con materiales de buena calidad.²⁶

tipos de estabilización, en la actualidad existen diversos métodos para estabilizar los suelos, ya sean las comunes como la estabilización mediante la sustitución o combinación de suelos o las tradicionales mediante la estabilización con la cal y cemento, consecuentemente se realizan estudios y

²⁵ (MTC, 2014 pág. 92)

²⁶ (MTC, 2014 pág. 94)

buscan optar alternativas más económicas y eco amigables con el ambiente como son las cenizas de fibras naturales.

Estabilización química, cuando se menciona la estabilización química entendemos por el uso de aditivos químicos como agentes de estabilización como tenemos a la cal y el cemento que son elementos tradicionales, como también las escorias, cloruro de sodio y cenizas de fibras naturales, todo esto con la predisposición de afinar las características físicas y mecánicas que componen los suelos, haciendo que los suelos tengan un comportamiento más fácil de manejarlo en la construcción, además utilizarlo para disminuir la plasticidad y la expansión de las arcillas.²⁷

Estabilización mecánica, cuando se realiza una estabilización mecánica se suelos implica que se afinaran las características mecánicas que componen los suelos, pero sin la incorporación de agentes químicos.²⁸ La estabilización mecánica de los suelos se realizaran mediante la compactación, donde un suelo de baja capacidad de soporte es compactado, donde se reducen los espacios vacíos en los suelos.²⁹

Estabilización por sustitución de suelos, esta clase de estabilización consiste en reemplazar un material de baja capacidad de soporte por un material de buena capacidad de soporte, considerando que el material con el que se va a reemplazar es proveniente de los bancos o canteras, determinado los espesores de mejoramiento y luego compactados.³⁰

Estabilización física, cuando realizamos la estabilización física para el mejoramiento del suelo, se efectúa la combinación de suelos, produciendo cambios físicos, donde un suelo de baja capacidad de soporte es combinado con un suelo de buena capacidad de soporte que cumple con los estándares de calidad, la estabilización física consiste en mezclar 2 tipos de suelos y homogenizadas lleguen a tener una buena característica física y mecánica, consecuentemente se realiza la compactación.³¹

²⁷ (Das, 2013 pág. 266)

²⁸ (Das, 2013 pág. 266)

²⁹ (MTC, 2014 pág. 98)

³⁰ (MTC, 2014 pág. 98)

³¹ (MTC, 2014 pág. 99)

Propiedades físicas de la subrasante, a tener en cuenta que para las propiedades físicas consideraremos al contenido de humedad, granulometría, clasificación de suelos y límites de Atterberg.

Granulometría, mediante este ensayo de granulometría se puede determinar la clasificación de los suelos, se trata de una serie de tamices en el cual estos separan o fraccionan partículas de mayor tamaño a menores dimensiones de textura, dividiendo los suelos en fracciones como las gravas, limos y suelos cohesivos, la malla número 4 divide la grava de la arena, la malla número 200 divide la arena de limos y arcillas, este ensayo es muy primordial ya que a esta podemos seleccionar el método de compactación a efectuar en el ensayo de Proctor, como también conocer el tipo de suelo que estamos tratando de analizar y consecuentemente poder efectuar los ensayos de Proctor M. y CBR dependiendo de los resultados de la granulometría.³²

tabla 9. Clasificación de suelos

| Tipo de Material | | Tamaño de las partículas |
|------------------|---------|----------------------------------|
| Grava | | 75mm-4.75 mm |
| Arena | | Arena gruesa: 4.75 mm- 2.00 mm |
| | | Arena gruesa: 2.00 mm- 0.075 mm |
| | | Arena gruesa: 0.424 mm- 0.075 mm |
| Material Fino | Limo | 0.075 mm- 0.005 mm |
| | Arcilla | Menor a 0.005 mm |

Fuente: elaboración propia
Fuente: Manual de carreteras, 2014.

³² (Crespo Villalaz, 2004 pág. 46)

Contenido de humedad, se refiere al conglomerado de H₂O que puede existir en un determinado producto o porción de suelo y para determinar este ensayo se considera la mencionada formula, donde se restan los pesos que tienen los suelos húmedo y seco, obteniendo el peso del H₂O, finalmente dividiendo el peso del H₂O con el peso del suelo seco.³³

$$W = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S}$$

Donde:

- W = Contenido de humedad en (%).
- M_{CWS} = Peso del contenedor y el suelo húmedo (g).
- M_{CS} = peso del contenedor y el suelo secado en horno (g).
- M_C = Peso del contenedor (g).
- M_W = Peso del agua (g).
- M_S = Peso del suelo seco (g).

Clasificación de suelos, se realizó la clasificación de suelos considerando las metodologías AASHTO Y SUCS.

tabla 10. Correlación de suelos AASHTO Y SUCS.

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, 2014

³³ (MTC, 2014 pág. 34)

Sistema de clasificación AASTHO, “El método de categorización AASHTO separa a los suelos en 2 secciones: el primero son los suelos granulares grupos A-1, A-2 y A-3, aptos para la subrasante. El segundo son los suelos finos y estos son seleccionados en sub secciones considerando el L.L., I.P. y su granulometría se considera a-4, a-5, a-6 y a-7”.³⁴

tabla 11. Sistema de Categorización AASHTO

| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200) | | | | | | |
|---|--|---------|------------|--------------------------------|---------|---------|---------|
| | A-1 | | | A-2 | | | |
| Grupo de clasificación | A-1-a | A-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 |
| Análisis de tamiz (porcentaje de paso) | | | | | | | |
| Núm. 10 | 50 máx. | | | | | | |
| Núm. 40 | 30 máx. | 50 máx. | 51 mín. | | | | |
| Núm. 200 | 15 máx. | 25 máx. | 10 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. |
| Características de la fracción de paso núm. 40 | | | | | | | |
| Límite líquido | | | | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. |
| Índice de plasticidad | 6 máx. | | NP | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. |
| Tipos comunes de materiales significativos constituyentes | Fragmentos de roca, grava y arena | | Arena fina | Limo o grava arcillosa y arena | | | |
| Clasificación general de la subrasante | Excelente a bueno | | | | | | |

| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200) | | | |
|---|--|---------|-------------------|--------------------|
| | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Grupo de clasificación | | | | A-7 |
| Análisis de tamiz (porcentaje de paso) | | | | A-7-5* |
| Núm. 10 | | | | A-7-6 [†] |
| Núm. 40 | | | | |
| Núm. 200 | 36 mín. | 36 mín. | 36 mín. | 36 mín. |
| Características de la fracción de paso núm. 40 | | | | |
| Límite líquido | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. |
| Índice de plasticidad | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. |
| Tipos comunes de materiales significativos constituyentes | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | |
| Clasificación general de la subrasante | Regular a malo | | | |

*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$

†Para A-7-6, $PI > LL - 30$

Fuente: Braja Das 2015, pág. 79

³⁴ (Das, 2015 pág. 78)

Sistema unificado de clasificación del suelo, El método de categorización SUCS fue planteado por A. Casagrande y separa a los suelos en 2 secciones: el primero son los suelos granulares que se consideran si más del 50% se retienen en el tamiz # 200. El segundo son los suelos finos se consideran si más del 50% pasan el tamiz # 200.³⁵

tabla 12. Sistema de Categorización SUCS

| Criterio para la asignación de símbolos de grupo | | | | Símbolos de grupo | |
|--|--|---------------------------------|--|--|----|
| Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200 | Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4 | Gravas limpias | $C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ | GW | |
| | | Menos de 5% finos ^a | $C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$ | GP | |
| | | Gravas con finos | $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) | GM | |
| | | Más de 12% finos ^{a,d} | $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) | GC | |
| | Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4 | Arenas limpias | $C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$ | SW | |
| | | Menos de 5% finos ^b | $C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$ | SP | |
| | | Arenas con finos | $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) | SM | |
| | | Más de 12% finos ^{b,d} | $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) | SC | |
| Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200 | Limos y arcillas Límite líquido menor que 50 | Inorgánico | $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^f | CL | |
| | | Orgánico | $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^f | ML | |
| | Limos y arcillas Límite líquido 50 o más | Inorgánico | Límite líquido: secado | $\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL | OL |
| | | | Límite líquido: no secado | | |
| | | Orgánico | Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2) | CH | |
| | | | Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2) | MH | |
| Suelos altamente orgánicos | Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico | | | Pt | |

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Fuente: Braja Das 2015, pág. 83

³⁵ (Das, 2015 pág. 82)

tabla 13. Tipo de suelo y símbolos

| Tipo de suelo | Símbolo | Sub grupo | Símbolo |
|-----------------------|---------|--|---------|
| Grava o suelo gravoso | G | Bien gradada | W |
| Arena o suelo arenoso | S | Mal gradada | P |
| Limo | M | Limoso | M |
| Arcilla | C | Arcilloso | C |
| Arcillas orgánicas | O | Baja plasticidad (límite líquido menor < 50) | L |
| Turba, lodos | Pt | Alta plasticidad (límite líquido mayor > 50) | H |

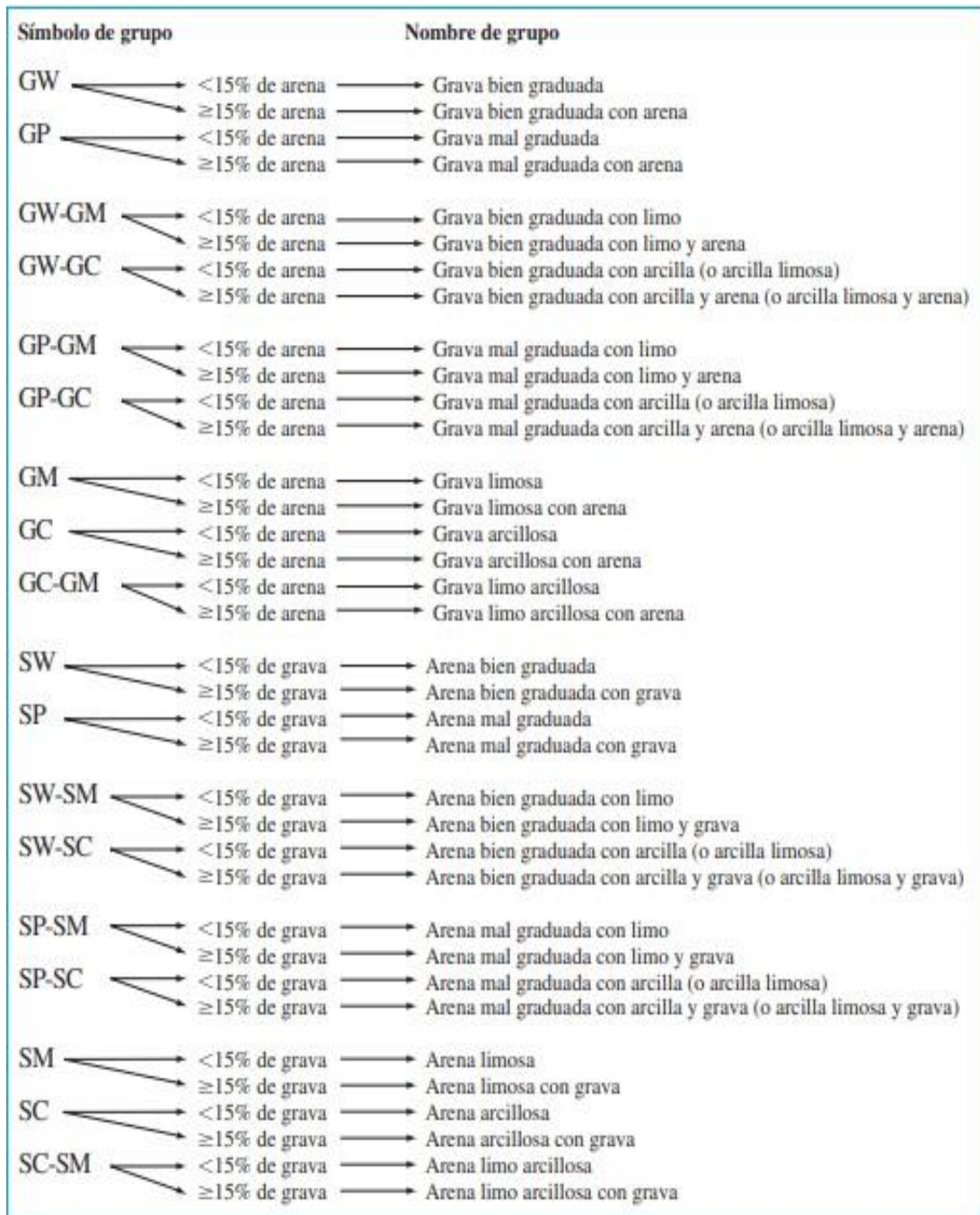
Fuente: fotografía propia

tabla 14. Descripción Suelos granulares y finos

| DIVISIONES MAYORES | | SÍMBOLO | | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------|----------------------------|---------|---|--|
| | | SUCS | GRÁFICO | |
| SUELOS GRANULARES | GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS | GW | | GRAVA BIEN GRADUADA |
| | | GP | | GRAVA MAL GRADUADA |
| | | GM | | GRAVA LIMOSA |
| | | GC | | GRAVA ARCILLOSA |
| | ARENA Y SUELOS ARENOSOS | SW | | ARENA BIEN GRADUADA |
| | | SP | | ARENA MAL GRADUADA |
| | | SM | | ARENA LIMOSA |
| | | SC | | ARENA ARCILLOSA |
| SUELOS FINOS | LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50) | ML | | LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD |
| | | CL | | ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD |
| | | OL | | LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD |
| | LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50) | MH | | LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD |
| | | CH | | ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| | | OH | | LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS | Pt | | TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS. | |

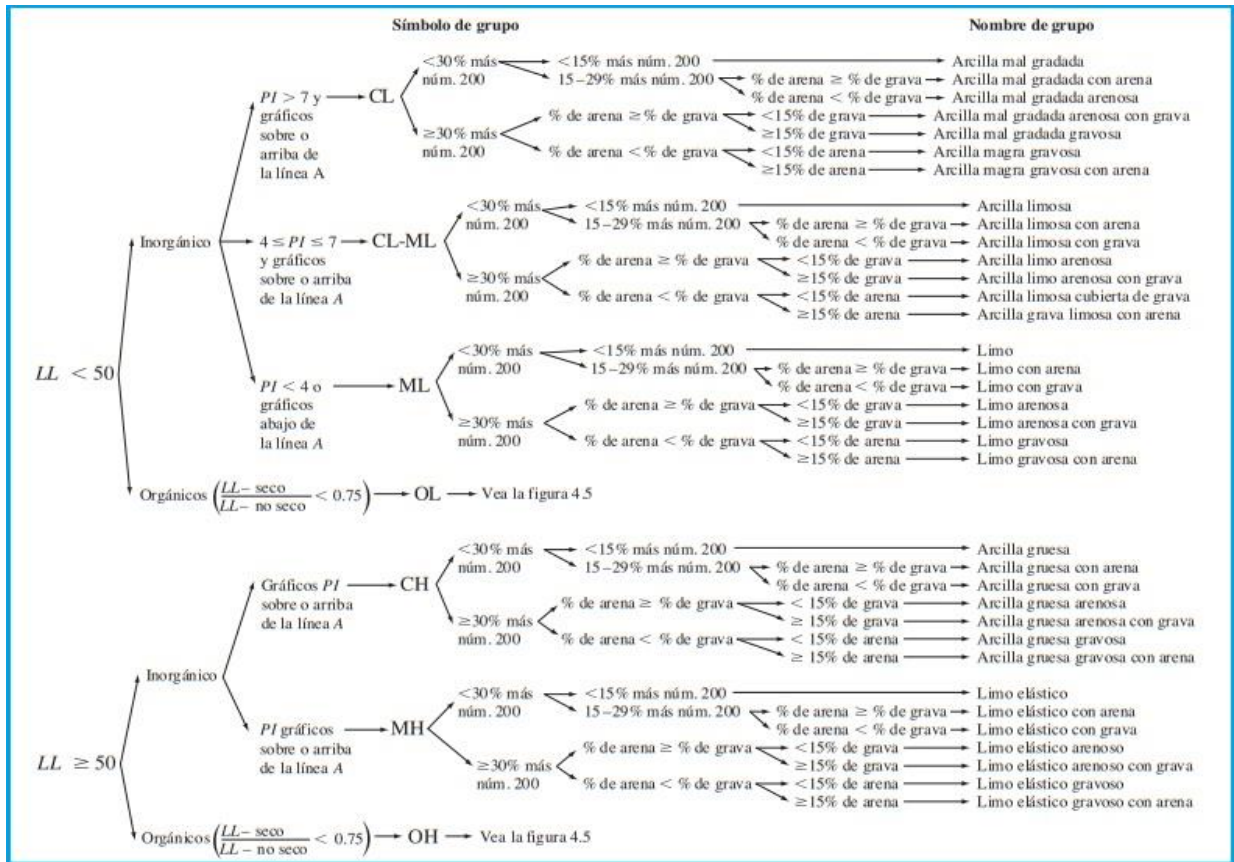
Fuente: Norma técnica E.050

tabla 15. Diagrama de flujo de los grupos de grava y arena



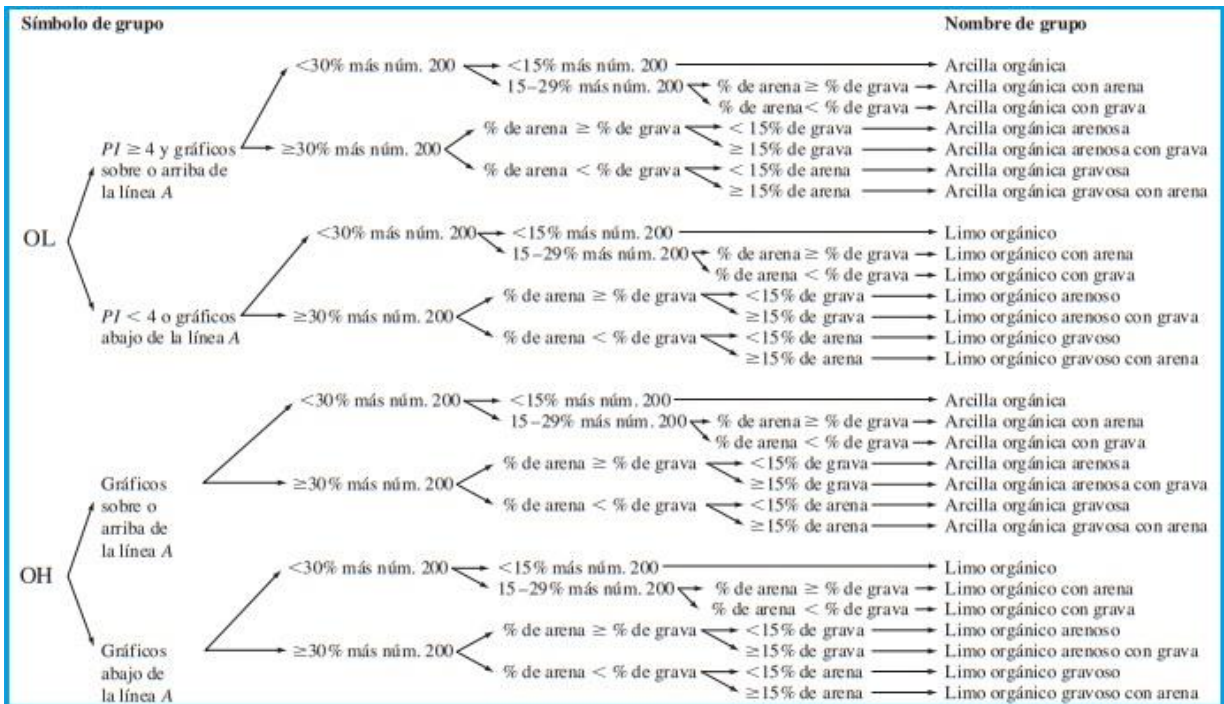
Fuente: Braja Das 2015, pág. 85

tabla 16. Diagrama para limo inorgánico y suelos cohesivos



Fuente: Braja Das 2015, pág. 86

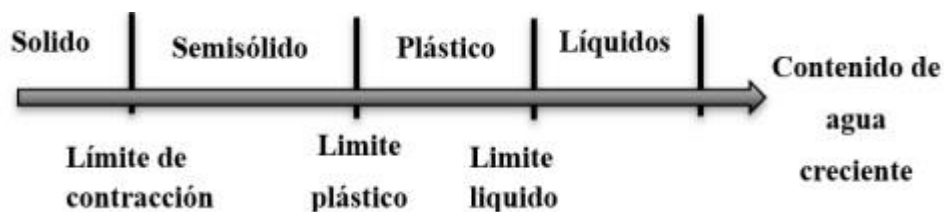
tabla 17. Diagrama para limo orgánico y suelos cohesivos



Fuente: Braja Das 2015, pág. 87

Los límites de Atterberg, la consistencia del suelo se fracciona en 4 estados primordiales: semisólido, elástico, líquido y sólido esto variando dependiendo del incremento del contenido de humedad, considerando que del rango sólido a un rango semisólido se considera el límite de contracción, como también del rango semisólido a un rango elástico se considera el ensayo de límite elástico, cuando pasa del rango plástico a un rango líquido se realiza el ensayo de LL, estos estados pueden variar dependiendo del contenido de humedad que estas posean y mientras más agua contenga más plástica es el suelo, generalmente estos se encuentran en los suelos cohesivos u orgánicos.³⁶

figura 4. Consistencia del suelo



Fuente: Braja Das 2015

Límite líquido, este límite se encuentra entre el estado líquido y plástico dependiendo del porcentaje de humedad, el LL. es una prueba que se usa para determinar el % de humedad, Este ensayo se emplea en la copa de Casagrande, cerrándose la ranura en 13 mm.³⁷

figura 5. Ensayo de límite líquido



Fuente: Wikipedia

³⁶ (MTC, 2014)

³⁷ (MTC, 2016 pág. 67)

Limite plástico, está comprendido en los rangos de plástico y semisólido, para poder determinar el LP se requiere una pequeña proporción de la muestra de suelo que fue utilizada en el ensayo de limite líquido con las mismas condiciones, anteriormente se realiza el ensayo de limite liquido considerando 40 golpes para cerrar la ranura en la paleta de Casagrande, para este prueba se realizan rollitos en forma cilíndrica preferiblemente en hoja de papel totalmente seca, estos rollitos tienen un radio de 1.5 mm, una vez finalizados estos procedimientos se somete al horno a una temperatura de 110 grados centígrados por 24 horas, consecuentemente se extraen las muestras y se determinan sus pesos, así verificar las diferencias en el contenido de humedad y se efectúa el límite plástico de la proporción analizada.³⁸

figura 6. Limite plástico



Fuente: Wikipedia

Índice de plasticidad, determinada mediante los resultados obtenidos entre el LL. y el LP. resultado de la diferencia de estos 2.

tabla 18. Tabla de índice de plasticidad

| Índice de plasticidad | Plasticidad | Características |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| IP>20 | Alta | Suelos muy arcillosos |
| IP≤20 IP>7 | Media | Suelos arcillosos |
| IP<7 | Baja | Suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP=0 | No Plástico (NP) | Suelos exentos de arcilla |

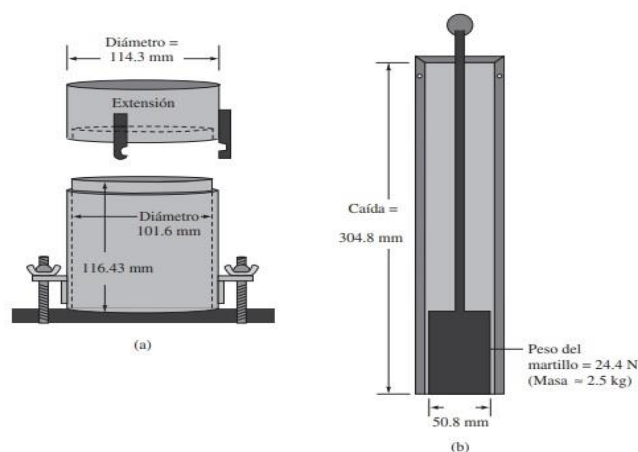
Fuente: Manual de carreteras, 2014.

³⁸ (Das, 2015)

Propiedades mecánicas de la subrasante, en las propiedades mecánicas se consideró las pruebas y evaluaciones de PM. y CBR.

Proctor modificado, Está comprendido los ensayos y análisis se realizan con la finalidad de evaluar y determinar la humedad considerable y la densidad del suelo, para luego obtener la relación que existe entre el porcentaje de agua de la muestra y el P.U.S. de la muestra de los suelos (mediante la parábola de compactación).³⁹ La prueba Proctor modificada emplea un molde con las siguientes características, en el cual posee un volumen de 943.3 cm³, existen 3 métodos de compactación A, B Y C, esto de acuerdo a los porcentajes que van a retener los tamices 3/4, 3/8 y N 4, Para el método A se considera cuando tenemos el 20% por ciento o un peso menos de la muestra es retenido en el tamiz N° 4 para el procedimiento B se considera cuando el 20% o un peso menos del total de la proporción es retenido en el tamiz N° 4 Para el procedimiento C se usa cuando tenemos un 20% o menos es retenido en el tamiz N° 4. La prueba de Proctor modificado es muy importante porque nos proporciona datos como el CHO óptimo y densidad, estos registros serán utilizados para realizar el ensayo de densidad de campo, luego con estos datos podemos obtener el grado de compactación del suelo en los terraplenes.⁴⁰

figura 7. Equipo para los ensayos de Proctor



Fuente: Braja Das 2015, pág. 93

³⁹ (Das, 2015 pág. 98)

⁴⁰ (MTC, 2016)

La masa considerada del martillo tanto en Proctor estándar es 2.5 kg, como también en el Proctor modificado el mazo tiene una masa de 4.536 kg. De acuerdo a las especificaciones de las pruebas Proctor estándar normal y modificada.

figura 8. Proctor estándar

| Elemento | Método A | Método B | Método C |
|--|--|--|--|
| Diámetro del molde | 101.6 mm | 101.6 mm | 152.4 mm |
| Volumen del molde | 943.3 cm ³ | 943.3 cm ³ | 2124 cm ³ |
| Peso del martillo | 24.4 N | 24.4 N | 24.4 N |
| Altura de la caída del martillo | 304.8 mm | 304.8 mm | 304.8 mm |
| Número de golpes de martillo por capa de suelo | 25 | 25 | 56 |
| Número de capas de compactación | 3 | 3 | 3 |
| Energía de compactación | 591.3 kN-m/m ³ | 591.3 kN-m/m ³ | 591.3 kN-m/m ³ |
| Suelo utilizado | Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4 | Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm | Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm |

Fuente: Braja Das 2015, pág. 100

figura 9. Proctor modificado

| Elemento | Método A | Método B | Método C |
|--|--|---|---|
| Diámetro del molde | 101.6 mm | 101.6 mm | 152.4 mm |
| Volumen del molde | 943.3 cm ³ | 943.3 cm ³ | 2124 cm ³ |
| Peso del martillo | 44.5 N | 44.5 N | 44.5 N |
| Altura de la caída del martillo | 457.2 mm | 457.2 mm | 457.2 mm |
| Número de golpes de martillo por capa de suelo | 25 | 25 | 56 |
| Número de capas de compactación | 5 | 5 | 5 |
| Energía de compactación | 2696 kN-m/m ³ | 2696 kN-m/m ³ | 2696 kN-m/m ³ |
| Suelo utilizado | Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4 | Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm. | Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm. |

Fuente: Braja Das 2015, pág. 102

CBR, uno de los ensayos primordiales para determinar si un suelo tiene una buena capacidad de soporte y buenas características mecánicas que compone el suelo es el CBR, ya que tiene como propósito de determinar la resistencia en los suelos, primero deberán realizarse pruebas como la clasificación de suelos, granulometría, Proctor modificado, este último es muy importante porque mediante este ensayo determinaremos la densidad y OCH de una proporción de suelo, considerando que estos valores influyen en el porcentaje de contenido de humedad del CBR una vez realizado el ensayo de CBR se determina la relación entre la carga vs la penetración de la muestra de suelo, como también la expansión del suelo. se considera una subrasante excelente cuando el material tiene un CBR de 30%, así como también se considera una subrasante muy buena de 20% a 30%, se considera una subrasante buena cuando tiene un CBR de 10% a 20 %, se considera una subrasante regular cuando tiene un CBR de 6% a 10 %, como también se dice que una subrasante es insuficiente cuando tiene de 3% a 6% de CBR y finalmente una subrasante inadecuada cuando el CBR es menor 3%.⁴¹

tabla 19. Categorías de la subrasante

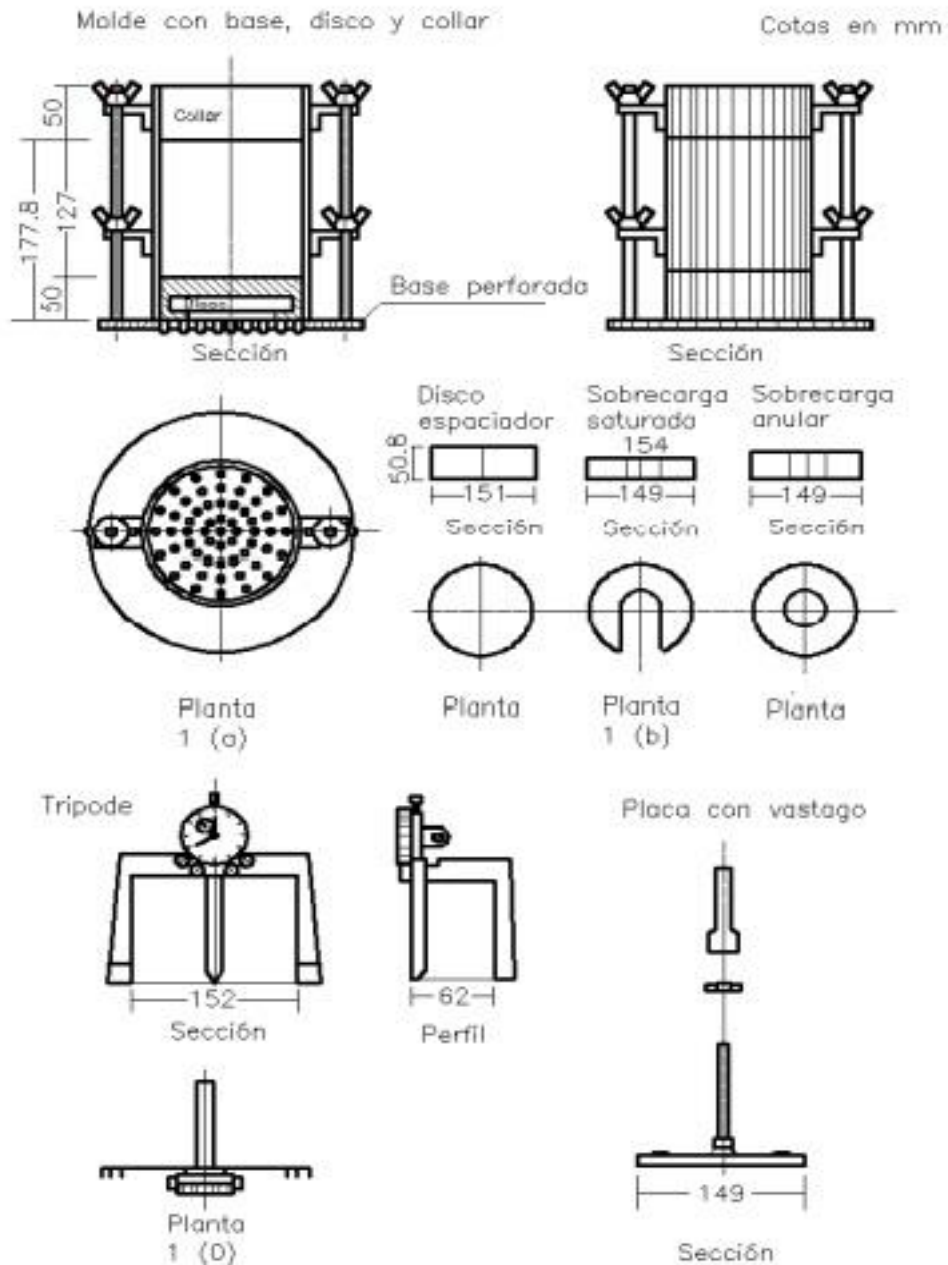
| Categorías de Sub-Rasante | CBR |
|----------------------------------|-----------------------|
| S0: Sub-Rasante inadecuada | CBR < 3% |
| S1: Sub-Rasante insuficiente | CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S2: Sub-Rasante regular | CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S3: Sub-Rasante buena | CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S4: Sub-Rasante muy buena | CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S5: Sub-Rasante excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Manual de carreteras, 2014.

⁴¹ (Arenas Vasquez, 2017)

Este ensayo es importante para ver la capacidad del suelo, ya que en terreno de fundación tenemos suelos arcillosos, que pueden ser perjudiciales si no se toma en cuenta y posteriormente afectando el proceso constructivo del terraplén.

figura 10. Equipo para los ensayos de CBR



Fuente: manual de ensayo de materiales

Como **enfoques conceptuales** tenemos: Suelo de fundación, es el terreno que se presenta en forma natural o como también considerada como última capa de relleno del terraplén, se puede decir metafóricamente el esqueleto de la estructura del pavimento y esta compactada ya que esta soportara las cargas transmitidas en el pavimento. En los suelos de fundación pueden presentar diferentes tipos de suelos ya sean de mala o buena capacidad de soporte en cual estas deben ser evaluadas para verificar si esta requiere una estabilización de suelos

Arcillas: la arcilla está conformada por silicatos de aluminio como también feldespato y el granito, la composición de la arcilla es proporcionalmente cristalina y compuestos por átomos teniendo una forma laminar, estos suelos arcillosos son suelos cohesivos donde retienen un alto contenido de agua y tienen una elevada plasticidad al mezclarse con el agua estas partículas, tiene un diámetro de partículas menor de 0.005 mm.

Suelos cohesivos y no cohesivos, los suelos arcillosos son partículas muy pequeñas también conocidos como suelos cohesivos en cual disponen de una alta plasticidad y baja permeabilidad de baja capacidad de soporte, como también tenemos suelos no cohesivos, estos suelos no arcillosos poseen una baja plasticidad donde sus partículas no se adhieren y son llamados también suelos granulares.

Perfil de suelos, es la estratigrafía de suelos que encontramos cuando realizamos el calicateo en un determinado punto, a medida que se va cavando la calicata se verifica las alturas de espesores de los diversos estratos de suelos ya sean gravas, arenas, limos, arcillas y se observa el color si estas son suelos arcillosos u orgánicos para luego estas puedan ser analizadas.⁴²

Subrasante, Es el estrato o suelo de terreno natural o la base de las excavaciones en caso sea corte o la capa superior del terraplén en caso sea relleno la subrasante de una carretera, esta debe ser debidamente compactada y debe poseer una buena capacidad de soporte con propiedades admisibles ya que esta será la cimentación del pavimento, en caso que la

⁴² (Crespo Villalaz, 2004 pág. 36)

subrasante requiera ser mejorada el suelo deberá ser eliminado y reemplazado por material seleccionado.

Estabilización de suelos, consiste dar un mejoramiento a las propiedades del suelo, el cual se realizan cuando encontramos suelos cohesivos, orgánicos y expansivos de elevada plasticidad que con el lapso del tiempo podría ocasionar fallas estructurales, mediante los diferentes tipos de estabilizaciones ya sea mediante la sustitución del material o la adición de agentes estabilizantes que mejorara la subrasante⁴³.

Los ensayos para la estabilización del suelo, se realizara el mejoramiento de suelos, en el cual se sigue un amplio proceso de ejecución, mediante los ensayos tanto en laboratorio y campo, en laboratorio se realizarán ensayos como la granulometría, clasificación, límites de consistencia en el cual se considera el ensayo de L.L. y el ensayo de L.P. y posteriormente el Proctor es muy importante porque determinaremos la densidad y OCH de la muestra del suelo, finalmente la prueba de CBR para conseguir la capacidad portante del suelo y otros. Como también se realizan ensayos en campo como la densidad de cono de arena para verificar si la compactación es óptima y las alturas de mejoramiento de los espesores de los mejoramientos si tiene la altura de mejoramiento correcta todos estos procedimientos con la finalidad de mejorar el suelo. Estos ensayos son importantes para ver la capacidad del suelo, ya que en terreno de fundación tenemos suelos arcillosos, que pueden ser perjudiciales si no se toma en cuenta y posteriormente afectando el proceso constructivo del terraplén, se puede decir metafóricamente el esqueleto de la estructura del pavimento y esta compactada ya que esta soportara las cargas transmitidas en el pavimento.

Contenido de humedad, En conceptos generales se refiere al conglomerado de H₂O que puede existir en un determinado producto o porción de suelo y para determinar este ensayo se considera la mencionada formula, donde se restan los pesos que tienen los suelos húmedo y seco, obteniendo el peso del H₂O, finalmente dividiendo el peso del H₂O con el peso del suelo seco.⁴⁴

⁴³ (MTC, 2014 pág. 92)

⁴⁴ (MTC, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta propuesta de investigación será **aplicada** porque se busca aplicar nuevos conocimientos o métodos que nos permita solucionar contrariedades, Esta investigación pretende alcanzar las necesidades generadas por la reducida vida útil del afirmado por tal causa se efectuará afinar la calidad del suelo en la subrasante con la utilización de ceniza de tallos de quinua.⁴⁵

Diseño de la investigación

Esta investigación es **experimental** porque se manipula una de las variables de análisis, en esta investigación se asigna porcentajes de (0.0 %, 1%, 3%, 5.5%,8%) adicionando un producto (fibra de tallos de quinua) a la muestra de la variable independiente generando como resultado la interacción causa – efecto en la variable dependiente(estabilización).⁴⁶

Nivel de investigación

Esta investigación es de nivel explicativo porque existe una causa y efecto y se describirá y detallará por medio de resultados obtenidos de las pruebas realizadas a las cenizas de tallos de quinua.

Enfoque cuantitativo

la investigación será de enfoque cuantitativo porque se hará uso de cálculos y mediciones, estarán relacionados a las cantidades, ya que supuestamente los resultados obtenidos serán números y se estudiarán los indicadores.⁴⁷

⁴⁵ (Landeau, 2007)

⁴⁶ (Hernández Sampieri, 2014 pág. 130)

⁴⁷ (Otero Ortega, 2018)

3.2 Variables y operacionalización

Variables de estudio:

Variable independiente: cenizas de Tallos de quinua

Definición conceptual: las cenizas de tallos de quinua son de clase N, esta ceniza contiene propiedades reactivas al mezclarlo conjuntamente con el suelo y agua, considerando que las propiedades más importantes de la ceniza es la puzolánica, sus componentes físico y mecánicas son efectivas para el uso en la construcción.

Definición operacional: La ceniza de tallos de quinua es el resultado de la incineración elementos compuestos por sustancias orgánicas, en cual se realiza la evaluación de la influencia de las cenizas de tallos de quinua en la subrasante con diversas dosificaciones al 0%, 1%, 3%, 5.5% y 8 % del volumen de la muestra, además se efectuó la incineración de esta a 550°C.

Dimensión: Dosificación

Indicadores: 0%, 1%, 3%, 5.5%, 8% de cenizas de tallos de quinua.

Escala de medición: De razón

Variable Dependiente: Estabilización de la Subrasante

Definición conceptual: consiste en dar un mejoramiento a las propiedades del suelo a nivel de la subrasante, en el cual esta se considera como el terreno natural o la base de las excavaciones en caso sea corte o la capa superior del terraplén en caso sea relleno, esta debe ser debidamente compactada.⁴⁸

Definición operacional: Las propiedades de la subrasante en su composición natural y mejorada, se efectuarán mediante los ensayos de laboratorio según corresponda con los indicadores

Dimensión: propiedades físicas y mecánicas

Indicadores: Granulometría, contenido de humedad, clasificación de suelos, L.L., L.P., índice de plasticidad, Proctor, CBR.⁴⁹

Escala de medición: De razón.

⁴⁸ (MTC, 2014 pág. 92)

⁴⁹ (Camacllanqui Ccoillar, y otros, 2021)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

la población conforma la totalidad de elementos finitos o infinitos con características comunes, por lo que los resultados de la investigación serán extensos.⁵⁰ En este estudio la población investigada, está constituido por los 8 km en el tramo 20 + 100 – 28 + 270 de suelos existentes a nivel de la subrasante de mi unidad de análisis, en la carretera Checca – Mazocruz en la región de puno.

Muestra

Eminentemente la muestra es un subconjunto de la población⁵¹, en términos generales la muestra tiene que surgir de la población, En esta investigación para la obtención de la muestra se realizó 8 calicatas a una profundidad de 1.50 m en el tramo 20 + 100 – 28 + 270 de la carretera Checca – Mazocruz según el Manual de Carreteras, La primera calicata se excavo en la progresiva 21 + 300, la C-2 se excavo en la progresiva 22+570, la C-3 se excavo en la progresiva 23+400, la C-4 se excavo en la progresiva 24+700, la C-5 se excavo en la progresiva 25+600, la C-6 se excavo en la progresiva 26+060, la C-7 se excavo en la progresiva 27+700 y la C-8 en la progresiva 28+000.

Muestreo

su propósito es efectuar que parte de una realidad en estudio en la población debe investigarse, como también procurar una muestra ideal y homogénea para lograr una formula resumida de la población.⁵² El muestreo es no probabilístico porque el indagador determina la muestra, se selecciona el área o parte más crítica (desfavorable) para obtener muestras.⁵³

⁵⁰ (Arias, 2012 pág. 81)

⁵¹ (Benites Zúñiga, 2020 pág. 30)

⁵² (Rosario, 2021 pág. 27)

⁵³ (Arias, 2012 pág. 45)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas es una agrupación de normas y procedimientos que nos guían en los procesos de los instrumentos de recolección y análisis de datos⁵⁴ La técnica utilizada en esta investigación es la observación directa ya que tiene un acercamiento más real y tangible a la verdad La observación directa conforma registros sistemáticos, confiables y efectivos de comportamiento.⁵⁵

Instrumentos de recolección de datos

los instrumentos que se utilizarán serán las fichas de ensayos efectuados a la muestra, estos de acuerdo a los estándares de las normas peruanas y extranjeras, también herramientas de laboratorio y presentaciones computacionales para el proceso de los datos.⁵⁶

Validez

La presente investigación está bajo los estándares de las normas peruanas y extranjeras. Los instrumentos serán validados por tres especialistas del área de ingeniería civil, validarán los ensayos realizados tanto en laboratorio y campo esto para brindar mayor veracidad y consistencia al instrumento.⁵⁷ La apreciación de 03 expertos con amplia experiencia indicara la confiabilidad de esta indagación.

Confiabilidad

La investigación presentara la confiabilidad de los instrumentos y los equipos calibrados correspondientemente tendrán sus certificados de calibración en el cual nos garantice los resultados de los ensayos.⁵⁸

⁵⁴ (Velazquez Perez, 2018)

⁵⁵ (Baena, 2017 pág. 72)

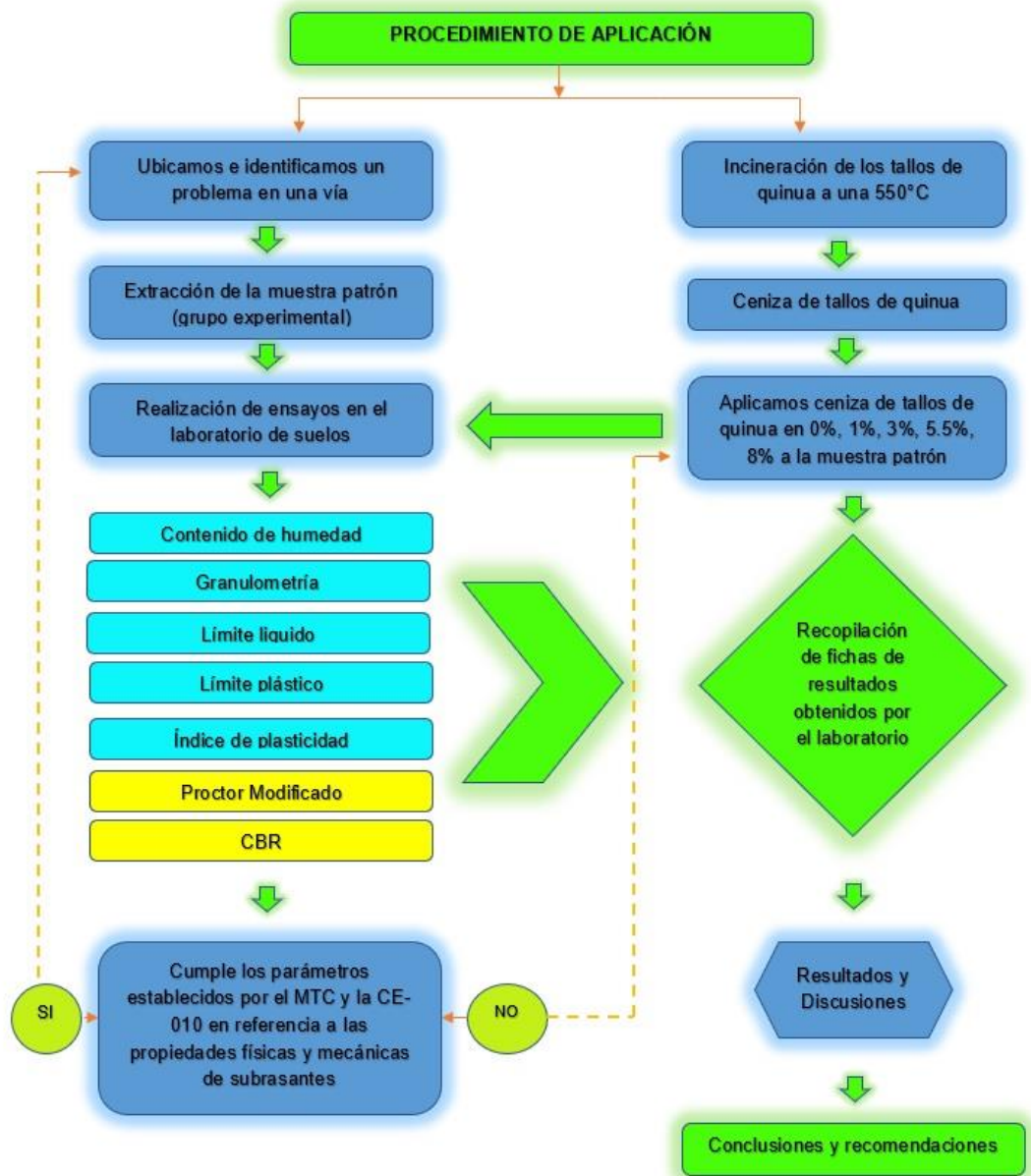
⁵⁶ (G. Arias, 2016)

⁵⁷ (Arias, 2012 pág. 36)

⁵⁸ (Hernández Sampieri, 2014 pág. 200)

3.5 Procedimientos

figura 11. procedimiento de aplicación

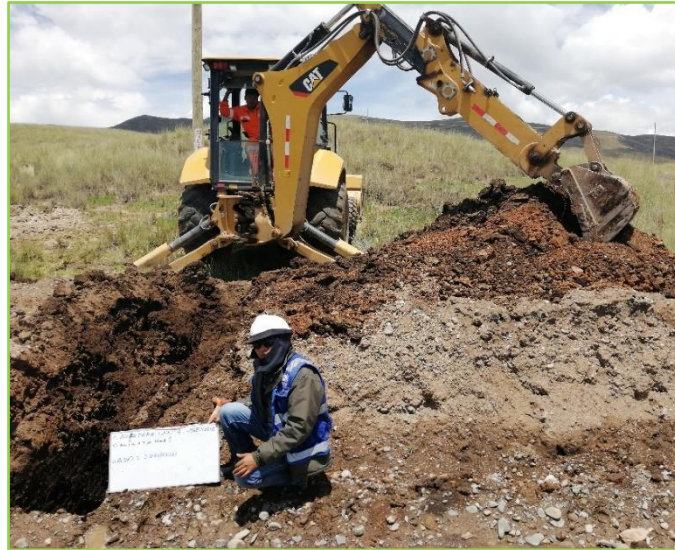


Fuente: elaboración propia, 2022

Primero: se realiza el reconocimiento de campo del suelo natural en el tramo 20 + 100 – 28 + 270 de la carretera Checca – Mazocruz, luego Se procedió a realizar 8 calicatas, donde se efectuó 1 calicata por cada kilómetro según el Manual de carreteras, posteriormente se verifico la estratigrafía de los suelos ya sean gravas, limos o arcillas.

Segundo: se elabora los registros de cada una de las excavaciones de las calicatas y se analizarán los puntos más críticos o desfavorables y se llevarán muestras al laboratorio en donde se realizarán los diferentes ensayos.

figura 12. Calicata C-01



Fuente: fotografía propia, 2022

figura 13. Calicata C-02



Fuente: fotografía propia, 2022

Tercero: consecutivamente se realizó la recolección de la fibra de tallos de quinua alrededor de las zonas aledañas. Para ellos se fue a los poblados de Checca y Mazocruz (Puno) para realizar el acopio de la paja de tallos de quinua, ya que estas son fibras naturales y son consideradas como residuos naturales.

figura 14. Selección de tallos de quinua



Fuente: fotografía propia, 2022

figura 15. Recolección de los tallos de quinua



Fuente: fotografía propia, 2022

Cuarto: Luego se realizó la pre calcinación de los tallos de quinua haciendo uso de una bandeja metálica, ya que los tallos de quinua tienen un gran volumen, esto porque no puede someter cuantioso volumen a la mufla, posteriormente es recomendable tamizar la ceniza incinerada por la malla # 40 y para nuevamente calcinarlo pero a una temperatura de 550°C en una mufla, se procedió a calcinar las cenizas en 2 muflas del horno hermético en el laboratorio de química de la Universidad Nacional del Altiplano obteniendo 15 kg de ceniza de tallos de quinua para los ensayos físico mecánicos que se van a realizar.

figura 16. Calcinación de la ceniza a 550°C



Fuente: fotografía propia, 2022

figura 17. tamizado por la malla # 40



Fuente: fotografía propia, 2022

Quinto: Posteriormente evaluaremos las muestras de las 8 calicatas, antes de los ensayos se verificará si son homogéneos o buenos, de esto se seleccionó 4 muestras de las calicatas, consecutivamente se efectuará el cuarteo y secado a las muestras, luego se realizarán los ensayos de contenido de humedad, luego se determinará el análisis granulométrico mediante los tamices, como también los límites de atterberg y luego se procederá a clasificar el suelo mediante los métodos AASTHO y SUCS. Como también se realizó los ensayos de Proctor modificado y CBR para las 4 muestras de las calicatas respectivamente, con estos resultados se procederá a determinar las muestras más desfavorables y se consideró a la C-02 y C-04 a estas se procederán a incorporarlas con las cenizas de tallos de quinua en diferentes dosificaciones.

figura 18. Cuarteo de la muestra



Fuente: fotografía propia, 2022

Sexto: Seguidamente se realizará el mejoramiento de las propiedades del suelo mediante la incorporación de las cenizas de tallos de quinua por separado a cada una de la muestra, para esto se realizarán diversos ensayos como los límites de atterberg con porcentajes (0%, 1%, 3%, 5.5% y 8%) para poder determinar la influencia de las fibras naturales en la plasticidad del suelo.

Séptimo: luego se realizará el ensayo de Proctor a las muestras más desfavorables, con la utilización de diferentes ponderaciones de ceniza de

tallos de quinua con porcentajes (0%, 1%, 3%, 5.5% y 8%) con la finalidad de calcular la MDS y óptimo contenido de humedad.

Octavo: como también se determinará el CBR de la muestra con el uso de diferentes ponderaciones de cenizas de tallos de quinua por apartado en consideración individual (0%, 1%, 3%, 5.5% y 8%) para determinar la capacidad de resistencia del suelo evaluado, en el cual se verificará si la incorporación de las cenizas de tallos de quinua mejora las propiedades del suelo.

3.6 Método de análisis de datos

La información presentada en esta investigación debe ser procesada de manera clara, comprensible para poder explicar la realidad de la investigación con la finalidad de obtener resultados suficientes. El método de análisis que se empleará será el estudio de la muestra aumentando un nuevo producto para obtener resultados.⁵⁹

3.7 Aspectos éticos

Este proyecto de exploración se está elaborando con mucha responsabilidad, compromiso y transparencia. El presente proyecto de investigación respeta limpiamente los antecedentes, cumpliendo con las normativas NTP, ASTM y la CE 0.10, de igual manera cumplirá con las normas internacionales ISO, las informaciones como tesis, artículos, revistas. Etc. serán referenciadas y citadas de acuerdo a las normas internacionales ISO y al final se determinará el porcentaje de igualdad mediante la herramienta web Turnitin.

⁵⁹ (Baena, 2017)

IV. RESULTADOS

Ubicación de la zona de estudio

Nombre de la tesis.

Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca – Mazocruz, Puno 2022.

Ubicación política: la presente tesis se ejecutó en la provincia de El Collao entre los centros poblados de Checca y Mazocruz del departamento de Puno, con una altura de 3843.758 m.s.n.m. situado paralelamente entre las progresivas del km 20+100 – km 28+270. La finalidad de la actual tesis es comprobar la influencia de la incorporación de cenizas de tallos de quinua en porcentajes de 1%, 3%, 5.5% y 8%, para la estabilización del suelo de la subrasante en la carretera Checca – Mazocruz.

figura 19. Ubicación política



Fuente: elaboración propia, 2022

Ubicación geográfica: el área de estudio este situado en el departamento de Puno, provincia del Collao, distrito de Ilave el cual limita con los siguientes distritos.:

figura 20. Ubicación geográfica

| AREA DE INFLUENCIA | |
|--------------------|-------------------------------|
| Región | Puno |
| Departamento | Puno |
| Provincia | El Collao |
| Distrito | Ilave |
| Altitud | 3843.758 msnm – 4001.046 msnm |
| Región geográfica | Sierra |
| Carretera | Checca - Mazocruz |
| Tramo | Km. 19+250 – Km. 28+276 |

Fuente: elaboración propia, 2022

figura 21. Área de influencia

Norte: Puno
Sur: Tacna
Este: Chucuito
Oeste: Moquegua



Fuente: elaboración propia, 2022

Vía de acceso

La accesibilidad al área de estudio de la investigación debemos partir del distrito de llave rumbo al sur, luego se llega la plaza del centro poblado de Checca km 0 + 00, se toma un vehículo llegando al tramo en estudio km 20 + 100 al km 28 + 270. La vía de estudio a lo largo del kilómetro tiene las mismas características, está compuesto por un tráfico bajo y este tramo tiene un crecimiento de población baja y tiene Coordenadas absolutas al UTM WGS 84, Zona 19 sur:

figura 22. Coordenadas UTM

| UBICACIÓN | PROGRESIVA | COORDENADAS UTM – DATUM | | |
|-----------|-------------|-------------------------|------------|--------------|
| | | ZONA | ESTE | NORTE |
| Checca | km 20 + 100 | 19 L | 430,433.36 | 8'212,008.72 |
| Mazocruz | km 28+276 | 19 L | 423,607.87 | 8'149,172.97 |

Fuente: elaboración propia

figura 23. Imagen satelital de la vía



Fuente: elaboración propia

Clima

El área de estudio de la investigación se desarrolla sobre elevaciones de 3844.630 m.s.n.m. como cota mínima y 4000.032 m.s.n.m. como cota máxima, como también la zona presenta humedades bajas la temperatura máxima varia en un rango de 16.5°C y 22.3°C, como también la temperatura mínima varia en un rango de - 15°C y 3.1°C y la temperatura media varia de 0.2°C a 11.6°C.

Resultados del análisis químico de la ceniza de tallos de quinua

El análisis de la composición química de la ceniza de tallos de quinua se desarrolló en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Química, en la Universidad Nacional del Altiplano, se realizó la calcinación de los tallos de quinua en una mufla del horno hermético a una temperatura de 550°C, obteniendo 15 kg de ceniza de tallos de quinua, para para los ensayos físico mecánicos que se van a realizar al suelo y una pequeña proporción para los análisis químicos de la ceniza, los resultados se muestran en la tabla 20.

tabla 20. Composición química de la ceniza de tallos

| Composición Química | Unidad | Resultados |
|---|--------|------------|
| Dióxido de silicio (SiO ₂) | % | 70.00 |
| Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) | % | 0.50 |
| Óxido de fierro (Fe ₂ O ₃) | % | 0.40 |
| Trióxido de azufre (SO ₃) | % | 3.56 |
| Contenido de humedad | % | 1.56 |
| Pérdida por calcinación | % | 2.50 |

Fuente: elaboración propia

Según la norma ASTM C 618 nos menciona lo siguiente

Que la suma de los porcentajes de los componentes: SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ deben tener una ponderación mínima de 70%, de la tabla anterior podemos verificar que la suma de estos componentes son los siguientes respectivamente 70.0% + 0.50% + 0.40% = 70.09% (**CUMPLE**).

También nos indica que el porcentaje del trióxido de azufre (SO₃) debe ser del 4%, en los resultados obtenidos nos indica un porcentaje de 3.56% (**CUMPLE**).

Así como también el contenido de humedad debe tener un porcentaje como máximo de 3%, considerando que para la ceniza de tallos de quinua evaluada su contenido de humedad es 1.56% (**CUMPLE**).

La pérdida de calcinación debe tener un porcentaje máximo de 10 %, en los resultados obtenidos nos indica un porcentaje de 2.50% (**CUMPLE**).

Para el análisis físico de la ceniza de tallos de quinua, solo se realizó algunos parámetros, porque no se contó con laboratorios determinados, como sabemos la utilización de cenizas en nuestro país no se usa frecuentemente, los parámetros fueron analizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional del Altiplano del departamento de Puno.

tabla 21. Propiedades físicas de la ceniza

| | |
|----------------------|-------|
| Peso específico | 1.44 |
| Contenido de Humedad | 1.56% |
| Materia Organica | 2.83% |

Fuente: elaboración propia

Interpretación: los resultados obtenidos del análisis de la ceniza de tallos de quinua en el laboratorio están dentro estándares de la norma ASTM-C-618-3, contemplando características estabilizantes puzolánicas de clase N, esta clase de cenizas son muy recomendables para la estabilización de la subrasante en suelos con CBR regular o bajo para el diseño de pavimentos.

figura 24. Calcinación a 550°C



Fuente: fotografía propia

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Checca - Mazocruz, Puno 2022.

Contenido de Humedad

En este ensayo se destaca los porcentajes de contenido de humedad natural de las muestras patrón, se procedió de acuerdo a lo entablado en la Norma Técnica Peruana 339.127, esto se aplicó a las muestras naturales extraídas de cada una de las calicatas.

figura 25. ensayo de contenido de humedad



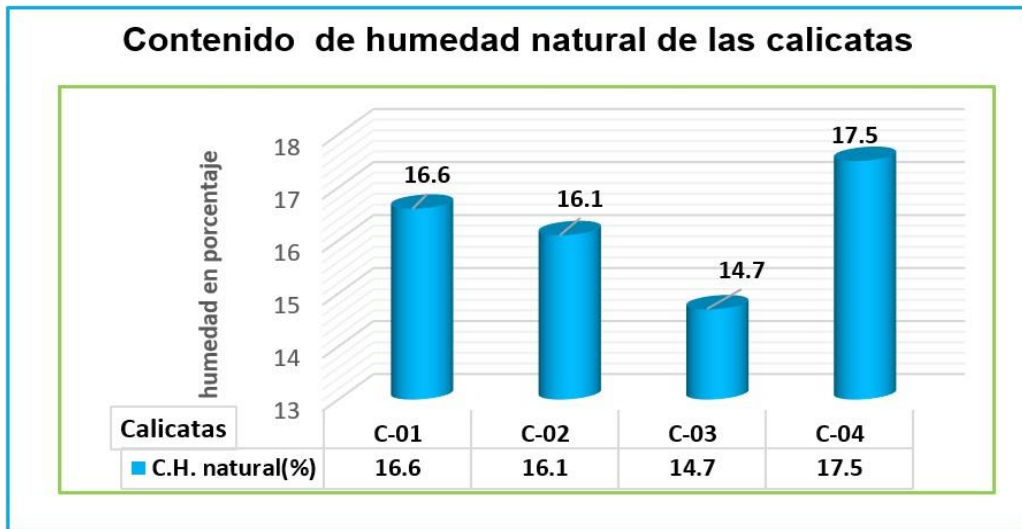
Fuente: fotografía propia

tabla 22. Humedades Naturales

| Calicatas | Humedad Natural (%) |
|------------------|----------------------------|
| C-01 | 16.6 |
| C-02 | 11.4 |
| C-03 | 14.7 |
| C-04 | 17.5 |
| C-05 | 16.42 |

Fuente: elaboración propia

figura 26. Contenidos de humedad



Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 22 y figura 26 se puede apreciar el contenido de humedad natural de cada muestra C-01, C-02, C-03, C-04, teniendo valores de 16.6%, 11.4%, 14.7%, 17.5%. el CH natural con mayor rango es la calicata C-04 y la menor la calicata C-02, estas humedades nos ayudan a aproximar el OCH.

Análisis Granulométrico por Tamizado

se efectuaron los ensayos de granulometría únicamente a las muestras patrón, de las calicatas excavadas, se efectuaron los ensayos de acuerdo a la NTP 339.128, se trata de una serie de tamices en el cual estos separan o fraccionan partículas de mayor tamaño a menores dimensiones.

figura 27. tamizado



Fuente: fotografía propia

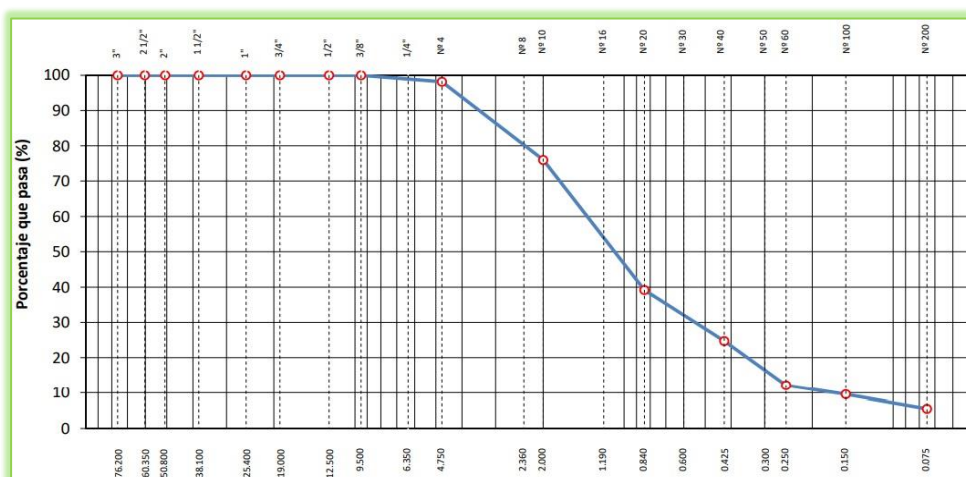
Calicata C-01

tabla 23. Granulometría C-01

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido, g. | Porcentaje Retenido, %. | Retenido Acumulado, % | Porcentaje que Pasa %. |
|------------|---------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1/2 pul | 12.500 | | | | |
| 3/8 pul | 9.500 | | | | |
| 1/4 pul | 6.350 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| N°4 | 4.750 | 17.7 | 1.9 | 1.9 | 98.1 |
| N°10 | 2.000 | 206.51 | 22.1 | 24.0 | 76.0 |
| N°20 | 0.840 | 344.06 | 36.8 | 60.8 | 39.2 |
| N°40 | 0.425 | 134.9 | 14.4 | 75.2 | 24.8 |
| N°60 | 0.250 | 118.32 | 12.7 | 87.9 | 12.1 |
| N°100 | 0.150 | 23.63 | 2.5 | 90.4 | 9.6 |
| N°200 | 0.075 | 38.07 | 4.1 | 94.5 | 5.5 |
| < 200 | FONDO | 51.51 | 5.5 | 100.0 | |
| Peso Total | C - 03 | 934.7 | 100 | | |
| %Grava | | %Arena | | %Finos | |
| 1.89 | | 92.6 | | 5.51 | |

Fuente: elaboración propia

figura 28. Curva granulométrica C-01



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 28 podemos verificar que la variación que representa la curva granulométrica en efecto del porcentaje que pasa por el tamaño de partículas del suelo de la calicata C-01

Según la tabla 23 nos indica que el porcentaje dominante de la muestra C-01 son arenas al representar el 92.6%, consecutivamente los finos al equivaler 5.51% y las gravas se consideran 1.89%. la suma de las gravas y arenas representan alrededor de 94.49% característica típica de un suelo arenoso limoso.

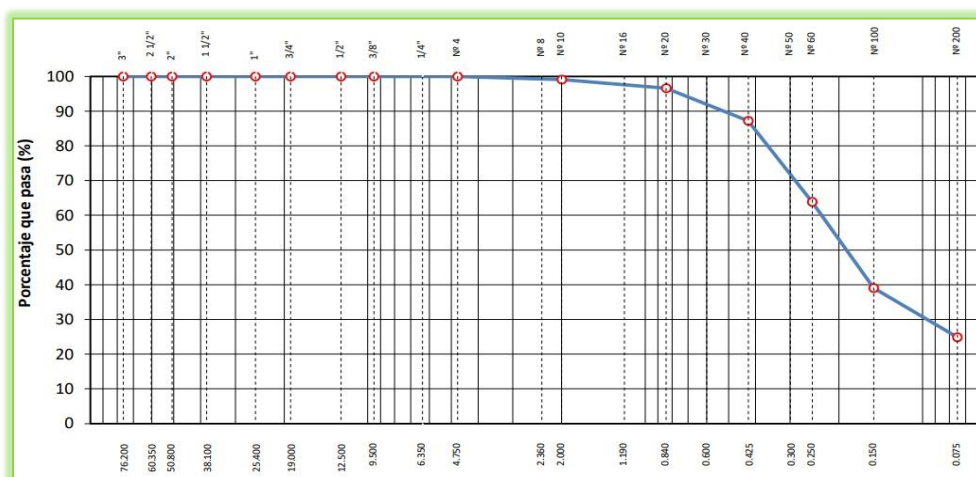
Calicata C-02

tabla 24. Granulometría C-02

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido, g. | Porcentaje Retenido, %. | Retenido Acumulado, % | Porcentaje que Pasa %. |
|------------|---------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1/2 pul | 12.500 | | | | |
| 3/8 pul | 9.500 | | | | |
| 1/4 pul | 6.350 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| N°4 | 4.750 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N°10 | 2.000 | 7.8 | 0.9 | 0.9 | 99.1 |
| N°20 | 0.840 | 21.63 | 2.5 | 3.4 | 96.6 |
| N°40 | 0.425 | 80.75 | 9.4 | 12.8 | 87.2 |
| N°60 | 0.250 | 201.81 | 23.4 | 36.2 | 63.8 |
| N°100 | 0.150 | 213.92 | 24.8 | 60.9 | 39.1 |
| N°200 | 0.075 | 122.35 | 14.2 | 75.1 | 24.9 |
| < 200 | FONDO | 214.62 | 24.9 | 100.0 | |
| Peso Total | | 862.88 | 100 | | |
| %Grava | | %Arena | | %Finos | |
| 0 | | 75.13 | | 24.87 | |

Fuente: elaboración propia

figura 29. Curva granulométrica C-02



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 29 podemos verificar que la variación que representa la curva granulométrica en efecto del porcentaje que pasa por el tamaño de partículas del suelo de la calicata C-02

Según la tabla 24 nos indica que el porcentaje dominante de la muestra C-02 son arenas al representar el 75.13%, consecutivamente los finos al equivaler 24.87% y las gravas se consideran 0%. la suma de las gravas y arenas representan alrededor de 75.13% característica típica de un suelo arenoso limoso.

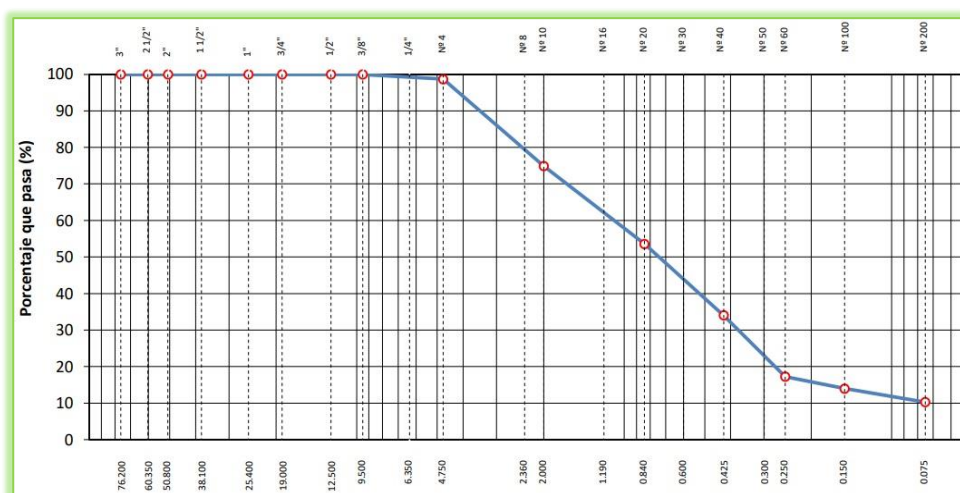
Calicata C-03

tabla 25. Granulometría C-03

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido, g. | Porcentaje Retenido, %. | Retenido Acumulado, % | Porcentaje que Pasa %. |
|------------|---------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1/2 pul | 12.500 | | | | |
| 3/8 pul | 9.500 | | | | |
| 1/4 pul | 6.350 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| N°4 | 4.750 | 11.7 | 1.3 | 1.3 | 98.7 |
| N°10 | 2.000 | 210.38 | 23.8 | 25.1 | 74.9 |
| N°20 | 0.840 | 188.12 | 21.3 | 46.4 | 53.6 |
| N°40 | 0.425 | 172.61 | 19.5 | 65.9 | 34.1 |
| N°60 | 0.250 | 148.61 | 16.8 | 82.8 | 17.2 |
| N°100 | 0.150 | 28.7 | 3.2 | 86.0 | 14.0 |
| N°200 | 0.075 | 32.37 | 3.7 | 89.7 | 10.3 |
| < 200 | | 91.28 | 10.3 | 100.0 | |
| Peso Total | | 883.77 | 100 | | |
| %Grava | | %Arena | | %Finos | |
| 1.32 | | 88.35 | | 10.33 | |

Fuente: elaboración propia

figura 30. Curva granulométrica C-03



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 30 podemos verificar que la variación que representa la curva granulométrica en efecto del porcentaje que pasa por el tamaño de partículas del suelo de la calicata C-03

Según la tabla 25 nos indica que el porcentaje dominante de la muestra C-03 son arenas al representar el 88.35%, consecutivamente los finos al equivaler 10.33% y las gravas se consideran 1.32%. la suma de las gravas y arenas representan alrededor de 89.67% característica típica de un suelo arenoso limoso

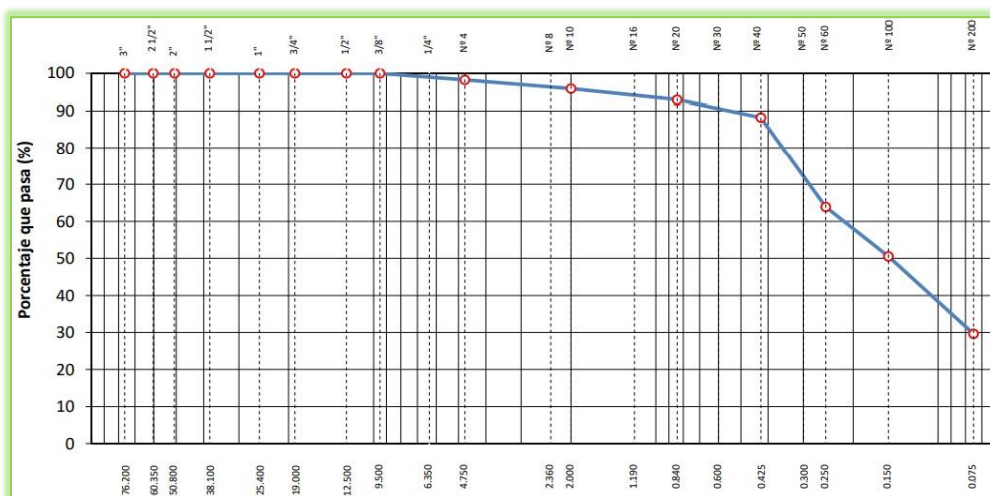
Calicata C-04

tabla 26. Granulometría C-04

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido, g. | Porcentaje Retenido, % | Retenido Acumulado, % | Porcentaje que Pasa %. |
|---------------|---------------|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1/2 pul | 12.500 | | | | |
| 3/8 pul | 9.500 | | | | |
| 1/4 pul | 6.350 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| N°4 | 4.750 | 15.30 | 1.80 | 1.80 | 98.2 |
| N°10 | 2.000 | 19.93 | 2.35 | 4.15 | 95.8 |
| N°20 | 0.840 | 25.17 | 2.97 | 7.12 | 92.9 |
| N°40 | 0.425 | 39.59 | 4.67 | 11.78 | 88.2 |
| N°60 | 0.250 | 206.57 | 24.34 | 36.13 | 63.9 |
| N°100 | 0.150 | 113.14 | 13.33 | 49.46 | 50.5 |
| N°200 | 0.075 | 177.36 | 20.90 | 70.36 | 29.6 |
| < 200 | FONDO | 251.54 | 29.64 | 100.00 | |
| Peso Total | C - 03 | 848.6 | 100 | | |
| %Grava | | %Arena | | %Finos | |
| 1.8 | | 68.56 | | 29.64 | |

Fuente: elaboración propia

figura 31. Curva granulométrica C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 31 podemos verificar que la variación que representa la curva granulométrica en efecto del porcentaje que pasa por el tamaño de partículas del suelo de la calicata C-04

Según la tabla 26 nos indica que el porcentaje dominante de la muestra C-04 son arenas al representar el 69.56%, consecutivamente los finos al equivaler 29.64% y las gravas se consideran 1.8%. la suma de las gravas y arenas representan alrededor de 70.56% característica típica de un suelo arenoso limoso

Límites de Consistencia

Estos ensayos se efectuaron de acuerdo a la NTP 339.129, esta se analizó a las muestras de suelos naturales extraídas de las calicatas y también con adición de cenizas de tallos de quinua y la consistencia del suelo se fracciona en 4 estados primordiales: semisólido, elástico, líquido y solido esto variando dependiendo del incremento del contenido de humedad, estos estados pueden variar dependiendo del contenido de humedad que estas posean y mientras más agua contenga más plástica es el suelo, generalmente estos se encuentran en los suelos cohesivos u orgánicos.

figura 32. Ensayo de Limite Liquido



Fuente: fotografía propia

figura 33. Ensayo de limite plástico



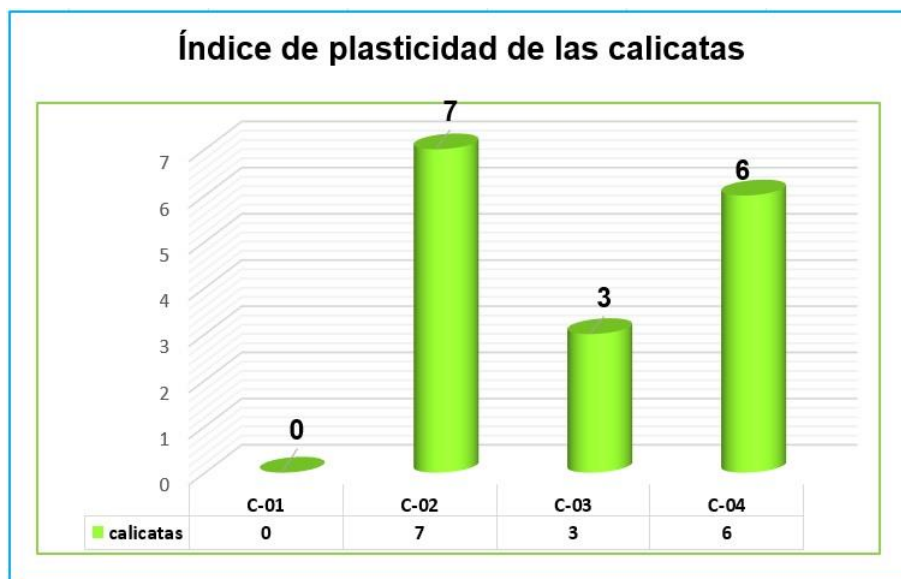
Fuente: fotografía propia

tabla 27. IP calicatas

| Calicatas | Limite Liquido % | Limite Plastico% | Indice Plasticidad% |
|-----------|------------------|------------------|---------------------|
| C-01 | 25 | 0 | NP |
| C-02 | 30 | 23 | 7 |
| C-03 | 28 | 25 | 3 |
| C-04 | 31 | 25 | 6 |

Fuente: elaboración propia

figura 34. Límites de atterberg calicatas



Fuente: elaboración propia

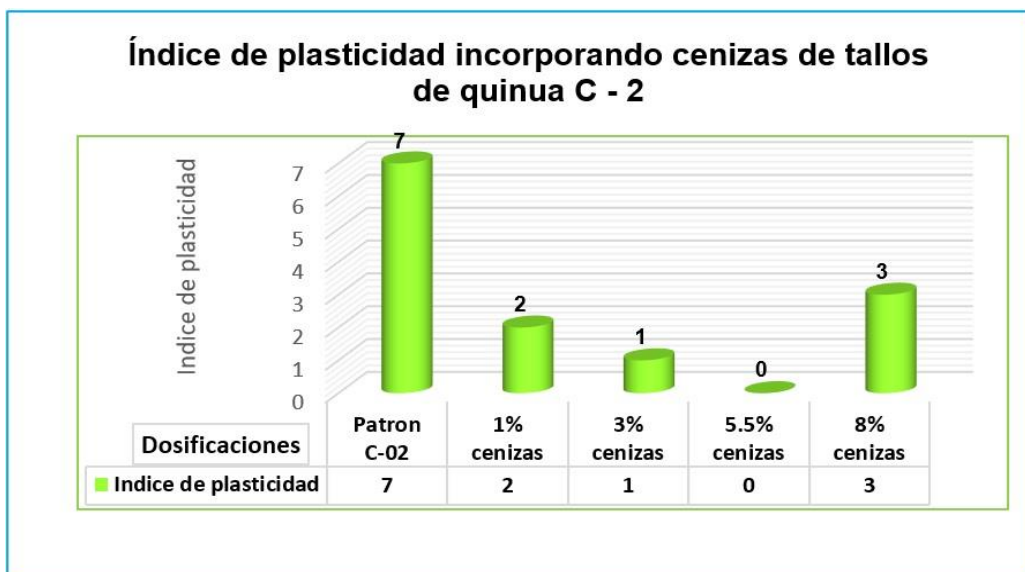
Interpretación: En la tabla 27 y figura 34, se verifica la calicata C-01 con un LL 25.0%, un LP de 0% y un IP de 0%, clasificando como un suelo que no presenta plasticidad, para la calicata C-02 muestra un LL de 30%, un LP de 23% y un IP de 7%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja, para la calicata la calicata C-03 con un LL 28%, un LP de 25% y un IP de 3%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja, para la calicata C-04 muestra un LL de 31%, un LP de 25% y un IP de 6%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja, , podemos verificar que el índice de plasticidad natural de cada de las muestras C-01, C-02, C-03, C-04, según el índice de plasticidad presenta características de suelos poco arcillosos y son menores $IP < 7$.

tabla 28. IP cenizas patrón C-02

| Dosificaciones | Limite Liquido % | Limite Plastico % | Indice de Plasticidad |
|----------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| Muestra Patrón C-2 | 29 | 22 | 7 |
| 1% Cenizas de tallos de quinua | 28 | 26 | 2 |
| 3% Cenizas de tallos de quinua | 26 | 25 | 1 |
| 5.5% Cenizas de tallos de quinua | 26 | NP | NP |
| 8% Cenizas de tallos de quinua | 30 | 27 | 3 |

Fuente: elaboración propia

figura 35. ÍP incorporando cenizas C-02



Fuente: elaboración propia

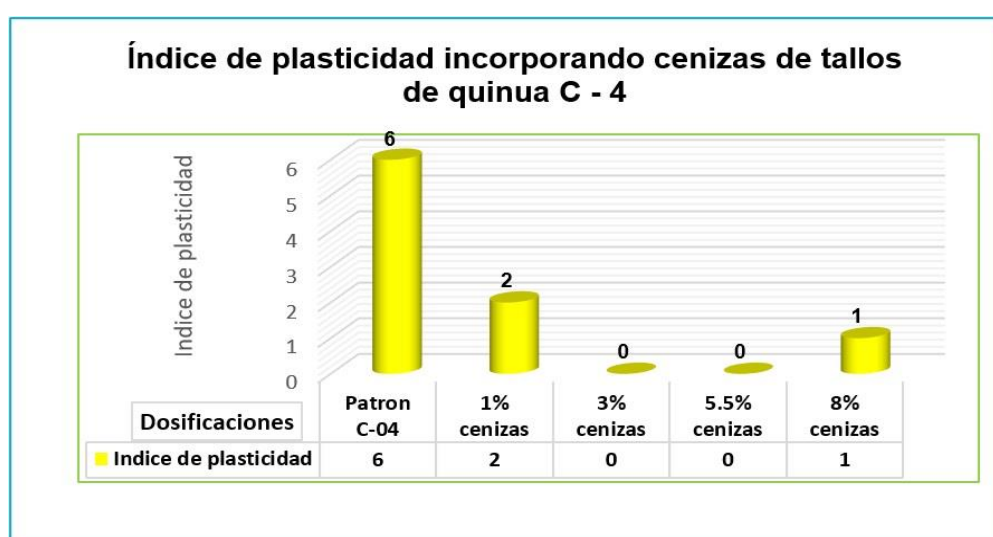
Interpretación: En la tabla 28 y figura 35, se verifica la calicata C-02 como nuestra muestra patrón en el cual se le incorporara diferentes dosificaciones, con 0% de incorporación presento con un LL 29%, un LP de 22% y un IP de 7%, clasificando como un suelo de baja plasticidad, para 1% de incorporación presenta un LL de 28%, un LP de 26% y un IP de 2%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja, para 3% de incorporación presenta un LL de 26%, un LP de 25% y un IP de 1%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja, para 5.5% de incorporación presenta un LL de 26%, un LP de NP% y un IP de NP%, clasificando como un suelo no plástico. para 8% de incorporación presenta un LL de 30%, un LP de 27% y un IP de 3%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja. Las dosificaciones de cenizas de tallos de quinua reducen la plasticidad en los suelos.

figura 36. IP cenizas patrón C-04

| Dosificaciones | Limite Liquido % | Limite Plastico % | Indice de Plasticidad |
|----------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| Muestra Patrón C-4 | 31 | 25 | 6 |
| 1% Cenizas de tallos de quinua | 28 | 26 | 2 |
| 3% Cenizas de tallos de quinua | 24 | 0 | NP |
| 5.5% Cenizas de tallos de quinua | 0 | 0 | NP |
| 8% Cenizas de tallos de quinua | 25 | 24 | 1 |

Fuente: elaboración propia

figura 37. IP incorporando cenizas C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: En la tabla 36 y figura 37, se verifica la calicata C-04 como nuestra muestra patrón en el cual se le incorporara diferentes dosificaciones, con 0% de incorporación presente con un LL 31%, un LP de 25% y un IP de 6%, clasificando como un suelo de baja plasticidad, para 1% de incorporación presenta un LL de 28%, un LP de 26% y un IP de 2%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja, para 3% de incorporación presenta un LL de 24%, un LP de 0% y un IP de 0%, clasificando como un suelo que no presenta plasticidad, para 5.5% de incorporación presenta un LL de 0%, un LP de 0% y un IP de NP, clasificando como un suelo no plástico. para 8% de incorporación presenta un LL de 25%, un LP de 24% y un IP de 1%, clasificando como un suelo con índice de plasticidad baja. Las dosificaciones de cenizas de tallos de quinua reducen la plasticidad en los suelos.

Clasificación de suelos

Clasificación SUCS

El método de categorización SUCS fue planteado por A. Casagrande y separa a los suelos en 2 secciones: el primero son los suelos granulares que se consideran si más del 50% se retienen en el tamiz # 200. El segundo son los suelos finos se consideran si más del 50% pasan el tamiz # 200.

Clasificación AASTHO

El método de categorización AASHTO separa a los suelos en 2 secciones: el primero son los suelos granulares grupos A-1, A-2 y A-3, aptos para la subrasante. El segundo son los suelos finos y estos son seleccionados en sub secciones considerando el L.L., I.P. y su granulometría se considera a-4, a-5, a-6 y a-7.

figura 38. clasificación suelos

| Calicata | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 |
|----------------------|-----------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
| Profundidad(m) | 1.70 | 1.58 | 1.62 | 1.65 |
| Grava(%) | 1.89 | 0 | 1.32 | 1.8 |
| Arena(%) | 92.6 | 75.13 | 88.35 | 68.56 |
| Finos(%) | 5.51 | 24.87 | 10.33 | 29.64 |
| Clasificación SUCS | SW - SM | SM | SP - SM | SM |
| Descripción | Aren bien graduada con Limo | Arena Limosa | Arena pobremente graduada con limo | Arena Limosa |
| Clasificación AASTHO | A - 1 - b(0) | A - 2 - 4 | A - 1 - b(0) | A - 2 - 4(0) |
| Descripción | Bueno | Bueno | Bueno | Bueno |

Fuente: elaboración propia

Interpretación: En la tabla 38, se especifica la clasificación de suelos por SUCS Y AASTHO, de las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05, para la calicata C-01 presenta la clasificación de SW-SM, A-1-b(0), para la calicata C-02 presenta la clasificación de SM, A-2-4, para la calicata C-03 presenta la clasificación de SP - SM, A-1-b(0), para la calicata C-04 presenta la clasificación de SM, A-2-4(0), de los resultados de la clasificación de suelos las muestras más desfavorables son las calicatas C-02 y C-04 por sus características que presentan.

Objetivo específico 2:

Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022.

Proctor Modificado

La prueba de Proctor modificado es muy importante porque nos proporciona datos como el CHO óptimo y densidad, este ensayo de Proctor modificado se desarrolló considerando la norma NTP 339.141, la realización de este ensayo se efectuó a las muestras patrón C-02 y C-4, ya que son las más desfavorables, como también se le incorporo a la muestra patrón diferentes porcentajes de cenizas de tallos de quinua, con dosificaciones de 1%, 3%,5.5%, 8%.

figura 39. Incorporación de la ceniza



Fuente: fotografía propia

figura 40. compactación y enrasado Proctor

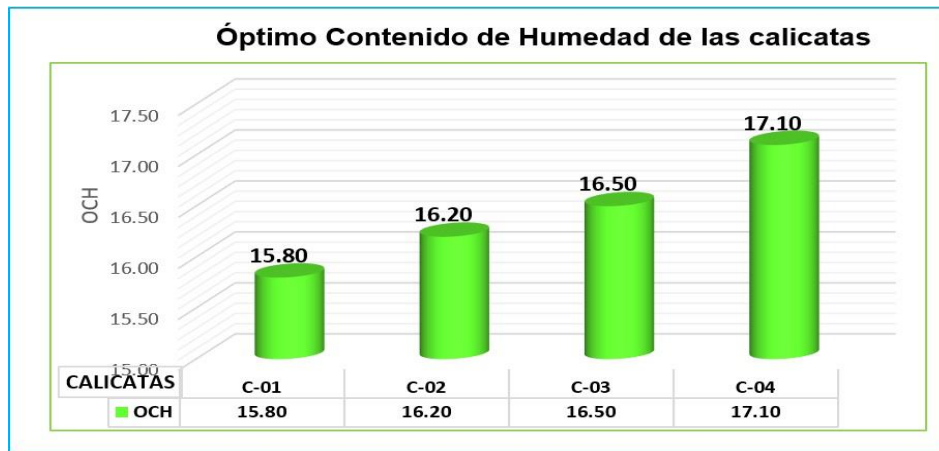


Fuente: fotografía propia

tabla 29. MDS y OCH calicatas

| Calicatas | Estado de la muestra | Humedad Óptima (%) | Maxima Densidad Seca (gr/cm3) |
|-----------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| C-01 | Estado natural | 15.8 | 1.842 |
| C-02 | Estado natural | 16.2 | 1.778 |
| C-03 | Estado natural | 16.5 | 1.779 |
| C-04 | Estado natural | 17.1 | 1.780 |

Fuente: elaboración propia
 figura 41. OCH de las calicatas



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 41 se muestra los valores de OCH de los suelos ensayados de las calicatas, C-1, C-2, C-3, C-4, representan consecutivamente los siguiente, 15.80%, 16.20%, 16.50%, 17.10%.

figura 42. MDS de las calicatas



Fuente: elaboración propia

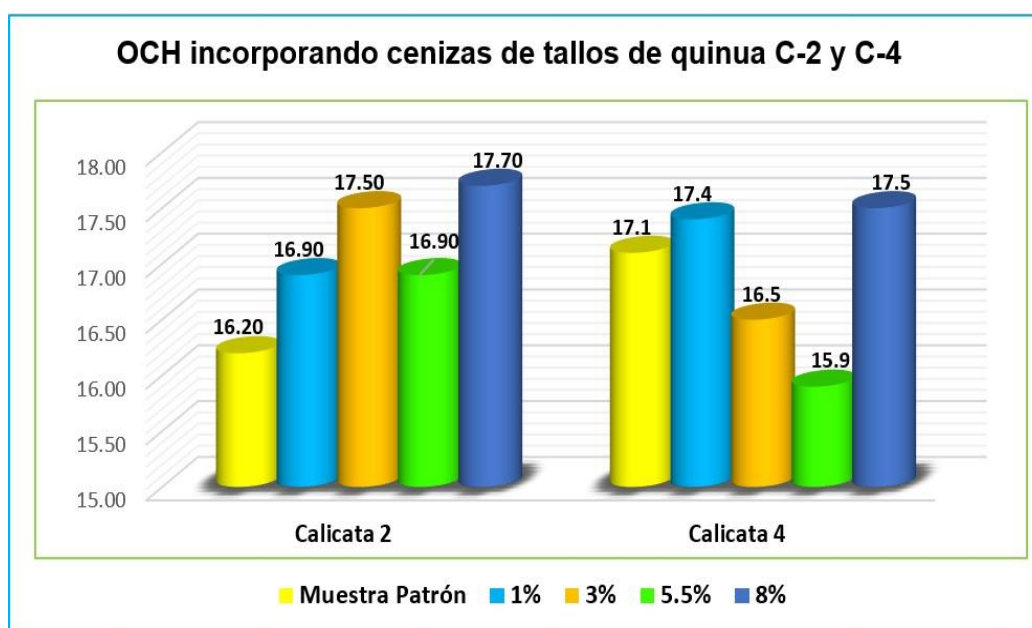
Interpretación: en la figura 42 se muestra los valores de MDS de los suelos ensayados de las calicatas, C-1, C-2, C-3, C-4, los resultados fueron los siguientes, 1.842% gr/cm³, 1.778 gr/cm³, 1.779 gr/cm³, 1.780 gr/cm³ respectivamente.

tabla 30. Dosificaciones OCH y MDS

| Muestra Patron | Dosificaciones | Humedad Óptima % | Densidad Máxima Seca |
|----------------|----------------------------------|------------------|----------------------|
| C-02 | 0% Muestra Patron C-2 | 16.20 | 1.778 |
| C-02 | 1% Cenizas de tallos de quinua | 16.90 | 1.783 |
| C-02 | 3% Cenizas de tallos de quinua | 17.50 | 1.748 |
| C-02 | 5.5% Cenizas de tallos de quinua | 16.90 | 1.782 |
| C-02 | 8% Cenizas de tallos de quinua | 17.70 | 1.730 |
| C-04 | 0% Muestra Patron C-4 | 17.10 | 1.780 |
| C-04 | 1% Cenizas de tallos de quinua | 17.40 | 1.739 |
| C-04 | 3% Cenizas de tallos de quinua | 16.50 | 1.784 |
| C-04 | 5.5% Cenizas de tallos de quinua | 15.90 | 1.809 |
| C-04 | 8% Cenizas de tallos de quinua | 17.50 | 1.750 |

Fuente: elaboración propia

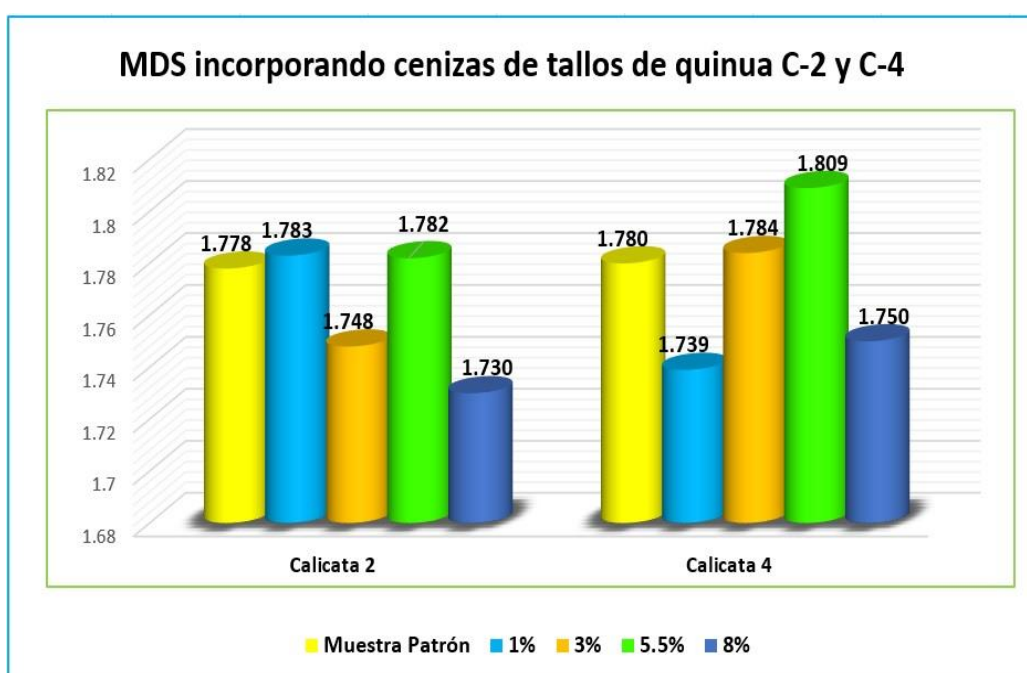
figura 43. OCH cenizas C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 43 se muestra los valores de OCH de la muestra patrón C-2 y C-4 con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente los siguiente, para la muestra patrón C-02 es 16.20% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 16.90%, 17.50%, 16.90% 17.70% respectivamente. para la muestra patrón C-04 es 17.10% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 17.40%, 16.50%, 15.90% 17.50% respectivamente.

figura 44. MDS cenizas C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 44 se muestra los valores de MDS de la muestra patrón C-2 y C-4 con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente los siguiente, para la muestra patrón C-02 es 1.778 gr/cm³ y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 1.783% gr/cm³, 1.748 gr/cm³, 1.782 gr/cm³, 1.730 gr/cm³ respectivamente. para la muestra patrón C-04 es 1.780 gr/cm³ y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 1.739% gr/cm³, 1.784 gr/cm³, 1.809 gr/cm³, 1.750 gr/cm³ respectivamente.

CBR

El ensayo de CBR se efectuó considerando la NTP 339.145, la realización de este ensayo se realizó a la muestra patrón de la calicata C-2 y C-4 consecuentemente se mezcló suelo-ceniza en diferentes dosificaciones como 1%, 3%, 5.5% y 8%, esto fueron compactados mediante 5 capas en proporciones iguales mediante el pisón por medio de 56 golpes, 25 y 10 golpes, uno de los ensayos primordiales para determinar si un suelo tiene una buena capacidad de soporte y buenas características mecánicas que compone el suelo es el CBR, ya que tiene como propósito de determinar la resistencia en los suelos.

figura 45. compactación y enrasado CBR



Fuente: fotografía propia

figura 46. Lecturas de penetración



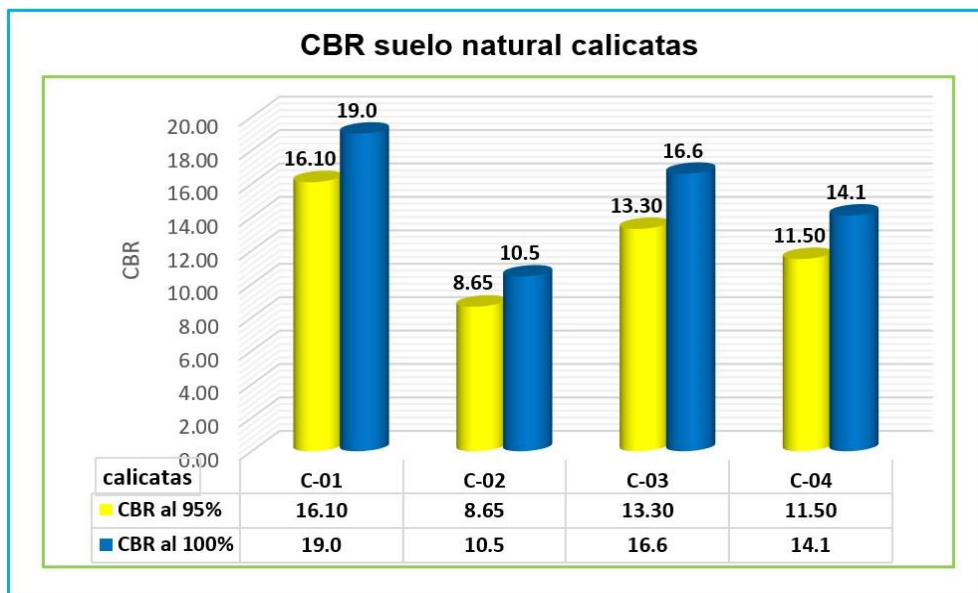
Fuente: fotografía propia

tabla 31. CBR al 95% y 100%

| Calicatas | Estado de la muestra | CBR AL 100% | CBR AL 95% |
|-----------|----------------------|-------------|------------|
| C-01 | Estado natural | 19.00 | 16.10 |
| C-02 | Estado natural | 10.45 | 8.65 |
| C-03 | Estado natural | 16.60 | 13.30 |
| C-04 | Estado natural | 14.10 | 11.50 |

Fuente: elaboración propia

figura 47. CBR calicatas



Fuente: elaboración propia

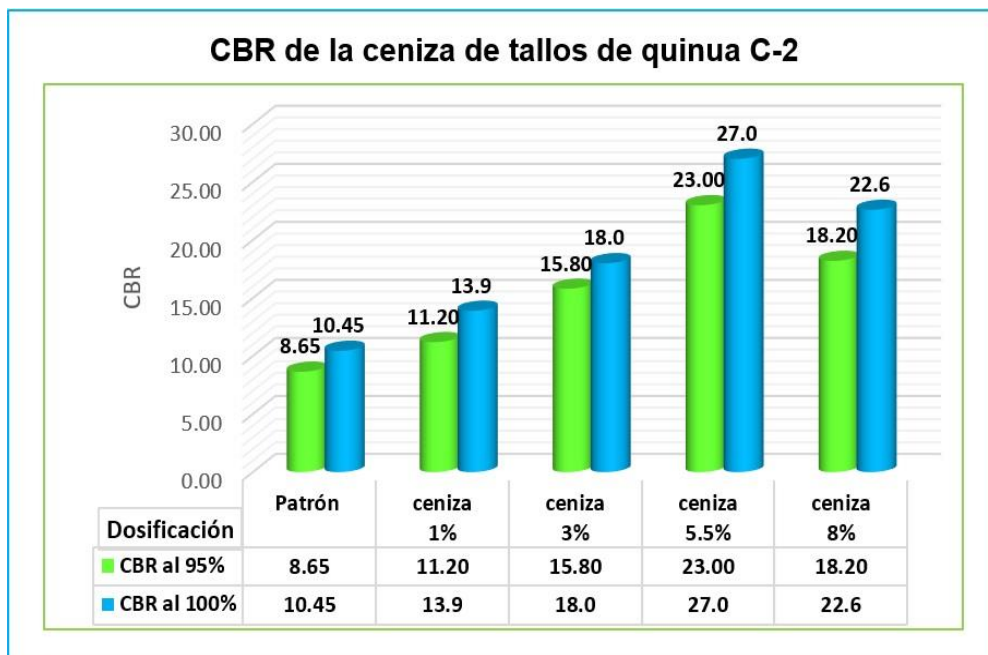
interpretación: en la figura 47 se muestra los valores de CBR al 95% y 100%(MDS) del suelo natural de las calicatas, el CBR al 95%(MDS) los resultados de las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04 representan consecutivamente los siguiente 16.10%, 8.65%, 13.30%, 11.50% y al CBR 100%(MDS) los resultados de las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04 representan consecutivamente los siguiente 19.00%, 10.45%, 16.60%, 14.10% Cabe mencionar que los valores obtenidos son favorables e incrementan la resistencia de suelo, como también las cenizas de tallos de quinua reducen la expansión del suelo.

tabla 32. CBR cenizas al 95% y 100% C-02

| Muestra Patron | Dosificaciones | CBR AL 100% MDS | CBR AL 95% MDS |
|----------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| C-02 | 0% Muestra Patron C-2 | 10.45 | 8.65 |
| C-02 | 1% Cenizas de tallos de quinua | 13.90 | 11.20 |
| C-02 | 3% Cenizas de tallos de quinua | 18.00 | 15.80 |
| C-02 | 5.5% Cenizas de tallos de quinua | 27.00 | 23.00 |
| C-02 | 8% Cenizas de tallos de quinua | 22.60 | 18.20 |

Fuente: elaboración propia

figura 48. CBR cenizas C-02



Fuente: elaboración propia

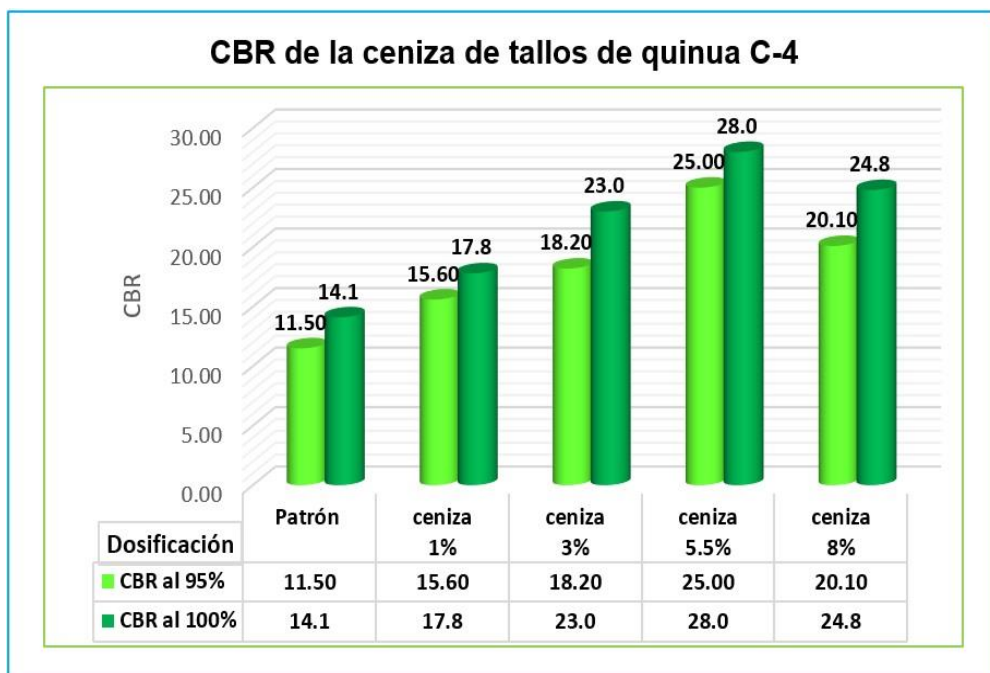
Interpretación: en la figura 48 se muestra los valores de CBR al 95% y 100%(MDS) de la muestra patrón C-2 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, CBR al 95%(MDS) los resultados fueron para la muestra patrón C-02 es 8.65% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 11.2%, 15.8%, 23.0%,18.2%. CBR al 100%(MDS) los resultados fueron para la muestra patrón C-02 es 10.45% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 11.20%, 15.8%, 27.0%,22.60%, los valores obtenidos son favorables e incrementan la resistencia de suelo.

tabla 33. CBR cenizas al 95% y 100% C-04

| Muestra Patron | Dosificaciones | CBR AL 100% MDS | CBR AL 95% MDS |
|----------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| C-04 | 0% Muestra Patron C-4 | 14.10 | 11.50 |
| C-04 | 1% Cenizas de tallos de quinua | 17.80 | 15.60 |
| C-04 | 3% Cenizas de tallos de quinua | 23.00 | 18.20 |
| C-04 | 5.5% Cenizas de tallos de quinua | 28.00 | 25.00 |
| C-04 | 8% Cenizas de tallos de quinua | 24.80 | 20.10 |

Fuente: elaboración propia

figura 49. CBR cenizas C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 49 se muestra los valores de CBR al 95% y 100%(MDS) de la muestra patrón C-4 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, CBR al 95%(MDS) los resultados fueron para la muestra patrón C-04 es 11.50% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 15.60%, 18.20%, 25.00%, 20.10%. CBR al 100% los resultados fueron para la muestra patrón C-04 es 14.10% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 17.80%, 23.0%, 28.0%, 24.80%, los valores obtenidos son favorables e incrementan la resistencia de suelo.

Objetivo específico 3:

Determinar cómo influye la dosificación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022.

figura 50. Preparación de la ceniza



Fuente: fotografía propia

figura 51. combinación suelo-cenizas



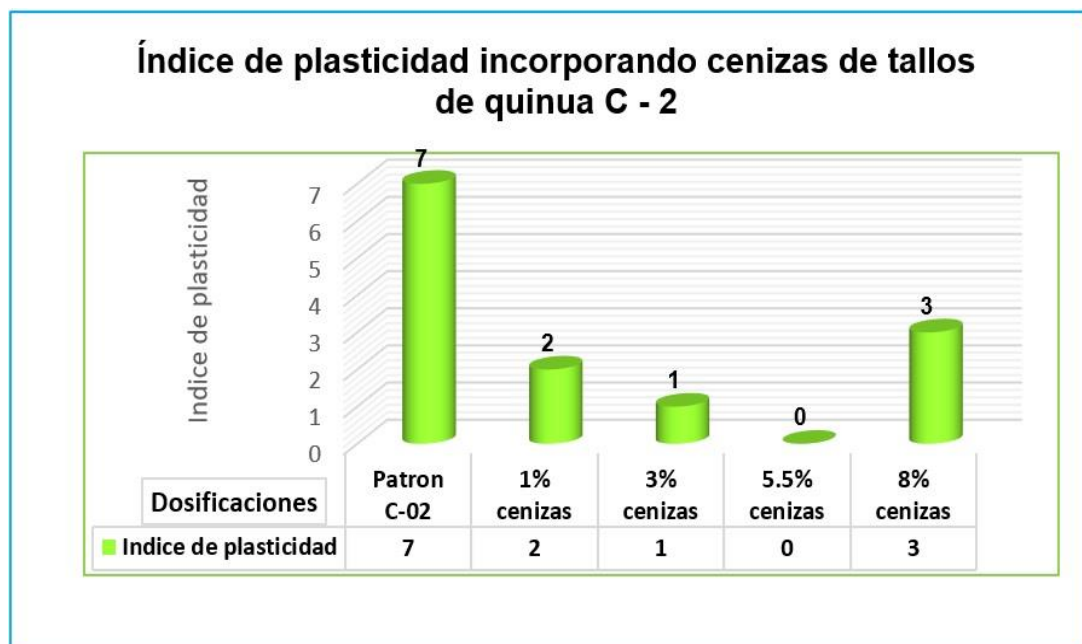
Fuente: fotografía propia

tabla 34. Tabla general IP, OCH, MDS, CBR

| Descripción | IP(%) | OCH(%) | MDS(gr/cm3) | CBR(95%) |
|--|-------|--------|-------------|----------|
| C-02 + 0% Ceniza de Tallos de Quinoa | 7 | 16.20 | 1.778 | 8.65 |
| C-02 + 1% Ceniza de Tallos de Quinoa | 2 | 16.90 | 1.783 | 11.20 |
| C-02 + 3% Ceniza de Tallos de Quinoa | 1 | 17.50 | 1.748 | 15.80 |
| C-02 + 5.5% Ceniza de Tallos de Quinoa | NP | 16.90 | 1.782 | 23.00 |
| C-02 + 8% Ceniza de Tallos de Quinoa | 3 | 17.70 | 1.73 | 18.20 |
| C-04 + 0% Ceniza de Tallos de Quinoa | 6 | 17.10 | 1.780 | 11.5 |
| C-04 + 1% Ceniza de Tallos de Quinoa | 2 | 17.40 | 1.739 | 15.60 |
| C-04 + 3% Ceniza de Tallos de Quinoa | NP | 16.50 | 1.784 | 18.20 |
| C-04 + 5.5% Ceniza de Tallos de Quinoa | NP | 15.90 | 1.809 | 25.00 |
| C-04 + 8% Ceniza de Tallos de Quinoa | 1 | 17.50 | 1.750 | 20.10 |

Fuente: elaboración propia

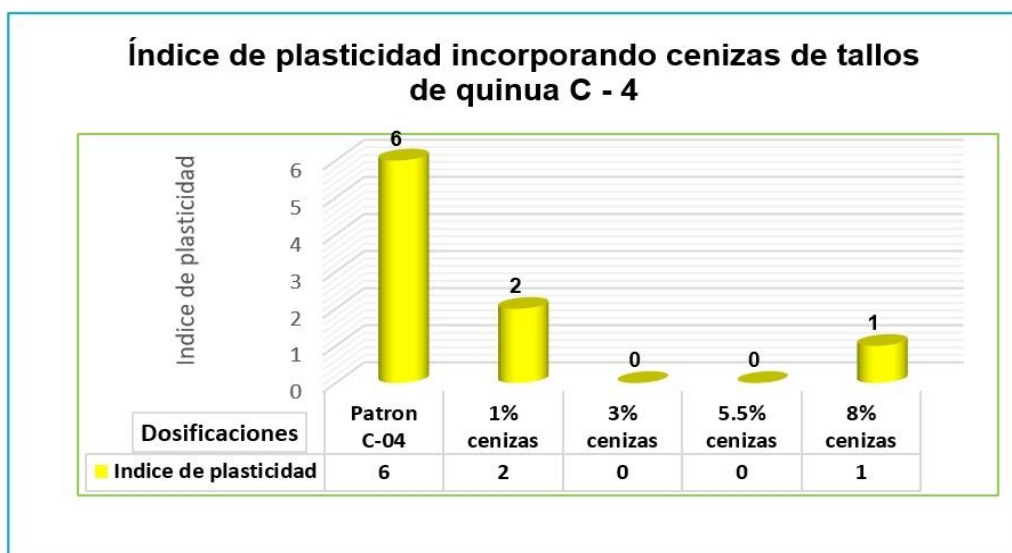
figura 52. IP incorporando cenizas C-02



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 52 se muestra los valores de índice de plasticidad de la muestra patrón C-02 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente los siguiente, para la muestra patrón C-02 es 7% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 2%, 1%, 0% y 3% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual de - 71.43%, -85.71%, -100% y -57.14%, Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua son favorables y disminuyen el índice de plasticidad, llegando a obtener con la dosificación de 5.5% de cenizas de tallos de quinua a no presentar plasticidad.

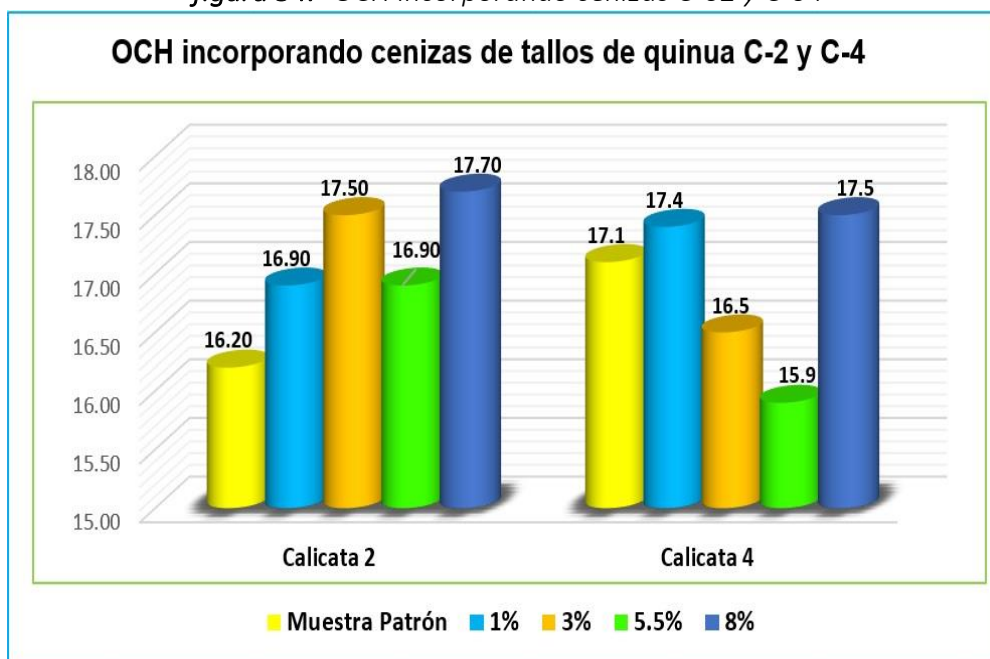
figura 53. IP de plasticidad cenizas C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 53 se muestra los valores de índice de plasticidad de la muestra patrón C-04 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente los siguiente, para la muestra patrón C-04 es 6% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 2%, 0%, 0% y 1% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual de - 66.67%, -100%, -100% y -83.33%, Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua son favorables y disminuyen el índice de plasticidad, llegando a obtener con las dosificaciones de 3% y 5.5% de cenizas de tallos de quinua a no presentar plasticidad.

figura 54. OCH incorporando cenizas C-02 y C-04

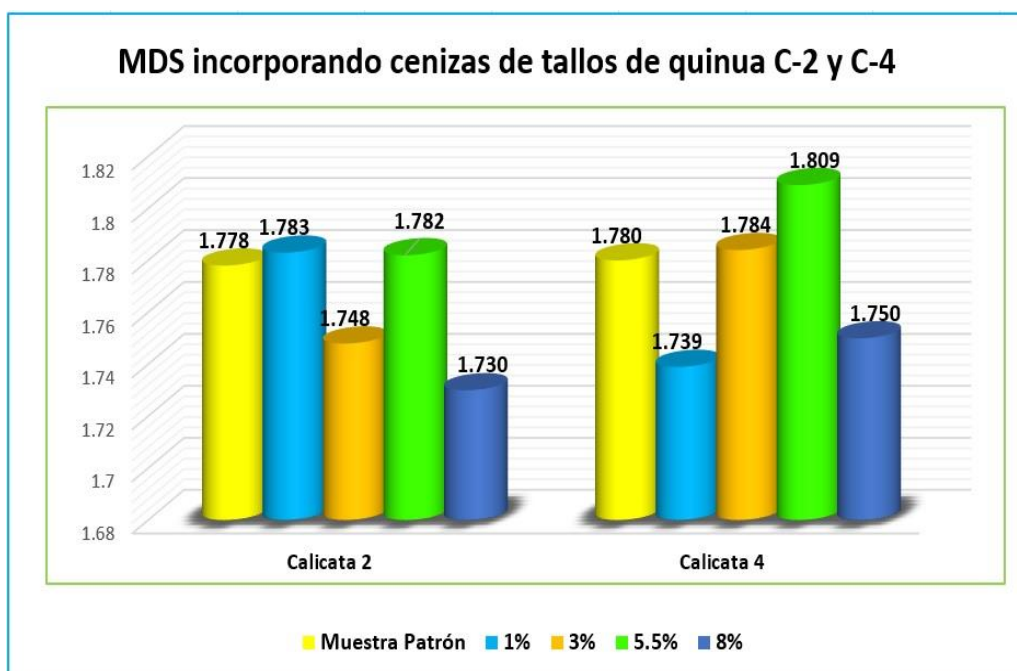


Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 54 se muestra los valores de OCH de la muestra patrón C-2 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-02 es 16.20% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 16.90 %, 17.50%, 16.9%, 17.70%, respectivamente. Se manifiesta con una aumento o igualdad porcentual de 4.32%, 8.02%, 4.32% y 9.26%, Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua, evidencian un ligero aumento de OCH.

Como también se muestran los valores de OCH de la muestra patrón C-4 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-04 es 17.10% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 17.40 %, 16.50%, 15.90%, 17.50%, respectivamente. Se manifiesta con un aumento o disminución porcentual de 1.75%, -3.51%, -7.02% y 2.34%, Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua, evidencian un ligero aumento y disminución del OCH.

figura 55. MDS cenizas de tallos C-02 y C-04

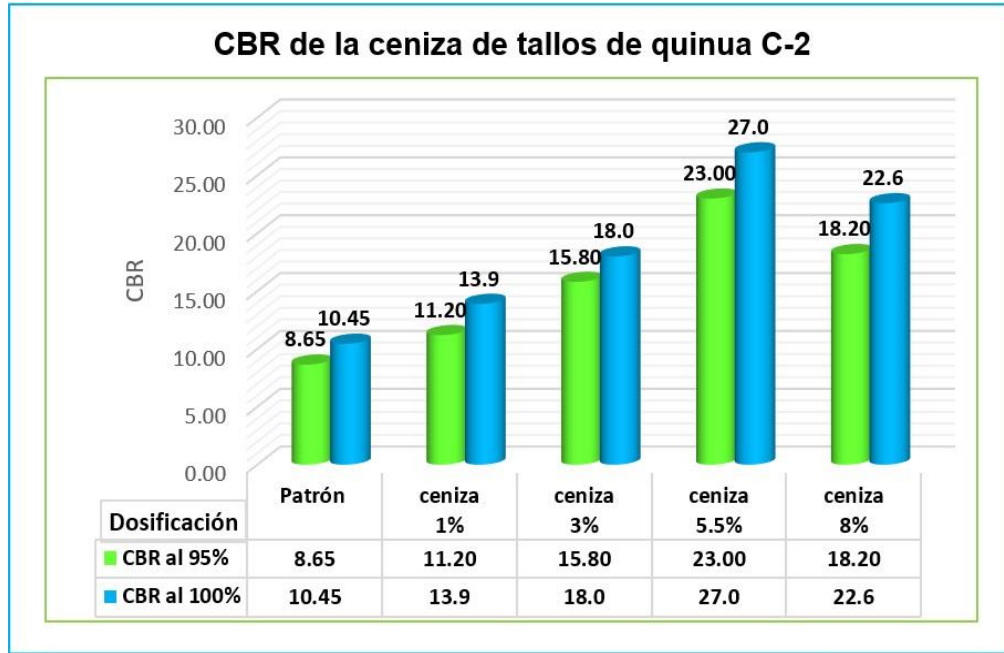


Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 55 se muestra los valores de MDS de la muestra patrón C-2 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-02 es 1.778% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 1.783 gr/cm³, 1.748 gr/cm³, 1.782 gr/cm³, 1.730 gr/cm³ respectivamente. Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de 0.28%, -1.69%, 0.22% y -2.70%, los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua, evidencian un ligero aumento y disminución de la MDS

Como también se muestran los valores de MDS de la muestra patrón C-4 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-04 es 1.780% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 1.739 gr/cm³, 1.784 gr/cm³, 1.809 gr/cm³, 1.750 gr/cm³ respectivamente. Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de -2.30%, 0.22%, 1.63% y -1.69%, los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua, evidencian un ligero aumento y disminución de MDS.

figura 56. CBR cenizas de tallos de quinua C-02

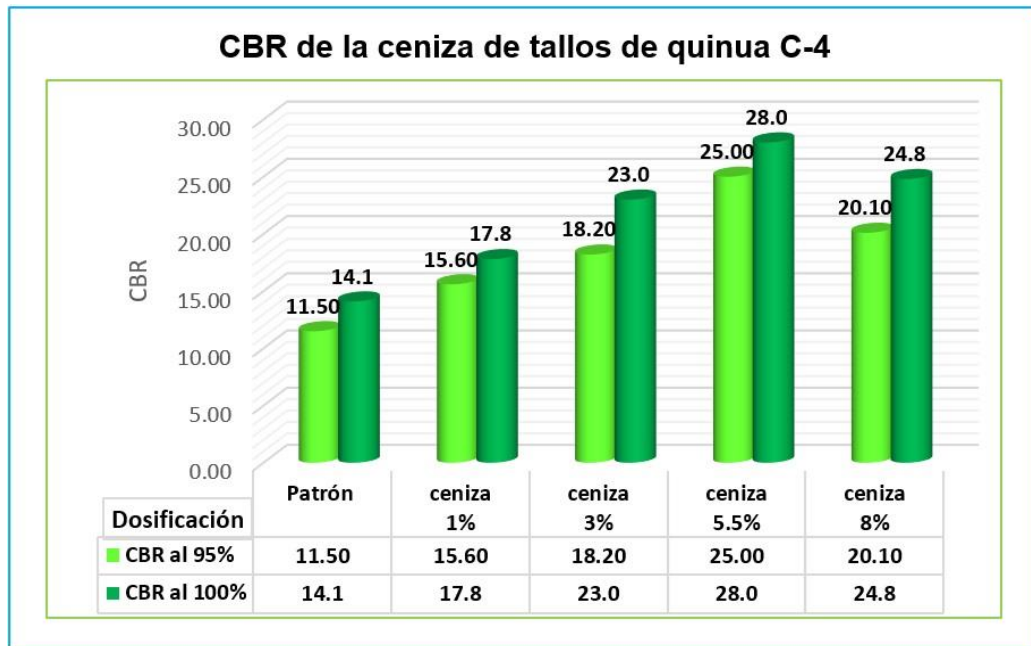


Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 56 se muestra los valores de CBR al 95%(MDS) de la muestra patrón C-2 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-02 es 8.65% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%,3%,5.5% y 8%, los resultados son 11.2%, 15.8%, 23.0%,18.2% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 29.48%, 82.66%, 165.90% y 110.40%, los valores obtenidos son favorables e incrementan la resistencia de suelo, como también las cenizas de tallos de quinua reducen la expansión del suelo.

en la figura se muestra los valores de CBR al 100%(MDS) de la muestra patrón y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-02 es 10.45% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1% ,3% ,5.5% y 8%, los resultados son 13.90%, 18.00%, 27.00%, 22.60% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 33.1%, 72.25%, 158.37% y 116.27%, Cabe mencionar que los valores obtenidos de las dosificaciones son favorables e incrementan la resistencia de suelo, como también las cenizas de tallos de quinua reducen la expansión del suelo.

figura 57. CBR cenizas muestra patrón C-04



Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la figura 57 se muestra los valores de CBR al 95%(MDS) de la muestra patrón C-4 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-04 es 11.50% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 15.60%, 18.20%, 25.0%, 20.10% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 35.65%, 58.26%, 117.39% y 74.78%, Cabe mencionar que los valores obtenidos son favorables e incrementan la resistencia de suelo, como también las cenizas de tallos de quinua reducen la expansión del suelo.

en la figura se muestra los valores de CBR al 100%(MDS) de la muestra patrón C-4 y con la incorporación cenizas de tallos de quinua, representan consecutivamente lo siguiente, para la muestra patrón C-04 es 14.10% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 17.80%, 23.00%, 28.00%, 24.80% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 26.24%, 63.12%, 98.58% y 75.89%, Cabe mencionar que los valores obtenidos de las dosificaciones son favorables e incrementan la resistencia de suelo, como también las cenizas de tallos de quinua reducen la expansión del suelo.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca - Mazocruz, Puno 2022.

Para **Espinoza y Velasquez** (2018) en su tesis Estabilización De Suelos Arcillosos Incorporando Ceniza De Caña De Azúcar, el IP del suelo en su muestra patrón se consideró el 16.11% y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de C.A., los resultados fueron 11.59%, 9.73%, 12.04% respectivamente, se manifiesta con una variación porcentual de – 28.06%, - 39.60% y -25.26%.

figura 58. IP ceniza de caña de azúcar

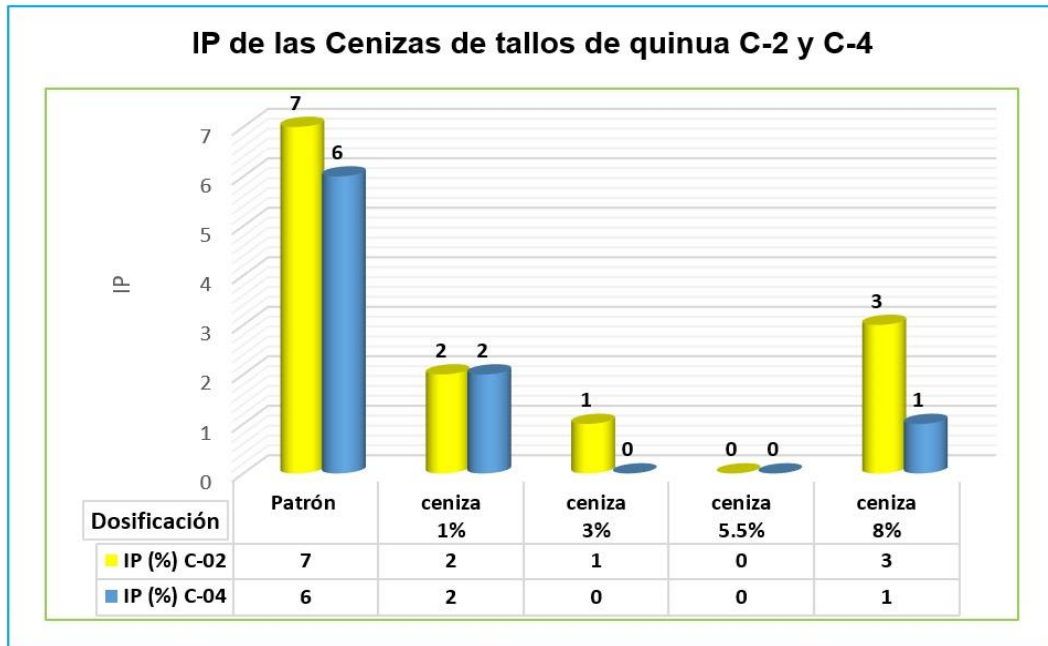


Fuente: elaboración propia

En nuestra investigación el IP del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 7% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados de IP fueron de 2%, 1%, 0%, 3% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual de – 71.43%, -85.71%, -100% y -57.14%. En la muestra patrón C-04 el IP fue de 6% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 2%, 0%, 0% y 1% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual - 66.67%, - 100%, -100% y -83.33%. los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos

de quinua son favorables y disminuyen el índice de plasticidad, teniendo en cuenta que con la dosificación de 5.5% llegó a no presentar plasticidad.

figura 59. IP cenizas C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

Para **Espinoza y Velasquez** (2018), al incorporar cenizas de caña de azúcar en 10%, 20%, 30%, el IP se manifestó con una variación porcentual respecto a la muestra patrón de - 28.06%, -39.60% y -25.26%. respectivamente y en la presente investigación al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, de la muestra patrón C-02 Se manifiesta con una disminución porcentual de - 71.43%, -85.71%, -100% y -57.14%. existiendo coincidencia en los resultados. Para la muestra patrón C-04 al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8% Se manifiesta con una disminución porcentual - 66.67%, -100%, -100% y -83.33%, existiendo coincidencia en los resultados cabe señalar que en la presente investigación se utilizó dosificaciones menores y los resultados fueron más favorables a comparación de la ceniza de caña de azúcar se utilizó dosificaciones de mayor rango.

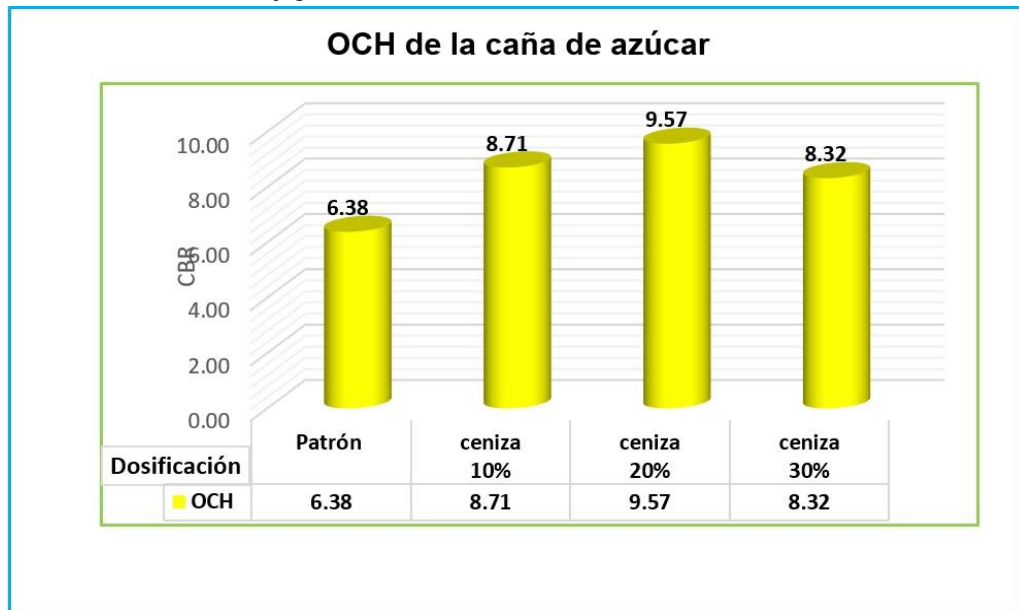
Objetivo específico 2:

Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022.

Optimo Contenido de Humedad

Para Espinoza y Velasquez (2018) en su tesis Estabilización De Suelos Arcillosos Incorporando Ceniza De Caña De Azúcar, el OCH del suelo en su muestra patrón se consideró el 6.38% y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de C.A., los resultados fueron 8.71%, 9.57%, 8.32% respectivamente, se manifiesta con una variación porcentual de 36.52%, 50.00% y 30.41%.

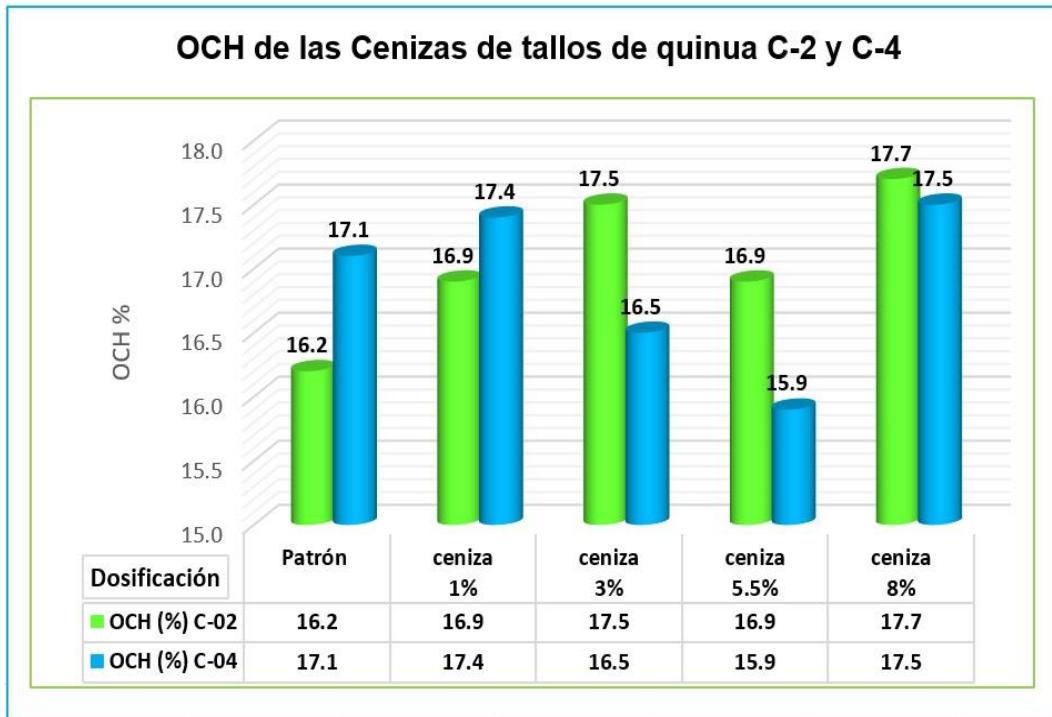
figura 60. OCH de la caña de azúcar



Fuente: elaboración propia

En nuestra investigación el OCH del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 16.20% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados del OCH fueron de 16.90%, 17.50%, 16.90%, 17.70% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual de 4.32%, 8.02%, 4.32% y 9.26%. En la muestra patrón C-04 el OCH fue de 17.10% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 17.40%, 16.50%, 15.90% y 17.50% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual 1.75%, -3.51%, -7.02% y 2.34%. Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua, evidencian un ligero aumento y disminución del OCH.

figura 61. OCH cenizas C-02 y C-04 discusiones



Fuente: elaboración propia

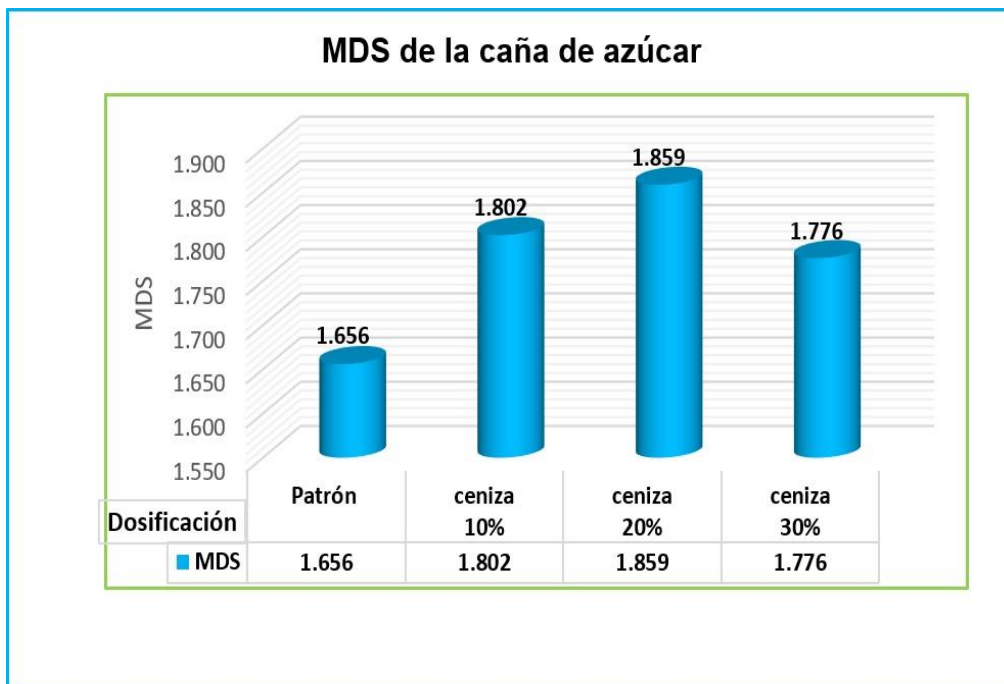
Para **Espinoza y Velasquez (2018)**, al incorporar cenizas de caña de azucar en 10%, 20%, 30%, el OCH se manifestó con una variación porcentual respecto a la muestra patrón de 36.52%, 50.00% y 30.41% respectivamente y en la presente investigación al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, de la muestra patrón C-02 Se manifiesta con una disminución porcentual de 4.32%, 8.02%, 4.32% y 9.26%, existiendo coincidencia en los resultados.

Para la muestra patrón C-04 al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8% Se manifiesta con una disminución porcentual 1.75%, -3.51%, -7.02% y 2.34%, existiendo discrepancia en los resultados Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua en los suelos, evidencian un ligero aumento y disminución del OCH.

Máxima Densidad Seca

Para **Espinoza y Velasquez** (2018) en su tesis Estabilización De Suelos Arcillosos Incorporando Ceniza De Caña De Azúcar, la MDS del suelo en su muestra patrón se consideró el 1.656 gr/cm³ y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de C.A., los resultados fueron 1.802 gr/cm³, 1.859 gr/cm³, 1.776 gr/cm³ respectivamente, se manifiesta con una variación porcentual de 8.82%, 12.26% y 7.25%.

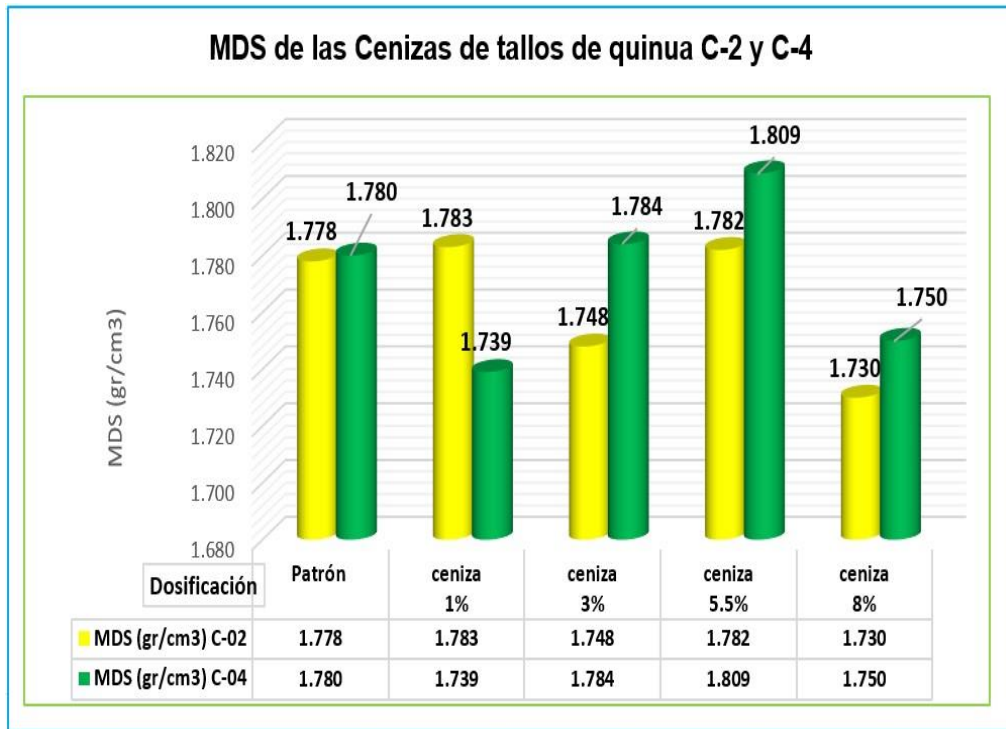
figura 62. MDS de la caña de azúcar



Fuente: elaboración propia

En nuestra investigación la MDS del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 1.778 gr/cm³ y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados de la MDS fueron de 1.783 gr/cm³, 1.748 gr/cm³, 1.782 gr/cm³, 1.730 gr/cm³ respectivamente. Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de 0.28%, -1.69%, 0.22% y -2.70%. En la muestra patrón C-04 la MDS fue de 1.780 gr/cm³ y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 1.739 gr/cm³, 1.784 gr/cm³, 1.809 gr/cm³ y 1.750 gr/cm³ respectivamente. Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de -2.30%, 0.22%, 1.63% y -1.69%. Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua en los suelos, evidencian un ligero aumento y disminución de la MDS.

figura 63. MDS cenizas C-02 Y C-04



Fuente: elaboración propia

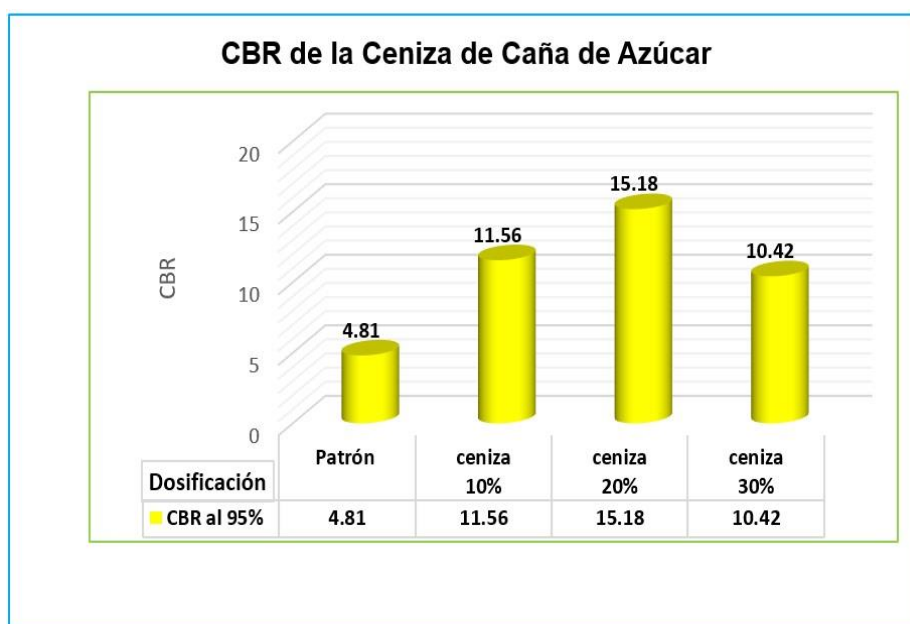
Para **Espinoza y Velasquez (2018)**, al incorporar cenizas de caña de azucar en 10%, 20%, 30%, la MDS se manifestó con una variación porcentual respecto a la muestra patrón de 8.82%, 12.26% y 7.25%. respectivamente y en la presente investigación al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, de la muestra patrón C-02 Se manifiesta con un aumento y disminución porcentual de 0.28%, -1.69%, 0.22% y -2.70%, existiendo discrepancia en los resultados.

Para la muestra patrón C-04 al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8% Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de -2.30%, 0.22%, 1.63% y -1.69%, existiendo discrepancia en los resultados Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua en los suelos, evidencian un ligero aumento y disminución de la MDS.

Ensayo de CBR

Para **Espinoza y Velasquez** (2018) en su tesis Estabilización De Suelos Incorporando Ceniza De Caña De Azúcar, el CBR al 95% del suelo en su muestra patrón se consideró el 4.81% y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de CA los resultados son 11.56%, 15.18% y 10.42%, respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 140.33%, 215.59% y 116.63%.

figura 64. CBR de la ceniza de caña de azucar

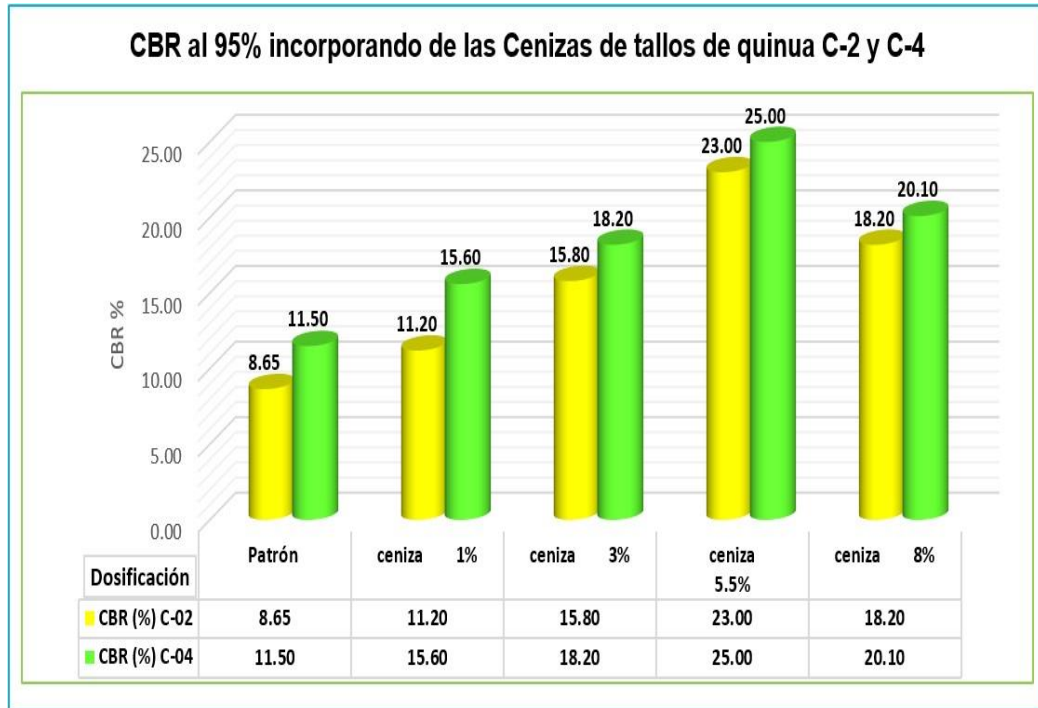


Fuente: elaboración propia

En nuestra investigación el CBR al 95% del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 8.65% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados del CBR fueron de 11.20%, 15.80%, 23.00%, 18.20% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 29.48%, 82.66%, 165.90% y 110.40%.

En la muestra patrón C-04 el CBR al 95% fue de 11.50% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 15.60%, 18.20%, 25.00% y 20.10% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 35.65%, 58.26%, 117.39% y 74.78%. Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua al suelo, evidencian un eficiente aumento del CBR.

figura 65. CBR al 95% cenizas C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

Para **Espinoza y Velasquez (2018)**, al incorporar cenizas de caña de azucar en 10%, 20%, 30%, el CBR al 95% se manifestó con una variación porcentual respecto a la muestra patrón de 140.33%, 215.59% y 116.63% respectivamente y en la presente investigación al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, de la muestra patrón C-02 Se manifiesta con un aumento porcentual de 29.48%, 82.66%, 165.90% y 110.40%, existiendo coincidencia en los resultados.

Para la muestra patrón C-04 al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8% Se manifiesta con una disminución porcentual 35.65%, 58.26%, 117.39% y 74.78%, existiendo coincidencia en los resultados Cabe mencionar que los valores obtenidos incorporando cenizas de tallos de quinua en los suelos, evidencian un eficiente aumento en el CBR.

Objetivo 3: Determinar cómo influye la dosificación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022.

Para **Espinoza y Velasquez** (2018) en su tesis Estabilización De Suelos Arcillosos Incorporando Ceniza De Caña De Azúcar, el IP del suelo en su muestra patrón se consideró el 16.11% y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de C.A., los resultados fueron 11.59%, 9.73%, 12.04% respectivamente, se manifiesta con una variación porcentual de - 28.06%, - 39.60% y -25.26%. En nuestra investigación el IP del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 7% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados de IP fueron de 2%, 1%, 0%, 3% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual de - 71.43%, -85.71%, -100% y -57.14%. En la muestra patrón C-04 el IP fue de 6% % y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 2%, 0%, 0% y 1% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual - 66.67%, -100%, -100% y -83.33%. disminuyendo el índice de plasticidad

figura 66. IP ceniza caña de azúcar



Fuente: elaboración propia

figura 67. IP cenizas de tallos C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

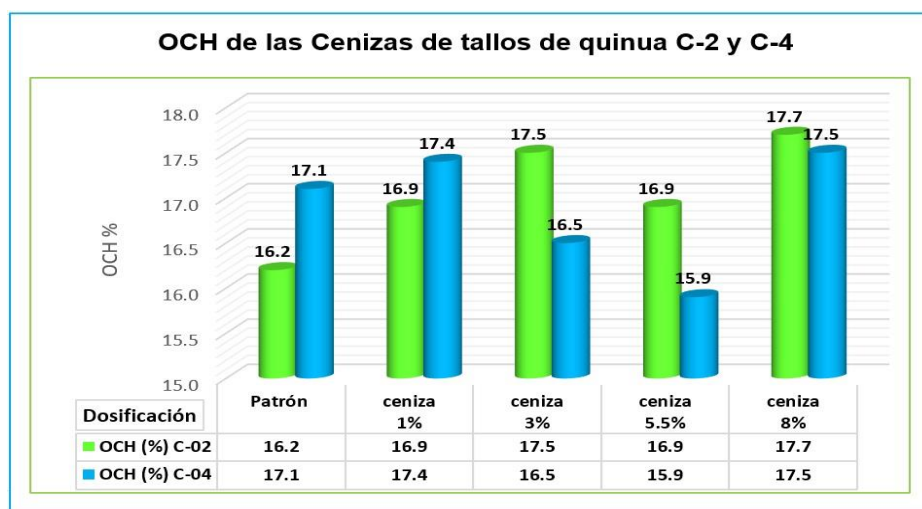
Al Incorporando Ceniza De Caña De Azúcar, el **OCH** del suelo en su muestra patrón se consideró el 6.38% y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de C.A., los resultados fueron 8.71%, 9.57%, 8.32% respectivamente, se manifiesta con una variación porcentual de 36.52%, 50.00% y 30.41%. En nuestra investigación el OCH del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 16.20% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados del OCH fueron de 16.90%, 17.50%, 16.90%, 17.70% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 4.32%, 8.02%, 4.32% y 9.26%. En la muestra patrón C-04 el OCH fue de 17.10% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 17.40%, 16.50%, 15.90% y 17.50% respectivamente. Se manifiesta con una disminución porcentual 1.75%, -3.51%, -7.02% y 2.34%.

figura 68. OCH caña de azúcar



Fuente: elaboración propia

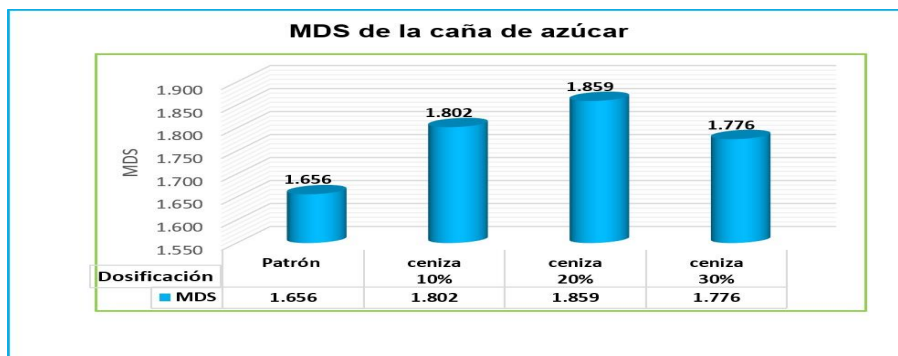
figura 69. OCH cenizas tallos de quinua C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

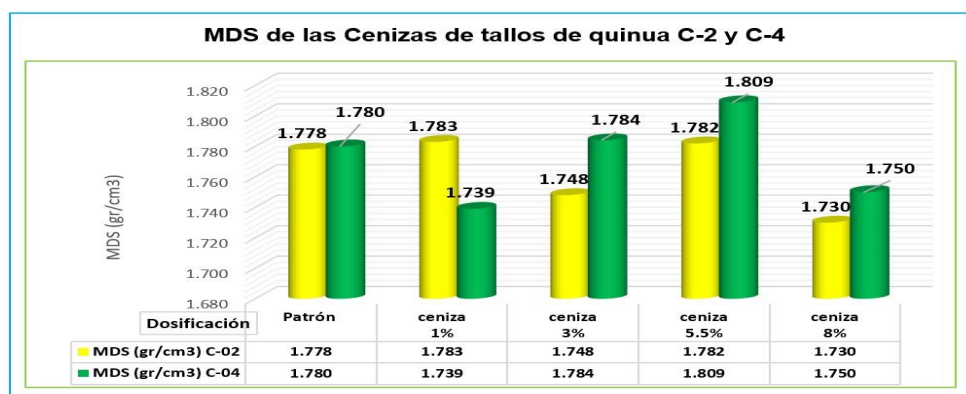
Al Incorporar Ceniza De Caña De Azúcar, la MDS del suelo en su muestra patrón se consideró el 1.656 gr/cm³ y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de C.A., los resultados fueron 1.802 gr/cm³, 1.859 gr/cm³, 1.776 gr/cm³ respectivamente, se manifiesta con una variación porcentual de 8.82%, 12.26% y 7.25%. En nuestra investigación la MDS del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 1.778 gr/cm³ y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados de la MDS fueron de 1.783 gr/cm³, 1.748 gr/cm³, 1.782 gr/cm³, 1.730 gr/cm³ respectivamente. Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de 0.28%, -1.69%, 0.22% y -2.70%. En la muestra patrón C-04 la MDS fue de 1.780 gr/cm³ y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 1.739 gr/cm³, 1.784 gr/cm³, 1.809 gr/cm³ y 1.750 gr/cm³ respectivamente. Se manifiesta con una disminución y aumento porcentual de -2.30%, 0.22%, 1.63% y -1.69%.

figura 70. MDS caña de azúcar discusiones



Fuente: elaboración propia

figura 71. MDS ceniza tallos de quinua C-02 y C-04



Fuente: elaboración propia

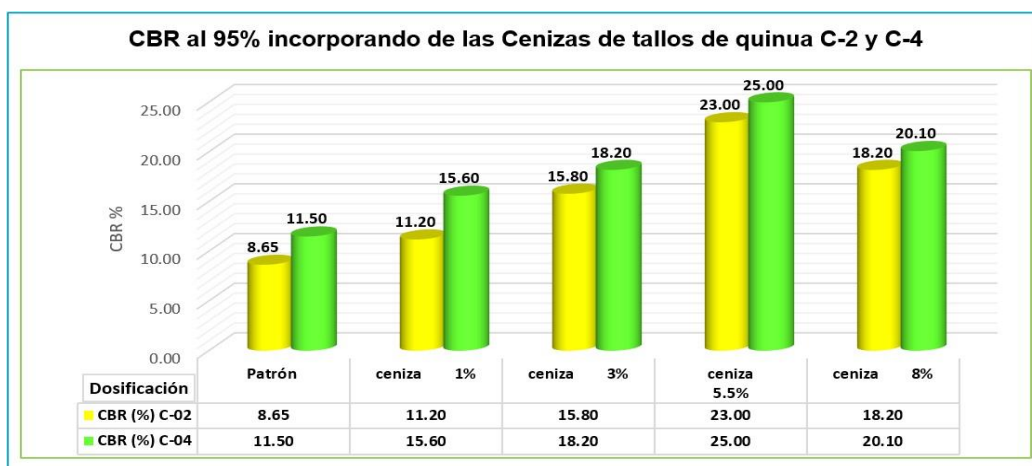
Al Incorporar Ceniza De Caña De Azúcar, el CBR al 95% en su muestra patrón se consideró el 4.81% y al incorporar 10%, 20%, 30% de ceniza de CA los resultados son 11.56%, 15.18% y 10.42%, respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 140.33%, 215.59% y 116.63%. En nuestra investigación el CBR al 95% del suelo de la muestra patrón C-02 fue de 8.65% y al incorporar cenizas de tallos de quinua en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados del CBR fueron de 11.20%, 15.80%, 23.00%, 18.20% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 29.48%, 82.66%, 165.90% y 110.40%. En la muestra patrón C-04 el CBR al 95% fue de 11.50% y al incorporar cenizas en 1%, 3%, 5.5% y 8%, los resultados son 15.60%, 18.20%, 25.00% y 20.10% respectivamente. Se manifiesta con un aumento porcentual de 35.65%, 58.26%, 117.39% y 74.78%. incrementando eficientemente la resistencia del suelo.

figura 72. CBR de la ceniza de caña de azúcar discusiones



Fuente: elaboración propia

figura 73. CBR cenizas tallos de quinua al 95%



Fuente: elaboración propia

VI. CONCLUSIÓN

1. En la presente tesis de investigación está basado en la incorporando de cenizas de tallos de quinua para la estabilización de la subrasante de las propiedades físicas se tiene:
 - Al incorporar las cenizas de tallos de quinua en dosificaciones de 1%, 3%, 5.5% y 8%, el IP respecto a la muestra patrón C-02(IP=7%), disminuye en las dosificaciones de 1%(IP=2%), 3%(IP=1%), 5.5%(IP=0%), 8%(IP=3%) respectivamente, respecto al patrón C-04(IP=6%) disminuye en las dosificaciones 1%(IP=2%), 3%(IP=0%), 5.5%(IP=0%), 8%(IP=1%), respectivamente, cumpliendo con los estándares exigidos NTP 339.129 con un rango de 0% a 7% considerados como suelos poco arcillosos de baja plasticidad. Las cenizas de tallos de quinua son eficientes porque disminuyen la plasticidad del suelo.
2. Según las propiedades mecánicas con la incorporación de cenizas de tallos de quinua para la estabilización de la subrasante
 - Al incorporar las cenizas de tallos de quinua en dosificaciones de 1%, 3%, 5.5% y 8%, el OCH respecto a la muestra patrón C-02(OCH=16.2%), aumenta en las dosificaciones de 1%(OCH=16.90%), 3%(OCH=17.5%), 5.5%(OCH=16.90) y 8%(OCH=17.7%) respectivamente, como también la muestra patrón C-04 (OCH=17.10%), aumenta en las dosificaciones de 1%(OCH=17.40%), disminuye en 3%(OCH=16.50%), disminuye en 5.5%(OCH=15.90%) y aumenta 8%(OCH=17.50%) respectivamente, cumpliendo con los estándares exigidos NTP 339.141 y MTC suelos y pavimentos 2014.
 - Al incorporar las cenizas de tallos de quinua en dosificaciones de 1%, 3%, 5.5% y 8%, la MDS respecto a la muestra patrón C-02(MDS=1.778), aumenta en las dosificaciones de 1%(MDS=1.783gr/cm³), disminuye en 3%(MDS=1.748gr/cm³), aumenta en 5.5%(MDS=1.782gr/cm³) y disminuye con 8%(MDS=1.730gr/cm³) respectivamente, respecto a la muestra patrón C-04(MDS=1.780), disminuye en las dosificaciones de 1%(MDS=1.739gr/cm³), aumenta en 3%(MDS=1.784gr/cm³), aumenta en 5.5%(MDS=1.809gr/cm³) y disminuye con

- 8%(MDS=1.750gr/cm³) cumpliendo con los estándares exigidos NTP 339.141 y MTC suelos y pavimentos 2014.
- Al incorporar cenizas de tallos de quinua en dosificaciones de 1%, 3%, 5.5% y 8%, el CBR respecto a la muestra patrón C-02(CBR=8.65%), aumenta en las dosificaciones de 1%(CBR=11.20%), 3%(CBR=15.8%), 5.5%(CBR=23.00%) y 8%(CBR=18.20%) respectivamente, respecto a la muestra patrón C-04(CBR=11.50%), aumenta en las dosificaciones de 1%(CBR=15.60%), aumenta en 3%(CBR=18.20%), 5.5%(CBR=25.00%) y 8%(CBR=20.10%) respectivamente cumpliendo con los estándares exigidos NTP 339.141 y MTC suelos y pavimentos 2014. Con un CBR entre los rangos de 6 % y 30%, considerándolos como subrasante de muy buena calidad.
3. De las diversas dosificaciones con la ceniza de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante se considera:
- Al incorporar las cenizas de tallos de quinua con la dosificación de 1%, respecto a la muestra patrón C-02, el IP disminuye favorablemente de (7% a 2%), aumenta la MDS de (1.778gr/cm³ a 1.783gr/cm³), aumenta el OCH de (16.5% a 16.90%), así como también se incrementa favorablemente el CBR respecto a la muestra patrón de (8.65% a 11.20%). Para la muestra C-04 el IP disminuye favorablemente de (6% a 2%), disminuye la MDS de (1.780gr/cm³ a 1.773gr/cm³), aumenta el OCH de (17.10% a 17.40%), así como también se incrementa favorablemente el CBR respecto a la muestra patrón de (11.50% a 15.60%).
 - Al incorporar las cenizas de tallos de quinua con la dosificación de 3%, respecto a la muestra patrón C-02, el IP disminuye favorablemente de (7% a 1%), disminuye la MDS de (1.778gr/cm³ a 1.748gr/cm³), aumenta el OCH de (16.20% a 17.50%), así como también se incrementa favorablemente el CBR respecto a la muestra patrón de (8.65% a 15.80%). respecto a la muestra patrón C-04, el IP disminuye favorablemente de (6% a 0%), aumenta la MDS de (1.780gr/cm³ a 1.784gr/cm³), disminuye el OCH de (17.10% a 16.50%), así como también se incrementa favorablemente el CBR respecto a la muestra patrón de (11.50% a 18.20%).

- Al incorporar las cenizas de tallos de quinua con la dosificación de 5.5%, respecto a la muestra patrón C-2, el IP disminuye favorablemente de (7% a 0%, a un suelo no plástico NP) y con un ligero aumento de la MDS (1.780gr/cm³ a 1.782gr/cm³) respecto a la muestra patrón, aumenta el OCH de (16.20% a 16.90%), así como también se incrementa muy eficientemente el CBR respecto a la muestra patrón de (8.65% a 23.00%). respecto a la muestra patrón C-4, el IP disminuye favorablemente de (6% a 0%, a un suelo no plástico NP) y con un ligero aumento de la MDS (1.780gr/cm³ a 1.802gr/cm³) respecto a la muestra patrón, disminuye el OCH de (17.10% a 15.90%), se incrementa muy eficientemente el CBR respecto a la muestra patrón de (11.50% a 25.00%).
- Al incorporar las cenizas de tallos de quinua con la dosificación de 8%, respecto a la muestra patrón C-2, el IP disminuye favorablemente de (7% a 3%) y con una disminución de la MDS (1.778gr/cm³ a 1.730gr/cm³) respecto a la muestra patrón, aumentando el OCH de (16.20% a 17.70%), así como también se incrementa favorablemente el CBR respecto a la muestra patrón de (8.65% a 18.20%). respecto a la muestra patrón C-4, el IP disminuye favorablemente de (6% a 1%) y con una disminución de la MDS (1.780gr/cm³ a 1.750gr/cm³) respecto a la muestra patrón, aumentando el OCH de (17.10% a 17.50%), así como también se incrementa favorablemente el CBR respecto a la muestra patrón de (11.50% a 20.10%).
- Al incorporar cenizas de tallos de quinua en dosificaciones de 1%, 3%, 5.5% y 8%, la dosificación de 5.5% fue la más eficiente y favorable respecto a las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, incrementando el CBR de 8.65% a 23.00% respecto a la muestra patrón C-02, como también un incremento de CBR de 11.50% a 25% respecto a la muestra patrón C-4. Reduciendo el índice de plasticidad en su totalidad.

VII. RECOMENDACIÓN

1. Es recomendable la utilización de las cenizas de tallo de quinua en suelos donde se presenten suelos con características arcillosas y limosas que presentan una CBR bajo, ya que al incorporar la ceniza de tallos de quinua incrementa el CBR, Proctor modificado y disminuye el índice de plasticidad.
2. En efecto de los resultados obtenidos en mi investigación de tesis, la incorporación de cenizas de tallos de quinua logra eficientemente estabilizar la subrasante del suelo limo arenosos, se recomienda investigar para otros tipos de suelos ya sean granulares o arcillosos.
3. Se recomienda que en el tratamiento de nuestro producto se realice la calcinación a una temperatura promedio de 550°C en una mufla y el tamizado de esta por medio de la malla #200.
4. Se aconseja tomar precauciones al momento del tamizado de la ceniza por la malla # 200, utilizar mascarillas necesarias para no inhalar las partículas de las cenizas.
5. Se recomienda que en el ensayo de CBR, en cuanto a la penetración se registre las lecturas más precisas y claras dentro de los estándares, así evitando errores en los resultados.
6. De igual manera esta investigación pueda servir como una guía básica, para estabilizar los suelos en diversas partes del país y fomentar la creación de un manual, en donde especifique las dosificaciones para la estabilización de suelos.

REFERENCIAS

Akinwumi, Aidomojie. 2016. *“Effect of Corncob ash on the geotechnical properties of Lateritic soil stabilized with Portland cement”*. Covenant University, Ota, Nigeria : 2016.

Arenas Vasquez, Antonio Cesar. 2017. *Análisis comparativo de los métodos (aashto 93, boussineq, abacos de colorado), para el cálculo del espesor de mejoramiento de subrasante en la carretera dv. las vegas - tarma, provincia de tarma - region de junin*. Universidad Nacional de San Martín, Morales : 2017.

Arias, Fidias. 2012. *El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica*. Venezuela : Caracas, 2012.

Baena, Guillermina. 2017. *Metodología de la Investigación*. Mexico : Patria, 2017.

Benites Zúñiga, José Luis. 2020. *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo*. Trujillo : s.n., 2020.

Camacllanqui Ccoillar, Guino Josue y Rivera Cervantes, Jhonatan Stiven. 2021. *Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la AV. Andres Avelino Caceres, Huancavelica - 2021*. Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2021.

Cañar Tiviano, Edwin Santiago y Perez Maldonado, Ruth Lorena. 2017. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador : 2017.

Chambi Quispe, Gloria y Cancapa Caceres, Vanessa. 2012. *Determinación de parametros del equipo refinador de pasta para la obtención de papel Kraft a partir de tallos de quinua*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno : 2012.

Claveria Vásquez, Pía Andrea, Triana, Daniel Fernando y Varón Ospina, Yenny. 2018. *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante*. Colombia : 2018.

Cobos Molina, Mario, Ortegon Ramirez, Carol Tatiana y Peralta Zarrate, Juan Camilo. 2019. *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café*. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia : 2019.

Crespo Villalaz, Carlos. 2004. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico : Limusa, S.A., 2004. 968-18-64-89-1.

Das, Braja M. 2015. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico : Centage Learning, 2015. 978-607-519-373-1.

—. **2013.** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico : Centage Learning, 2013.

Diaz Trujillo. 2018. *Estabilización de suelos del caserío de cascajalizquierdo con fines de pavimentación, utilizando ceniza de paja de trigo - distrito de chimbote, Ancash - 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote : 2018.

El concreto. **SANCHEZ, Diego. 2001.** s.l. : Bhandar Editores, 2001, Tecnología del concreto y del mortero, Vol. 5, págs. 20-25.

Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velasquez Perez, Jhonatan Julian. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de pinar - marian, distrito de Independencia 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Huaraz - Perú : 2018.

G. Arias, Fidias. 2016. *El Proyecto de Investigación*. Caracas : Episteme, C.A., 2016.

Goñas Labajos, Olger. 2019. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas : 2019.

Hernández Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. Mexico : McGraw-Hill, 2014. 978-14562-2396-0.

Huaquisto Caceres, Samuel. 2014. *Efecto del aceite residual de vehículos motorizados en los factores físicos mecánicos del suelo arcilloso*. Puno : 2014.

Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 2. **CALLISTER, William D. 2007.** Barcelona : s.n., 2007, Reverté S.A.

Investigación sobre el Cultivo de la Quinoa. **Unidad de Gestión de Riesgo en SAN y cambio climático, Dirección de Emergencias en SAN, secretaria de seguridad alimentaria y nutricional. 2013.** Guatemala : s.n., 2013.

Investigación sobre el Cultivo de la Quinoa o QUINOA. **Unidad de Gestión de Riesgo en SAN y cambio climático, Dirección de Emergencias en SAN, secretaria de seguridad alimentaria y nutricional. 2013.** Guatemala : s.n., 2013.

Ipince Cuevas, Hector Alonso. 2020. *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Victor Larco Herrera, Trujillo 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2020.

Landeau, Rebeca. 2007. *Elaboración de Trabajos de Investigación*. Caracas : Alfa, 2007. 980-354-214-1.

Lencinas Valeriano, Fredd y Incahunaco Callata, Becker. 2017. *evaluacion de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolanico ip en la zona altiplanica.* UNA, PUNO : 2017.

Li. 2019. *“Laboratory and in situ evaluations of using bio -based co-product for pavement geo-materials stabilization”.* Iowa State University, Iowa : 2019.

LOZANO, eugenio, Ruiz, Jose y Alfonso , Juan Carlos. 2015. *Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico.* colombia : s.n., 2015.

Medina Arauco, Gabriela Rosa. 2019. *Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para la estabilización de la sub rasante, Carabayllo, Lima 2019.* Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2019.

Mejora de la sostenibilidad y el comportamiento en servicio de estructuras de hormigón mediante el uso de fibras metálicas recicladas. **GROLI, Giancarlo y PEREZ, Alejandro. 2017.** 286, Madrid : s.n., 30 de agosto de 2017, Hormigón y Acero, Vol. 69, págs. 223-233.

More Garcia, Sandra Melisa y Ydrogo Gonzales, Estela del Carmen. 2019. *Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de platano en el tramo Cacachi-Chirapa, 2019.* Universida Cesar Vallejo, Tarapoto : 2019.

MTC. 2014. *Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones;, 2014.

—. 2016. *Manual de Ensayo de Materiales.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

Nnochiri, Emeka. 2018. *"Effects of corn cob ash on lime stabilized lateritic soil".* Afe Babalola University, Nigeria : 2018.

Otero Ortega, Alfredo. 2018. *Metodos para el Diseño de Investigación .* Colombia : s.n., 2018.

Perez , Rocio. 2011. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbon para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos.* UNI, Perú : 2011.

Rasul, Jabar. 2016. *INVESTIGATING THE USE OF STABILIZED SUBGRADE SOILS FOR ROAD PAVEMENTS IN.*

Regasa, Hailu. 2018. *“Engineering Geological Characterization and Possible Improvements for Sub- grade Materials, Case study of MekiZiway Highway, central Ethiopia”.* Addis Ababa Universty, Ethiopia : 2018.

Rivva Lopez, Enrique. 2010. *Materiales para el Concreto, segunda edición.* Lima : s.n., 2010.

Rosario, Carlos Danilo Minaya. 2021. *Influencia del mucilago de linaza en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la A.P.V Vallecito San Jerónimo, Cusco 2021.* LIMA - PERÚ : s.n., 2021.

Souto y Lozada. 2016. *métodos de refuerzo de terreno y evaluar cuál es la opción más factible analizando el tiempo y costo.*

Velazquez Perez, Jhonatan Julián. 2018. *Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018.* Huaraz - Peru : s.n., 2018.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazocruz, Puno – 2022

AUTOR: Escobar Lupaca, Jhonatan

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
|--|---|--|---------------|---------------------------------|-----------------------|--|--|
| Problema General: ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? | Objetivo General: Evaluar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | Hipótesis General: La incorporación de cenizas de tallos de quinua influye eficientemente en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | INDEPENDIENTE | Cenizas de tallos de quinua | Dosificación | 0.00% de cenizas de tallos de quinua | Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición. |
| | | | | | | 1.0% de cenizas de tallos de quinua | |
| | | | | | | 3.0% de cenizas de tallos de quinua | |
| | | | | | | 5.5% de cenizas de tallos de quinua | |
| Problemas Específico 1: ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? | Problemas Específico 1: Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | Problemas Específico 1: La incorporación de cenizas de tallos de quinua influye adecuadamente en las propiedades físicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | | | | 8.0% de cenizas de tallos de quinua | |
| Problemas Específico 2: ¿Cómo influye la adición de cenizas de tallos de quinua en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? | Problemas Específico 2: Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | Problemas Específico 2: La incorporación de cenizas de tallos de quinua influye eficientemente en las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | DEPENDIENTE | Estabilización de la subrasante | Propiedades Físicas | Granulometría (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de granulometría, según Norma ASTM D 422 y NTP.339.128.1999 |
| | | | | | | Contenido de humedad (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de contenido de humedad, según Norma ASTM D 2216 y NTP.339.127.1998 |
| | | | | | | Clasificación de suelos SUCS Y AASTHO | Ficha de recolección de datos del ensayo de clasificación según, Norma ASTM D 2487 y M.145 NTP.339.134.1999 y NTP.339.135.1999 |
| | | | | | | Límite Líquido (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de consistencia de plasticidad, según Norma ASTM D 4318 y NTP.339.129.1999 |
| | | | | | | Límite Plástico (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de consistencia de plasticidad, según Norma ASTM D 4318 y NTP.339.129.1999 |
| | | | | | | Índice de plasticidad (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de consistencia de plasticidad, según Norma ASTM D 4318 y NTP.339.129.1999 |
| Problemas Específico 3: ¿cómo influye la dosificación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022? | Problemas Específico 3: Determinar cómo influye la dosificación de cenizas de tallos de quinua en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022 | Hipótesis Específica 3: La dosificación de cenizas de tallos de quinua influye sustancialmente en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Checca-Mazocruz, Puno 2022. | | | Propiedades Mecánicas | Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | Ficha de recolección de datos del ensayo de Proctor modificado según Norma ASTM D 1557 Y NTP.339.141.1999 |
| | | | | | | Óptimo Contenido de Humedad (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de Proctor modificado según Norma ASTM D 1557 Y NTP.339.141.1999 |
| | | | | | | CBR (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo de CBR, según Norma ASTM D 1883 y NTP.339.145.1999 |

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

TITULO: Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazocruz, Puno – 2022

AUTOR: Escobar Lupaca, Jhonatan

| VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA | METODOLOGÍA |
|--|--|--|-----------------------|--|--------|---|
| VARIABLE INDEPENDIENTE Cenizas de tallos de quinua | Cenizas de Tallos de quinua las cenizas de tallos de quinua son de clase N, esta ceniza contiene propiedades reactivas al mezclarlo conjuntamente con el suelo y agua, considerando que las propiedades más importantes de la ceniza es la puzolánica, sus componentes físico y mecánicas son efectivas para el uso en la construcción. (Lencinas Valeriano, y otros, 2017) | La ceniza de tallos de quinua es el producto de la combustión de un material compuesto por sustancias orgánicas no combustibles, se realiza la evaluación para obtener resultados numéricos en un estimado en peso en cenizas de tallos de quinua al 0%, 1%, 3%, 5.5% y 8 % del volumen de la muestra, además se efectuó la incineración a 550 grados centígrados. | Dosificación | 0.00% de cenizas de tallos de quinua | Razón | Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Experimental: Cuasi – Experimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: 8 km de la Subrasante en la carretera Checca-Mazocruz. Muestra: 8 calicatas, 1 calicata por cada km según MTC. Muestreo: No Probabilístico, se ensayará en todos los especímenes. Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos de los ensayos. - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS) |
| | | | | 1% de cenizas de tallos de quinua | | |
| | | | | 3.0% de cenizas de tallos de quinua | | |
| | | | | 5.5% de cenizas de tallos de quinua | | |
| | | | | 8.0% de cenizas de tallos de quinua | | |
| VARIABLE DEPENDIENTE Estabilización de la subrasante | La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en el terreno natural, que soportara la estructura del pavimento y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 20) Estabilización consiste en dar un mejoramiento a las propiedades del suelo a nivel de la subrasante, en el cual esta se considera como el terreno natural o la base de las excavaciones en caso sea corte o la capa superior del terraplén en caso sea relleno, esta debe ser debidamente compactada. (Das, 2013) | La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: la granulometría, Densidad seca y contenido de humedad optima, clasificación de suelos, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, Proctor modificado, CBR; los cuales se determinarán las propiedades físico - mecánicas. | Propiedades Físicas | Granulometría (%) | Razón | |
| | | | | Contenido de humedad (%) | | |
| | | | | Clasificación de suelos SUCS Y AASTHO | | |
| | | | | Límite Líquido (%) | | |
| | | | | Límite Plástico (%) | | |
| | | | | Índice de plasticidad (%) | | |
| | | | Propiedades Mecánicas | Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | | |
| | | | | Optimo Contenido de Humedad (%) | | |
| CBR (%) | | | | | | |

Anexo 3. Análisis de resultados cenizas de tallos de quinua



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001433

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de CENIZA

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO DE PUNO, PROVINCIA EL COLLAO
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SURBAZANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ-PUNO
INTERESADO : JHONATAN ESCOBAR LUPACA
MOTIVO : ANALISIS DE CENIZA
MUESTREO : 02/01/2022, por el interesado
ANÁLISIS : 02/01/2022
COD. MUESTRA : B009-000315

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS | UNIDAD | RESULTADOS |
|----------------------------|-------------------|------------|
| 1.- Contenido de humedad | % | 1.56 |
| 2.- pérdida de calcinación | % | 2.50 |
| 3.- Peso específico | Kg/m ³ | 1.44 |
| 4.- Materia orgánica | % | 2.83 |
| 5.- Óxido de Hierro | % | 0.40 |
| 6.- Dióxido de silicio | % | 70.00 |
| 7.- Trióxido de azufre | % | 3.56 |
| 8.- Oxido de aluminio | % | 0.50 |

Puno, C.U. 17 de febrero del 2022.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIC - UNA - CIP - 182793

Walther E. Apurto Aragón
DECANO FIC - UNA

Anexo 4. Análisis estadístico de resultados

Contrastación de la hipótesis

Planteamiento del problema: índice de plasticidad

Prueba de normalidad

Ho: Hipótesis nula datos de la variable x “índice de plasticidad” tienen normalidad

H1: Hipótesis Alternativa datos de la variable x “índice de plasticidad” no tienen normalidad

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| DOSIFICACION_INDICE_DE_PLASTICIDAD | ,173 | 5 | ,200 [*] | ,958 | 5 | ,794 |
| RESULTADOS | ,241 | 5 | ,200 [*] | ,903 | 5 | ,427 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

0.794 > 0.05

Entonces se acepta la hipótesis nula

Conclusión

Los datos de la variable tienen normalidad, por eso trabajamos con el coeficiente de relación de Pearson.

Correlación de Pearson

Planteamiento de Normalidad

Ho: Hipotesis nula: "el índice de plasticidad no está relacionado con la incorporación de cenizas de tallos de quinua".

H1: Hipotesis Alterna:" el índice de plasticidad si está relacionado con la incorporación de cenizas de tallos de quinua"

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\%=0.05$

Prueba Estadística C. Pearson

| | | DOSIFICACION_INDICE_DE_PLASTICIDAD | RESULTADOS |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------|
| DOSIFICACION_INDICE_DE_PLASTICIDAD | Correlación de Pearson | 1 | -.438 |
| | Sig. (bilateral) | | .460 |
| | N | 5 | 5 |
| RESULTADOS | Correlación de Pearson | -.438 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | .460 | |
| | N | 5 | 5 |

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor >0.05 se acepta la hipótesis Nula.

0.460 > 0.05

Conclusión

Según la correlación de Pearson la significancia es mayor a 0.05 eso quiere decir que acepta la hipótesis nula.

Contrastación de la hipótesis

Planteamiento del problema: índice de plasticidad

Prueba de normalidad

Ho: Hipótesis nula datos de la variable x “estabilización de la subrasante” tiene normalidad.

H1: Hipótesis Alternativa datos de la variable x “estabilización de la subrasante” no tiene normalidad.

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| DOSIFICACION_CBR | ,180 | 5 | ,200 [*] | ,942 | 5 | ,677 |
| RESULTADOS | ,184 | 5 | ,200 [*] | ,965 | 5 | ,846 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

0.677 > 0.05

Entonces se acepta la hipótesis nula

Conclusión

Los datos de la variable tienen normalidad, por eso trabajamos con el coeficiente de relación de Pearson.

Correlación de Pearson

Planteamiento de Normalidad

Ho: Hipotesis nula: "la estabilización de la subrasante no está relacionado con la incorporación de cenizas de tallos de quinua".

H1: Hipotesis Alterna: "la estabilización de la subrasante está relacionado con la incorporación de cenizas de tallos de quinua"

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística C. Pearson

| | | DOSIFICACION N_CBR | RESULTADO S |
|------------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| DOSIFICACION_CBR | Correlación de Pearson | 1 | ,848 |
| | Sig. (bilateral) | | ,069 |
| | N | 5 | 5 |
| RESULTADOS | Correlación de Pearson | ,848 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,069 | |
| | N | 5 | 5 |

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

0.069 > 0.05, una diferencia de 0.019

Conclusión

Según la correlación de Pearson la significancia es mayor a 0.05 eso quiere decir que acepta la hipótesis nula.

Anexo 5. Ensayos



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

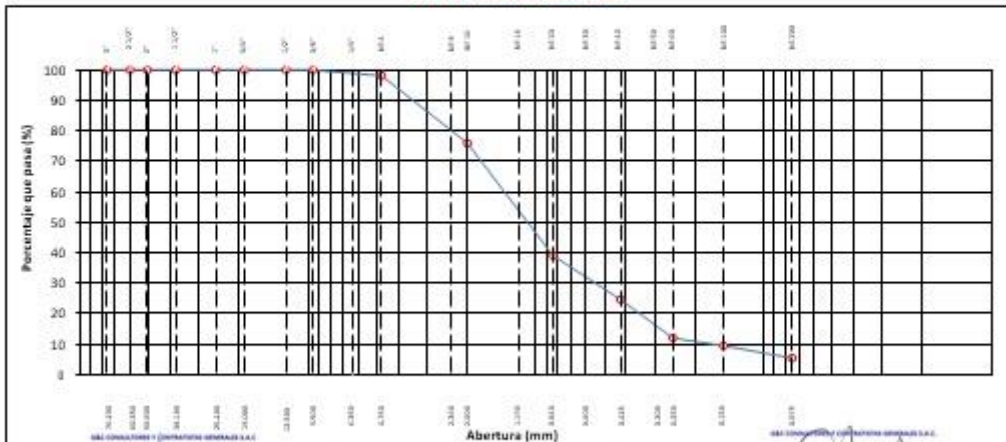
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

| | |
|--------------------|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA LHECLA-MAZUCUMUZ, PUNO - ZUCZ" |
| Registro Ni | : T_UCV_ELI-02/22-03-G&C |
| Fecha | : 10 de marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | |
|-----------------------|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE |
| SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| COORDENADAS | |
| CALICATA | : C - 01 |
| MUESTRA | : M - 01 |
| TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| CLASIF. SUELOS | : A-1-b (0) |
| DOSIFICACION | : NATURAL |
| ESTE | |
| NORTE | |
| COTA | |

| TAMIZ | ÁREA F 20 (mm) | SELECCIÓN | PERCENTAJE RETENIDO | PERCENTAJE PASADO | PERCENTAJE PASADO | PERCENTAJE PASADO | ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D20016 - D418 - D3083 - D3097) |
|-----------|----------------|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| 10 in. | 254.000 | | | | | | |
| 6 in. | 152.400 | | | | | | |
| 5 in. | 127.000 | | | | | | |
| 4 in. | 101.600 | | | | | | |
| 3 in. | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2 in. | 60.350 | | | | | | |
| 2 in. | 50.800 | | | | | | |
| 1 1/2 in. | 38.100 | | | | | | |
| 1 in. | 25.400 | | | | | | |
| 3/4 in. | 19.000 | | | | | | |
| 1/2 in. | 12.500 | | | | | | |
| 3/8 in. | 9.500 | | | | | | |
| 1/4 in. | 6.350 | | | | | | |
| Nº 4 | 4.750 | 17.70 | 1.89 | 1.89 | 100.00 | | |
| Nº 8 | 2.360 | | | | 88.11 | | |
| Nº 10 | 2.000 | 206.51 | 22.09 | 23.99 | 78.01 | | |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 344.06 | 36.81 | 60.80 | 38.20 | | |
| Nº 30 | 0.600 | | | | | | |
| Nº 40 | 0.425 | 134.90 | 14.43 | 75.23 | 24.77 | | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 118.32 | 12.66 | 87.89 | 12.11 | | |
| Nº 100 | 0.150 | 23.64 | 2.53 | 90.42 | 8.63 | | |
| Nº 200 | 0.075 | 38.07 | 4.07 | 94.49 | 5.61 | | |
| < Nº 200 | FONDO | 51.51 | 5.51 | 100.00 | | | |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 RUA C/ OMBAYO CARRERA TERCERA ESQUINA
 TELEFONO: 051 944 222 222
 WWW.G&C.COM

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 RUA OMBAYO CARRERA TERCERA ESQUINA
 TELEFONO: 051 944 222 222
 WWW.G&C.COM



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|--|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : T_UCV_EI-02/22-01-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|--|---|----------------------------|--|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS | |
| CALICATA : C - 01 | TAMANO MÁXIMO : 1/4 in. | ESTE : 000 | |
| MUESTRA : M - 01 | CLASIF. SUELOS : A-1-b (0) | NORTE : 000 | |
| DOSIFICACION : NATURAL | | COTA : 000 m.s.n.m. | |

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

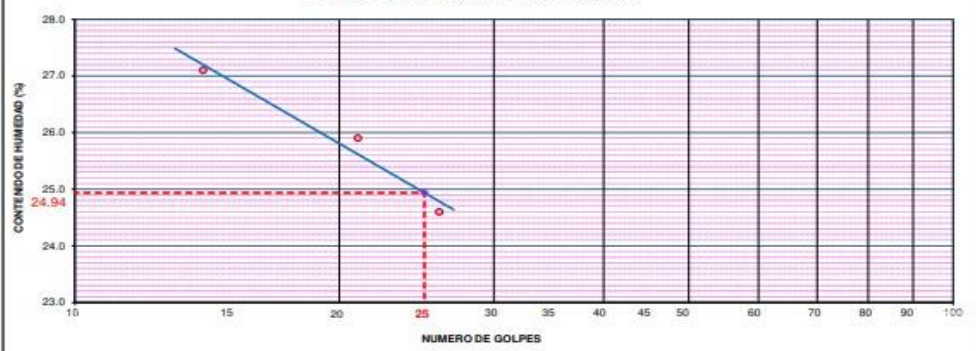
| VID. DE TARA | n° | LC - 36 | LC - 37 | LC - 38 |
|--------------------------|-------|---------|---------|---------|
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.2 | 46.54 | 46.81 |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 61.17 | 63.04 | 59.37 |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 57.98 | 59.65 | 56.89 |
| MASA DE AGUA | [g] | 3.19 | 3.39 | 2.48 |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 11.78 | 13.11 | 10.08 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 27.1 | 25.9 | 24.6 |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 14 | 21 | 26 |

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

| VID. DE TARA | | | | |
|--------------------------|-------|----|----|--------|
| MASA DE LA TARA | [g] | | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | | | |
| MASA DE AGUA | [g] | | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | | | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | (%) | NP | NP | LP= NP |

NP

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 25.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | NP |

ING. LIZ MARY JAMES TARA CONDOP
 INGENIERA EN CIENCIAS DE INVESTIGACIÓN
 C/ALFARO 1025 - PUNO - PERÚ
 095 394 246

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |

ING. JOSE ELIE SUAREZ CALLA
 RESPONSABLE DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA MATERIAL
 095 394 246



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

| | | |
|--------------|---|---|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_ELJ-02/22-01-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 01 | | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| DOSIFICACION: | : NATURAL | CLASIF. SUELOS | : A-1-b (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| N° DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|-------|-------------|---------|---------|
| N° Tara | | CH - 18 | CH - 19 | CH - 20 |
| Masa Tara | [g] | 73.86 | 74.38 | 73.53 |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 441.80 | 323.50 | 490.50 |
| Masa Tara + Suelo Seco | [g] | 388.90 | 288.80 | 430.20 |
| Masa Agua | [g] | 52.90 | 34.70 | 60.30 |
| Masa Suelo Seco | [g] | 315.04 | 214.42 | 356.67 |
| Contenido de Humedad | [g] | 16.79 | 16.18 | 16.91 |
| PROMEDIO | (%) | 16.6 | | |

Observaciones:

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDOREY
LICENCIADA EN INGENIERÍA DE INVESTIGACIÓN Y MATERIALES
C.R. 4719181

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
LICENCIADO EN INGENIERÍA DE INVESTIGACIÓN Y MATERIALES
C.R. 208176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|---|-------------|----------------------|
| TESIS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-NAZOCRUZ, PUNO - 2022 | Registro N° | |
| | | Fecha | 03 de marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|----------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROVENIENCIA | SUBCARRINTE | SOLICITANTE | DR. ESCOBAR LIFACA, INONATAR |
| CALICATA | C - 01 | | |
| MUESTRA | M - 01 | TAMAÑO MÁXIMO | Nº 8 |
| DESIGNEACIÓN: | SUELO NATURAL | CLASIF. SUELOS | A-1-b (5) |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 800 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | | |
|-----------------------|--------------|----------------------|---------------------------|---------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SH | METODO DE ENSAYO | Molde Nº | TIEMPO DE INMERSIÓN |
| CLASIFICACIÓN (ASHTO) | A-1-b (0) | PESO UNITARIO SECO | : 18.06 kg/m ³ | : 4 Días (96 Horas) |
| DESORCIÓN (SUCS) | Arena gruesa | HUMEDAD ÓPTIMA | : 15.80 % | TIPO DE MARTILLO |
| | | | | : Martillo |
| | | | | NET. DE PREPARACIÓN |
| | | | | : Humedo |

| MOLDE No | COD. | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|------|-----|-----|-----|
| NUMERO DE CAPAS | n° | 3 | 5 | 5 |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | n° | 56 | 25 | 12 |
| Nº SOBRECARGA CIRCULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| Nº SOBRECARGA ANULAR | n° | 1 | 1 | 1 |

| CONDICIONES DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--|
| COND. | SIN SUPERIOR | SUPERIOR | SIN SUPERIOR | SUPERIOR | SIN SUPERIOR | SUPERIOR | |

| REGISTROS Y CALCULO DEL ENSAYO | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12390 | 12905 | 12186 | 12510 | 11636 | 12150 |
| Masa del Molde | [g] | 7830 | 7830 | 8056 | 8056 | 7686 | 7686 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 4560 | 4675 | 4130 | 4454 | 3950 | 4464 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2120 | 2120 | 2124 | 2124 | 2097 | 2097 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 2.151 | 2.205 | 1.944 | 2.097 | 1.884 | 2.129 |
| Capacita No | % | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capacita | [g] | 41.30 | 46.20 | 46.20 | 46.12 | 47.51 | 45.35 |
| Suelo Humedo + Capacita | [g] | 234.0 | 220.0 | 231.0 | 246.0 | 227.0 | 211.20 |
| Masa del Suelo Seco + Capacita | [g] | 208.6 | 195.0 | 204.4 | 213.38 | 201.8 | 181.80 |
| Masa del Agua | [g] | 25.40 | 25.0 | 26.60 | 34.70 | 25.2 | 27.40 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 167.6 | 149.8 | 157.6 | 165.1 | 154.2 | 140.5 |
| % de Humedad | % | 15.80% | 16.69% | 16.91% | 21.04% | 16.37% | 19.49% |
| Promedio de Humedad | % | 15.80% | 16.69% | 16.91% | 21.04% | 16.37% | 19.49% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.868 | 1.890 | 1.663 | 1.733 | 1.619 | 1.782 |
| Peso Unitario Seco | kg/m ³ | 18.32 | 18.53 | 16.30 | 17.00 | 15.877 | 17.48 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Dia | Expansión | | Dia | Expansión | | Dia | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 452.00 | 0.00 | 0.00 | 633.00 | 0.00 | 0.00 | 477.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 452.00 | 0.00 | 0.00 | 633.00 | 0.00 | 0.00 | 478.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 48:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 634.00 | 0.03 | 0.02 | 478.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 72:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 634.00 | 0.03 | 0.02 | 479.00 | 0.05 | 0.04 |
| | | 96:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 635.00 | 0.03 | 0.04 | 480.00 | 0.08 | 0.06 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---|---------------|---|---------------|---------------|---|---------------|---------------|---|---------------|
| mm | Pág. | Tiempo | Carga Estándar kg/cm ² / Max | MOLDE No: A-1 | | | MOLDE No: N-1 | | | MOLDE No: Q-1 | | |
| | | | | LECTURA "A" | d | CBR Corr. (%) | LECTURA "A" | d | CBR Corr. (%) | LECTURA "A" | d | CBR Corr. (%) |
| 0.50 | 0 | 0:00 | | 0.0 | | | 0.0 | | | 0.0 | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | 26.2 | | | 26.1 | | | 14.3 | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 105.5 | | | 79.7 | | | 99.8 | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 160.7 | | | 125.3 | | | 152.6 | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | | 255.2 | | 25.18 | 212.1 | | 16.94 | 271.2 | | 14.86 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 367.2 | | | 229.3 | | | 273.1 | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 391.4 | | | 245.6 | | | 290.4 | | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | | 456.1 | | 22.45 | 339.3 | | 15.27 | 246.4 | | 11.82 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 495.2 | | | 345.4 | | | 250.3 | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 566.5 | | | 415.6 | | | 329.2 | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 662.3 | | | 479.7 | | | 410.7 | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 770.1 | | | 586.4 | | | 460.8 | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 830.2 | | | 710.6 | | | 540.2 | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 982.6 | | | 862.3 | | | 668.8 | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CEIDA TIPO S".
 DATOS DE REGISTRO N° 0-02-00-01 N° 01 2/1/2022



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

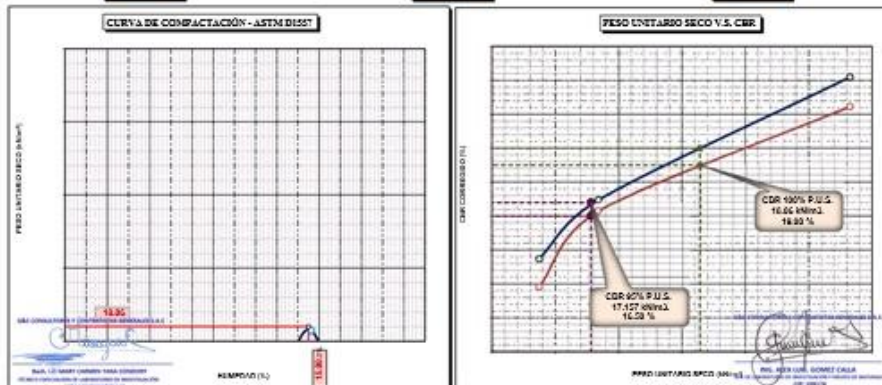
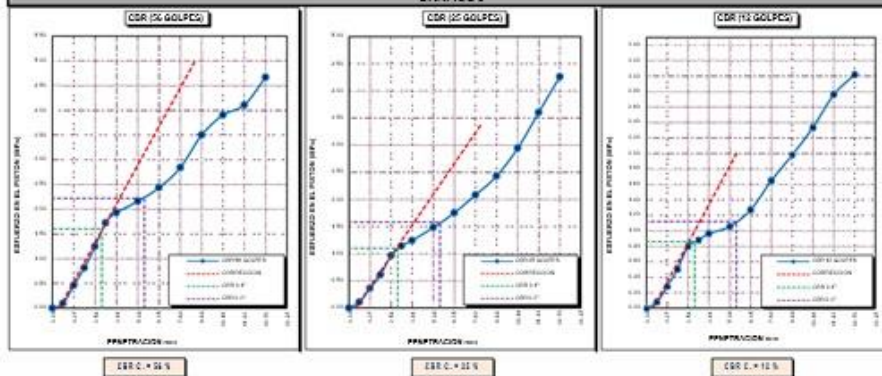
| | |
|---|---|
| TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCORUZ, PUNO - 2022 | Registro N° : Fecha : 10 de marzo del 2022 |
|---|---|

| DATOS GENERALES | | |
|---|---|----------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLADO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BIL ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| CALCATA : C - 01 | | ESTE : 000 |
| MUESTRA : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : N.º 8 | NORTE : 000 |
| DOSIFICACIÓN : SUELO NATURAL | CLASIF. SUELOS : A-1-b (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | DATOS PARA EL ENSAYO |
|---|---|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) : SM | NORMA : ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0) | METODO DE ENSAYO : Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas) |
| | PESO UNITARIO SECO : 18.06 kN/m ³ |
| | PESO UNITARIO SECO AL 95% : 17.157 kN/m ³ |
| | HUMEDAD ÓPTIMA : 15.80 % |

| | | | |
|------------------------------------|---------|------------------------------------|--|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" % | 19.00 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" % | |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" % | 16.10 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" % | |

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

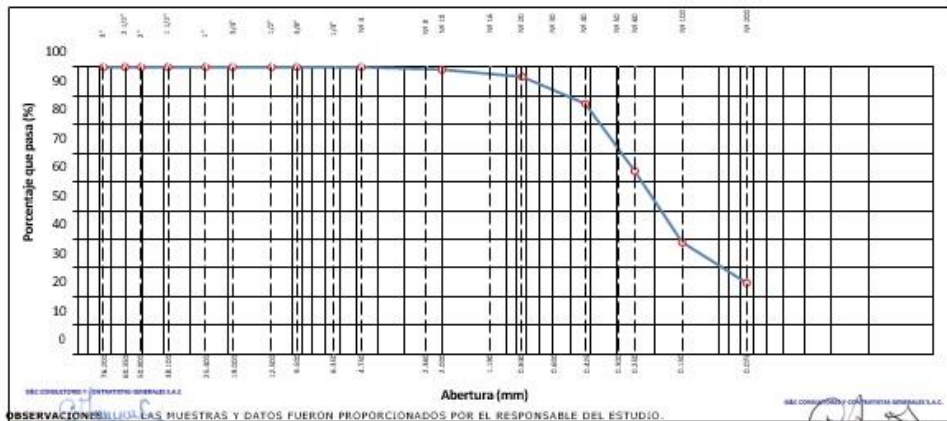
| | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|----------------------|---|--|--------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | COORDENADAS |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | |
| CALICATA | : C - 02 | TAMANO MÁXIMO: N° 8 | ESTE |
| MUESTRA | : M - 01 | | NORTE |
| DOSIFICACIÓN: | : 0% PATRÓN | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (U) | COTA |

| TAMIZO | TAMIZO (mm) | MASA RETENIDA | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACION | ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U422 - U2216 - U4316 - U3282 - U2487) |
|-----------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------|--|
| 10 in. | 254.000 | | | | | | Masa inicial seca: 862.88 gr. Masa Fracción: 862.88 gr. |
| 6 in. | 152.400 | | | | | | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 16.10 TAMANO MAXIMO: N° 8 Límite Líquido (LL): 30.00 Límite Plástico (LP): 23.00 Índice Plástico (IP): 7.00 Clasificación (SUCS): SM Clasificación (AASH I Q): A-2-4 (U) Índice de Consistencia: 3.10 |
| 5 in. | 127.000 | | | | | | |
| 4 in. | 101.600 | | | | | | |
| 3 in. | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2 in. | 63.500 | | | | | | |
| 2 in. | 50.800 | | | | | | |
| 1 1/2 in. | 38.100 | | | | | | |
| 1 in. | 25.400 | | | | | | |
| 3/4 in. | 19.000 | | | | | | |
| 1/2 in. | 12.500 | | | | | | |
| 3/8 in. | 9.500 | | | | | | |
| 1/4 in. | 6.350 | | | | | | |
| N° 4 | 4.750 | | | | | | |
| N° 8 | 2.360 | | | | 100.00 | | |
| N° 10 | 2.000 | 7.80 | 0.90 | 0.90 | 99.10 | | |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | |
| N° 20 | 0.840 | 21.63 | 2.51 | 3.41 | 96.59 | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 80.75 | 9.36 | 12.77 | 87.23 | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | 201.81 | 23.39 | 36.16 | 63.84 | | |
| N° 100 | 0.150 | 213.92 | 24.79 | 60.95 | 39.05 | | |
| N° 200 | 0.075 | 122.35 | 14.18 | 75.13 | 24.87 | | |
| < N° 200 | FONDO | 214.62 | 24.87 | 100.00 | | | |
| | | | | | | | DESCRIPCIÓN DEL SUELO |
| | | | | | | | Descripción (AASH I Q): BUENO |
| | | | | | | | Descripción (SUCS): Arena limosa |
| | | | | | | | Materia Orgánica: |
| | | | | | | | Turba: -- |
| | | | | | | | CU: 0.000 CC: 0.000 |
| | | | | | | | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS |
| | | | | | | | Grava > 2": 0.00 |
| | | | | | | | Grava 2" - N° 4: 0.00 |
| | | | | | | | Arena N° 4 - N° 200: 75.13 |
| | | | | | | | Fines < N° 200: 24.87 |
| | | | | | | | %>5: 0.0% |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. LEONARDO GARCIA VERA GONZALEZ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
G&C GEOTECHNIK

ING. JHONATAN ESCOBAR LUPACA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
G&C GEOTECHNIK



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

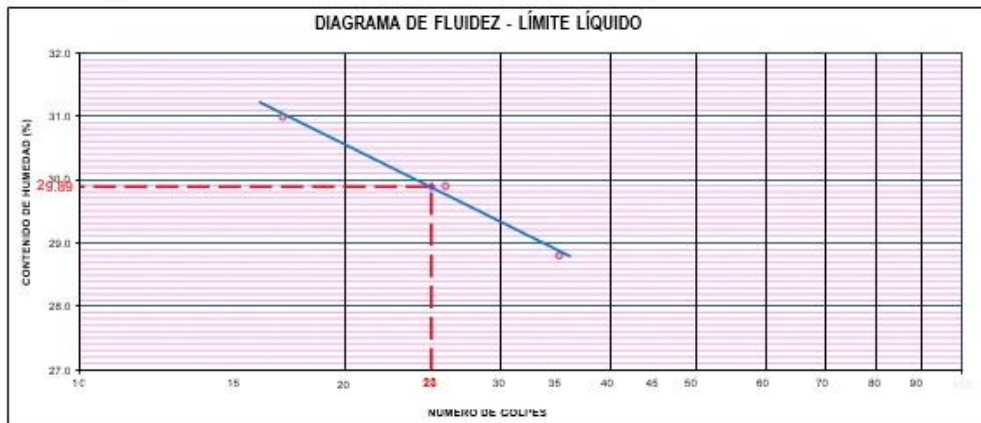
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|--|---|
| TESIS | ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : F_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|----------------------|---|------------------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE: | BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | TAMANO MÁXIMO: | Nº 8 |
| MUESTRA | : M - 01 | CLASIF. SUELOS: | A-2-4 (0) |
| DOSIFICACION: | : 0% PATRON | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 (m.s.n.m.) |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Nro. DE TARA | n° | LC - 00 | LC - 07 | LC - 08 |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.83 | 45.95 | 42.95 |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 65.32 | 61.95 | 58.06 |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 60.94 | 58.27 | 54.70 |
| MASA DE AGUA | [g] | 4.38 | 3.68 | 3.38 |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 14.11 | 12.32 | 11.75 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 31.0 | 29.9 | 28.8 |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 17 | 26 | 35 |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|---------------------------------------|------------|-------------|--------------|------------------|
| Nro. DE TARA | | LC - 00 | LC - 10 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.39 | 49.02 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 49.96 | 51.63 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 49.29 | 51.14 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.67 | 0.49 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.90 | 2.12 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 23.1 | 23.11 | LP= 23.00 |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|--|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 30.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO (MÉTODO DE LA CUNA) | 23.00 |
| ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD | 7.00 |

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PREPARADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |

Red. Lic. Juan Carlos Vera Contreras
Ingeniero en Geotecnia y Mecánica de Suelos
Instituto de Geotecnia
UNIVALLE

Red. Lic. Juan Carlos Vera Contreras
Ingeniero en Geotecnia y Mecánica de Suelos
UNIVALLE



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

| | | | |
|--------------|--|--------------------|--------------------------|
| TESIS | : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | | |
| CALICATA | : C - 02 | SOLICITANTE: | BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| DOSIFICACIÓN: | : 0% PATRON | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| N° DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|-------|---------|---------|---------|
| N° Tara | | CH - 01 | CH - 02 | CH - 03 |
| Masa Tara | [g] | 70.72 | 72.20 | 78.94 |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 348.78 | 336.64 | 307.77 |
| Masa Tara + Suelo Seco | [g] | 310.20 | 300.30 | 353.50 |
| Masa Agua | [g] | 38.58 | 36.34 | 44.27 |
| Masa Suelo Seco | [g] | 239.48 | 228.10 | 274.50 |
| Contenido de Humedad | [g] | 16.11 | 15.93 | 16.12 |
| PROMEDIO | (%) | 16.1 | | |

Observaciones:

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.


Bvda. 15 de Mayo Carretera Puno Condor
15000 Condor Puno
T: 051 975 312 312

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.


Bvda. 15 de Mayo Carretera Puno Condor
15000 Condor Puno
T: 051 975 312 312



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|-------------------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N°: T_UCV_EI3-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|----------------------|---|--|----------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| CALICATA | : C - 02 | | ESTE 000 |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO: N.º 8 | NORTE 000 |
| DOSIFICACION: | : 0% PATRON | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

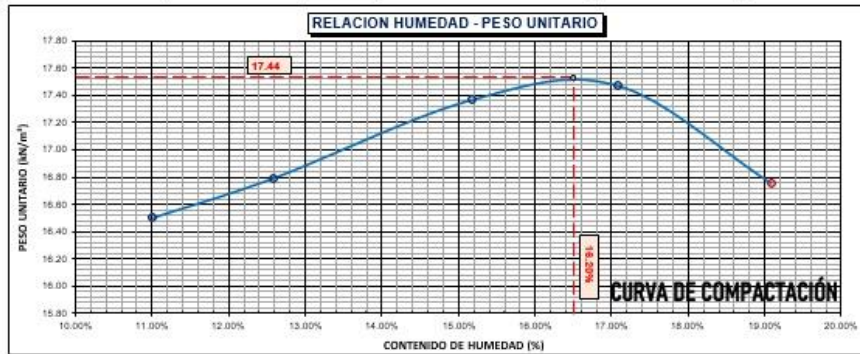
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCION (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5354 | 5410 | 5513 | 5505 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1737 | 1793 | 1896 | 1888 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.868 | 1.928 | 2.039 | 2.030 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 48.32 | 47.10 | 47.77 | 43.20 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 231.69 | 231.28 | 238.44 | 243.90 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 213.51 | 210.69 | 213.32 | 212.30 |
| Masa del Agua | [g] | 18.18 | 20.59 | 25.12 | 31.60 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 165.19 | 163.59 | 165.55 | 169.1 |
| Humedad (%) | % | 11.01% | 12.59% | 15.17% | 18.70% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 11.01% | 12.59% | 15.17% | 18.70% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.683 | 1.712 | 1.770 | 1.711 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 16.50 | 16.79 | 17.36 | 16.77 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.778 gr/cc | : 17.44 kN/m ³ |
| MEY. DE PREPARACION | : Humedo | HUMEDAD OPTIMA | : 16.20 % | : 16.20 % |



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Chimay

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Chimay

Ing. JESÚS LUIS GONZÁLEZ CARRERA
INGENIERO EN GEOTECNIA Y MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|--|-------------|----------------------|
| TESIS | ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCORUZ, PUNO - 2022 | Registro N° | T-UCV-01-02-03-GRC |
| | | Fecha | 10 de marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | |
|--|---|--------------------|
| UBICACION: PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA: SUBRASANTE | | |
| CALICATA: C - 02 | SOLICITANTE: BR, ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| MUESTRA: M - 01 | TAMANO MAXIMO: N° 8 | ESTE: 000 |
| DOSFICACION: 0% PATRON | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | NORTE: 000 |
| | | COTA: 000 m.s.n.m. |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------|--|
| CLASIFICACION (SUCS): SM | METODO DE ENSAYO | MOEDOS "A" | TIEMPO DE INMERSION: 4 Dias (56 Horas) |
| CLASIFICACION (ASIENTO): A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO | : 17.44 kN/m ³ | TIPO DE MARTILLO: Manual |
| DESCRIPCION (SUCS): Arena (limsa) | HUMEDAD OPTIMA | : 16.25 % | MET. DE PREPARACION: Humedo |

| | | | | | | | |
|---------------------------|-----|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| HOLDE No | 000 | A-1 | N-1 | Q-1 | | | |
| NUMERO DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | 5 | | | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | 25 | 12 | 12 | | | |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| N° SOBRECARGA ANULAR | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

| | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | (g) | 12189 | 12198 | 12423 | 12453 | 12194 | 12230 |
| Masa del Molde | (g) | 7810 | 7810 | 8220 | 8220 | 8133 | 8133 |
| Masa del Suelo Humedo | (g) | 4379 | 4388 | 4203 | 4233 | 4061 | 4097 |
| Volumen del Suelo | (cm ³) | 2113 | 2113 | 2119 | 2119 | 2135 | 2135 |
| Densidad del Suelo Humedo | (g/cm ³) | 2.072 | 2.077 | 1.983 | 1.998 | 1.902 | 1.919 |
| Capasula No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capasula | (g) | 48.25 | 49.89 | 44.2 | 48.45 | 49.57 | 50.31 |
| Suelo Humedo + Capasula | (g) | 272.27 | 207.25 | 250.3 | 231.20 | 253.06 | 281.17 |
| Masa del Suelo Seco + Capasula | (g) | 241.32 | 183.35 | 229.41 | 203.19 | 232.47 | 247.03 |
| Masa del Agua | (g) | 30.95 | 23.90 | 30.89 | 28.01 | 30.59 | 34.14 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 193.07 | 137.45 | 185.21 | 154.74 | 182.90 | 186.72 |
| % de Humedad | % | 16.03% | 17.39% | 16.68% | 18.10% | 16.72% | 18.28% |
| Promedio de Humedad | % | 16.03% | 17.39% | 16.68% | 18.10% | 16.72% | 18.28% |
| Densidad del Suelo Seco | (g/cm ³) | 1.786 | 1.769 | 1.700 | 1.691 | 1.630 | 1.622 |
| Peso Unitario Seco | (kN/m ³) | 17.516 | 17.349 | 16.671 | 16.588 | 15.961 | 15.910 |

EXPANSION

| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 515.00 | 0.00 | 0.00 | 488.00 | 0.00 | 0.00 | 623.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 515.00 | 0.00 | 0.00 | 489.00 | 0.03 | 0.02 | 625.00 | 0.05 | 0.04 |
| | | 48:00:00 | 515.00 | 0.03 | 0.02 | 490.00 | 0.05 | 0.04 | 626.00 | 0.08 | 0.06 |
| | | 72:00:00 | 517.00 | 0.05 | 0.04 | 491.00 | 0.08 | 0.06 | 627.00 | 0.10 | 0.08 |
| | | 96:00:00 | 517.00 | 0.05 | 0.04 | 491.00 | 0.08 | 0.06 | 627.00 | 0.10 | 0.08 |

INDICACION

| PENETRACION | mm | Paq. | Tiempo | Carga | HOLDE No | | A-1 | | NOLDE No | | N-1 | | HOLDE No | | Q-1 | |
|-------------|-------|-------|----------------|-------|--------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | | | | | LECTURA "Kg" | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR Corr. (%) | LECTURA "Kg" | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR Corr. (%) | LECTURA "Kg" | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR Corr. (%) |
| 0.00 | 0 | 0:00 | | | 0.0 | 0.00 | 0.00 | | 0.0 | 0.00 | 0.00 | | 0.0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | | 35.7 | 1.84 | 0.18 | | 24.6 | 1.27 | 0.12 | | 21.6 | 1.12 | 0.11 | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | | 70.2 | 3.63 | 0.36 | | 58.3 | 3.01 | 0.30 | | 47.5 | 2.45 | 0.24 | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | | 108.0 | 5.58 | 0.55 | | 89.4 | 4.62 | 0.45 | | 75.2 | 3.80 | 0.38 | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.31 / 6.9 | | 141.8 | 7.33 | 0.72 | 10.43 | 118.6 | 6.13 | 0.60 | 8.70 | 106.3 | 5.44 | 0.53 | |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | | 158.2 | 8.18 | 0.80 | | 126.5 | 6.54 | 0.64 | | 120.7 | 6.24 | 0.61 | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | | 168.0 | 8.66 | 0.85 | | 136.6 | 7.16 | 0.70 | | 134.9 | 6.97 | 0.68 | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | | 189.0 | 9.77 | 0.96 | 9.28 | 159.4 | 8.24 | 0.81 | 7.83 | 152.4 | 7.68 | 0.77 | |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | | 220.1 | 11.37 | 1.12 | | 198.7 | 10.27 | 1.01 | | 180.3 | 9.32 | 0.91 | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | | 260.8 | 13.48 | 1.32 | | 245.3 | 12.68 | 1.24 | | 220.2 | 11.38 | 1.12 | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | | 345.3 | 17.84 | 1.75 | | 386.9 | 14.93 | 1.46 | | 280.7 | 14.31 | 1.42 | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | | 410.2 | 21.20 | 2.08 | | 338.5 | 17.49 | 1.72 | | 330.6 | 17.09 | 1.68 | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | | 505.1 | 26.10 | 2.56 | | 410.1 | 21.19 | 2.06 | | 386.1 | 19.95 | 1.96 | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | | 540.7 | 27.94 | 2.74 | | 496.1 | 25.74 | 2.52 | | 451.2 | 23.32 | 2.29 | |

OBSERVACIONES
1. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Proceso de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

M&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
[Firma]
M&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
RUA 15 DE MAYO CARRERA 1000A COMERCIAL
PUNO PERU 15000
TEL: 078 250 000

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
[Firma]
ING. JESUS ALVARO GOMEZ CALLA
RUA 15 DE MAYO CARRERA 1000A COMERCIAL
PUNO PERU 15000
TEL: 078 250 000



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G & C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | |
|--------------|---|--|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : T_UCY_EJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

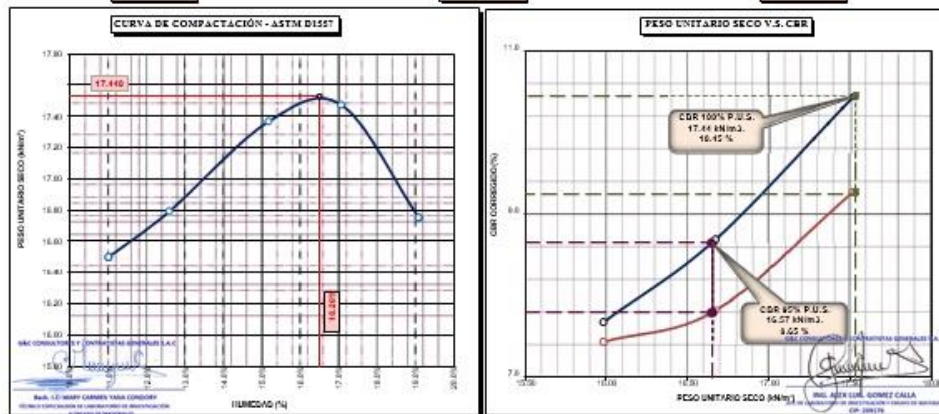
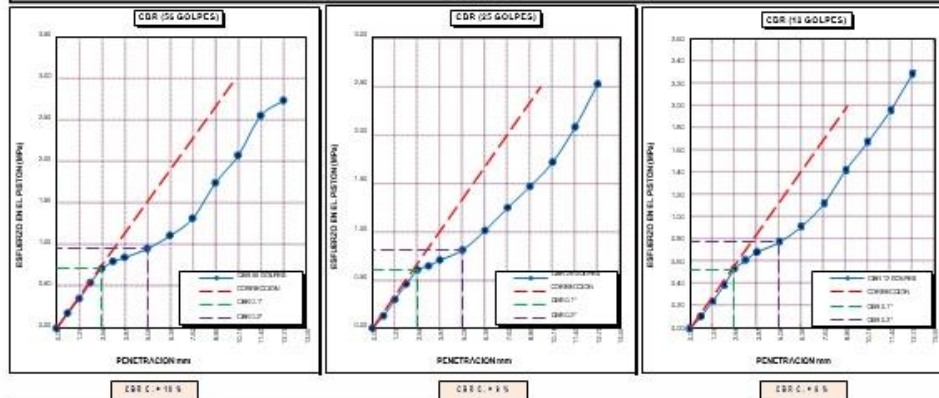
DATOS GENERALES

| | | |
|--|---|----------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | TAMANO MÁXIMO : Nº 8 | ESTE : 000 |
| CALICATA : C - 02 | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | NORTE : 000 |
| MUESTRA : M - 01 | | COTA : 000 m.s.n.m. |
| DOSIFICACIÓN : 0% PATRON | | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|---|--|--|--|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) : SM | NORMA : ASTM D-1557-12a1 | PESO UNITARIO SECO : 17.44 kN/m ³ | |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO : Método "A" | PESO UNITARIO SECO AL 95% : 16.57 kN/m ³ | |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas) | HUMEDAD ÓPTIMA : 16.20 % | |

| | | | |
|------------------------------------|---------|------------------------------------|--------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" % | 10.45 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" % | 9.26 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" % | 8.65 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" % | 7.80 % |

GRAFICOS



OBSERVACIONES

* LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

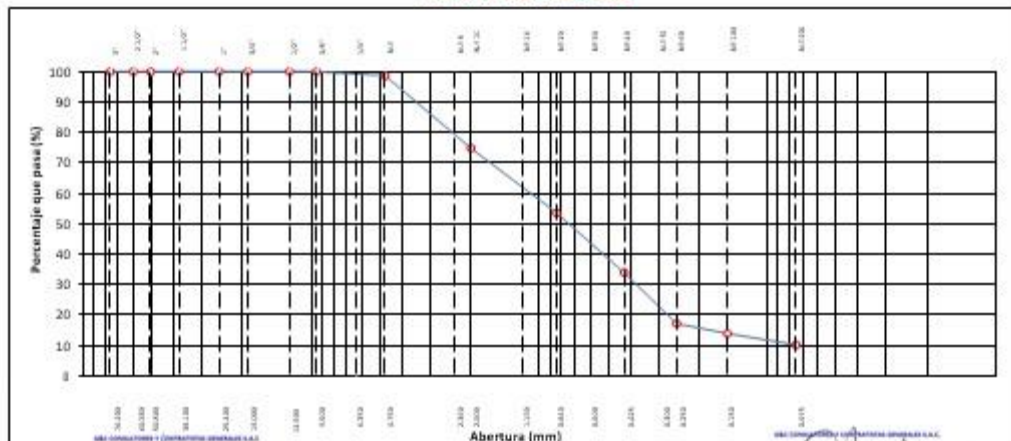


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

| TESIS | | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA LHELLA-MAZUCRUZ, MUNI - JUJUY" | | Registro NI | : T_UCV_ELI-02/22-01-08C | | | |
|---|---------------|--|------------|-------------|--------------------------|-------------|--|--|
| | | | | Fecha | : 10 de marzo del 2022 | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | |
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | | | COORDENADAS | | | |
| CALICATA : C - 03 | | TAMANO MÁXIMO: 1/4 in. CLASIF. SUELOS: A-1-b (0) | | | ESTE | | | |
| MUESTRA : M - 01 | | | | | NORTE | | | |
| DOSIFICACIÓN : NATURAL | | | | | COTA | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | SEÑAL | ADPOSITIVO | RETENO | ADPOSITIVO | REPERCUTIDO | ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D426 - D2000 - D2497) | |
| 10 in. | 254.000 | | | | | | Masa inicial seca: 883.77 gf. Masa Fracción: 883.77 gf. | |
| 6 in. | 152.400 | | | | | | | |
| 5 in. | 127.000 | | | | | | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO | |
| 4 in. | 101.600 | | | | | | | Contenido de Humedad (%): 14.70 |
| 3 in. | 76.200 | | | | | | | (AMAND MAXIMO): 1/4 in. |
| 2 1/2 in. | 60.350 | | | | | | | Límite Líquido (LL): 28.00 |
| 2 in. | 50.800 | | | | | | | Límite Plástico (LP): 25.00 |
| 1 1/2 in. | 38.100 | | | | | | | Índice Plástico (IP): 3.00 |
| 1 in. | 25.400 | | | | | | | Clasificación (SUCS): SP - SM |
| 3/4 in. | 19.000 | | | | | | | Clasificación (AASH10): A-1-b (0) |
| 1/2 in. | 12.500 | | | | | | | Índice de Consistencia: NP |
| 3/8 in. | 9.500 | | | | | | | |
| 1/4 in. | 6.350 | | | | 100.00 | | | DESCRIPCIÓN DEL SUELO |
| Nº 4 | 4.750 | 11.70 | 1.32 | 1.32 | 88.83 | | | Descripción (AASH10): BUENO |
| Nº 8 | 2.360 | | | | | | | Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada con limo |
| Nº 10 | 2.000 | 210.38 | 23.80 | 25.13 | 74.87 | | | |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | | | Materia Orgánica: |
| Nº 20 | 0.840 | 188.12 | 21.29 | 46.41 | 55.59 | | Turbid: | |
| Nº 30 | 0.600 | | | | | | CU: 0.000 CI: 0.000 | |
| Nº 40 | 0.425 | 172.61 | 19.53 | 65.95 | 34.05 | | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | | Grava > 2": 0.00 | |
| Nº 60 | 0.250 | 148.61 | 16.82 | 82.76 | 17.24 | | Grava 2" - N° 4: 1.32 | |
| Nº 100 | 0.150 | 29.71 | 3.25 | 86.01 | 13.99 | | Arena N°4 - N° 200: 88.33 | |
| Nº 200 | 0.075 | 32.37 | 3.66 | 89.67 | 10.33 | | Fines < N° 200: 10.33 | |
| < Nº 200 | FONDO | 91.28 | 10.33 | 100.00 | | | Nº 2" : 0.0% | |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. ARY LOPEZ SORREY CALA
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

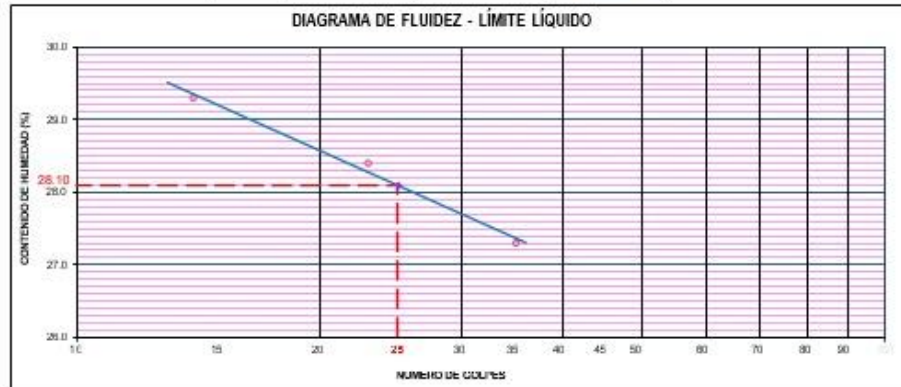
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|-------------------------------------|
| TESIS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECLA-MAZUCRUZ, PUNO - 2022 | Registro N° : |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|---------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BIL ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 03 | ESTE | : 000 |
| MUESTRA | : M - 01 | NORTE | : 000 |
| DOSIFICACIÓN | : NATURAL | TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| | | CLASIF. SUELOS | : A-1-B (0) |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Nro. DE TAPA | n° | LC - 45 | LC - 47 | LC - 45 |
| MASA DE LA TAPA | [g] | 46.79 | 46.62 | 46.7 |
| MASA TAPA + SUELO HUMEDO | [g] | 63.61 | 61.77 | 59.72 |
| MASA TAPA + SUELO SECO | [g] | 59.80 | 58.42 | 56.93 |
| MASA DE AGUA | [g] | 3.81 | 3.35 | 2.79 |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 13.01 | 11.8 | 10.23 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 29.3 | 28.4 | 27.3 |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 14 | 23 | 35 |

| LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|---------------------------------------|------------|-------------|--------------|------------------|
| Nro. DE TAPA | | LC - 40 | LC - 60 | |
| MASA DE LA TAPA | [g] | 46.67 | 46.71 | |
| MASA TAPA + SUELO HUMEDO | [g] | 51.33 | 49.87 | |
| MASA TAPA + SUELO SECO | [g] | 50.8 | 49.23 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.53 | 0.64 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.13 | 2.52 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 24.9 | 25.40 | LI = 25.0 |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO | 25.00 |
| LIMITE PLASTICO | 25.00 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 0.00 |

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |

ING. JESUS LUIS GOMEZ CASLA



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-03-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|----------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | COORDENADAS | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | ESTE | : 000 |
| CALICATA | : C - 03 | NORTE | : 000 |
| MUESTRA | : M - 01 | COTA | : 000 m.s.n.m. |
| DOSIFICACION: | : NATURAL | TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| | | CLASIF. SUELOS | : A-1-b (0) |

| N° DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|------------|-------------|---------|---------|
| N° Tara | | CH - 24 | CH - 25 | CH - 26 |
| Masa Tara | [g] | 71.44 | 75.50 | 80.28 |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 414.90 | 406.10 | 377.10 |
| Masa Tara + Suelo Seco | [g] | 371.00 | 362.80 | 339.80 |
| Masa Agua | [g] | 43.90 | 43.30 | 37.30 |
| Masa Suelo Seco | [g] | 299.56 | 287.30 | 259.52 |
| Contenido de Humedad | [g] | 14.65 | 15.07 | 14.37 |
| PROMEDIO | (%) | 14.7 | | |

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Ing. Alex Luján Gómez Calla
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE 40000000

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Ing. Alex Luján Gómez Calla
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE 40000000



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|-------------------------------------|
| TESIS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|---------------------|---|---|----------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| CALICATA | : C - 03 | | ESTE 000 |
| MUESTRA | : M - 03 | TAMANO MÁXIMO : N.º 8 | NORTE 000 |
| DOSIFICACION | : SUELO NATURAL | CLASIF. SUELOS : A-1-b (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

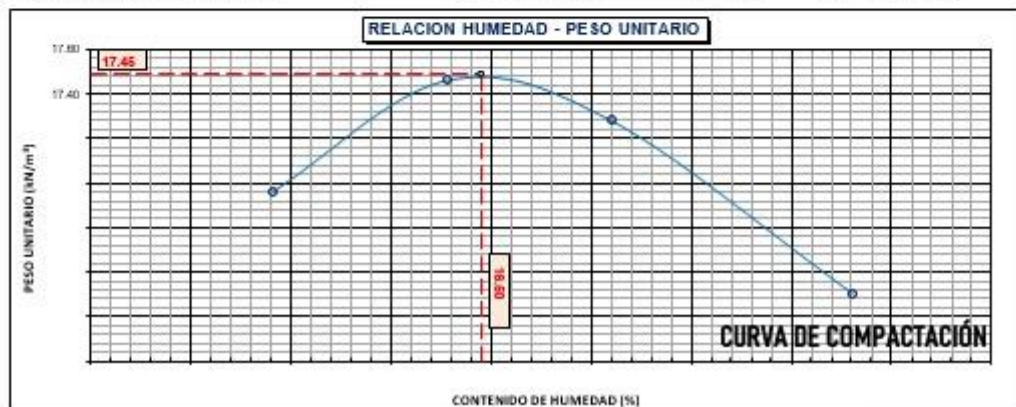
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-1-b (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : (Manual) |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Húmedo + Molde | [g] | 5454 | 5539 | 5548 | 5501 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Húmedo | [g] | 1837 | 1922 | 1931 | 1884 |
| Densidad del Suelo Húmedo | [g/cm ³] | 1.975 | 2.067 | 2.076 | 2.026 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|-------------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Masa de la Capsula | [g] | 59.0 | 49.3 | 48.3 | 47.4 |
| Suelo Húmedo + Capsula | [g] | 303.9 | 244.6 | 233.9 | 230.20 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 272.0 | 217.3 | 207.0 | 201.30 |
| Masa del Agua | [g] | 31.9 | 27.30 | 26.9 | 28.9 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 213.0 | 168.00 | 158.7 | 153.9 |
| Humedad (%) | % | 15.00% | 16.30% | 16.90% | 18.80% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 15.00% | 16.30% | 16.90% | 18.80% |
| Densidad del Suelo Seco | [g/cm ³] | 1.718 | 1.778 | 1.776 | 1.706 |
| Peso Unitario Seco | [kN/m ³] | 16.85 | 17.44 | 17.42 | 16.73 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.779 gr/cc | : 17.45 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACION | : Húmedo | HUMEDAD OPTIMA | : 16.50 % | : 16.50 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA N° 11-705-2001 GOB. PERU 2012/2001





ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|---|-------------|------------------------|
| TESTE | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-NAZACRUZ, PUÑO - 2022" | Registro N° | : |
| | | Fecha | : 03 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|--|---------------------|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROVENIENCIA | SUBORDINANTE | | |
| CALICATA | SOLICITANTE: DR. ESCOBAR LIPACA, JHONATAN | | COORDENADAS |
| MUESTRA | TAMANO MÁXIMO: 4.75 | | ESTE : 000 |
| DOSEIFICACIÓN: | CLASIF. SUELOS: A-1-b (0) | | NORTE : 000 |
| | | | COTA : 500 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------|-------------|----------------------|--------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SH | METODO DE ENSAYO | Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AMBITO): | A-1-b (0) | PESO UNITARIO SECO | : 17.45 t/m ³ |
| DISORDEN (SUCS) | Área Entera | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.50 % |
| | | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| | | NET. DE PREPARACIÓN | : Humedo |

| MOLDE No | CDL | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| NÚMERO DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | 5 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 25 | 25 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | 1 | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | 1 | 1 | 1 | 1 |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12590 | 12557 | 12280 | 12487 | 12595 | 12326 |
| Masa del Molde | [g] | 8595 | 8595 | 8155 | 8155 | 7969 | 7969 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 4405 | 4462 | 4125 | 4332 | 4086 | 4337 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2122 | 2122 | 2117 | 2115 | 2122 | 2122 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 2.076 | 2.103 | 1.949 | 2.040 | 1.926 | 2.044 |
| Capacita No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capacita | [g] | 48.20 | 47.50 | 47.50 | 48.10 | 48.20 | 44.96 |
| Suelo Humedo + Capacita | [g] | 335.0 | 215.00 | 231.0 | 248.0 | 227.0 | 211.20 |
| Masa del Suelo Seco + Capacita | [g] | 258.6 | 191.70 | 204.40 | 213.30 | 201.8 | 183.8 |
| Masa del Agua | [g] | 26.4 | 23.30 | 26.60 | 34.70 | 25.20 | 27.4 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 168.4 | 144.10 | 157.0 | 165.2 | 153.6 | 136.4 |
| % de Humedad | % | 15.70% | 16.18% | 16.87% | 21.03% | 16.44% | 19.65% |
| Promedio de Humedad | % | 15.70% | 16.18% | 16.97% | 21.03% | 16.44% | 19.65% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.794 | 1.810 | 1.666 | 1.692 | 1.654 | 1.708 |
| Peso Unitario Seco | t/m ³ | 17.59 | 17.75 | 16.27 | 16.59 | 16.22 | 16.75 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Dia | Expansión | | Dia | Expansión | | Dia | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 768.00 | 0.00 | 0.00 | 731.00 | 0.00 | 0.00 | 660.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 768.00 | 0.00 | 0.00 | 731.00 | 0.00 | 0.00 | 661.00 | 0.01 | 0.02 |
| | | 48:00:00 | 768.00 | 0.01 | 0.02 | 731.00 | 0.01 | 0.02 | 661.00 | 0.01 | 0.02 |
| | | 72:00:00 | 768.00 | 0.01 | 0.02 | 731.00 | 0.01 | 0.04 | 662.00 | 0.01 | 0.04 |
| | | 96:00:00 | 768.00 | 0.01 | 0.02 | 731.00 | 0.01 | 0.04 | 662.00 | 0.01 | 0.04 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--|--------------|----------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|-------|---------------|
| mm | Fulg. | Tiempo | Carga Estándar Kg. (cm ² / Mpa) | MOLDE No A-1 | | | | MOLDE No N-1 | | | | MOLDE No Q-1 | | | |
| | | | | LECTURA "F" | α Kg/cm ² | α Mpa | CBR Corr. (%) | LECTURA "F" | α Kg/cm ² | α Mpa | CBR Corr. (%) | LECTURA "F" | α Kg/cm ² | α Mpa | CBR Corr. (%) |
| 0.50 | 0 | 0:00 | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | 25.3 | | | | 15.2 | | | | 13.6 | | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 102.2 | | | | 62.3 | | | | 68.2 | | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 175.6 | | | | 105.1 | | | | 97.4 | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.31 / 6.9 | 215.4 | | | 17.06 | 167.2 | | | 13.59 | 166.1 | | | 11.28 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 200.3 | | | | 166.4 | | | | 148.6 | | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 212.1 | | | | 193.5 | | | | 167.4 | | | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | 275.2 | | | 16.04 | 250.3 | | | 12.11 | 211.3 | | | 16.47 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 305.8 | | | | 310.3 | | | | 230.4 | | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 365.2 | | | | 390.8 | | | | 210.3 | | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 430.7 | | | | 460.5 | | | | 156.2 | | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 510.1 | | | | 520.2 | | | | 412.5 | | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 600.4 | | | | 645.3 | | | | 470.7 | | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 885.1 | | | | 735.2 | | | | 592.2 | | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELSA TIPO 0".
 CBR=100*(Ft/Fs)^2





G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|------------------------|
| TESIS | : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZUCRUZ, PUNO - 2022 | Registro N° | : |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

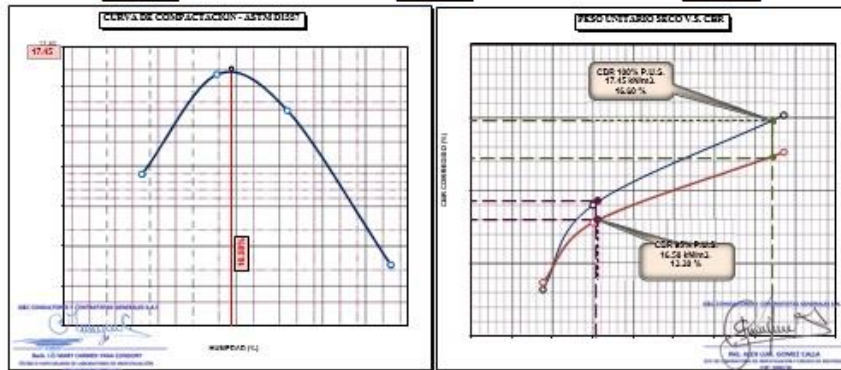
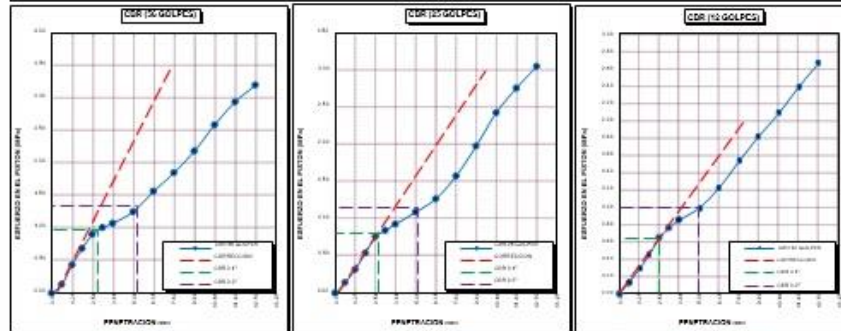
DATOS GENERALES

| | | | |
|---------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BL. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALCATA | : C - 03 | COORDENADAS | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N.º 8 |
| DOSIFICACIÓN | : SUELO NATURAL | CLASIF. SUELOS | : A-1-b (0) |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SH | NORMA | : ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-1-b (0) | METODO DE ENSAYO | : Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17.45 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16.38 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.50 % |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|----------------|----------------------------------|---|--|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 16.60 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 13.30 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | |

GRAFICO I



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LE-122-2021 con fecha 21/12/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

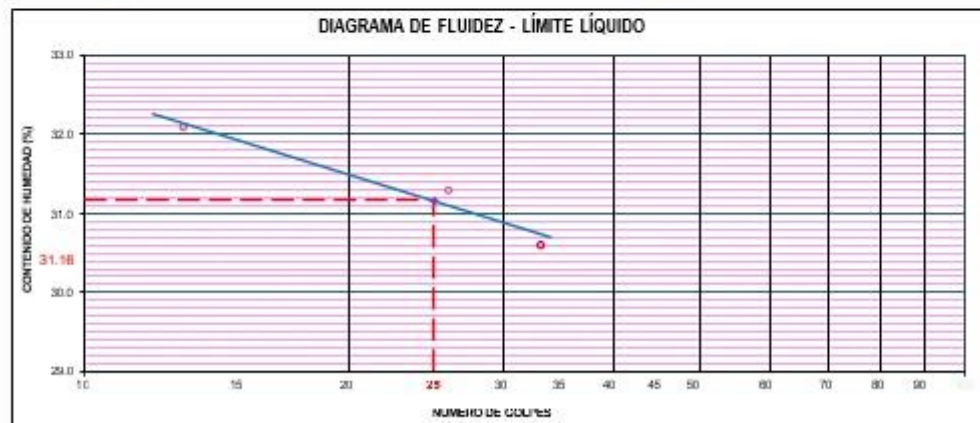
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_EI-02/22-04-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|---------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : DR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| MUESTRA | : M - 01 | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| DOSIFICACIÓN | : NATURAL | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|---------|---------|
| Nro. DE TAPA | n° | LC - 41 | LC - 42 | LC - 43 |
| MASA DE LA TAPA | [g] | 46.71 | 47.02 | 46.64 |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 65.84 | 66.18 | 63.53 |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 61.19 | 61.61 | 59.57 |
| MASA DE AGUA | [g] | 4.65 | 4.57 | 3.96 |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 14.48 | 14.59 | 12.93 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 32.1 | 31.3 | 30.6 |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 13 | 26 | 33 |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|---------------------------------------|-------|---------|---------|------------------------|
| Nro. DE TAPA | | LC - 44 | LC - 45 | |
| MASA DE LA TAPA | [g] | 46.72 | 48.26 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 50.00 | 51.32 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 49.34 | 50.70 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.66 | 0.62 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.62 | 2.44 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 25.2 | 25.4 | L _P = 25.00 |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 31.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 25.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 6.00 |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO

ING. ALEX LUIS SOTELO CAZA
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL Y ESPECIALISTA EN MATERIALES
 RFP 200174



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUIMUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-04-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|---------------------|--|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLADO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBPROYECTO | | |
| CALICATA | : C - 04 | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| DOSIFICACION | : NATURAL | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| N° DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|------------|-------------|---------|---------|
| N° Tara | | CH - 58 | CH - 51 | CH - 52 |
| Masa Tara | [g] | 81.51 | 77.64 | 78.37 |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 362.30 | 359.10 | 471.60 |
| Masa Tara + Suelo Seco | [g] | 320.50 | 318.20 | 411.90 |
| Masa Agua | [g] | 41.80 | 40.90 | 59.70 |
| Masa Suelo Seco | [g] | 238.99 | 240.56 | 333.53 |
| Contenido de Humedad | [g] | 17.49 | 17.00 | 17.90 |
| PROMEDIO | (%) | 17.5 | | |

Observaciones:



LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO





G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|---|-------------------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUÑO - 2022" | Registro N° : |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| MUESTRA | : M - 01 | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| DOESIFICACION | : Muestra Patrón | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

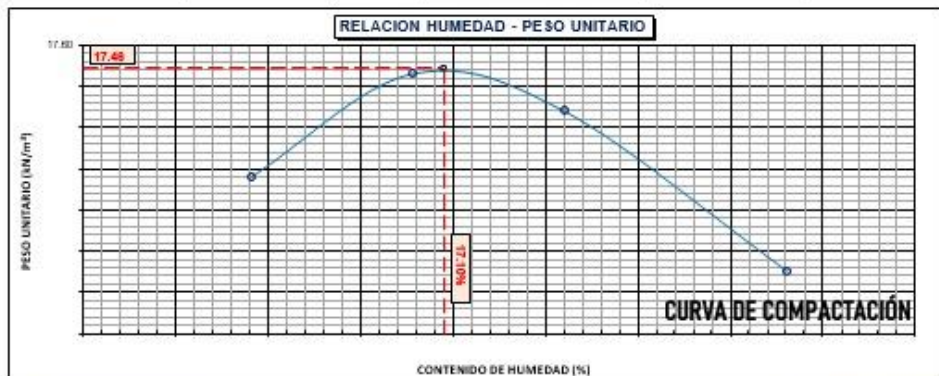
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena Incoesa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5434 | 5542 | 5560 | 5508 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1817 | 1925 | 1943 | 1891 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.954 | 2.070 | 2.089 | 2.033 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Masa de la Capsula | [g] | 58.00 | 47.30 | 49.30 | 45.00 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 307.9 | 245.8 | 234.90 | 232.40 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 276.0 | 217.6 | 207.30 | 201.60 |
| Masa del Agua | [g] | 31.9 | 28.20 | 27.60 | 30.8 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 218 | 170.30 | 158.00 | 156.6 |
| Humedad (%) | % | 14.60% | 16.60% | 17.50% | 19.7% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 14.60% | 16.60% | 17.50% | 19.7% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.705 | 1.776 | 1.779 | 1.699 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 16.72 | 17.42 | 17.45 | 16.66 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | 1.780 gr/cc | 17.46 kN/m ³ |
| RET. DE PREPARACION | : HUMEDOS | HUMEDAD OPTIMA | 17.1 % | 17.1 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

DEPARTAMENTO DE SUBSOLUCIÓN N° 11-03-1001 COLLAO 17/03/2022

ING. ALEX CARLOS SUÑEZ CANA



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------|---|-------------|------------------------|
| TESSIS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUÑO - 2022 | Registro N° | : |
| | | Fecha | : 03 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|------------------------------|---------------------|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROVENIENCIA | LABORANTE | SOLICITANTE | COORDINADOS |
| CALICATA | C - 04 | BIL ESCOBAR LIFACA, THONATAN | ESTE : 000 |
| MUESTRA | H - 01 | TAMANO MÁXIMO: Nº II | NORTE : 000 |
| DESIGNACIÓN: | Nuestra Patrón | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | COTA : 000 (MULVIM) |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | | | |
|---------------------------|--------------|----------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SM | METODO DE ENSAYO | Molde N° | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Dias (96 Horas) |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO | : 17.46 kN/m ³ | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | arena limosa | HUMEDAD ÓPTIMA | : 17.10 % | MET. DE PREPARACIÓN | : Humedo |
| MOLDE No | COL | A-1 | N-1 | Q-1 | |
| NÚMERO DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | 25 | 12 | 12 | |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| N° SOBRECARGA ANULAR | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SUMERGIR | SUPERGIDO | SIN SUMERGIR | SUPERGIDO |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12518 | 12572 | 12270 | 12553 | 12102 | 12351 |
| Masa del Molde | [g] | 8907 | 8907 | 8151 | 8150 | 7968 | 7968 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 4421 | 4475 | 4119 | 4353 | 4134 | 4383 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2121 | 2121 | 2119 | 2115 | 2120 | 2120 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 2.084 | 2.110 | 1.948 | 2.058 | 1.950 | 2.067 |
| Capasula No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capasula | [g] | 42.30 | 51.00 | 46.52 | 42.30 | 48.12 | 44.18 |
| Suelo Humedo + Capasula | [g] | 237.35 | 215.00 | 231.7 | 238.50 | 226.0 | 224.2 |
| Masa del Suelo Seco + Capasula | [g] | 208.05 | 191.00 | 204.4 | 209.10 | 200.3 | 194.3 |
| Masa del Agua | [g] | 27.80 | 24.0 | 27.3 | 29.4 | 25.0 | 29.90 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 167.18 | 136.2 | 157.8 | 166.8 | 151.9 | 150.1 |
| % de Humedad | % | 16.60% | 17.38% | 17.35% | 17.60% | 17.12% | 19.92% |
| Promedio de Humedad | % | 16.60% | 17.38% | 17.30% | 17.60% | 17.12% | 19.92% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.788 | 1.798 | 1.660 | 1.752 | 1.625 | 1.724 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 17.546 | 17.688 | 16.600 | 16.864 | 16.353 | 16.694 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 768.00 | 0.00 | 0.00 | 731.00 | 0.00 | 0.00 | 669.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 768.00 | 0.00 | 0.00 | 731.00 | 0.00 | 0.00 | 661.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 48:00:00 | 768.00 | 0.03 | 0.02 | 732.00 | 0.03 | 0.02 | 661.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 72:00:00 | 768.00 | 0.03 | 0.02 | 733.00 | 0.05 | 0.04 | 662.00 | 0.05 | 0.04 |
| | | 96:00:00 | 768.00 | 0.03 | 0.02 | 733.00 | 0.05 | 0.04 | 662.00 | 0.05 | 0.04 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---|--------------|----------------------|-------|--------------|----------------------|-------|--------------|----------------------|-------|
| mm | Pulg. | Tiempo | Carga Estándar kg. (N/m ² / lbs) | MOLDE No | | | MOLDE No | | | MOLDE No | | |
| | | | | LECTURA "kg" | o kg/cm ² | o MPa | LECTURA "kg" | o kg/cm ² | o MPa | LECTURA "kg" | o kg/cm ² | o MPa |
| 0.00 | 0 | 0:00 | | 0.0 | | | 0.0 | | | 0.0 | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | 26.3 | | | 27.2 | | | 29.6 | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 88.7 | | | 62.3 | | | 55.2 | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 137.6 | | | 105.1 | | | 89.4 | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.32 / 6.9 | 168.4 | | | 149.2 | | | 116.1 | 9.8 | |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 202.3 | | | 166.4 | | | 146.0 | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 212.1 | | | 183.5 | | | 167.4 | | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | 247.2 | | | 215.2 | | | 190.3 | 9.62 | |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 318.8 | | | 252.2 | | | 240.4 | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 365.2 | | | 300.8 | | | 280.2 | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 435.7 | | | 390.5 | | | 358.2 | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 510.1 | | | 480.2 | | | 420.5 | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 580.4 | | | 505.1 | | | 480.7 | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 669.1 | | | 635.2 | | | 562.2 | | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CEIDA TIPO S".
 DISEÑO: 10/02/2021 Y 22/02/2022

ING. CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Champar
 Calle 10 de Agosto 10000, PUNO PERU
 TEL: 087 420 0000 FAX: 087 420 0001
 WWW.CHAMPARPERU.COM

ING. CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Champar
 Calle 10 de Agosto 10000, PUNO PERU
 TEL: 087 420 0000 FAX: 087 420 0001
 WWW.CHAMPARPERU.COM



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

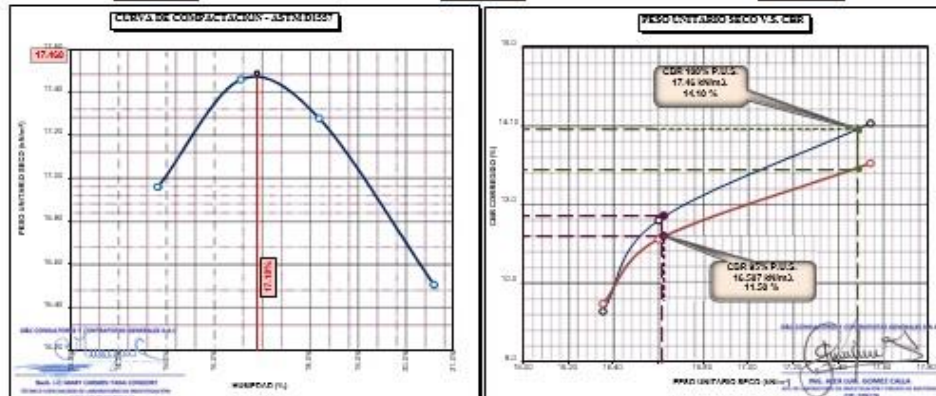
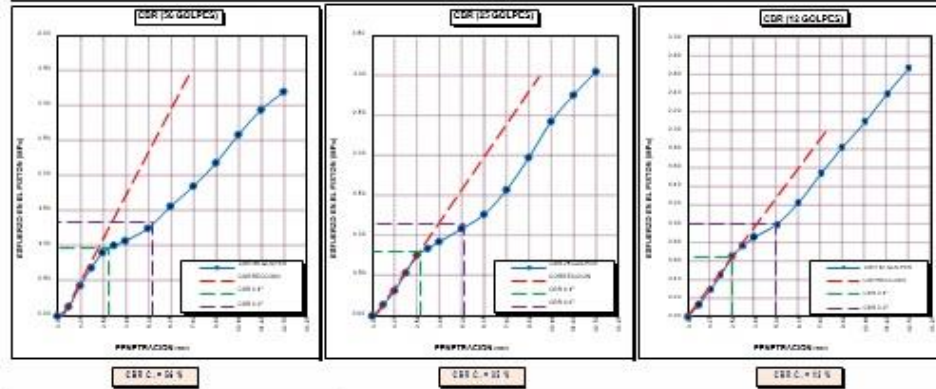
| | |
|--|---|
| TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA LARRETERA CHELLA-MAZUCRUZ, PUNO - 2022 | Registro N° : Fecha : 10 de Marzo del 2022 |
|--|---|

| DATOS GENERALES | |
|--|--|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE : RL ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALCATA : C - 04 | TAMANO MÁXIMO : Nº 8 |
| MUESTRA : M - 01 | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) |
| DOSIFICACION : Muestra Patrón | |
| COORDENADAS | |
| ESTE : 000 | |
| NORTE: 000 | |
| COTA : 000 m.s.n.m. | |

| DATOS DE LA MUESTRA | DATOS PARA EL ENSAYO |
|---|---|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) : SM | NORMA : ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO : Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arena límpida | TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas) |
| | PESO UNITARIO SECO : 17.46 kN/m ³ |
| | PESO UNITARIO SECO AL 95% : 16.587 kN/m ³ |
| | HUMEDAD ÓPTIMA : 17.10 % |

| | | | |
|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" % | 14.10 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" % | 13.20 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" % | 11.50 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" % | 11.90 % |

GRÁFICO 1



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 Certificado de calibración N° LE-122-2021 con fecha 21/12/2021

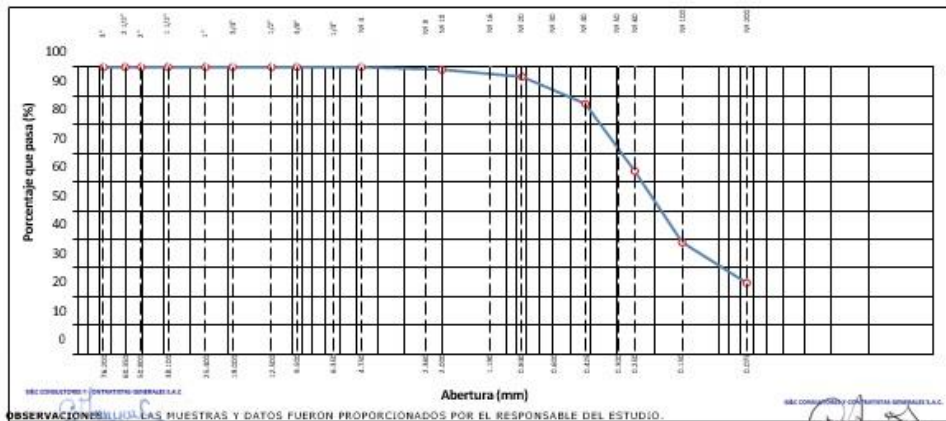


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

| TESIS | | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | | | | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
|---------------------|-------------------|---|---------------------|--------------------|---------------------|---|--|
| | | | | | | Fecha | : 10 de marzo del 2022 |
| DATOS GENERALES | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | | | | |
| PROCEDENCIA | | : SUBRASANTE | | | | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | |
| CALICATA | | : C - 02 | | | | COORDENADAS | |
| MUESTRA | | : M - 01 | | | | ESTE | |
| DOSIFICACION | | : 0% PATRÓN | | | | NORTE | |
| | | TAMANO MÁXIMO : N° 8 | | | | COTA | |
| | | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (U) | | | | | |
| ABERTURA | ASIENTO T-27 (mm) | MASA RETENIDA | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACION | ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U422 - U2216 - U4316 - U3282 - U2487) |
| 10 in. | 254.000 | | | | | | Masa inicial seca: 862.88 gr. Masa Fracción: 862.88 gr. |
| 6 in. | 152.400 | | | | | | CARAC. FÍSICAS FÍSICAS DEL SUELO |
| 5 in. | 127.000 | | | | | | Contenido de Humedad (%): 16.10 |
| 4 in. | 101.600 | | | | | | TAMANO MÁXIMO: N° 8 |
| 3 in. | 76.200 | | | | | | Límite Líquido (LL): 30.00 |
| 2 1/2 in. | 63.500 | | | | | | Límite Plástico (LP): 23.00 |
| 2 in. | 50.800 | | | | | | Índice Plástico (IP): 7.00 |
| 1 1/2 in. | 38.100 | | | | | | Clasificación (SUCS): SM |
| 1 in. | 25.400 | | | | | | Clasificación (AASH I Q): A-2-4 (U) |
| 3/4 in. | 19.000 | | | | | | Índice de Consistencia: 3.10 |
| 1/2 in. | 12.500 | | | | | | DESCRIPCIÓN DEL SUELO |
| 3/8 in. | 9.500 | | | | | | Descripción (AASH I Q): BUENO |
| 1/4 in. | 6.350 | | | | | | Descripción (SUCS): Arena limosa |
| N° 4 | 4.750 | | | | | | Materia Orgánica: |
| N° 8 | 2.360 | | | | 100.00 | | Turba: -- |
| N° 10 | 2.000 | 7.80 | 0.90 | 0.90 | 99.10 | | CU: 0.000 CC: 0.000 |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | CARAC. FÍSICAS GRANULOMÉTRICAS |
| N° 20 | 0.840 | 21.63 | 2.51 | 3.41 | 96.59 | | Grava > 2": 0.00 |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | Grava 2" - N° 4: 0.00 |
| N° 40 | 0.425 | 80.75 | 9.36 | 12.77 | 87.23 | | Arena N° 4 - N° 200: 75.13 |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | Fines < N° 200: 24.87 |
| N° 60 | 0.250 | 201.81 | 23.39 | 36.16 | 63.84 | | %>5: 0.0% |
| N° 100 | 0.150 | 213.92 | 24.79 | 60.95 | 39.05 | | |
| N° 200 | 0.075 | 122.35 | 14.18 | 75.13 | 24.87 | | |
| < N° 200 | FONDO | 214.62 | 24.87 | 100.00 | | | |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

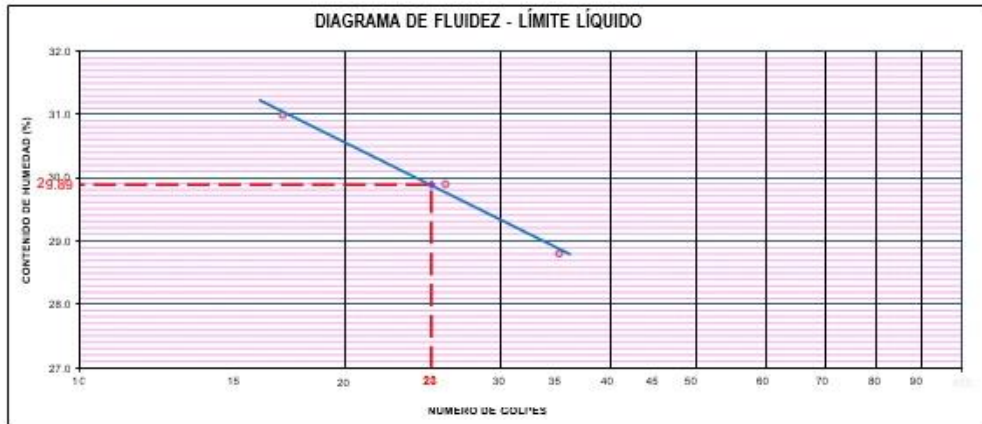
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | |
|---|---|
| TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : F_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | Fecha : 10 de marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|--|---|----------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| CALICATA : C - 02 | TAMANO MÁXIMO : N° 8 | ESTE : 000 |
| MUESTRA : M - 01 | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | NORTE : 000 |
| DOSFICACION : 0% PATRON | | COTA : 000 m s.n.m. |

| LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | | |
|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Nro. DE TARA | n° | LC - 00 | LC - 07 | LC - 08 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.83 | 45.95 | 42.95 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 65.32 | 61.95 | 58.08 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 60.94 | 58.27 | 54.70 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 4.38 | 3.68 | 3.38 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 14.11 | 12.32 | 11.75 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 31.0 | 29.9 | 28.8 | |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 17 | 26 | 35 | |

| LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | | |
|---------------------------------------|------------|-------------|--------------|------------------|--|
| Nro. DE TARA | | LC - 00 | LC - 10 | | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.39 | 49.02 | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 49.96 | 51.63 | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 49.29 | 51.14 | | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.67 | 0.49 | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.90 | 2.12 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 23.1 | 23.11 | LP= 23.00 | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO | 30.00 |
| LIMITE PLASTICO | 23.00 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 7.00 |

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PREPARADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

| | | | |
|--------------|--|--------------------|--------------------------|
| TESIS | : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|----------------------|---|-----------------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | | |
| CALICATA | : C - 02 | SOLICITANTE: | BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| DOSIFICACIÓN: | : 0% PATRON | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| N° DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|-------|---------|---------|---------|
| N° Tara | | CH - 01 | CH - 02 | CH - 03 |
| Masa Tara | [g] | 70.72 | 72.20 | 78.94 |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 348.78 | 336.64 | 307.77 |
| Masa Tara + Suelo Seco | [g] | 310.20 | 300.30 | 353.50 |
| Masa Agua | [g] | 38.58 | 36.34 | 44.27 |
| Masa Suelo Seco | [g] | 239.48 | 228.10 | 274.50 |
| Contenido de Humedad | [g] | 16.11 | 15.93 | 16.12 |
| PROMEDIO | (%) | 16.1 | | |

Observaciones:

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.


Bvda. 15 de Mayo Carretera Puno Cochabamba
Módulo Corporativo de Laboratorio de Investigaciones
PUNO - PERÚ

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.


Bvda. 15 de Mayo Carretera Puno Cochabamba
Módulo Corporativo de Laboratorio de Investigaciones
PUNO - PERÚ



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N°: T_UCV_EL3-02/22-02-G&C |
| | | Fecha: 10 de Marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | |
|----------------------|---|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : | |
| CALICATA | : C - 02 | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO: N.º 8 |
| DOSIFICACION: | : 0% PATRON | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS |
| | | ESTE: 000 |
| | | NORTE: 000 |
| | | COTA: 000 m.s.n.m. |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" : | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" : | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCION (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

EQUIPO EMPLEADO

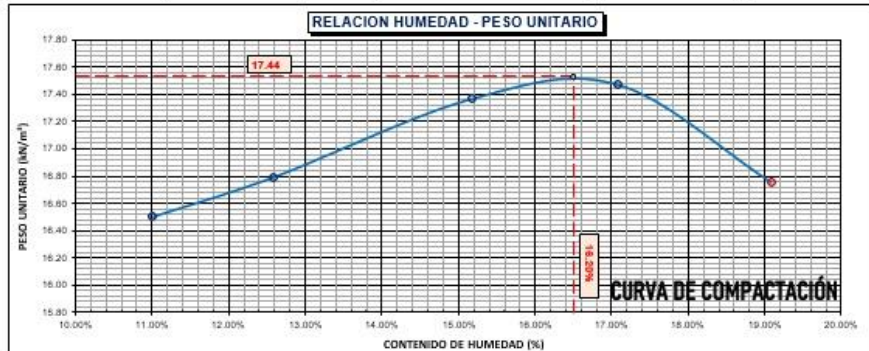
| | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5354 | 5410 | 5513 | 5505 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 1737 | 1793 | 1896 | 1888 |
| Densidad del Suelo Humedo | [g/cm ³] | 1.868 | 1.928 | 2.039 | 2.030 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 48.32 | 47.10 | 47.77 | 43.20 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 231.69 | 231.28 | 238.44 | 243.90 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 213.51 | 210.69 | 213.32 | 212.30 |
| Masa del Agua | [g] | 18.18 | 20.59 | 25.12 | 31.60 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 165.19 | 163.59 | 165.55 | 169.1 |
| Humedad (%) | % | 11.01% | 12.59% | 15.17% | 18.70% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 11.01% | 12.59% | 15.17% | 18.70% |
| Densidad del Suelo Seco | [g/cm ³] | 1.683 | 1.712 | 1.770 | 1.711 |
| Peso Unitario Seco | [kN/m ³] | 16.50 | 16.79 | 17.36 | 16.77 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.778 gr/cc | : 17.44 kN/m ³ |
| RET. DE PREPARACION | : Humedo | HUMEDAD OPTIMA | : 16.20 % | : 16.20 % |



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de calibración N° 17-145-2021 con fecha 21/12/2021

Ing. LUIS ALBERTO GARCIA
Ingeniero Civil en Geotecnia

Ing. JHONATAN ESCOBAR
Ingeniero Civil en Geotecnia



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------------|--|--------------------|------------------------|
| TESIS | : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECA-MAZOOKUZ, PUÑO - 2022 | Registro N° | : T_UCV_BJ-02/22-R-G&C |
| | | Fecha | : 10 de marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|---|--|---------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | | COORDENADAS |
| CALCAYA : C - 02 | | | ESTE : 000 |
| MUESTRA : M1 - 01 | TAMANO MÁXIMO: N° 8 | | NORTE : 000 |
| DOSFICACIÓN: : 0% PATRON | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-----------------------------------|--|---|--|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) : SM | METODO DE ENSAYO : Método "A" | TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Dias (96 Horas) | |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO): A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO : 17.44 kg/m ³ | TIPO DE MARTILLO : Manual | |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arena limosa | HUMEDAD ÓPTIMA : 16.25 % | MET. DE PREPARACIÓN : Humedo | |

| | | | | |
|---------------------------|------|--------------|-----------|--------------|
| HOLDE No | COB. | A-1 | N-1 | Q-1 |
| NÚMERO DE CAPAS | cm | 5 | 5 | 3 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | cm | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | cm | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | cm | 1 | 1 | 1 |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12189 | 12198 | 12423 | 12453 | 12194 | 12230 |
| Masa del Molde | [g] | 7810 | 7810 | 8220 | 8220 | 8133 | 8133 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 4379 | 4388 | 4203 | 4233 | 4061 | 4097 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2113 | 2113 | 2119 | 2119 | 2135 | 2135 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 2.072 | 2.077 | 1.983 | 1.998 | 1.902 | 1.919 |
| Capacita No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capacita | [g] | 48.25 | 45.89 | 44.2 | 48.45 | 49.57 | 50.31 |
| Suelo Humedo + Capacita | [g] | 272.27 | 207.25 | 260.3 | 231.20 | 263.06 | 281.17 |
| Masa del Suelo Seco + Capacita | [g] | 241.32 | 183.35 | 229.41 | 203.19 | 232.47 | 247.03 |
| Masa del Agua | [g] | 30.95 | 23.90 | 30.89 | 28.01 | 30.59 | 34.14 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 193.07 | 137.45 | 185.21 | 154.74 | 182.00 | 186.72 |
| % de Humedad | % | 16.03% | 17.39% | 16.68% | 18.10% | 16.72% | 18.28% |
| Promedio de Humedad | % | 16.03% | 17.39% | 16.68% | 18.10% | 16.72% | 18.28% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.786 | 1.769 | 1.700 | 1.691 | 1.630 | 1.622 |
| Peso Unitario Seco | kN/cm ³ | 17.516 | 17.349 | 16.671 | 16.588 | 15.981 | 15.910 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Expansión | | Expansión | | Expansión | |
|-------|------|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | | | mm | % | mm | % | mm | % |
| | | 0:00:00 | 515.00 | 0.00 | 488.00 | 0.00 | 523.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 515.00 | 0.00 | 489.00 | 0.03 | 525.00 | 0.05 |
| | | 48:00:00 | 516.00 | 0.03 | 490.00 | 0.05 | 526.00 | 0.08 |
| | | 72:00:00 | 517.00 | 0.05 | 491.00 | 0.08 | 527.00 | 0.10 |
| | | 96:00:00 | 517.00 | 0.05 | 491.00 | 0.08 | 527.00 | 0.10 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--|--------------|-----------------------|-------|--------------|-----------------------|-------|--------------|-----------------------|-------|-------|
| mm | Pulg. | Tiempo | Carga Solapada Kg./cm ² / Mpa | HOLDE No | | | HOLDE No | | | HOLDE No | | | |
| | | | | LECTURA "Kg" | "Kg/cm ² " | "Mpa" | LECTURA "Kg" | "Kg/cm ² " | "Mpa" | LECTURA "Kg" | "Kg/cm ² " | "Mpa" | |
| 0.00 | 0 | 0:00 | | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.53 | 0.025 | 0:30 | | 35.7 | 1.84 | 0.18 | 24.5 | 1.27 | 0.12 | 21.6 | 1.12 | 0.11 | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 70.2 | 3.63 | 0.36 | 58.3 | 3.01 | 0.30 | 47.3 | 2.45 | 0.24 | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 108.0 | 5.38 | 0.55 | 89.4 | 4.62 | 0.45 | 75.2 | 3.89 | 0.38 | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.31 / 6.9 | 141.8 | 7.33 | 0.72 | 10.43 | 118.8 | 6.13 | 0.60 | 8.70 | 108.3 | 5.44 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 158.2 | 8.28 | 0.80 | | 126.5 | 6.34 | 0.64 | | 120.7 | 6.24 |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 168.0 | 8.68 | 0.85 | | 138.6 | 7.15 | 0.70 | | 134.9 | 6.97 |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | 189.0 | 9.77 | 0.95 | 9.28 | 159.4 | 8.24 | 0.81 | 7.83 | 152.4 | 7.68 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 220.1 | 11.37 | 1.12 | | 198.7 | 10.27 | 1.01 | | 180.3 | 9.32 |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 260.8 | 13.48 | 1.32 | | 245.3 | 12.68 | 1.24 | | 220.2 | 11.38 |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 345.3 | 17.84 | 1.75 | | 288.0 | 14.93 | 1.46 | | 280.7 | 14.51 |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 410.2 | 21.20 | 2.08 | | 338.5 | 17.49 | 1.72 | | 330.6 | 17.09 |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 505.1 | 26.10 | 2.56 | | 410.1 | 21.19 | 2.08 | | 386.1 | 19.95 |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 540.7 | 27.94 | 2.74 | | 498.1 | 25.74 | 2.52 | | 451.2 | 23.32 |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prueba de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
"PRUEBA DE CBR" F-22-2021 N° 2/21





G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|-------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_EU-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

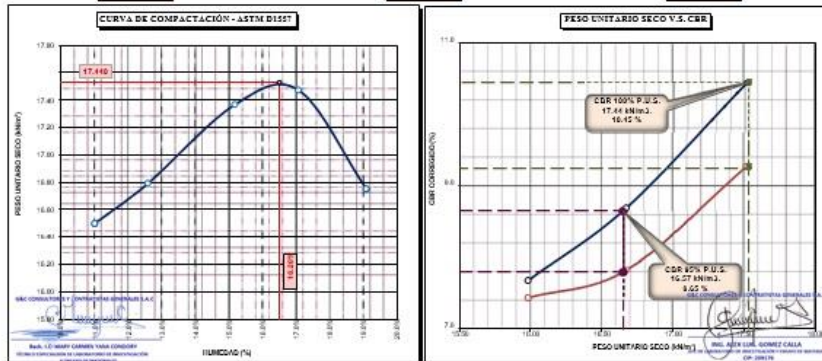
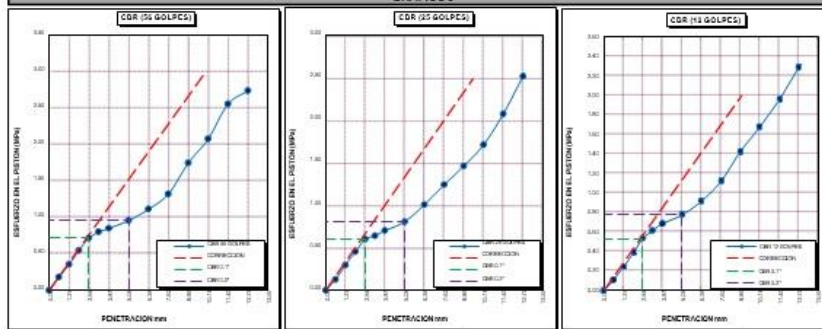
DATOS GENERALES

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR, ESCOBAR LUPACA, IHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : Nº 8 |
| DOFUSIFICACIÓN | : 0% PATRON | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | NORMA | : ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | : Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17.44 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16.37 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 15.20 % |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---------|----------------------------------|---|--------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 10.45 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 9.26 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 8.65 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | 7.80 % |

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

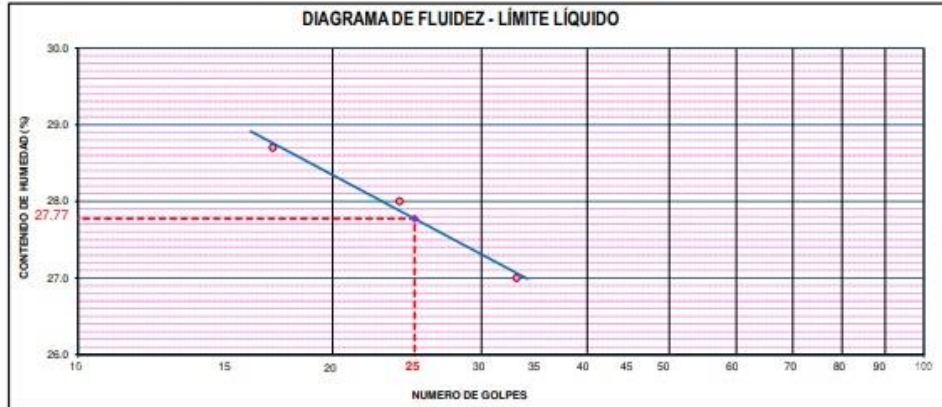
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|---|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : T_UCV_EL3-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|---------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | |
| CALICATA | : C - 02 | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : N° 8 |
| DOSIFICACIÓN | : 1% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS |
| | | ESTE : 000 |
| | | NORTE : 000 |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|--|
| Nro. DE TARA | n° | LC - 11 | LC - 12 | LC - 13 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 45.79 | 48.08 | 34.45 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 62.51 | 61.21 | 52.13 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 58.78 | 58.34 | 48.37 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 3.73 | 2.87 | 3.76 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 12.99 | 10.26 | 13.92 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 28.7 | 28.0 | 27.0 | |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 17 | 24 | 33 | |


| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------------|-------------|------------------|--|
| Nro. DE TARA | | LC - 14 | LC - 15 | | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 45.56 | 46.74 | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 49.38 | 50.08 | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 48.59 | 49.39 | | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.79 | 0.69 | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 3.03 | 2.65 | | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | (%) | 26.1 | 26.0 | LP= 26.05 | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 28.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 26.00 |
| ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD | 2.00 |

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO


ING. JUAN LUIS ESCOBAR LUPACA
RESPONSABLE DEL ESTUDIO



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_EJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|----------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | |
| DOSIFICACION: | : 1% CENIZA T. QUINUA | TAMANO MÁXIMO : N° 8 |
| | | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) |
| | | NORTE : 000 |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5464 | 5547 | 5554 | 5505 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1847 | 1930 | 1937 | 1888 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.986 | 2.075 | 2.083 | 2.030 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Masa de la Capsula | [g] | 59.02 | 48.33 | 48.32 | 47.39 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 305.85 | 246.81 | 233.87 | 233.43 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 273.98 | 218.61 | 205.29 | 201.64 |
| Masa del Agua | [g] | 31.87 | 28.20 | 28.58 | 31.79 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 214.96 | 170.28 | 156.97 | 154.25 |
| Humedad (%) | % | 14.83% | 16.56% | 18.21% | 20.61% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 14.83% | 16.56% | 18.21% | 20.61% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.730 | 1.780 | 1.762 | 1.683 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ² | 16.96 | 17.46 | 17.28 | 16.51 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | 1.783 gr/cc | 17.490 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo | HUMEDAD OPTIMA | 16.90 % | 16.90 % |



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Handwritten signature
CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº 17-145-2021 con fecha 21/12/2021

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº 17-145-2021 con fecha 21/12/2021

Handwritten signature
ING. JHONATAN ESCOBAR LUPACA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|---|-------------|--------------------------|
| TESES | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUÑO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_EJI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|----------------|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : DR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| DOESIFICACION: | : 1% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | ESTE : 000 NORTE : 000 COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | | |
|------------------------|----------------|----------------------|---------------------------|--|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | METODO DE ENSAYO | Método "A" | |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO | : 17.49 kN/m ³ | |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.90 % | |
| | | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Dias (96 Horas) | |
| | | TIPO DE MARTILLO | : Manual | |
| | | MET. DE PREPARACIÓN | : Humedo | |

| MOLDE No | COD. | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|------|--------------|--------------|--------------|
| NUMERO DE CAPAS | n° | 5 | 5 | 5 |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | n° | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |
| | | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Massa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12523 | 12577 | 12330 | 12503 | 12095 | 12358 |
| Massa del Molde | [g] | 8098 | 8098 | 8150 | 8150 | 7969 | 7969 |
| Massa del Suelo Humedo | [g] | 4425 | 4479 | 4180 | 4353 | 4126 | 4387 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2121 | 2121 | 2115 | 2115 | 2120 | 2120 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 2.086 | 2.112 | 1.976 | 2.058 | 1.946 | 2.069 |
| Capasula No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Massa de la Capsula | [g] | 41.39 | 49.43 | 47.39 | 48.90 | 49.62 | 45.45 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 236.33 | 215.98 | 230.56 | 239.46 | 224.95 | 223.40 |
| Massa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 208.57 | 191.68 | 204.36 | 208.12 | 199.84 | 191.84 |
| Massa del Agua | [g] | 27.76 | 24.30 | 26.30 | 31.34 | 25.11 | 31.56 |
| Massa del Suelo Seco | [g] | 187.18 | 142.25 | 156.97 | 159.22 | 150.22 | 146.39 |
| % de Humedad | % | 16.60% | 17.08% | 16.75% | 19.68% | 16.72% | 21.56% |
| Promedio de Humedad | % | 16.60% | 17.08% | 16.75% | 19.68% | 16.72% | 21.56% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.789 | 1.804 | 1.693 | 1.720 | 1.667 | 1.702 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 17.546 | 17.688 | 16.600 | 16.864 | 16.353 | 16.694 |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | |
|-----------|------|----------|--------|-----------|------|--------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | | Expansión | |
| | | | | mm | % | mm | % | mm | % |
| | | 0:00:00 | 768.00 | 0.00 | 0.00 | 731.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 768.00 | 0.00 | 0.00 | 731.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 48:00:00 | 769.00 | 0.03 | 0.02 | 732.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| | | 72:00:00 | 769.00 | 0.03 | 0.02 | 733.00 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| | | 96:00:00 | 769.00 | 0.03 | 0.02 | 733.00 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---|--------------|----------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|--------------|---------------|--------------|----------------------|
| PENETRACIÓN | | Tiempo | Carga Estándar kg / T/cm ² / Mpa | MOLDE No A-1 | | | MOLDE No N-1 | | | MOLDE No Q-1 | | | |
| mm | Pulg. | | | LECTURA "kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | LECTURA "kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | LECTURA "kg" | σ Kg/cm ² |
| 0.00 | 0 | 0:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | 26.3 | 1.36 | 0.13 | 27.2 | 1.41 | 0.14 | 24.6 | 1.27 | 0.12 | 0.12 | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | 85.7 | 4.43 | 0.43 | 62.3 | 3.22 | 0.32 | 55.2 | 2.85 | 0.28 | 0.28 | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | 135.6 | 7.01 | 0.69 | 105.1 | 5.48 | 0.54 | 87.4 | 4.52 | 0.44 | 0.44 | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 178.4 | 9.22 | 0.90 | 140.6 | 7.71 | 0.76 | 115.9 | 6.52 | 0.64 | 0.64 | |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | 198.3 | 10.25 | 1.01 | 166.4 | 8.60 | 0.84 | 148.6 | 7.68 | 0.75 | 0.75 | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | 212.1 | 10.96 | 1.07 | 183.5 | 9.48 | 0.93 | 167.4 | 8.65 | 0.85 | 0.85 | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 247.2 | 12.78 | 1.25 | 215.3 | 11.13 | 1.09 | 211.1 | 10.64 | 0.98 | 0.98 | |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | 308.8 | 15.96 | 1.57 | 250.3 | 12.94 | 1.27 | 240.4 | 12.42 | 1.22 | 1.22 | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | 365.2 | 18.87 | 1.85 | 310.8 | 16.06 | 1.58 | 300.3 | 15.52 | 1.52 | 1.52 | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | 430.7 | 22.28 | 2.18 | 390.5 | 20.18 | 1.98 | 358.2 | 18.51 | 1.82 | 1.82 | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | 510.1 | 26.38 | 2.59 | 489.2 | 24.82 | 2.43 | 430.5 | 21.21 | 2.08 | 2.08 | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | 580.4 | 29.99 | 2.94 | 545.3 | 28.18 | 2.76 | 470.7 | 24.33 | 2.39 | 2.39 | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | 631.1 | 32.61 | 3.20 | 603.2 | 31.17 | 3.06 | 525.2 | 27.14 | 2.66 | 2.66 | |

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Este informe es válido solo para el uso que se indica en él y no es válido para otros fines. No se garantiza la exactitud de los datos.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transmisor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración N° 12-25-2001 con fecha 20/02/2022


 Sr. Jhonatan Escobar Lupaca
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 Av. Los Hornos 1000, Puño, Perú
 T: 051 975 320 000


 Sr. Jhonatan Escobar Lupaca
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 Av. Los Hornos 1000, Puño, Perú
 T: 051 975 320 000



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

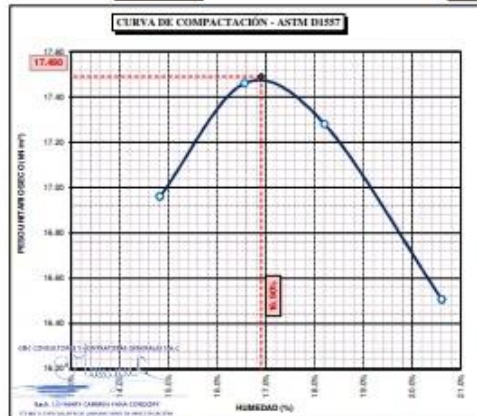
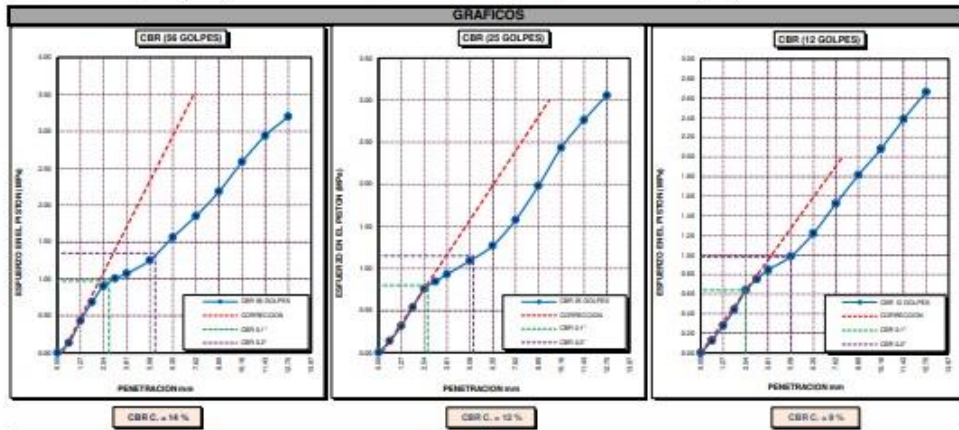
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | |
|---------------|---|--------------------------------------|
| TESTIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_EL3-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|---------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE : 000 |
| DOSIFICACIÓN | : 1% CENIZA T. QUINUA | NORTE : 000 |
| | TAMANO MÁXIMO : N° 8 | COTA : 000 m.s.n.m. |
| | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | NORMA | : ASTM D-1557-12a.1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | : Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17.49 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16.62 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.90 % |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------|-----------------------------------|---|----------------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 13.90 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 12.90 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 11.20 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | 11.70 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

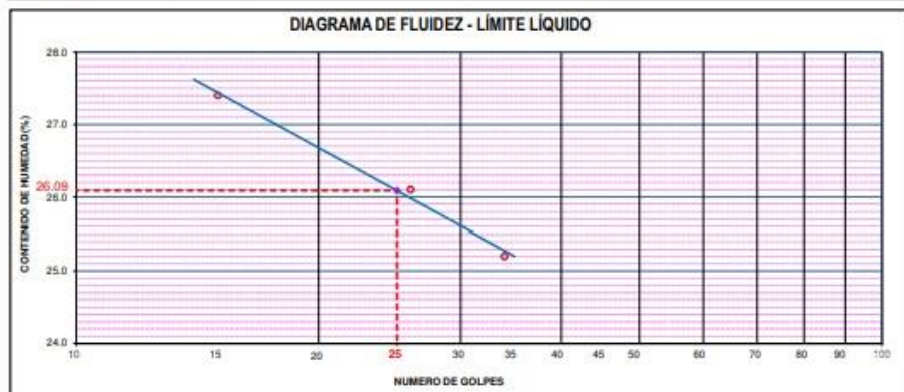
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 et)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------------|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|---------------------|--|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLADO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| DOSIFICACIÓN | : 3% CENIZA Y QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 et) | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|--|
| Nro. DE TARA | n° | LC - 16 | LC - 17 | LC - 18 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.18 | 46.11 | 46.5 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 60.04 | 60.79 | 63.70 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 57.06 | 57.75 | 60.04 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 2.98 | 3.04 | 3.66 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 10.88 | 11.64 | 14.54 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 27.4 | 26.1 | 25.2 | |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 15 | 26 | 34 | |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 et) | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------------|-------------|-----------------|--|
| Nro. DE TARA | | LC - 19 | LC - 20 | | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.66 | 46.47 | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 49.19 | 48.81 | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 48.48 | 48.13 | | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.71 | 0.68 | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.82 | 2.66 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 25.2 | 25.6 | LP= 25.4 | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 26.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 25.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 1.00 |

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |

Se ha utilizado el método para determinar el límite líquido y plástico de suelos finos (ASTM D 4318 - 17 et) en el laboratorio de ensayos de materiales de G&C Geotechnik Material Test Labor.

DR. ALEX LUIS SOMER CALA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS
 C.A. 330016



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_EJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|----------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | |
| CALICATA | : C - 02 | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : N° 8 |
| DOSIFICACION: | : 3% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS |
| | | ESTE : 000 |
| | | NORTE : 000 |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO : Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS : 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA : 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5476 | 5528 | 5516 | 5496 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 1859 | 1911 | 1899 | 1879 |
| Densidad del Suelo Humedo | [g/cm ³] | 1.999 | 2.055 | 2.042 | 2.020 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Masa de la Capsula | [g] | 59.07 | 48.58 | 48.52 | 46.38 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 299.42 | 259.07 | 223.68 | 263.67 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 266.50 | 227.50 | 195.01 | 225.19 |
| Masa del Agua | [g] | 32.92 | 31.57 | 28.67 | 38.48 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 207.43 | 178.92 | 146.49 | 178.81 |
| Humedad (%) | % | 15.87% | 17.64% | 19.57% | 21.52% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 15.87% | 17.64% | 19.57% | 21.52% |
| Densidad del Suelo Seco | [g/cm ³] | 1.725 | 1.747 | 1.708 | 1.663 |
| Peso Unitario Seco | [kN/m ³] | 16.92 | 17.13 | 16.75 | 16.30 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.748 gr/cc | : 17.140 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo | HUMEDAD OPTIMA | : 17.50 % | : 17.50 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
C.E. y C. de Ingeniería y Contratación
S.A. de C.V. (S. de C.V.)

Certificado de calificación N° LT-445-2021 con fecha 20/12/2021

[Signature]
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
C.E. y C. de Ingeniería y Contratación
S.A. de C.V. (S. de C.V.)



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|--|-------------|------------------------|
| TESIS | : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° | : T_UCV_BLI-02/22-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|----------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : Nº 8 |
| DOSFIFICACIÓN | : 3% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|------------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | METODO DE ENSAYO | : Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 17.55 % |
| | | HET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo |

| HOLDE No | COD. | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|------|--------------|-----------|--------------|
| NÚMERO DE CAPAS | n° | 5 | 5 | 5 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | n° | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CSO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |
| | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Massa Suelo Húmedo + Molde | [g] | 12456 | 12571 | 12180 | 12520 | 11658 | 12120 |
| Massa del Molde | [g] | 7830 | 7830 | 8056 | 8056 | 7886 | 7886 |
| Massa del Suelo Húmedo | [g] | 4626 | 4741 | 4124 | 4464 | 3972 | 4434 |
| Volumen del Suelo | cm³ | 2120 | 2120 | 2124 | 2124 | 2097 | 2097 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cm³ | 2.182 | 2.236 | 1.944 | 2.102 | 1.894 | 2.114 |
| Capsula No | no | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Massa de la Capsula | [g] | 44.81 | 47.38 | 39.21 | 48.43 | 43.21 | 45.47 |
| Suelo Húmedo + Capsula | [g] | 224.91 | 214.56 | 214.17 | 247.50 | 228.76 | 210.14 |
| Massa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 199.01 | 185.19 | 189.13 | 213.26 | 201.76 | 183.82 |
| Massa del Agua | [g] | 25.90 | 29.37 | 25.04 | 34.24 | 27.00 | 26.32 |
| Massa del Suelo Seco | [g] | 134.40 | 137.83 | 149.52 | 164.81 | 158.55 | 138.35 |
| % de Humedad | % | 16.77% | 21.31% | 16.70% | 20.78% | 17.03% | 19.02% |
| Promedio de Humedad | % | 16.77% | 21.31% | 16.70% | 20.78% | 17.03% | 19.02% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm³ | 1.869 | 1.843 | 1.666 | 1.740 | 1.619 | 1.776 |
| Peso Unitario Seco | kN/m³ | 18.325 | 18.078 | 16.339 | 17.065 | 15.872 | 17.421 |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | |
|-----------|------|----------|--------|-----------|------|--------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | | Expansión | |
| | | | | mm | % | mm | % | mm | % |
| | | 0:00:00 | 452.00 | 0.00 | 0.00 | 633.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 452.00 | 0.00 | 0.00 | 633.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 48:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 634.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| | | 72:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 634.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| | | 96:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 635.00 | 0.05 | 0.04 | 0.06 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|----------------|------------------------------|----------|---------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------|--|--|
| PENETRACIÓN | mm | Pulg. | Tiempo | Carga Estándar Kg./cm² / Mpa | HOLDE No | | | HOLDE No | | | HOLDE No | | | HOLDE No | | |
| | | | | | A-1 | CBR Corr. (%) | LECTURA "kg" | N-1 | CBR Corr. (%) | LECTURA "kg" | Q-1 | CBR Corr. (%) | LECTURA "kg" | | | |
| 0.00 | 0 | 0:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | 70.31 / 6.9 | 18.4 | 0.95 | 0.09 | 20.7 | 1.07 | 0.10 | 15.7 | 0.79 | 0.08 | 17.3 | 0.95 | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | 105.46 / 10.35 | 30.5 | 4.88 | 0.46 | 70.7 | 3.65 | 0.36 | 55.8 | 2.88 | 0.28 | 100.4 | 9.84 | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 160.7 | 8.30 | 0.81 | 120.3 | 6.22 | 0.61 | 99.6 | 5.15 | 0.50 | 157.2 | 8.12 | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | | 245.6 | 12.69 | 1.24 | 23.19 | 190.1 | 9.82 | 0.96 | 15.94 | 1.57 | 8.12 | 0.80 | | |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 340.2 | 17.58 | 1.72 | | 225.3 | 11.64 | 1.14 | | 173.1 | 8.95 | 0.88 | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 380.4 | 19.66 | 1.93 | | 245.6 | 12.69 | 1.24 | | 190.4 | 9.84 | 0.96 | | |
| 4.45 | 0.175 | 3:30 | | 474.1 | 27.83 | 2.76 | 31.4% | 302.3 | 14.11 | 1.48 | 16.77 | 206.4 | 16.77 | 1.66 | | |
| 5.09 | 0.200 | 4:00 | | 480.2 | 24.82 | 2.42 | | 345.4 | 17.85 | 1.75 | | 250.2 | 12.94 | 1.27 | | |
| 5.73 | 0.225 | 4:30 | | 560.5 | 28.97 | 2.84 | | 410.6 | 21.22 | 2.08 | | 325.2 | 16.61 | 1.65 | | |
| 6.37 | 0.250 | 5:00 | | 690.3 | 35.67 | 3.50 | | 478.7 | 24.74 | 2.43 | | 390.7 | 20.19 | 1.98 | | |
| 7.01 | 0.275 | 5:30 | | 770.1 | 39.80 | 3.90 | | 580.4 | 29.99 | 2.94 | | 460.8 | 23.81 | 2.34 | | |
| 7.65 | 0.300 | 6:00 | | 810.2 | 41.87 | 4.11 | | 710.6 | 36.72 | 3.60 | | 545.2 | 28.18 | 2.76 | | |
| 8.29 | 0.325 | 6:30 | | 920.6 | 47.58 | 4.67 | | 840.7 | 43.45 | 4.26 | | 595.2 | 30.76 | 3.02 | | |

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 OBSERVACIONES:
 Firmado en Puno el día 10 de Marzo del 2022.
 Firmado en Lima el día 10 de Marzo del 2022.
 Firmado en Puno el día 10 de Marzo del 2022.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

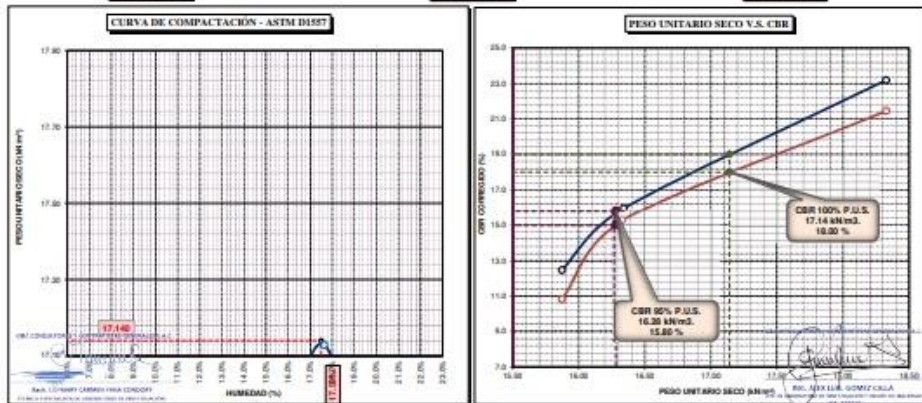
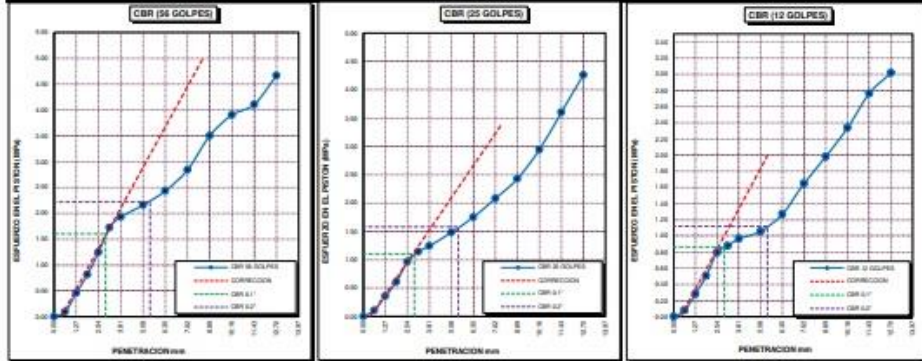
| | | |
|--------------|---|---|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UC_C&C-12/21-002-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|---|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE : 000 |
| DOSIFICACIÓN : 3% CENIZA T. QUINUA | TAMANO MÁXIMO : N° 8 | NORTE : 000 |
| | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | NORMA | : ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | : Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17.14 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16.28 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 17.50 % |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------|-----------------------------------|---|----------------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 18.00 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 19.00 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 15.80 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | 15.00 % |

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

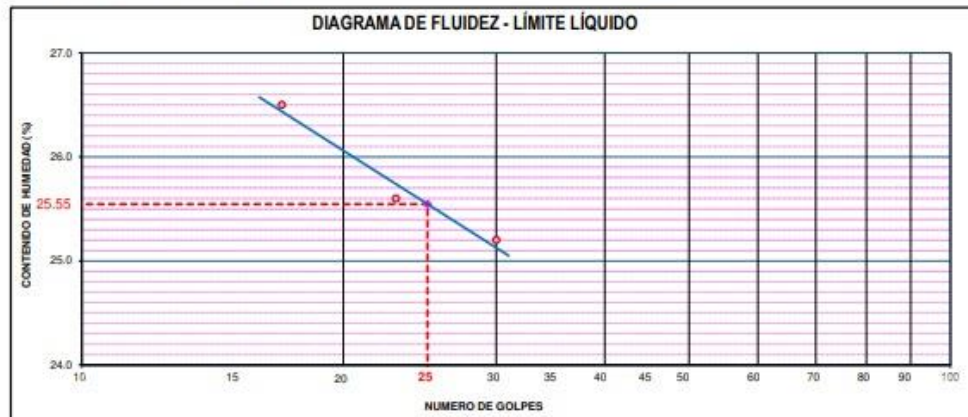
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|---|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : T_UCV_ELJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|---------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : N° 8 |
| DOSIFICACIÓN | : 5.5% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS |
| | | ESTE : 000 |
| | | NORTE : 000 |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|---------|---------|
| Nº. DE TARA | n° | LC - 21 | LC - 22 | LC - 23 |
| MASA DE LA TARA | [g] | 47.34 | 43.07 | 48.17 |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 65.32 | 60.05 | 60.97 |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 61.55 | 56.59 | 58.39 |
| MASA DE AGUA | [g] | 3.77 | 3.46 | 2.58 |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 14.21 | 13.52 | 10.22 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 26.5 | 25.6 | 25.2 |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 17 | 23 | 30 |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | |
|---------------------------------------|-------|---------|---------|--------|
| Nº. DE TARA | | LC - 24 | LC - 25 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | | | |
| MASA DE AGUA | [g] | | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | | | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | (%) | NP | NP | LP= NP |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 26.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | NP |
| INDICE DE PLÁSTICIDAD | NP |

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |

SAN CARLOS DE CHILKA S.A.S. CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CALLE SAN CARLOS DE CHILKA S.A.S. CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CALLE SAN CARLOS DE CHILKA S.A.S. CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

ING. JHONATAN ESCOBAR LUPACA
CALLE SAN CARLOS DE CHILKA S.A.S. CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CALLE SAN CARLOS DE CHILKA S.A.S. CONSULTORIA Y SERVICIOS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|---|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|--|-------------------------|---|----------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| CALICATA | : C - 02 | | ESTE : 000 |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : N° 8 | NORTE : 000 |
| DOSIFICACION: | : 5.5% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO [Método A] |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS : 5 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA : 25 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5431 | 5493 | 5555 | 5535 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1814 | 1876 | 1938 | 1918 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.951 | 2.017 | 2.084 | 2.062 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 47.66 | 47.31 | 46.76 | 46.03 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 222.18 | 270.84 | 250.51 | 245.08 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 199.90 | 240.40 | 221.03 | 213.29 |
| Masa del Agua | [g] | 22.28 | 30.44 | 29.48 | 31.79 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 152.24 | 193.09 | 174.27 | 167.26 |
| Humedad (%) | % | 14.63% | 15.76% | 16.92% | 19.01% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 14.63% | 15.76% | 16.92% | 19.01% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.702 | 1.743 | 1.782 | 1.733 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 16.69 | 17.09 | 17.48 | 16.99 |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D1557-12(2021) | PESO UNITARIO SECO | : 1.782 gr/cc | : 17.480 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo | HUMEDAD OPTIMA | : 16.90 % | : 16.90 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|---|-------------|-------------------------|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° | : T_UCV_EJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|----------------|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : Nº 8 |
| DOESIFICACION: | : 5.5% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | ESTE : 000 NORTE : 000 COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-----------------------|----------------|----------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SH | METODO DE ENSAYO | (Método A) |
| CLASIFICACIÓN (ASHTO) | : A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO | : 17.48 kN/m ³ |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.90 % |
| | | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| | | MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo |

| MOLDE No | COD. | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| NUMERO DE CAPAS | m ² | 5 | 5 | 5 |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | m ² | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | m ² | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | m ² | 1 | 1 | 1 |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |
| | | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Húmedo + Molde | [g] | 12498 | 12220 | 12127 | 12470 | 11886 | 12220 |
| Masa del Molde | [g] | 7719 | 7719 | 7968 | 7760 | 7871 | 7871 |
| Masa del Suelo Húmedo | [g] | 4779 | 4501 | 4159 | 4710 | 4015 | 4349 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2082 | 2082 | 2086 | 2086 | 2100 | 2100 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cm ³ | 2.295 | 2.162 | 1.994 | 2.258 | 1.912 | 2.071 |
| Capítulo No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capsula | [g] | 43.21 | 59.94 | 45.89 | 48.44 | 47.40 | 59.94 |
| Suelo Húmedo + Capsula | [g] | 221.60 | 278.18 | 253.59 | 259.36 | 205.31 | 278.18 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 195.82 | 235.05 | 223.50 | 224.38 | 182.46 | 235.05 |
| Masa del Agua | [g] | 25.78 | 43.13 | 30.09 | 34.98 | 22.85 | 43.13 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 152.61 | 175.11 | 177.61 | 175.94 | 135.06 | 175.11 |
| No de Humedad | % | 16.89% | 24.63% | 16.94% | 19.88% | 16.92% | 24.63% |
| Promedio de Humedad | % | 16.89% | 24.63% | 16.94% | 19.88% | 16.92% | 24.63% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.964 | 1.735 | 1.705 | 1.883 | 1.635 | 1.662 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 19.257 | 17.011 | 16.720 | 18.470 | 16.036 | 16.295 |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|----------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 537.00 | 0.00 | 0.00 | 611.00 | 0.00 | 0.00 | 691.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 537.00 | 0.00 | 0.00 | 611.00 | 0.00 | 0.00 | 691.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 48:00:00 | 536.00 | -0.01 | -0.02 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 691.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 72:00:00 | 535.00 | -0.05 | -0.04 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 690.00 | -0.03 | -0.02 |
| | | 96:00:00 | 535.00 | -0.05 | -0.04 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 690.00 | -0.03 | -0.02 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---|-----------------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------------|----------|------------------|------|-------|
| PENETRACIÓN | | | Carga Estándar Kg-f/cm ² / Mpa | MOLDE No A-1 | | | MOLDE No N-1 | | | MOLDE No Q-1 | | | | | |
| mm | Pulg. | Tiempo | | LECTURA "Kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | LECTURA "Kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | LECTURA "Kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | | |
| 0.00 | 0 | 0:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | 54.0 | 2.79 | 0.27 | 60.3 | 3.12 | 0.31 | 33.3 | 1.72 | 0.17 | | | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | 144.6 | 7.47 | 0.73 | 145.9 | 7.54 | 0.74 | 80.2 | 4.14 | 0.41 | | | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | 254.5 | 13.15 | 1.29 | 225.6 | 11.66 | 1.14 | 130.7 | 6.75 | 0.66 | | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.31 / 6.9 | 368.3 | 19.03 | 1.87 | 32.61 | 309.2 | 15.98 | 1.57 | 23.91 | 183.8 | 9.50 | 0.93 | 14.49 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 487.0 | 25.17 | 2.47 | | 390.6 | 20.19 | 1.98 | | 212.6 | 10.99 | 1.08 | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 600.6 | 31.04 | 3.04 | | 494.1 | 25.53 | 2.50 | | 240.1 | 12.41 | 1.22 | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | | 830.4 | 42.91 | 4.21 | 43.48 | 620.7 | 32.08 | 3.15 | 31.40 | 261.5 | 13.51 | 1.33 | 13.04 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 1094.3 | 56.55 | 5.55 | | 739.8 | 38.23 | 3.75 | | 310.6 | 16.05 | 1.57 | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 1278.5 | 66.07 | 6.48 | | 840.5 | 43.44 | 4.26 | | 378.2 | 19.55 | 1.92 | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 1377.3 | 71.18 | 6.98 | | 885.7 | 45.77 | 4.49 | | 426.1 | 22.02 | 2.16 | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 1538.4 | 79.50 | 7.80 | | 908.6 | 46.96 | 4.60 | | 500.3 | 25.86 | 2.54 | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 1665.3 | 86.00 | 8.44 | | 965.3 | 49.89 | 4.89 | | 580.7 | 30.01 | 2.94 | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 1950.8 | 100.82 | 9.89 | | 1050.4 | 54.28 | 5.32 | | 698.3 | 36.00 | 3.54 | |

NOTAS: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 El ensayo de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración N° 02-2021 con fecha 28/02/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

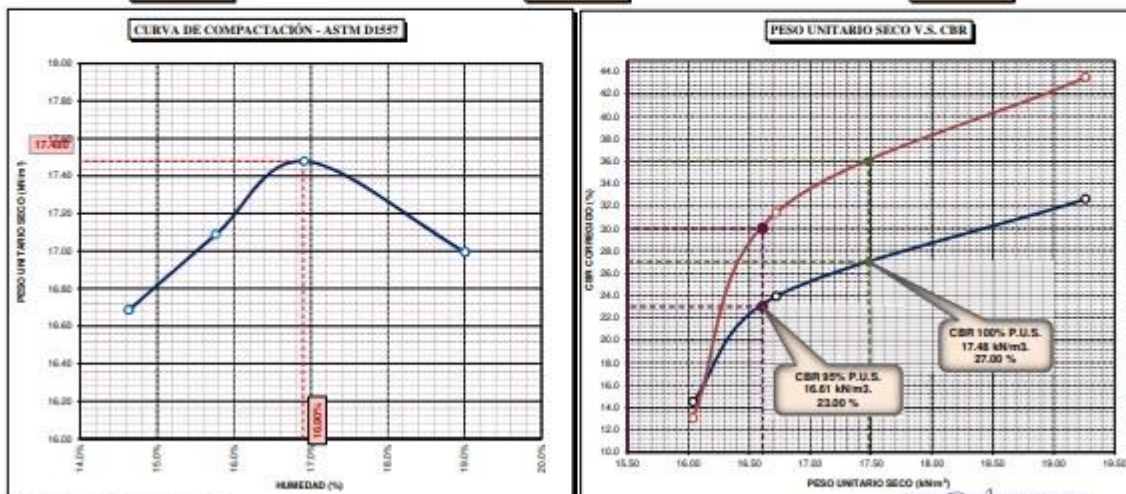
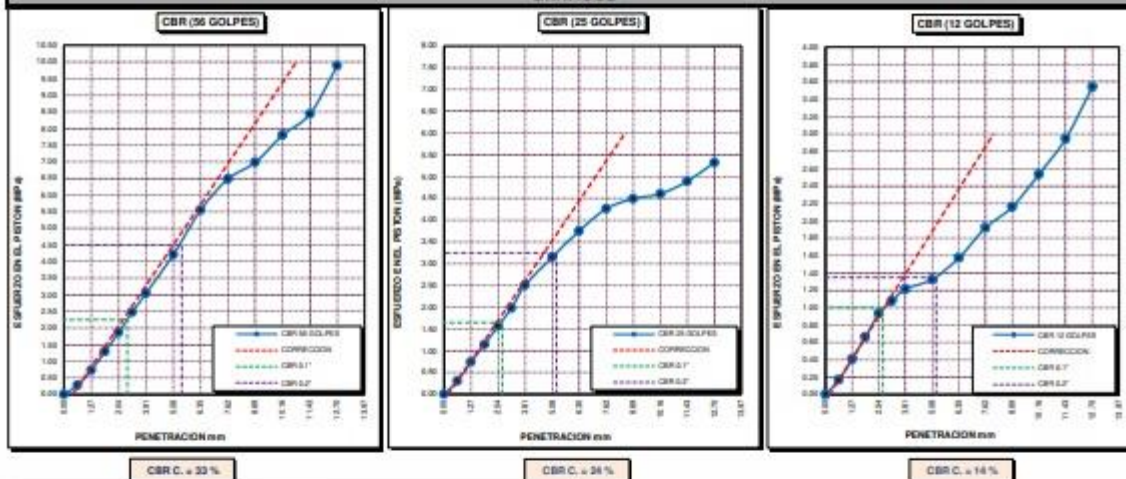
| | | |
|---------------|---|--|
| TESTIS | : "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_ELIJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|---------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE : 000 |
| DOSIFICACION | : 5.5% CENIZA T. QUINUA | NORTE : 000 |
| | TAMANO MÁXIMO : Nº 8 | COTA : 000 m.s.n.m. |
| | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | NORMA | : ASTM D1557-12(2021) |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | : [Método A] |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17.48 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16.61 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.90 % |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------|-----------------------------------|---|----------------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 27.00 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 36.00 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 23.00 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | 30.00 % |

GRÁFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

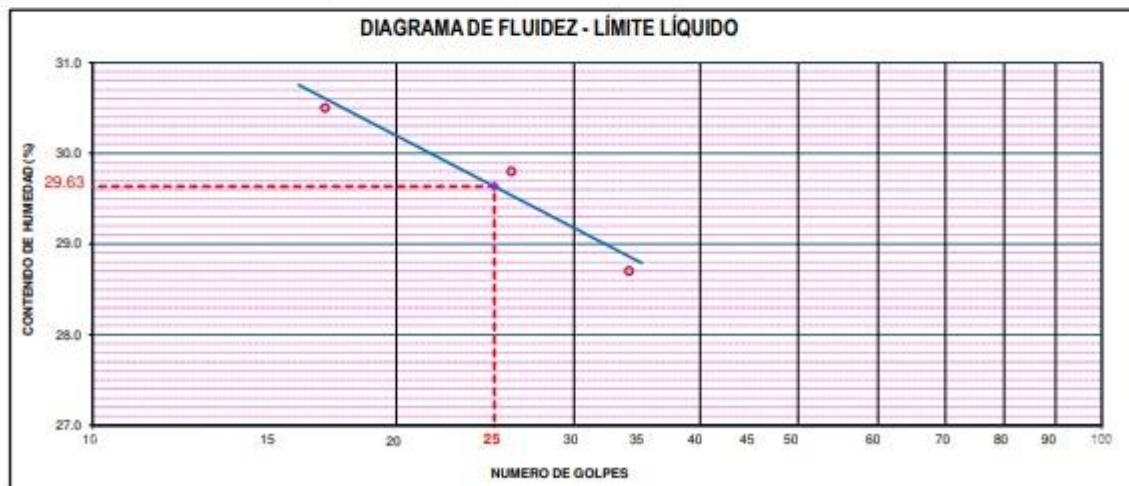
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|--|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° : T_UCV_EJ-02/22-02-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|----------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | |
| DOSIFICACION: | : 8% CENIZA T. QUINUA | TAMANO MÁXIMO : N° 8 |
| | | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) |
| | | NORTE : 000 |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA | n° | LC - 26 | LC - 27 | LC - 28 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 48.66 | 46.09 | 46.45 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 68.19 | 61.70 | 61.89 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 63.62 | 58.12 | 58.45 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 4.57 | 3.58 | 3.44 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 14.96 | 12.03 | 12 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 30.5 | 29.8 | 28.7 | |
| NUMERO DE GOLPES | n° | 17 | 26 | 34 | |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) | | | | | |
|---------------------------------------|-------|---------|---------|-----------|--|
| Nº. DE TARA | | LC - 29 | LC - 30 | | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.52 | 46.61 | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 50.00 | 49.29 | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 49.25 | 48.72 | | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.75 | 0.57 | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.73 | 2.11 | | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | (%) | 27.5 | 27.0 | LP= 27.25 | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 30.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 27.00 |
| ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD | 3.00 |

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N°: T_UCV_ELI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha: 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 02 | COORDENADAS | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| DOSIFICACION: | : 8% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

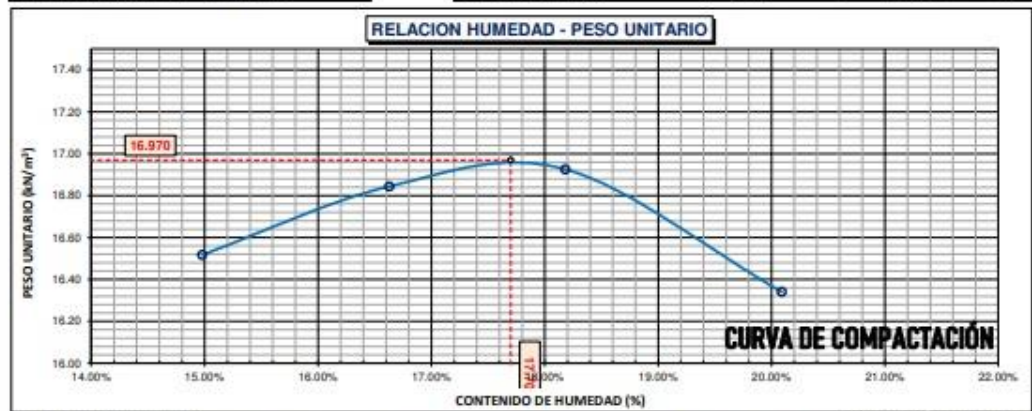
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | (g) | 5418 | 5480 | 5514 | 5478 |
| Masa del Molde | (g) | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1801 | 1863 | 1897 | 1861 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.937 | 2.003 | 2.040 | 2.001 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Masa de la Capsula | (g) | 48.25 | 47.42 | 48.33 | 46.91 |
| Suelo Humedo + Capsula | (g) | 284.98 | 237.84 | 271.81 | 291.09 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g) | 254.14 | 210.69 | 237.43 | 250.24 |
| Masa del Agua | (g) | 30.84 | 27.15 | 34.38 | 40.85 |
| Masa del Suelo Seco | (g) | 205.89 | 163.27 | 189.10 | 203.33 |
| Humedad (%) | % | 14.98% | 16.63% | 18.18% | 20.09% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 14.98% | 16.63% | 18.18% | 20.09% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.684 | 1.718 | 1.726 | 1.666 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 16.52 | 16.84 | 16.93 | 16.34 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | 1.730 gr/cc | 16.970 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo | HUMEDAD OPTIMA | 17.70 % | 17.70 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|-------|---|-------------|-------------------------|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUÑO - 2022* | Registro N° | : T_UCV_EI-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

DATOS GENERALES

| | | | |
|---------------|---|----------------|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE | : SR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALCATA | : C - 02 | | |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N° 8 |
| DOSIFICACION: | : 8% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | ESTE : 000 NORTE : 000 COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|------------------------|----------------|----------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | METODO DE ENSAYO | Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO | : 16.97 kN/m ³ |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | HUMEDAD ÓPTIMA | : 17.70 % |
| | | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Dias (96 Horas) |
| | | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| | | MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo |

| MOLDE No | CDG | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|-----|--------------|-----------|--------------|
| NUMERO DE CAPAS | n° | 5 | 5 | 5 |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | n° | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | n° | 1 | 1 | 1 |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |
| | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR |

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

| | | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
|--------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Massa Suelo Húmedo + Molde | [g] | 12477 | 12530 | 12550 | 12385 | 11951 | 11936 |
| Massa del Molde | [g] | 8046 | 8046 | 8126 | 8126 | 7986 | 7986 |
| Massa del Suelo Húmedo | [g] | 4431 | 4484 | 4024 | 4259 | 3965 | 4250 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2077 | 2077 | 2073 | 2073 | 2073 | 2073 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cm ³ | 2.133 | 2.159 | 1.941 | 2.055 | 1.864 | 2.050 |
| Capcula No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Massa de la Capcula | [g] | 46.68 | 46.45 | 44.17 | 63.76 | 45.12 | 56.45 |
| Suelo Húmedo + Capcula | [g] | 224.55 | 271.28 | 222.86 | 316.12 | 240.45 | 286.22 |
| Massa del Suelo Seco + Capcula | [g] | 198.60 | 238.40 | 197.18 | 276.00 | 212.54 | 249.00 |
| Massa del Agua | [g] | 25.95 | 32.88 | 25.68 | 40.12 | 27.91 | 37.22 |
| Massa del Suelo Seco | [g] | 151.92 | 189.95 | 153.01 | 212.24 | 167.42 | 192.55 |
| % de Humedad | % | 17.08% | 17.31% | 16.78% | 18.90% | 16.67% | 19.33% |
| Promedio de Humedad | % | 17.08% | 17.31% | 16.78% | 18.90% | 16.67% | 19.33% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.822 | 1.840 | 1.662 | 1.728 | 1.598 | 1.718 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 17.869 | 18.047 | 16.300 | 16.945 | 15.671 | 16.948 |

EXPANSIÓN

| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 451.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 451.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 48:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 451.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 72:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 451.00 | 0.00 | 0.00 | 562.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 96:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 451.00 | 0.00 | 0.00 | 562.00 | 0.03 | 0.02 |

PENETRACIÓN

| PENETRACIÓN | | Tiempo | Carga Estándar Kg / Fm ² / Mpa | MOLDE No A-1 | | | | MOLDE No N-1 | | | | MOLDE No Q-1 | | | |
|-------------|-------|--------|---|--------------|----------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|-------|---------------|
| mm | Pulg. | | | LECTURA "K" | ρ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | LECTURA "K" | ρ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | LECTURA "K" | ρ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) |
| 0.00 | 0 | 0:00 | | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | 48.8 | 2.51 | 0.25 | 45.3 | 2.14 | 0.23 | 38.2 | 1.97 | 0.19 | | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 135.2 | 6.99 | 0.69 | 104.4 | 5.40 | 0.53 | 80.6 | 4.17 | 0.41 | | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 220.6 | 11.40 | 1.12 | 180.6 | 9.33 | 0.92 | 120.4 | 6.22 | 0.61 | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | | 312.6 | 16.16 | 1.58 | 26.09 | 245.8 | 12.70 | 1.25 | 19.57 | 162.3 | 8.39 | 0.82 | |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 420.2 | 21.72 | 2.13 | | 320.4 | 16.56 | 1.62 | | 190.6 | 9.85 | 0.97 | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 540.3 | 27.92 | 2.74 | | 390.4 | 20.18 | 1.98 | | 200.2 | 10.35 | 1.01 | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | | 721.6 | 37.29 | 3.66 | 36.71 | 520.2 | 26.88 | 2.64 | 26.09 | 230.1 | 11.89 | 1.17 | |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 810.3 | 41.88 | 4.11 | | 620.4 | 32.06 | 3.14 | | 275.5 | 14.24 | 1.40 | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 890.4 | 46.02 | 4.51 | | 710.6 | 36.72 | 3.60 | | 325.6 | 16.83 | 1.65 | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 1030.3 | 53.25 | 5.22 | | 780.9 | 40.36 | 3.96 | | 390.3 | 20.17 | 1.98 | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 1208.1 | 62.43 | 6.12 | | 820.2 | 42.39 | 4.16 | | 460.1 | 23.78 | 2.33 | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 1377.2 | 71.17 | 6.98 | | 880.4 | 45.50 | 4.46 | | 530.6 | 27.42 | 2.69 | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 1537.4 | 79.45 | 7.79 | | 960.2 | 49.62 | 4.87 | | 607.7 | 31.41 | 3.08 | |

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Presión de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado de calificación N° 11-02-1921 con fecha 31/07/2020

Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca

Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
Ing. Jhonatan Escobar Lupaca



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

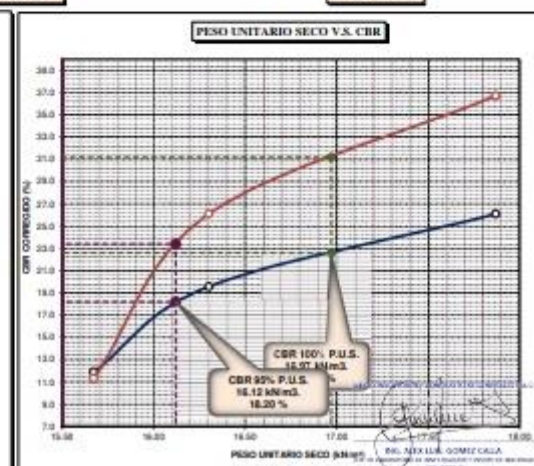
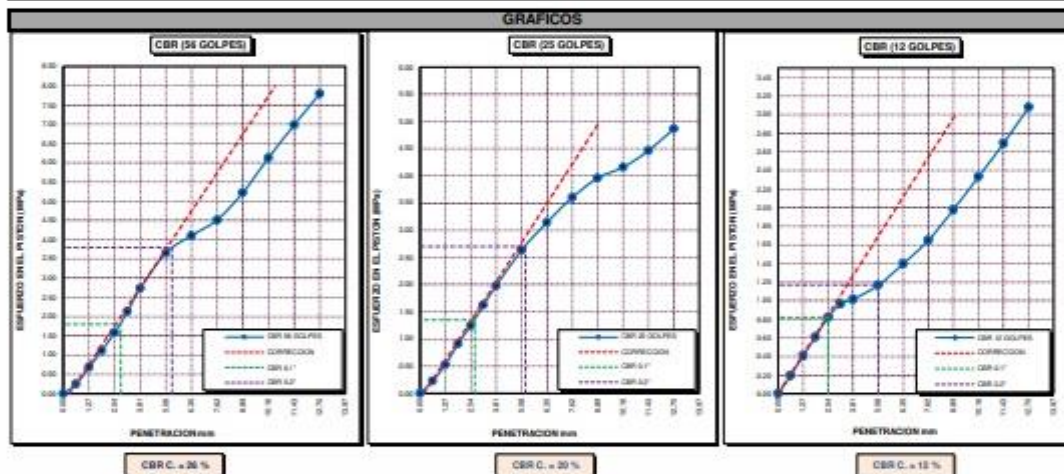
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_ELF-02/22-02-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|--|---|--|----------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | | COORDENADAS |
| CALICATA : C - 02 | | | ESTE : 000 |
| MUESTRA : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : N° 8 | | NORTE : 000 |
| DOSEIFICACION : 8% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|---------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) : | SM | NORMA : | ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) : | A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) : | arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN : | 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO : | 16.97 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% : | 16.12 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA : | 17.70 % |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------|-----------------------------------|---|----------------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 22.60 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 31.20 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 18.20 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | 23.40 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

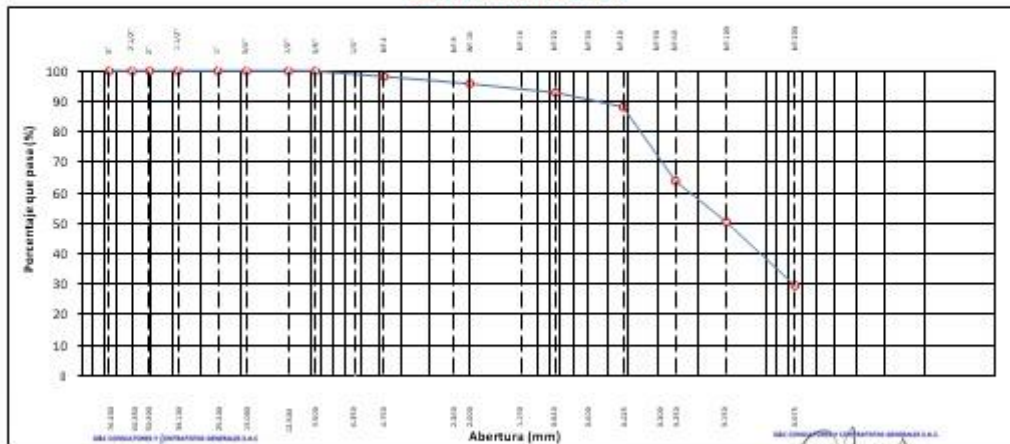
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

| | | |
|--------------|--|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUIPIVA EN LA CARRETERA LIBELA-MAZULUKU, MUNI - JAZZ" | Registro N° : T_LICV_ELI-02/22-04-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|----------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE |
| DOOSIFICACION | : NATURAL | NORTE |
| | TAMANO MÁXIMO : 1/4 in. | COTA |
| | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | |

| TAMIZ | ÁREA DE MALLA (mm ²) | SEÑAL | PERCENTAJE RETENIDO | PERCENTAJE PASADO | PERCENTAJE PASADO | PERCENTAJE PASADO | ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D2497) |
|-----------|----------------------------------|--------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| 10 in. | 254.000 | | | | | | Masa inicial seca : 848.60 gf. Masa Fracción : 848.60 gf. |
| 6 in. | 152.400 | | | | | | |
| 5 in. | 127.000 | | | | | | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 17.50 TAMANO MÁXIMO: 1/4 in. Límite Líquido (LL): 31.00 Límite Plástico (LP): 25.00 Índice Plástico (IP): 6.00 Clasificación (SUCS): SM Clasificación (AASH TO): A-2-4 (0) |
| 4 in. | 101.600 | | | | | | |
| 3 in. | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2 in. | 60.350 | | | | | | |
| 2 in. | 50.800 | | | | | | |
| 1 1/2 in. | 38.100 | | | | | | |
| 1 in. | 25.400 | | | | | | |
| 3/4 in. | 19.000 | | | | | | |
| 1/2 in. | 12.500 | | | | | | |
| 3/8 in. | 9.500 | | | | | | |
| 1/4 in. | 6.350 | | | | 100.00 | | DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASH TO): BUENO Descripción (SUCS): Arena gruesa |
| N° 4 | 4.750 | 15.30 | 1.80 | 1.80 | 88.20 | | |
| N° 8 | 2.360 | | | | | | Materia Orgánica: Límite: -- CU: 0.000 CC: 0.000 |
| N° 10 | 2.000 | 19.93 | 2.35 | 4.15 | 86.85 | | |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava < 2": 0.00 Grava 2" - N° 4: 1.80 Arena N° 4 - N° 200: 68.56 Fines < N° 200: 29.64 %w< 75 : 0.0% |
| N° 20 | 0.840 | 25.17 | 2.97 | 7.12 | 82.83 | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 39.58 | 4.66 | 11.78 | 88.22 | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | 206.57 | 24.34 | 36.12 | 88.83 | | |
| N° 100 | 0.150 | 113.14 | 13.33 | 49.46 | 60.64 | | |
| N° 200 | 0.075 | 177.36 | 20.90 | 70.36 | 29.64 | | |
| < N° 200 | FONDO | 251.54 | 29.64 | 100.00 | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LAB. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
CALLE 110 N° 1000 LIMA 1000 PERÚ
TEL: 011 422 2222 FAX: 011 422 2222

LAB. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
ING. ALEX LUIS BARRERA CALA
CALLE 110 N° 1000 LIMA 1000 PERÚ
TEL: 011 422 2222 FAX: 011 422 2222



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

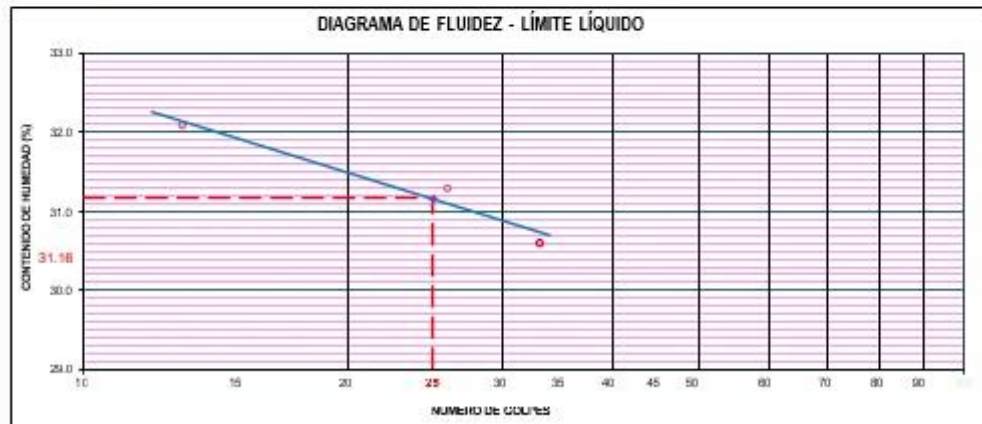
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

| | | |
|--------------|---|--|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECLA-MAZUCUJZ, PUNO - 2022" | Registro N° : T_UCV_EJ-02/22-04-G&C |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|--------------------------------|---|---|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BRL ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE : 000 |
| DOSFIFICACIÓN : NATURAL | TAMANO MÁXIMO : 1/4 in. | NORTE : 000 |
| | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 w1) | | | | | |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nro. DE TARA | n° | LC - 41 | LC - 42 | LC - 43 | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.71 | 47.02 | 46.64 | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 65.84 | 66.18 | 63.53 | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 61.19 | 61.61 | 59.57 | |
| MASA DE AGUA | [g] | 4.65 | 4.57 | 3.96 | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 14.48 | 14.59 | 12.93 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 32.1 | 31.3 | 30.6 | |
| NUMERO DE COLI'ES | n° | 13 | 26 | 33 | |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 w1) | | | | | |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|------------------------|--|
| Nro. DE TARA | | LC - 44 | LC - 45 | | |
| MASA DE LA TARA | [g] | 46.72 | 48.26 | | |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO | [g] | 50.00 | 51.32 | | |
| MASA TARA + SUELO SECO | [g] | 49.34 | 50.70 | | |
| MASA DE AGUA | [g] | 0.66 | 0.62 | | |
| MASA DEL SUELO SECO | [g] | 2.62 | 2.44 | | |
| CONTENIDO DE U _p HUMEDAD | (%) | 25.2 | 25.4 | U _p = 25.00 | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 31.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 25.00 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 6.00 |

| OBSERVACIONES |
|---|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

| | | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUÑO - 2022" | Registro N° | : T_UCV_ELI-02/22-04-G&C |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|---------------|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLADO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | | |
| PROCEDENCIA | : SUBCORTANTE | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | TAMANO MÁXIMO | : 1/4 in. |
| MUESTRA | : M - 01 | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| DOSIFICACION: | : NATURAL | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| N° DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|------------|-------------|---------|---------|
| N° Tara | | CH - 80 | CH - 81 | CH - 82 |
| Masa Tara | [g] | 81.51 | 77.64 | 78.37 |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 382.30 | 359.10 | 471.60 |
| Masa Tara + Suelo Seco | [g] | 320.50 | 316.20 | 411.90 |
| Masa Agua | [g] | 41.80 | 40.90 | 59.70 |
| Masa Suelo Seco | [g] | 238.99 | 240.56 | 333.53 |
| Contenido de Humedad | [g] | 17.49 | 17.00 | 17.90 |
| PROMEDIO | (%) | 17.5 | | |

Observaciones:





RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56.000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|---|------------------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N°: |
| | | Fecha: 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|----------------------|--|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLADO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE 000 |
| DOSIFICACIÓN: | : 1 %CENIZA T. QUINUA | NORTE 000 |
| | TAMANO MÁXIMO: N° 8 | COTA : 000 m.s.n.m. |
| | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | |

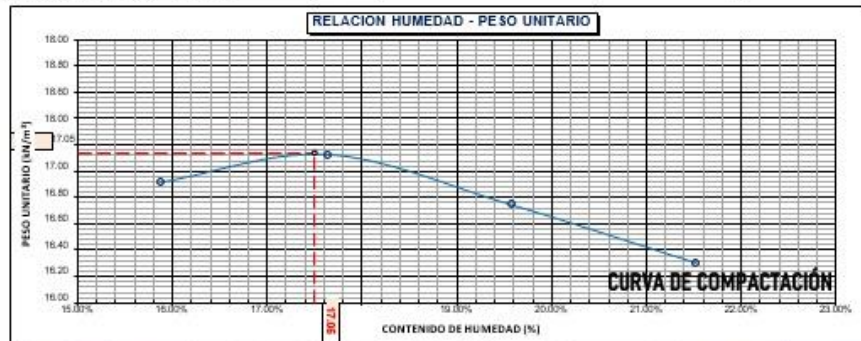
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5470 | 5523 | 5516 | 5491 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1853 | 1906 | 1899 | 1874 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.992 | 2.049 | 2.042 | 2.015 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|-------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 60.1 | 49.00 | 49.3 | 46.1 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 300.4 | 260.1 | 222.7 | 262.7 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 267.5 | 226.5 | 194.0 | 224.2 |
| Masa del Agua | [g] | 32.9 | 33.6 | 28.70 | 46.10 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 267.4 | 177.5 | 144.7 | 178.10 |
| Humedad (%) | % | 15.90% | 18.90% | 19.90% | 21.60% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 15.90% | 18.90% | 19.90% | 21.60% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.720 | 1.724 | 1.704 | 1.657 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 16.87 | 16.91 | 16.71 | 16.25 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.739 gr/cc | : 17.05 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo | HUMEDAD OPTIMA | : 17.40 % | : 17.40 % |



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

certificado de calibración N° 15-45-202 con fecha 1/12/2020





G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------|--|-------------|-----------------------|
| TESTES | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBGRANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECA-RADOCORUZ, PUÑO - 2022 | Registro N° | T. UCY-03-0222-02-GMC |
| | | Fecha | 03 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|-----------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROVENIENCIA | SUBSISTENTE | | |
| CALICATA | C - 04 | SOLICITANTE: | DR. ESCOBAR LIFACA, JHONATAN |
| MUESTRA | M - 01 | TAMANO MÁXIMO: | Nº 8 |
| DESIGNACIÓN: | 1% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS: | A-2-4 (S) |
| | | ESTE | : 050 |
| | | NORTE | : 050 |
| | | COTA | : 500 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-----------------------|---------------|----------------------|--------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SH | MÉTODO DE ENSAYO | Módulo 3' |
| CLASIFICACIÓN (ASHTO) | A-2-4 (S) | PESO UNITARIO SECO | : 17.05 t/m ³ |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | arena esponja | HUMEDAD ÓPTIMA | : 17.50 % |
| | | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | TIPO DE MARTILLO | : Normal |
| | | MET. DE PREPARACIÓN | : Humedo |

| HOLDE No | COE. | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| NÚMERO DE CAPAS | 0 ^a | 1 | 1 | 1 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 0 ^a | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | 0 ^a | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | 0 ^a | 1 | 1 | 1 |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | COE. | SIN SUPERIOR | SUPERIOR | SIN SUPERIOR |
| | | SUPERIOR | SIN SUPERIOR | SUPERIOR |

| REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12455 | 12671 | 12180 | 12523 | 11564 | 12126 |
| Masa del Molde | [g] | 7831 | 7830 | 8055 | 8055 | 7685 | 7685 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 4624 | 4741 | 4125 | 4468 | 3879 | 4441 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 3121 | 3120 | 3125 | 3125 | 2998 | 3098 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.481 | 1.520 | 1.321 | 1.430 | 1.294 | 1.434 |
| Capas No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capas | [g] | 45.10 | 45.94 | 40.21 | 40.35 | 43.21 | 45.57 |
| Suelo Humedo + Capas | [g] | 225 | 211 | 215 | 246.0 | 229.0 | 209.10 |
| Masa del Suelo Seco + Capas | [g] | 200 | 194 | 190.1 | 212.1 | 202.8 | 182.8 |
| Masa del Agua | [g] | 25.0 | 29.0 | 24.90 | 33.9 | 26.20 | 26.3 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 154.90 | 137.5 | 149.9 | 163.8 | 159.6 | 137.2 |
| % de Humedad | % | 16.14% | 21.10% | 16.61% | 20.70% | 16.42% | 19.16% |
| Promedio de Humedad | % | 16.14% | 21.10% | 16.61% | 20.70% | 16.42% | 19.16% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.875 | 1.843 | 1.645 | 1.742 | 1.629 | 1.776 |
| Peso Unitario Seco | t/m ³ | 18.387 | 18.074 | 16.328 | 17.082 | 15.98 | 17.4 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 452.00 | 0.00 | 0.00 | 633.00 | 0.00 | 0.00 | 477.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 452.00 | 0.00 | 0.00 | 633.00 | 0.00 | 0.00 | 478.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 48:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 634.00 | 0.03 | 0.02 | 478.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 72:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 634.00 | 0.03 | 0.02 | 479.00 | 0.05 | 0.04 |
| | | 96:00:00 | 453.00 | 0.03 | 0.02 | 635.00 | 0.03 | 0.04 | 480.00 | 0.08 | 0.06 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--|-------------|----------------------|-------|---------------|-------------|----------------------|-------|---------------|-------------|----------------------|-------|---------------|
| mm | PMP | Tiempo | Carga Externa / kg / (mm ² / Mpa) | HOLDE No | | A-1 | | HOLDE No | | N-1 | | HOLDE No | | Q-1 | |
| | | | | lectura "A" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Carr. (%) | lectura "A" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Carr. (%) | lectura "A" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Carr. (%) |
| 0.00 | 0 | 0:00 | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | 15.6 | | | | 22.7 | | | | 14.5 | | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 92.5 | | | | 76.7 | | | | 65.8 | | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 171.3 | | | | 120.3 | | | | 97.6 | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | | 253.6 | | | | 22.90 | 180.1 | | | 15.73 | 159.2 | | 13.58 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | 76.31 / 6.9 | 349.5 | | | | 225.3 | | | | 173.1 | | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 369.4 | | | | 245.6 | | | | 190.4 | | | |
| 5.00 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 19.35 | 423.1 | | | | 292.3 | | | | 211.4 | | | 18.82 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 490.2 | | | | 345.4 | | | | 260.3 | | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 540.5 | | | | 416.6 | | | | 325.2 | | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 600.3 | | | | 478.7 | | | | 390.7 | | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 779.1 | | | | 589.4 | | | | 470.8 | | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 811.2 | | | | 719.6 | | | | 545.2 | | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 940.2 | | | | 838.3 | | | | 650.2 | | | |

OBSERVACIONES : LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prueba de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
DEFINICIÓN DE F-F-20-2021-N1-2022-00





ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

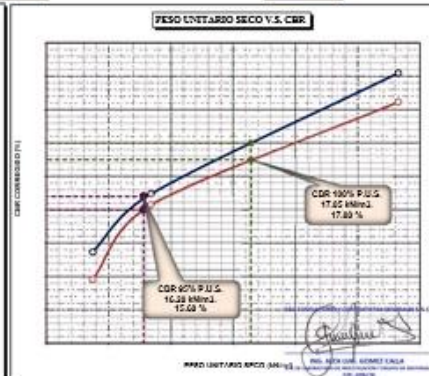
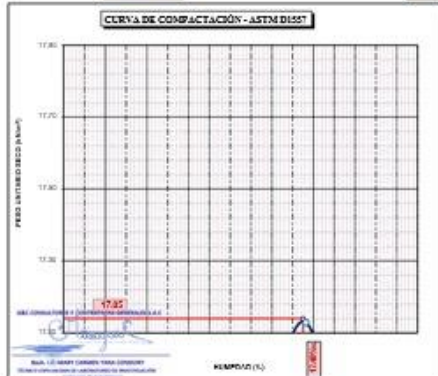
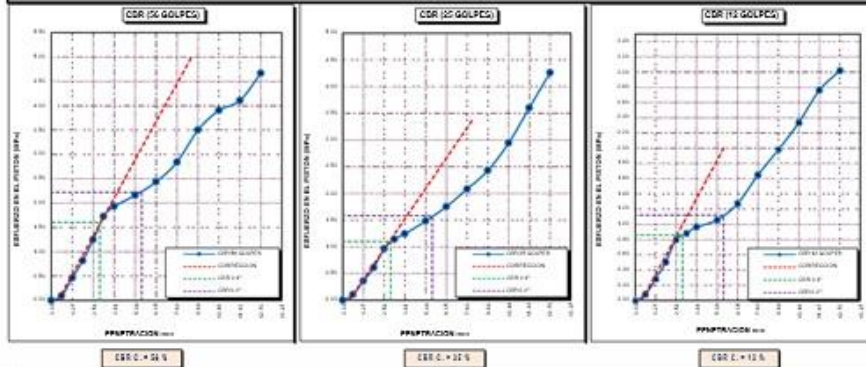
| | |
|---|-------------------------------------|
| TESTIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA LHECLA-MAZUCRUZ, PUNO - 2022 | Registro N° : |
| | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|--|---|----------------------------|
| UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA : SUBRASANTE | SOLICITANTE : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN | COORDENADAS |
| CALCATA : C - 04 | | ESTE : 000 |
| MUESTRA : M - 01 | TAMANO MÁXIMO : Nº 8 | NORTE : 000 |
| DOSIFICACIÓN : 1% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0) | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|---|--|--|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) : SH | NORMA : ASTM D-1557-12a1 | PESO UNITARIO SECO : 17.09 kN/m ³ |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO : Método "A" | PESO UNITARIO SECO AL 95% : 15.20 kN/m ³ |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas) | HUMEDAD ÓPTIMA : 17.40 % |

| | | | |
|------------------------------------|---------|-------------------------------------|--|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" % | 17.80 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" % | |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" % | 15.60 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" % | |

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|--|-------------------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N°: |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|----------------------|---|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBGRUPO N° 1 | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | ESTE : 000 |
| DOSIFICACIÓN: | : 3.0 % CENIZA T. QUINUA | NORTE : 000 |
| | TAMANO MÁXIMO: N.º 8 | COTA : 000 m.s.n.m. |
| | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | |

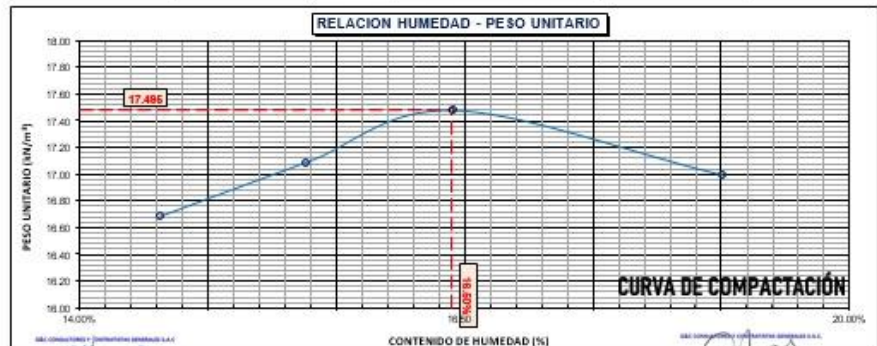
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO (Método A) |
| CLASIFICACIÓN (ASHFTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS : 5 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA : 25 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5429 | 5485 | 5552 | 5524 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1812 | 1868 | 1935 | 1907 |
| Densidad del Suelo Humedo | q/cm ³ | 1.948 | 2.009 | 2.081 | 2.051 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 47.30 | 47.70 | 46.20 | 45.8 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 225.3 | 272.9 | 251.5 | 244.70 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 205.3 | 243.2 | 222.2 | 215.00 |
| Masa del Agua | [g] | 20.0 | 29.7 | 29.4 | 29.7 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 158.0 | 195.5 | 175.0 | 169.20 |
| Humedad (%) | % | 12.70% | 15.20% | 16.80% | 17.50% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 12.70% | 15.20% | 16.80% | 17.50% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.729 | 1.744 | 1.782 | 1.745 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 16.96 | 17.10 | 17.48 | 17.11 |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D1557-12(2021) | PESO UNITARIO SECO | : 1.784 gr/cc | : 17.495 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Humedo | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16.50 % | : 16.50 % |



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Elaborado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]

Fecha: 10 de Marzo del 2022



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | |
|--|----------------------------|
| TEMA: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBGRANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-HAZOCRUZ, PUNO - 2022 | Registro N°: _____ |
| | Fecha: 01 de Mayo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|--|---|--------------------|
| UBICACIÓN: PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | SOLICITANTE: MR. ESCOBAR LIFACA, INOMATAN | |
| PROVINCIA: SUBICIÓN | COORDENADAS | |
| CALICATA: C - 04 | ESTE: 000 | NORTE: 000 |
| MUESTRA: M - 01 | TAMANO MÁXIMO: N.º 8 | COTA: 800 M.S.N.M. |
| DOSESIFICACIÓN: 3% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (3) | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| CLASIFICACIÓN (SUCE): SN | METODO DE DESAYO: [Método A] | TIEMPO DE INMERSIÓN: 4 Dias (96 Horas) | | |
| CLASIFICACIÓN (ASBITO): A-2-4 (3) | PESO UNITARIO SECO: 17.405 g/cm³ | TIPO DE MARTELLO: Manual | | |
| DESCRIPCIÓN (SUCE): Arena limosa | HUMEDAD ÓPTIMA: 16.50 % | MET. DE PREPARACIÓN: Húmedo | | |

| MOLDE No | CCO | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| NÚMERO DE CAPAS | 3 | 3 | 3 | 3 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | 25 | 12 | 12 |
| Nº SOBRECARGA CIRCULAR | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nº SOBRECARGA ANULAR | 1 | 1 | 1 | 1 |

| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SIN SOBRECARGA | SUPERCARGO | SIN SOBRECARGA | SUPERCARGO | SIN SOBRECARGA | SUPERCARGO |
|---------------------------|-----|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|---------------------------|-----|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|

| REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Húmedo + Molde | [g] | 12130 | 12460 | 12660 | 12410 | 11910 | 12180 |
| Masa del Molde | [g] | 7715 | 7715 | 7750 | 7750 | 7860 | 7860 |
| Masa del Suelo Húmedo | [g] | 4415 | 4745 | 4910 | 4660 | 4050 | 4320 |
| Volumen del Suelo | cm³ | 2561 | 2561 | 2567 | 2567 | 2101 | 2101 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cm³ | 1.711 | 1.850 | 1.905 | 1.815 | 1.930 | 2.056 |
| Capas de | % | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capas | [g] | 44.62 | 65.10 | 63.38 | 46.87 | 44.36 | 65.47 |
| Suelo Húmedo + Capas | [g] | 225.5 | 270.0 | 244.0 | 246.2 | 195.3 | 280.3 |
| Masa del Suelo Seco + Capas | [g] | 195.8 | 233.1 | 218.0 | 215.0 | 173.6 | 240.2 |
| Masa del Agua | [g] | 29.7 | 36.9 | 26.0 | 34.20 | 22.70 | 40.1 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 171.10 | 174.0 | 154.4 | 168.1 | 128.20 | 160.7 |
| % de Humedad | % | 10.62% | 21.20% | 16.84% | 20.34% | 17.70% | 22.19% |
| Promedio de Humedad | % | 19.62% | 21.24% | 16.84% | 20.34% | 17.79% | 22.19% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm³ | 1.782 | 1.877 | 1.768 | 1.855 | 1.640 | 1.683 |
| Peso Unitario Seco | kN/m³ | 17.480 | 18.410 | 17.340 | 18.190 | 16.682 | 16.505 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
|----------|------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|-------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 0:00:00 | | 537.00 | 0.00 | 0.00 | 611.00 | 0.00 | 0.00 | 691.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24:00:00 | | 537.00 | 0.00 | 0.00 | 611.00 | 0.00 | 0.00 | 691.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 48:00:00 | | 536.00 | -0.03 | -0.02 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 691.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 72:00:00 | | 535.00 | -0.05 | -0.04 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 690.00 | -0.03 | -0.02 | -0.02 |
| 96:00:00 | | 535.00 | -0.05 | -0.04 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 690.00 | -0.03 | -0.02 | -0.02 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------------------------------|--------------|----------|-------|--------------|----------|-------|--------------|----------|-------|
| mm | Fkg | Tiempo | Carga Estándar (kg/100) / Mpa | MOLDE No A-1 | | | MOLDE No N-1 | | | MOLDE No Q-1 | | |
| | | | | LECTURA "kg" | σ Rq/cm² | σ Mpa | LECTURA "kg" | σ Rq/cm² | σ Mpa | LECTURA "kg" | σ Rq/cm² | σ Mpa |
| 0.00 | 0 | 0:00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 0.63 | 0.625 | 0:30 | 47.0 | | | 61.3 | | | 36.3 | | | |
| 1.27 | 0.950 | 1:00 | 156.7 | | | 145.9 | | | 82.3 | | | |
| 1.90 | 0.975 | 1:30 | 254.5 | | | 215.6 | | | 132.7 | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.31 / 0.9 | 269.3 | | 24.90 | | | 18.50 | 158.8 | 11.10 | |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | 487.0 | | | 399.6 | | | 170.6 | | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | 605.6 | | | 494.1 | | | 215.1 | | | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | 685.4 | | 32.20 | 510.7 | | 27.30 | 225.5 | 16.04 | |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 1024.3 | | | 739.8 | | 310.6 | | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 1278.5 | | | 840.5 | | 378.2 | | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 1377.3 | | | 885.7 | | 426.1 | | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 1578.4 | | | 958.5 | | 550.3 | | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 1665.3 | | | 965.3 | | 550.3 | | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 1810.2 | | | 989.4 | | 676.3 | | | |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prueba de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Módulo de Elasticidad E = 20-22-30 (kg/cm²) = 20-22-30 MPa



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

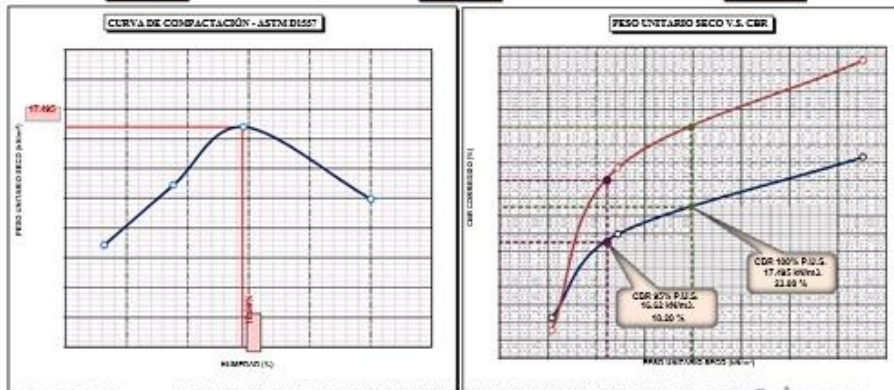
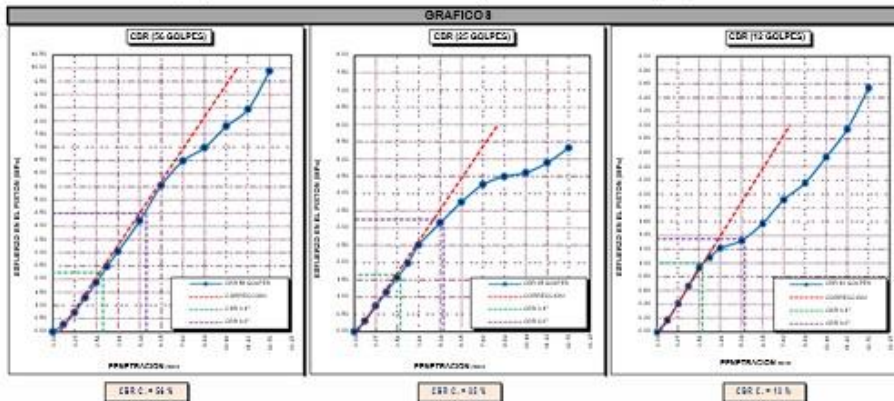
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|--------------|--|--------------------|------------------------|
| TESIS | : "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE (INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA LHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N° | : |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | | |
| CALCATA | : C - 04 | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N.º 8 |
| DOSEIFICACIÓN | : 3% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | NORMA | : ASTM D1557-12(2021) |
| CLASIFICACIÓN (ASHSTO) | : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | : [Método A] |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17,495 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16,52 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 16,50 % |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---------|----------------------------------|---|--|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 23.00 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 18.20 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Alvarez
 Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
 Responsable del Laboratorio

Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

Alvarez
 Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
 Responsable del Laboratorio



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|-------|--|------------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO : CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA- MAZOCRUZ, PUÑO - 2022" | Registro N°: |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|---|-----------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE: | BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | TAMANO MÁXIMO: | N.º 8 |
| MUESTRA | : M - 01 | CLASIF. SUELOS: | A-2-4 (0) |
| DOSEIFICACION: | : 5.5% CENIZA T. QUINUA | | |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | 000 |
| | | NORTE | 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |

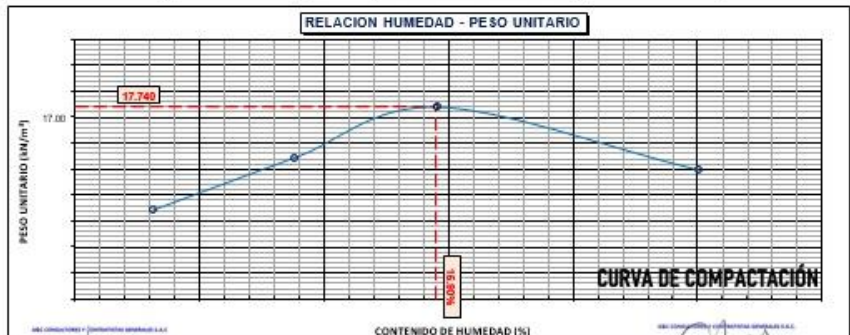
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO (Método A) |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA |
| | | | 25 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------|------------|-------------------|---------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g. | TIPO DE MARTILLO | Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5434 | 5490 | 5558 | 5531 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1817 | 1873 | 1941 | 1914 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 1.954 | 2.014 | 2.087 | 2.058 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|-------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 47.70 | 47.3 | 46.8 | 40.0 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 224.4 | 271.8 | 251.5 | 245.10 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 205.3 | 244.0 | 222.2 | 215.00 |
| Masa del Agua | [g] | 19.10 | 27.8 | 29.40 | 30.10 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 157.6 | 196.70 | 175.40 | 175.00 |
| Humedad (%) | % | 12.10% | 14.20% | 16.70% | 17.20% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 12.10% | 14.20% | 16.70% | 17.20% |
| Densidad del Suelo Seco | q/cm ³ | 1.743 | 1.764 | 1.788 | 1.756 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 17.09 | 17.30 | 17.53 | 17.22 |

| | | | | |
|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------|-------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D1557-12(2021) | PESO UNITARIO SECO | 1.809 gr/cc | 17.74 kN/m ³ |
| MET. DE PREPARACION | : HUMEDOS | HUMEDAD OPTIMA | 15.90 % | 15.90 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Elaborado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]

Fecha: 10/03/2022



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|---------|--|-------------|------------------------|
| TÍTULOS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUENUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUÑO - 2022* | Registro N° | : |
| | | Fecha | : 30 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | | |
|-----------------|--|---------------------------|---------------------|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLADO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | | |
| PROVENIENCIA | SOLICITANTE: DR. ESCOBAR LIFACA, SHONATAM | | COORDENADAS |
| CALICATA | C - 04 | | ESTE : 050 |
| MUESTRA | H - 01 | TAMANO MÁXIMO: N.º 8 | NORTE : 050 |
| DOSEIFICACIÓN: | 15.5% CENIZA T. QUENUA | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) | COTA : 200 M.S.N.M. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | | | |
|---------------------------|----------------|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | OH | METODO DE CNG/VO | (Método A) | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| CLASIFICACIÓN (ASHTO) | A-2-4 (0) | PESO UNITARIO SECO | : 17.74 t/m ³ | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | Área Intensa | HUMEDAD ÓPTIMA | : 15.90 % | NET. DE PREPARACIÓN | : Harado |
| MOLDE No | COL | A-1 | N-1 | Q-1 | |
| NÚMERO DE CAPAS | 5 ⁰ | 5 | 5 | 5 | |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 5 ⁰ | 56 | 25 | 12 | |
| Nº SOBRECARGA CIRCULAR | 5 ⁰ | 1 | 1 | 1 | |
| Nº SOBRECARGA ANULAR | 5 ⁰ | 1 | 1 | 1 | |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CSL | SIN SUPERIOR | SUPERIOR | SIN SUPERIOR | SUPERIOR |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Harado + Molde | [g] | 12235 | 12495 | 12120 | 12475 | 11992 | 12256 |
| Masa del Molde | [g] | 7719 | 7719 | 7760 | 7760 | 7871 | 7871 |
| Masa del Suelo Harado | [g] | 4487 | 4776 | 4360 | 4715 | 4121 | 4385 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2362 | 2362 | 2366 | 2366 | 2109 | 2109 |
| Densidad del Suelo Harado | g/cm ³ | 1.900 | 2.024 | 1.843 | 2.000 | 1.952 | 2.064 |
| Capasul No | No | PC - 1 | PC - 2 | PC - 3 | PC - 4 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capasul | [g] | 65.32 | 42.18 | 63.0 | 47.43 | 46.09 | 60.10 |
| Suelo Harado + Capasul | [g] | 280.0 | 222.38 | 254.0 | 239.4 | 205.30 | 200.3 |
| Masa del Suelo Seco + Capasul | [g] | 253.0 | 196.38 | 225.00 | 225.6 | 182.50 | 250.0 |
| Masa del Agua | [g] | 27.0 | 26.0 | 29 | 31.7 | 22.8 | 40.30 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 192.7 | 154.1 | 162.0 | 178.20 | 137.5 | 189.80 |
| % de Humedad | % | 14.01% | 16.87% | 17.99% | 18.03% | 16.62% | 21.23% |
| Promedio de Humedad | % | 14.01% | 16.87% | 17.99% | 18.03% | 16.62% | 21.23% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.890 | 1.863 | 1.771 | 1.801 | 1.683 | 1.703 |
| Peso Unitario Seco | t/m ³ | 18.538 | 18.220 | 17.360 | 18.640 | 16.504 | 16.700 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Día | Expansión | | Día | Expansión | | Día | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 537.00 | 0.00 | 0.00 | 611.00 | 0.00 | 0.00 | 691.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 537.00 | 0.00 | 0.00 | 611.00 | 0.00 | 0.00 | 691.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 48:00:00 | 536.00 | -0.03 | -0.02 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 691.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 72:00:00 | 536.00 | -0.05 | -0.04 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 690.00 | -0.03 | -0.02 |
| | | 96:00:00 | 535.00 | -0.05 | -0.04 | 610.00 | -0.03 | -0.02 | 690.00 | -0.03 | -0.02 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---|--------------|----------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|--------------|---------------|--------------|----------------------|-------|
| PENETRACIÓN | | Tiempo | Carga Estándar Kg/cm ² / Mpa | MOLDE No A-1 | | | MOLDE No N-1 | | | MOLDE No Q-1 | | | | |
| mm | Pug. | | | lectura "kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | lectura "kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa | CBR Corr. (%) | lectura "kg" | σ Kg/cm ² | σ Mpa |
| 0.00 | 0 | 0:00 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 |
| 0.43 | 0.025 | 0:30 | | 51.0 | | 61.3 | | 29.0 | | | | | | |
| 1.37 | 0.050 | 1:00 | | 156.3 | | 135.8 | | 81.2 | | | | | | |
| 1.80 | 0.075 | 1:30 | | 252.5 | | 209.6 | | 143.7 | | | | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 79.31 / 6.9 | 398.5 | | 34.81 | 312.5 | 35.92 | 180.3 | | | | | 15.29 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 483.0 | | | 398.6 | | 212.6 | | | | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 600.5 | | | 494.1 | | 250.1 | | | | | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | 872.0 | | 45.68 | 640.32 | 33.20 | 291.2 | | | | | 14.13 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 1086.3 | | | 793.8 | | 350.6 | | | | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 1258.5 | | | 830.5 | | 378.2 | | | | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 1387.3 | | | 885.7 | | 416.1 | | | | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 1506.4 | | | 918.6 | | 510.3 | | | | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 1675.3 | | | 965.3 | | 590.7 | | | | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 2015.8 | | | 1088.3 | | 737.3 | | | | | |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. Prueba de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO 5".



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E ENSAYO DE MATERIALES

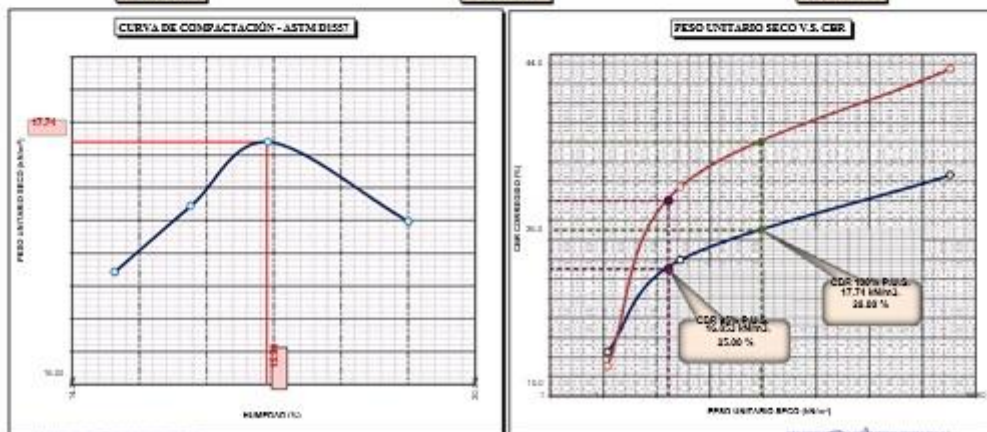
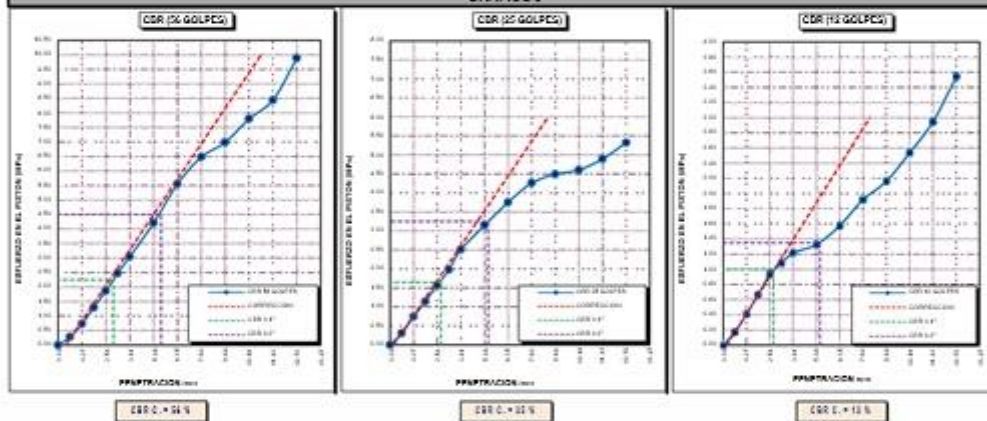


ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|
| TESIS | *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° | : |
| | | Fecha | : 10 de Marzo del 2022 |
| DATOS GENERALES | | | |
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | | |
| CALICATA | : C - 04 | SOLICITANTE | : BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO | : N.º 8 |
| DOSEIFICACIÓN | : 5.5% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS | : A-2-4 (0) |
| | | COORDENADAS | |
| | | ESTE | : 000 |
| | | NORTE | : 000 |
| | | COTA | : 000 m.s.n.m. |
| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SH | NORMA | : ASTM D1557-12(2021) |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | : [Método A] |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | : 17.74 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | : 16.853 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | : 15.90 % |
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 28.00 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 25.00 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" % |

GRAFICO 1



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

LABORATORIO G&C GEOTECHNIK
 Calle: 22 AV. SAN JUAN DE LOS RIOS
 C/Av. de la Libertad, s/n. - PUNO
 08000

ING. ALEX LUIS GONZALEZ CALLA
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 CIP 28819



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

| | | |
|--------------|---|------------------------------------|
| TESIS | "ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZÓCRUZ, PUNO - 2022" | Registro N°: |
| | | Fecha: 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|-----------------------|---|--|
| UBICACIÓN | : PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | : SUBRASANTE | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | : C - 04 | COORDENADAS |
| MUESTRA | : M - 01 | TAMANO MÁXIMO: N° 8 |
| DOSEIFICACION: | : 8% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (0) |
| | | ESTE 000 |
| | | NORTE 000 |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS DEL ENSAYO | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | : SM | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-2-4 (0) | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05 |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | : Arena limosa | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA 56 |

| EQUIPO EMPLEADO | | | |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------|
| MOLDE No | : X - 05 | VOLUMEN DEL MOLDE | : 930 cm ³ |
| MASA DEL MOLDE | : 3,617 g | TIPO DE MARTILLO | : Manual |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 5412 | 5476 | 5520 | 5490 |
| Masa del Molde | [g] | 3617 | 3617 | 3617 | 3617 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 1795 | 1859 | 1903 | 1873 |
| Densidad del Suelo Humedo | [g/cm ³] | 1.930 | 1.999 | 2.046 | 2.014 |

| Capsula No | No | TP-01 | TP-02 | TP-03 | TP-04 |
|--------------------------------------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula | [g] | 47.00 | 48.00 | 47.30 | 45.9 |
| Suelo Humedo + Capsula | [g] | 285.0 | 238.0 | 270.00 | 291.00 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | [g] | 254.1 | 211.0 | 236.00 | 253.00 |
| Masa del Agua | [g] | 30.8 | 27.00 | 34.00 | 38.0 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 207.1 | 163.00 | 188.7 | 207.1 |
| Humedad (%) | % | 14.9% | 16.60% | 18.00% | 18.30% |
| Promedio de Humedad (%) | % | 14.9% | 16.60% | 18.00% | 18.30% |
| Densidad del Suelo Seco | [g/cm ³] | 1.680 | 1.715 | 1.734 | 1.666 |
| Peso Unitario Seco | [kN/m ³] | 16.48 | 16.82 | 17.00 | 16.34 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.750 gr/cc | : 17.16 kN/m ³ |
| RET. DE PREPARACION | : HUMEDO | PROPEDAD OPTIMA | : 17.50 % | : 17.50 % |



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
 Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
 Responsable de Laboratorio

IDENTIFICACION DE LABORATORIO N° 17-345-2007-000-10 (17/03/2022)

[Signature]
 Ing. Jhonatan Escobar Lupaca
 Responsable de Laboratorio



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

| | | |
|-------|---|------------------------------|
| TESIS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-NAZOCRUZ, PUÑO - 2022 | Registro N° |
| | | Fecha : 03 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|-----------------|---|---|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUÑO | |
| PROVINCIA | SUBSECRETARÍA | SOLICITANTE: DR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | C - 04 | ESTE : 000 |
| MUESTRA | M - 01 | NORTE : 000 |
| DOSIFICACIÓN: | 8% CENIZA T. QUINUA | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (5) |
| | | COTA : 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|------------------------|------------|----------------------|---------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SH | METODO DE ENSAYO | Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (ASBITO) | A-2-4 (5) | PESO UNITARIO SECO | : 17.16 kN/m ³ |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | arena fina | HUMEDAD ÓPTIMA | : 17.55 % |
| | | TIEMPO DE INMERSIÓN | : 4 Días (96 Horas) |
| | | TIPO DE MARTILLO | : Manual |
| | | MET. DE PREPARACIÓN | : Humedo |

| HOLDE No | COE | A-1 | N-1 | Q-1 |
|---------------------------|----------------|-----|-----|-----|
| NÚMERO DE CAPAS | 2 ^a | 5 | 5 | 5 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 2 ^a | 56 | 25 | 12 |
| N° SOBRECARGA CIRCULAR | 2 ^a | 1 | 1 | 1 |
| N° SOBRECARGA ANULAR | 2 ^a | 1 | 1 | 1 |

| CONDICIONES DE LA MUESTRA | COE | SIN SUPERGR | SUPERGRADO | SIN SUPERGR | SUPERGRADO | SIN SUPERGR | SUPERGRADO |
|---------------------------|-----|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Masa Suelo Humedo + Molde | [g] | 12483 | 12525 | 12148 | 12190 | 11546 | 11941 |
| Masa del Molde | [g] | 8043 | 8043 | 8125 | 8125 | 7686 | 7686 |
| Masa del Suelo Humedo | [g] | 4440 | 4482 | 4020 | 4265 | 3860 | 4255 |
| Volumen del Suelo | cm ³ | 2078 | 2078 | 2075 | 2075 | 2073 | 2073 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm ³ | 2.137 | 2.157 | 1.937 | 2.055 | 1.862 | 2.053 |
| Capas No | Mo | PC - 1 | PC - 3 | PC - 3 | PC - 6 | PC - 5 | PC - 6 |
| Masa de la Capas | [g] | 46.23 | 48.15 | 44.35 | 62.76 | 46.18 | 56.80 |
| Suelo Humedo + Capas | [g] | 224.68 | 271.30 | 222.00 | 316.30 | 249.50 | 286.2 |
| Masa del Suelo Seco + Capas | [g] | 198.68 | 238.40 | 197.20 | 276.0 | 212.5 | 249.00 |
| Masa del Agua | [g] | 26.00 | 32.90 | 25.70 | 40.3 | 27.0 | 37.2 |
| Masa del Suelo Seco | [g] | 152.48 | 190.3 | 152.8 | 213.2 | 166.40 | 192.2 |
| % de Humedad | % | 17.03% | 17.28% | 16.89% | 18.81% | 16.78% | 19.37% |
| Promedio de Humedad | % | 17.83% | 17.28% | 16.89% | 18.81% | 16.78% | 19.37% |
| Densidad del Suelo Seco | g/cm ³ | 1.826 | 1.839 | 1.659 | 1.730 | 1.595 | 1.720 |
| Peso Unitario Seco | kN/m ³ | 17.910 | 18.030 | 16.370 | 16.965 | 15.642 | 16.867 |

| Fecha | Hora | Tiempo | Día | Expansión | | Día | Expansión | | Día | Expansión | |
|-------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 461.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 24:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 461.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 48:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 461.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 72:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 461.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.03 | 0.02 |
| | | 96:00:00 | 470.00 | 0.00 | 0.00 | 461.00 | 0.00 | 0.00 | 561.00 | 0.03 | 0.02 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--|-------------|-----|-----|---------------|-------------|-----|-----|---------------|-------------|-----|-----|---------------|
| mm | Pulg. | Tiempo | Carga Estándar kg/cm ² / kN | HOLDE No | | | | HOLDE No | | | | HOLDE No | | | |
| | | | | A-1 | A-1 | A-1 | A-1 | N-1 | N-1 | N-1 | N-1 | Q-1 | Q-1 | Q-1 | Q-1 |
| | | | | LECTURA "A" | σ | Mo | CSR Corr. (%) | LECTURA "A" | σ | Mo | CSR Corr. (%) | LECTURA "A" | σ | Mo | CSR Corr. (%) |
| 0.50 | 0 | 0:00 | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | |
| 0.63 | 0.025 | 0:30 | | 47.3 | | | | 45.3 | | | | 39.2 | | | |
| 1.27 | 0.050 | 1:00 | | 152.6 | | | | 108.4 | | | | 86.6 | | | |
| 1.90 | 0.075 | 1:30 | | 226.6 | | | | 189.6 | | | | 135.4 | | | |
| 2.54 | 0.100 | 2:00 | 70.31 / 6.9 | 331.0 | | | 26.00 | 296.8 | | | 20.15 | 168.3 | | | 12.88 |
| 3.17 | 0.125 | 2:30 | | 420.2 | | | | 320.4 | | | | 190.6 | | | |
| 3.81 | 0.150 | 3:00 | | 540.3 | | | | 390.4 | | | | 200.2 | | | |
| 5.08 | 0.200 | 4:00 | 105.46 / 10.35 | 760.6 | | | 26.71 | 550.2 | | | 26.00 | 215.1 | | | 11.30 |
| 6.35 | 0.250 | 5:00 | | 817.3 | | | | 630.4 | | | | 275.6 | | | |
| 7.62 | 0.300 | 6:00 | | 909.4 | | | | 732.6 | | | | 326.6 | | | |
| 8.89 | 0.350 | 7:00 | | 1070.3 | | | | 770.8 | | | | 460.3 | | | |
| 10.16 | 0.400 | 8:00 | | 1256.1 | | | | 820.2 | | | | 560.1 | | | |
| 11.43 | 0.450 | 9:00 | | 1378.2 | | | | 890.4 | | | | 630.6 | | | |
| 12.70 | 0.500 | 10:00 | | 1650.4 | | | | 1036.2 | | | | 762.7 | | | |

OBSERVACIONES : LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PREPARACIONES POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prueba de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
DATOS: REVISOR F-22-303-01 N°: 2/21/2022





G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

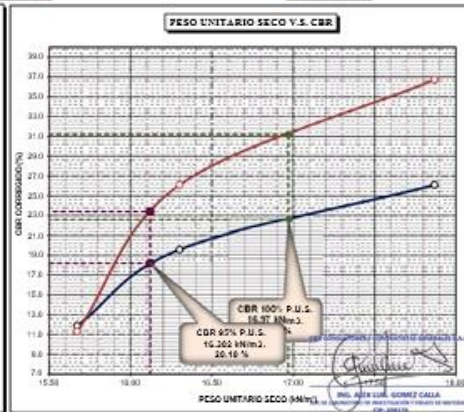
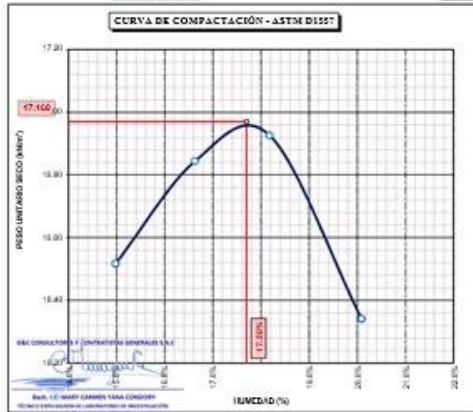
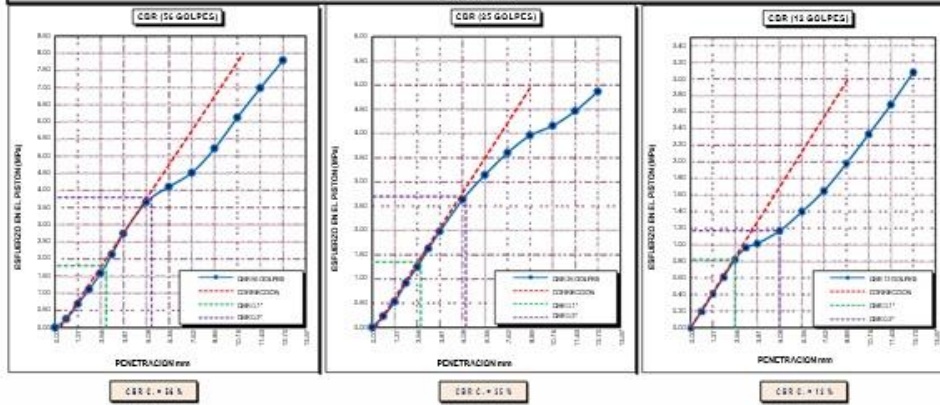
| | | |
|--------------|--|-------------------------------------|
| TESIS | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA EN LA CARRETERA CHECCA-MAZOCRUZ, PUNO - 2022* | Registro N° |
| | | Fecha : 10 de Marzo del 2022 |

| DATOS GENERALES | | |
|--|---|--|
| UBICACIÓN | PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO | |
| PROCEDENCIA | SUBRASANTE | SOLICITANTE: BR. ESCOBAR LUPACA, JHONATAN |
| CALICATA | C - 04 | COORDENADAS |
| MUESTRA | M - 01 | |
| DOSIFICACIÓN: 8% CENIZA T. QUINUA | TAMANO MÁXIMO: N.º 8 | NORTE 000 |
| | CLASIF. SUELOS: A-2-4 (D) | COTA: 000 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | DATOS PARA EL ENSAYO | |
|-------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SP1 | NORMA | ASTM D-1557-12a1 |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-2-4 (0) | METODO DE ENSAYO | Método "A" |
| DESCRIPCIÓN (SUCS) | arena limosa | TIEMPO DE INMERSIÓN | 4 Días (96 Horas) |
| | | PESO UNITARIO SECO | 17.16 kN/m ³ |
| | | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 16.302 kN/m ³ |
| | | HUMEDAD ÓPTIMA | 17.50 % |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|----------------|----------------------------------|---|--|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 24.80 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" | % | 20.10 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" | % | |

GRAFICOS



OBSERVACIONES

: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

Anexo 6. Confiabilidad



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-243-2021

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| Expediente | 20302 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| Solicitante | G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES | |
| Dirección | AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO | |
| Instrumento de medición | CAZUELA CASAGRANDE | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración. |
| Marca (o Fabricante) | HUMBOLDT | |
| Modelo | NO INDICA | |
| Número de Serie | NO INDICA | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. |
| Procedencia | USA | |
| Código | NO INDICA | |
| Ubicación del Equipo | LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS | Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos. |
| Lugar de Calibración | AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO | |
| Fecha de Calibración | 2021-21-21 | |

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: L-1086-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 14,3 °C ; Humedad relativa prom. 56,5 HR%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello



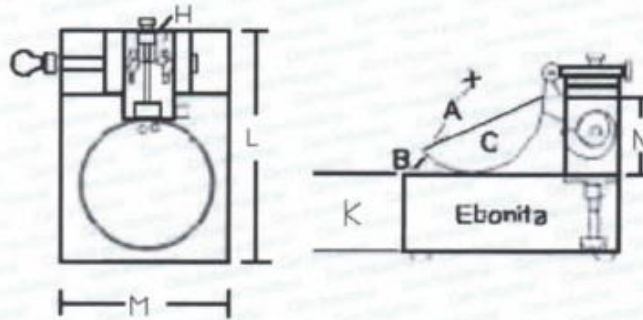
Fecha de emisión

2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



Dimensiones MTC E-110 Aparato de Límite Líquido

| Descripción | Conjunto de la cazuela | | | Base | | | |
|------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---|---------|-------|-------|
| | Radio de la copa | Espesor de la copa | Profundidad de la copa | Copa desde la guía del elevador hasta la base | Espesor | Largo | Ancho |
| Dimensiones (mm) | 54 | 2,0 | 27 | 47 | 50 | 150 | 125 |
| Tolerancia (mm) | 2 | 0,1 | 1 | 1,5 | 5 | 5 | 5 |

Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

| Descripción | Conjunto de la cazuela | | | Base | | | |
|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---|---------|-------|-------|
| | Radio de la copa | Espesor de la copa | Profundidad de la copa | Copa desde la guía del elevador hasta la base | Espesor | Largo | Ancho |
| Dimensiones (mm) | 54,9 | 1,9 | 27,2 | 50,1 | 49,7 | 150 | 125 |
| Incertidumbre (mm) | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |



Fin de documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número
Expediente
Página

LT-145-2021
20302
1 de 5

Solicitante G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO

Laboratorio de temperatura

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

| | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Equipo | HORNO |
| Marca / Fabricante | ALFA |
| Modelo | G-0301250 |
| Serie / Identificación | NO INDICA / NO INDICA |
| Procedencia | NO INDICA |
| Instrumento de medición | TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL |
| Marca / Fabricante | NO INDICA |
| Modelo | NO INDICA |
| Alcance / Resolución | 300 °C / 0.1 °C |
| Identificación | NO INDICA |
| Selector | DIGITAL |
| Marca / Fabricante | NO INDICA |
| Modelo | NO INDICA |
| Alcance / Resolución | 300 °C / 0.1 °C |
| Ubicación del instrumento | LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS |

Lugar de calibración AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO

Fecha de calibración 2021-12-21

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

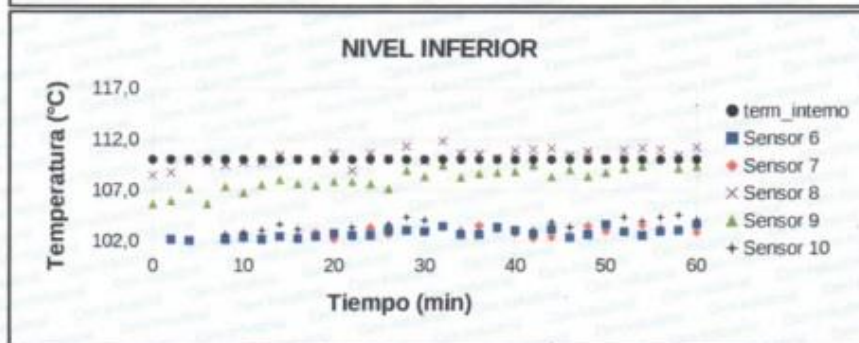
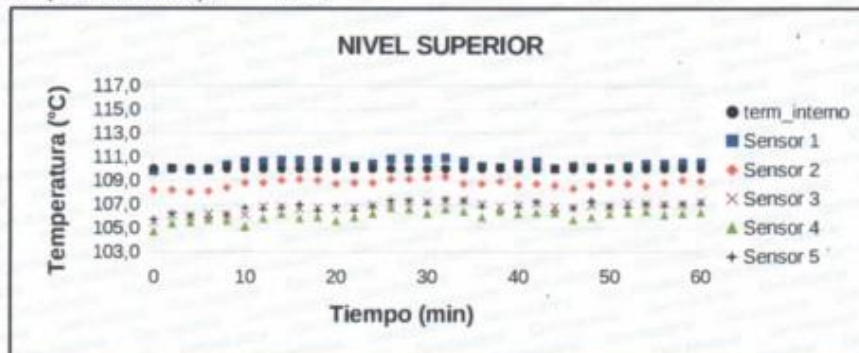
2021-12-28



CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isotermo.



Fin del documento.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1737-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO
FECHA : 2021/11/30
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LAB. DE MASA PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

| | | | |
|-------------|---------------|----------------------------|-----------|
| MARCA | : OHAUS | CAPACIDAD MÁXIMA | 30 kg |
| Nº DE SERIE | : 8356390604 | DIV. DE ESCALA (d) | 0.001 kg |
| MODELO | : R21PE30ZH | DIV. DE VERIFICACIÓN (e) | 0.010 kg |
| TIPO | : ELECTRÓNICA | CÓDIGO DE LA BALANZA | NO INDICA |
| CLASE | III | CAPACIDAD MÍNIMA | 0.02 kg |

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 306, 314, 315, 316 - CM - M - 2020

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | NIVELACIÓN | TIENE |
| SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | | | | |
|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
| Temp °C | Inicial | Final | H. R. % | Inicial | Final |
| | 18.9 | 18.9 | | 72 | 72 |

| Medición Nº | Carga L1 = 15.000 kg | | | Carga L2 = 30.000 kg | | |
|-------------|----------------------|-----------|----------|----------------------|-----------|----------|
| | l (kg) | ΔL (kg) | E (kg) | l (kg) | ΔL (kg) | E (kg) |
| 1 | 15.000 | 0.0005 | 0.0000 | 30.000 | 0.0006 | -0.0001 |
| 2 | 15.000 | 0.0005 | 0.0000 | 30.000 | 0.0006 | -0.0001 |
| 3 | 15.000 | 0.0006 | -0.0001 | 30.000 | 0.0006 | -0.0001 |
| 4 | 15.000 | 0.0006 | -0.0001 | 30.000 | 0.0005 | 0.0000 |
| 5 | 15.000 | 0.0006 | -0.0001 | 30.000 | 0.0006 | -0.0001 |
| 6 | 15.000 | 0.0005 | 0.0000 | 30.000 | 0.0006 | -0.0001 |
| 7 | 15.000 | 0.0006 | -0.0001 | 30.000 | 0.0005 | 0.0000 |
| 8 | 15.000 | 0.0006 | -0.0001 | 30.000 | 0.0006 | -0.0001 |
| 9 | 15.000 | 0.0006 | -0.0001 | 30.000 | 0.0005 | 0.0000 |
| 10 | 15.000 | 0.0007 | -0.0002 | 30.000 | 0.0005 | 0.0000 |

$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

| Carga (kg) | Diferencia Máxima (kg) | E.M.P. (kg) |
|--------------|--------------------------|---------------|
| 15.00 | 0.0002 | 0.002 |
| 30.00 | 0.0001 | 0.003 |

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de Pys EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-122-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 20302

Solicitante G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C.

Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO –
PUNO

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado MAQUINA DE ENSAYO CBR

Alcance de Indicación 5000 Kgf

Marca (o Fabricante) NO INDICA

Modelo NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Indicador de Lectura INDICADOR DIGITAL

Marca (o Fabricante) NO INDICA

Modelo 315-X8

Número de Serie 221114

Identificación NO INDICA

Procedencia CHINA

Alcance de Indicación 0 Kgf A 5000 Kgf

Resolución 0,1 Kgf

Transductor de Fuerza CELDA TIPO S

Alcance de Indicación 5000 Kgf

Marca (o Fabricante) ZEMIC

Modelo H3-C3-5.0t-6B

Número de Serie P2C037485

Identificación NO INDICA

Procedencia CHINA

Fecha de Calibración 2021-12-21

Ubic. Del Equipo LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS

Lugar de Calibración AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 , Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado en la universidad Católica del Perú

Con Certificado N° INF-LE N° 013-21 (B)

Resultados de medición

| Lectura de la máquina (Fi) | | Lectura del patrón | | | Promedio | Cálculo de errores | | Incertidumbre |
|----------------------------|------|--------------------|---------|---------|----------|--------------------|---------------|----------------------------|
| | | Primera | Segunda | Tercera | | Exactitud | Repetibilidad | |
| % | kgf | kgf | kgf | kgf | kgf | q(%) | b(%) | U(%) |
| 10 | 500 | 497 | 497 | 496 | 497 | 0,7 | 0,3 | 0,42 |
| 20 | 1000 | 996 | 996 | 996 | 996 | 0,4 | 0,0 | 0,28 |
| 30 | 1500 | 1497 | 1497 | 1497 | 1497 | 0,2 | 0,0 | 0,26 |
| 40 | 2000 | 1998 | 1998 | 1998 | 1998 | 0,1 | 0,0 | 0,25 |
| 50 | 2500 | 2500 | 2501 | 2500 | 2500 | 0,0 | 0,0 | 0,25 |
| 60 | 3000 | 3001 | 3002 | 3001 | 3002 | -0,1 | 0,0 | 0,25 |
| 70 | 3500 | 3503 | 3504 | 3503 | 3503 | -0,1 | 0,0 | 0,25 |
| 80 | 4000 | 4005 | 4006 | 4004 | 4005 | -0,1 | 0,1 | 0,24 |
| 90 | 4500 | 4507 | 4508 | 4506 | 4507 | -0,2 | 0,0 | 0,24 |
| Lectura máquina en cero | | 0 | 0 | 0 | --- | 0 | 0 | Error máx. de cero(0)=0,00 |

Temperatura promedio durante los ensayos 14,5°C ; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20 % y el 90 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.



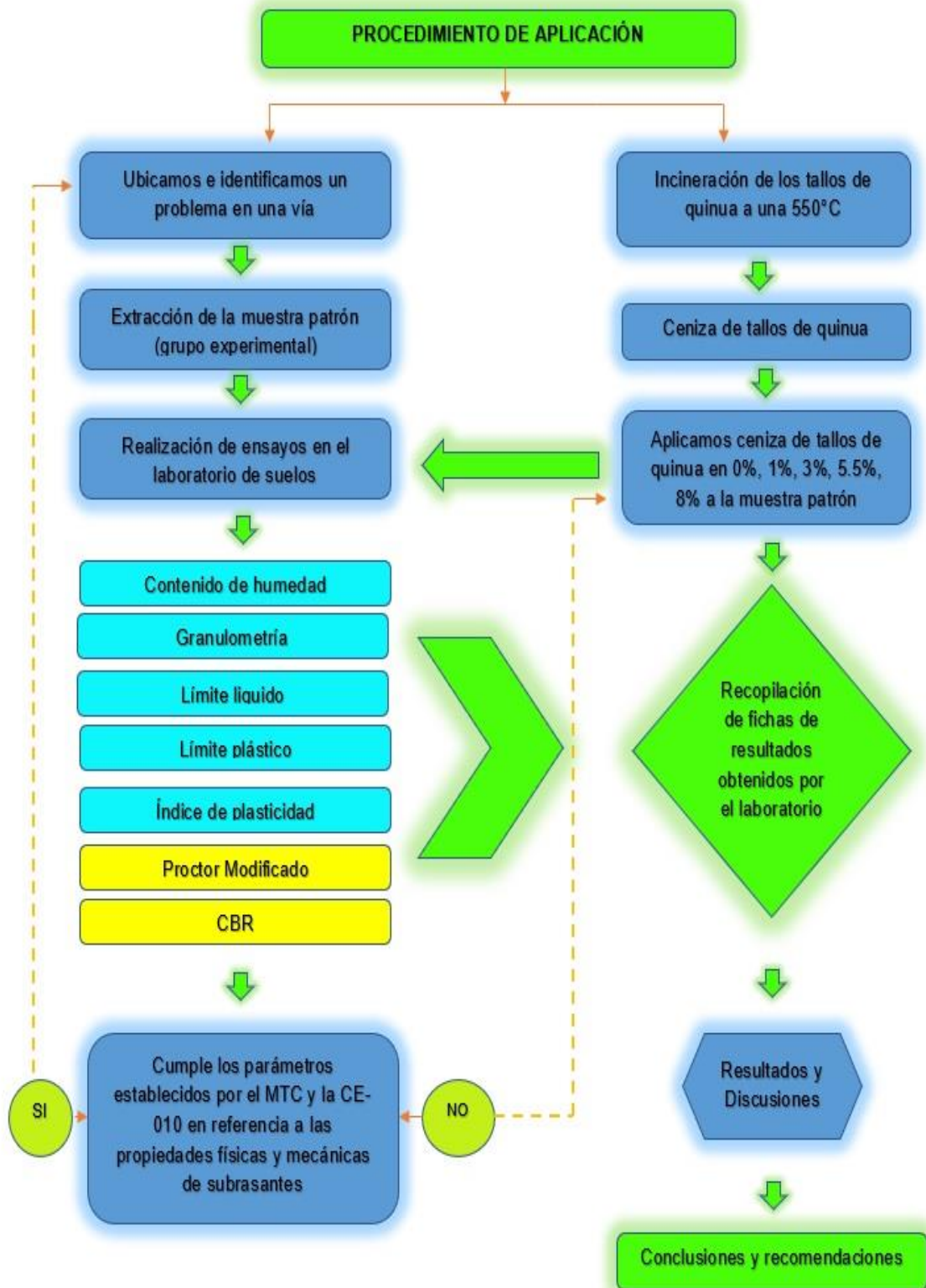
Anexo 7. Dosificación y resultados de antecedentes

TITULO: “Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazocruz, Puno – 2022”

AUTOR: Escobar Lupaca, Jhonatan

| TESIS | AUTOR | TITULO | Año | FIBRA | Porcentajes (%) | Indice de Plasticidad (IP = %) | Óptima Contenido de Humedad (OCH = %) | Máxima Densidad Seca (MDS = gr/cm ³) | California Bearing Ratio (CBR= %) |
|------------------------------------|--|--|------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------------|
| INTERNACIONALES | Clavería Vásquez Pía Andrea Triana Mendoza Daniel Fernando Varón Ospina Yenny Alejandra | Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con cenizas de arroz y bagazo de caña como material para | 2018 | arroz y bagazo de caña | Suelo SM | 35.58 | 39.27 | 1.15 | 76.67 |
| | | | | | CBCA 5% | 0.00 | 38.69 | 1.11 | 62.28 |
| | | | | | CBCA 10% | 0.00 | 54.00 | 0.98 | 83.00 |
| | | | | | CBCA 15% | 0.00 | 47.61 | 0.96 | 99.13 |
| | Cobos Molina Mario Alejandro Ortegon Ramirez Carol Tatiana Peralta Zarrate Juan Camilo (Colombia) | Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café | 2019 | cascara de coco | Suelo SM | 0.00 | 39.27 | 1.07 | 76.67 |
| | | | | | CCO 5% | 0.00 | 38.14 | 1.03 | 70.22 |
| | | | | | CCO 10% | 0.00 | 51.17 | 0.99 | 85.32 |
| | Cañar Tiviano Santiago (Ecuador) | Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbon . | 2017 | cenizas de carbon | Suelo CH | 0.00 | 26.60 | 1.30 | 9.30 |
| | | | | | CC 20% | 0.00 | 29.10 | 1.31 | 10.20 |
| | | | | | CC 23% | 0.00 | 29.60 | 1.32 | 10.20 |
| NACIONALES | Bruno Alexander Diaz Trujillo | *Estabilización de los suelos del caserío de Cascajal Izquierdo con fines de pavimentación, utilizando ceniza de paja de trigo – Distrito Chimbote, Ancash | 2018 | paja de trigo | Suelo CL | 0.00 | 11.40 | 1.846 | 14.00 |
| | | | | | 25% | 0.00 | 11.00 | 1.981 | 20.00 |
| | | | | | 35% | 0.00 | 11.00 | 1.999 | 32.00 |
| | | | | | 45% | 0.00 | 11.00 | 1.965 | 23.00 |
| | Espinoza Chuquino Alexis Euler Velásquez Pérez Jhonatan Julián | *Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018* | 2018 | caña de azucar | Suelo CL | 16.11 | 6.38 | 1.656 | 6.67 |
| | | | | | CC 20% | 11.59 | 8.70 | 1.802 | 11.56 |
| | | | | | CC 25% | 9.73 | 9.56 | 1.859 | 15.18 |
| | | | | | CC 30% | 12.14 | 8.32 | 1.776 | 10.42 |
| | Camaclanqui Ccoillar, Gino Josué Rivera Cervantes, Jhonatan Stiven | Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de: madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021 | 2021 | fibra de coco | Suelo GC - CL | 2.53 | 13.20 | 1.8338 | 20.00 |
| | | | | | CCC 8.0 % | 2.36 | 11.80 | 1.86 | 21.00 |
| CCC 13.0 % | | | | | 2.53 | 15.10 | 1.85 | 20.00 | |
| CCC 18.0 % | | | | | 2.98 | 16.90 | 1.82 | 20.00 | |
| ARTICULOS Y TESIS EN OTROS IDIOMAS | Regasa, Hailu (Ethiopia) | *Engineering Geological Characterization and Possible Improvements for Sub- grade Materials, Case study of MekiZiway Highway, central Ethiopia* | 2018 | co productos de base biologica | Suelo CH | 0.00 | 15.00 | 1.2 | 10.00 |
| | | | | | 6% | 0.00 | 18.00 | 1.45 | 15.00 |
| | | | | | 11% | 0.00 | 22.00 | 1.5 | 19.00 |
| | | | | | 16% | 0.00 | 28.00 | 1.59 | 27.00 |
| | Nnochiri, Emeka (Nigeria) | *Effects of corn cob ash on lime stabilized lateritic soil" | 2018 | masorca de maiz | Suelo GP | 0.00 | 9.10 | 1.908 | 0.00 |
| | | | | | CMM 5% | 0.00 | 10.20 | 1.981 | 0.00 |
| | | | | | CMM 8% | 0.00 | 12.80 | 2.004 | 0.00 |
| | | | | | CMM 14% | 0.00 | 14.00 | 1.962 | 0.00 |
| | Akinwumi, Aidomojie (Nigeria) | *Effect of Corncob ash on the geotechnical properties of Lateritic soil stabilized with Portland cement" | 2016 | masorca de maiz con cemento | suelo CL | 0.00 | 13.20 | 1.8338 | 20.00 |
| | | | | | CMM 2.0 % | 0.00 | 11.80 | 1.86 | 24.00 |
| CMM 8.0 % | | | | | 0.00 | 15.10 | 1.85 | 0.00 | |
| CMM 12.0 % | | | | | 0.00 | 16.90 | 1.82 | 27.00 | |

Anexo 8. procedimientos



Procedimiento de Aplicación



1. calicatas



2. Recolección de tallos de quinua



3. Calcinación de los tallos de quinua a 550°C



4. Granulometría



6. Límites de Atterberg



5. Dosificación del suelo y ceniza



7. Proctor Modificado



8. CBR

Anexo 9: Ficha de recolección de datos del tratamiento del producto



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TRATAMIENTO DEL PRODUCTO

TÍTULO: “Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca – Mazocruz, Puno 2022”

ELABORADO: Escobar Lupaca Jhonatan.

UBICACIÓN: Departamento de Puno, Provincia del Collao, Distrito de Ilave.

FECHA: 02/01/2022

| FECHA | HORA | DESCRIPCIÓN |
|---------------------|-------------|--|
| 02/01/2022 | 8:30 a. m. | Recolección de los tallos de quinua en la misma zona de la carretera Checca – Mazocruz. |
| 03/01/2022 | 1:45 p. m. | El material recolectado se trasladó al lugar donde se tratará el producto. |
| 03/01/2022 | 5:30 p. m. | Acopiado de los tallos de quinua en garaje del lugar de tratamiento. |
| 05/01/2022 | 9:00 a. m. | Reunión de personal para la pre calcinación de los tallos de quinua en una bandeja metálica. |
| 06/01/2022 | 8:30 a. m. | Se realiza el Tamizado de la ceniza de tallos de quinua por la malla número # 4. |
| 07/01/2022 | 10:00 a. m. | Calcinación de la ceniza de tallos de quinua pasante de la malla número #4, mediante una mufla a 550°C en un laboratorio químico. |
| 07/01/2022 | 2:00 p. m. | Se obtuvo 15 kg de ceniza de tallos de quinua |
| 08/02/2022 | 8:00 a. m. | Se llevo una proporción de cenizas de tallo de quinua al laboratorio de química de la UNA, para que se realice el análisis de la composición físico - químico de la ceniza de tallos de quinua |
| 09/01/2022 | 2:00 p. m. | Se llevo las cenizas de tallos de quinua al laboratorio de suelos y pavimentos. |
| 10/01/2022 | 11:00 a. m. | Se realiza el tamizado de las cenizas de tallos de quinua por medio de la malla # 200. |
| 11/01/2022 | 1:00 p. m. | Quedan listo las cenizas de tallos de quinua para ser sometidos en diferentes dosificaciones en los ensayos de suelos. |
| 17/01/2022 | 2:10 p. m. | Se recogen los resultados del laboratorio químico de la UNA del análisis de la composición físico - químico de la ceniza de tallos de quinua, como resultado son cenizas de clase N. |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| OBSERVACIÓN: | | |

Ficha de recolección de datos de ensayo de límites de consistencia

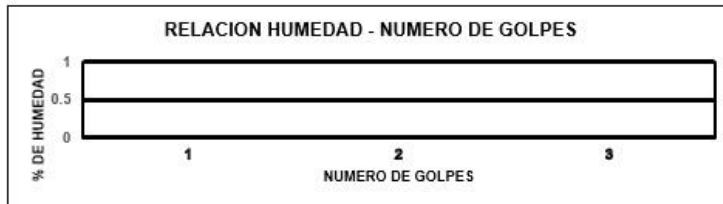
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

| | | |
|--------------------|--|------------------------|
| REFERENCIA | Datos de Laboratorio | |
| SOLICITANTE | Escobar Lupaca, Jhonatan | |
| TESIS | "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazo cruz, Puno - 2022" | |
| UBICACIÓN | Checca - Mazocruz, Puno | Fecha de ensayo: _____ |
| CALICATA | | |
| MUESTRA | | |
| PROFUNDIDAD | | |

| DESCRIPCION | UNIDA D | Material Pasante Tamiz N° | | | | | |
|--|------------|---------------------------|---|---|-----------------|---|---|
| | | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
| Nro. De Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A) | gr. | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | gr. | | | | | | |
| Peso de Recipiente (C) | gr. | | | | | | |
| Peso del Agua (A-B) | gr. | | | | | | |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | gr. | | | | | | |
| Contenido de Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$ | % | | | | | | |
| N° De Golpes | | | | | | | |

| RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITES DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|----------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLÁSTICO | |
| | | | |



Elizabeth
Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERA GEÓLOGA
CIP: 12136

UNIVERSIDAD ANÓNIMA
CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A. BRAGDA
Ing. Pamela Barrankis Quiroz
CIP: 108700

UNIVERSIDAD ANÓNIMA
"NESTOR GALERES VELÁSQUEZ"
Ing. Carlos A. Cáceres Vargas
SECRETARIO ACADÉMICO
ALUMNOS: TUBIMAY TOROZO PUNA
CIP: 72725

(CBR)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

NORMA ASTM D1883

| | | | |
|-------------|---|------------------|--|
| REFERENCIA | Datos de Laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Escobar Lupaca, Jhonatan | | |
| TESES | "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazocruz, Puno - 2022" | | |
| UBICACIÓN | Checca - Mazocruz, Puno | Fecha de ensayo: | |
| CALICATA | | | |
| MUESTRA | | | |
| PROFUNDIDAD | | | |

| CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|----------|-------------|--------------------|--------------------|-------|-------------|--------------------|--------------------|-------|
| MOLDE N° | 1 | | | 2 | | | 3 | | | | | | |
| N° Capas | | | | | | | | | | | | | |
| N° de golpes | | | | | | | | | | | | | |
| COND. MUESTRA | NO SATURADO | SATURADO | | NO SATURADO | SATURADO | | NO SATURADO | SATURADO | | | | | |
| P. Suelo+ Molde (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Molde (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tara + suelo húmedo (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Tara + suelo seco (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Agua (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Tara (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr) | | | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) | | | | | | | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | H | Tiempo | | Expansión | | Expansión | | Expansión | | | | | |
| | | H | H | mm | % | mm | % | mm | % | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (0.01s) | Carga Standard (kg/cm ²) | MOLDE N° 01 | | | | MOLDE N° 02 | | | | MOLDE N° 03 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |


Elizabeth Ccya Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121754


 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 U.N.S. - FICP
 CARR. INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Ronald Barraltes Quiroz
 CIP: 108700


 UNIVERSIDAD ANDINA
 "MESTRE CALEROS VELAZQUEZ"
 CARR. A. Caleros Vargas
 SECRETARÍA ACADEMICA
 ALDOUS GONZALEZ TORRES PARRA
 CIP: 72725

Ficha de recolección de datos de ensayo de Relación de soporte de California (CBR)



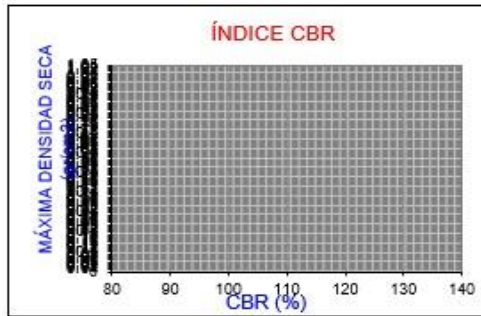
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
NORMA ASTM D1558

| | | |
|--------------------|--|------------------|
| REFERENCIA | Datos de Laboratorio | |
| SOLICITANTE | Escobar Lupaca, Jhonatan | |
| TESIS | "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazo cruz, Puno - 2022" | |
| UBICACIÓN | Checca - Mazocruz, Puno | Fecha de ensayo: |
| CALICATA | | |
| MUESTRA | | |
| PROFUNDIDAD | | |

Datos de muestra

Método de compactación
Máxima Densidad Seca kg/cm²
Máxima Densidad Seca al 95%

Óptimo Contenido de Humedad



- C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.0.1"
- C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.0.1"
- C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.0.2"
- C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.0.2"

Elizabeth Ccupa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121154

Mandy Roca
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
Ing. Ronald Barraltes Castro
CIP: 108700

UNIVERSIDAD ANDINA
"INCA GARCILASO VELÁSQUEZ"
Escobar
Ing. Carlos A. Cáceres Vargas
SECRETARÍA ACADÉMICA
SOLICITUD REGISTRO FORMAL PARA
CIP: 17775

Anexo 4: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: COCHA GORDILLO ELIZABETH

Institución donde labora : CIP 121350

Especialidad : ING. Geólogo

Instrumento de evaluación Modificado y Ensayo CBR. : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor

Autor Br. Jhonatan Escobar Lupaca

Proyecto: "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Mazocruz, Puno - 2021"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | X |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE | | | | | X |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | X |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | X |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE | | | | | X |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | X |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | X |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | 50 |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0

..... 08 de ENERO de 2021


Elizabeth Cocha Gordillo
INGENIERA GEÓLOGA
CIP 121350

Anexo 4: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

8. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Caceres Vargas Carlos
 Institución donde labora: CIP 72725
 Especialidad: Ingeniero Civil
 Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor: Sr. Jonathan Escobar Lopez

Proyecto: "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca - Marzonut, Puno - 2021"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | X |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE . | | | | | X |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | X |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | X |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE . | | | | | X |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | X |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | X |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | 50 |

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

7. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

OPINIÓN DE VALORACIÓN: 50

07 de enero de 2021



Anexo 4: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del sujeto: Barrantes Cuervo Roxana
 Institución donde labora: CIP 103700
 Especialidad: ING CIVIL
 Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor: Sr. Jonathan Escobar Lupaca
 Proyecto: "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checa - Mazocruz, Puno - 2022"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | X |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE . | | | | | X |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | X |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | X |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE . | | | | | X |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | X |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | X |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | 50 |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

10 de enero de 2022



Anexo 10. Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1811189232&u=1122359893&s=3&lang=es

feedback studio | TURNIN_ESCOBAR.pdf | /0 | 1 de 9

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca-Mazacruz, Puno – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Br. Escobar Lupaca, Jhonatan
<https://orcid.org/0000-0002-3908-5350>

ASESOR:
Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ
2022

Resumen de coincidencias

8 %

| | | |
|----|--|------|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de internet | 6 % |
| 2 | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | <1 % |
| 3 | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | <1 % |
| 4 | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | <1 % |
| 5 | Emeka Segun Nnochi... Publicación | <1 % |
| 6 | www.coursehero.com Fuente de internet | <1 % |
| 7 | archive.org Fuente de internet | <1 % |
| 8 | Repositorio.Ucv.Edu.Pe Fuente de internet | <1 % |
| 9 | repositorio.umac.edu.pe Fuente de internet | <1 % |
| 10 | moam.info Fuente de internet | <1 % |
| 11 | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | <1 % |
| 12 | www.fundacionaustent... Fuente de internet | <1 % |
| 13 | Entregado a Escuela P... Trabajo del estudiante | <1 % |

Página: 1 de 98 | Número de palabras: 19402 | Versión solo texto del Informe | Alta resolución | Activado | 23:20 | 14/04/2022



PERÚ

Ministerio de Vivienda
Construcción y Saneamiento



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA CE.010

PAVIMENTOS URBANOS

LIMA – PERÚ
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS



2013

ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN

**MANUAL DE
CARRETERAS**

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS GENERALES

PARA CONSTRUCCIÓN EG-2013



INCLUYE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE

**ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS DE PINTURAS
PARA OBRAS VIALES**

A: Especificaciones técnicas de materiales
para demarcación

B: Especificaciones técnicas de recubrimiento
para estructuras





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES

RD N° 18 - 2016 - MTC/14



Año - 2017

Anexo 12. Mapas y planos

| AREA DE INFLUENCIA | |
|--------------------|-------------------------------|
| Región | Puno |
| Departamento | Puno |
| Provincia | El Collao |
| Distrito | Ilave |
| Altitud | 3843.758 msnm – 4001.046 msnm |
| Región geográfica | Sierra |
| Carretera | Checca - Mazocruz |
| Tramo | Km. 19+250 – Km. 28+276 |

| UBICACIÓN | PROGRESIVA | COORDENADAS UTM – DATUM | | |
|-----------|-------------|-------------------------|------------|--------------|
| | | ZONA | ESTE | NORTE |
| Checca | km 20 + 100 | 19 L | 430,433.36 | 8'212,008.72 |
| Mazocruz | km 28+276 | 19 L | 423,607.87 | 8'149,172.97 |



Anexo 13. Panel fotográfico

CALICATA N°1



CALICATA N°2



CALICATA N°3



CALICATA N°4



CALICATA N°5



CALICATA N°6



CALICATA N°7



CALICATA N°8



RECOLECCIÓN DE LOS TALLOS DE QUINUA



CALCINACIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE QUINUA EN UNA MUFLA A 550°C



2 MUFLAS PARA LA CALCINACION A 550°C



CALCINACIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE QUINUA EN UNA MUFLA A 550°C



TAMIZADO DE LAS CENIZAS DE TALLOS DE QUINUA POR LA MALLA #40 y #200



CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS CALICATAS



GRANULOMETRIA



LIMITE LIQUIDO



LIMITE PLASTICO



DOSIFICACION SUELO - CENIZA PROCTOR



COMPACTACIÓN Y ENRASADO PROCTOR MODIFICADO



APLICACIÓN DE LA CENIZA DE TALLOS DE QUINUA



INCORPORACIÓN DE AGUA Y CENIZA AL SUELO



COMPACTACIÓN Y ENRASADO CBR



LECTURAS DE PENETRACIÓN CBR

