



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación del Comportamiento Físico y Mecánico del
Material Reciclado de Escombros a conformación
subbase del pavimento flexible,
Juliaca 2022**

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

AUTOR:

Apaza Apaza, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-3184-4906)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

CALLAO — PERÚ

2022

Dedicatoria.

En primer lugar, dedico esta Investigación con todo amor y cariño, A Dios quien me puso y me diste la oportunidad de vivir, guiándome en todo momento

Con toda gratitud cariño y afecto dedico este trabajo de investigación a mis queridos padres y hermanos, y principalmente a mis hijos Hansel Steve y Albert Paolo, que me permitiste desarrollarme como persona por su apoyo y enseñanzas, que contribuyó a mi formación, por su aliento moral constante, agradezco de todo corazón que se encuentren a mi lado.

A mi asesor de tesis, muchas gracias a todo por las enseñanzas, por la amistad, quienes con su decidido apoyo me brindaron sus acertados consejos, a lo largo de mi vida, su compañía en este paso importante en mi desarrollo profesional.

Apaza Apaza Carlos Alberto

Dedicatoria.

A la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por cumplir mis metas trazados.

A mis padres y hermanos y en especial a mis hijos Hansel Steve y Albert Paolo por su apoyo, y brindarme las herramientas, que permitieron desarrollar esta tesis cumpliendo mi meta trazado.

Un sincero agradecimiento a los encargados del laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfaltos Triple Geo I.R.L, que me facilitaron el uso de equipos para desarrollar los ensayos requeridos

Apaza Apaza Carlos Alberto.

Índice de contenidos

Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO.	9
III. METODOLOGÍA.....	38
3.1.Tipo y diseño de la investigación.	38
3.2.Variables y operacionalización.....	39
3.3.Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.	47
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5.Procedimiento.	50
3.6.Método de análisis de datos.....	63
3.7.Aspectos éticos.	64
IV. RESULTADOS.	64
4.1.Propiedades físicas del Material Reciclado de concreto.	64
4.2.Propiedades físicas y mecánicas del Material Natural.	69
4.3.CBR a porcentaje variable de Material Reciclado.	74
4.4.Propiedades físicas y mecánicas del porcentaje óptimo de MR.	79
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	84
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES.	86
REFERENCIAS.....	1
ANEXOS	5

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la sub base del pavimento.....	21
Tabla 2. Valores del suelo patrón del ensayo CBR.....	29
Tabla 9. Matriz de operacionalización.....	45
Tabla 10. Unidades de muestreo para determinarlas características.	48
Tabla 11. Unidades de muestreo del ensayo CBR.	48
Tabla 12. Normativas de los ensayos de recolección de datos.	49
Tabla 13. Límite liquido del Material Reciclado.....	65
Tabla 14. Abrasión los ángeles del Material Reciclado.....	65
Tabla 15. Índice plástico e IP del Material Reciclado.....	66
Tabla 16. Equivalente de Arena del Material Reciclado.....	67
Tabla 17. Chatas y alargadas del Material Reciclado.	67
Tabla 18. Características fisicas del Material Reciclado.....	68
Tabla 19. Abrasión los ángeles del Material Natural.....	69
Tabla 20. Límite liquido del Material Natural.....	69
Tabla 21. Límite plástico e IP del Material Natural.....	70
Tabla 22. Equivalente de Arena del Material Natural.....	71
Tabla 23. Chatas y alargadas del Material Natural.	71
Tabla 24. Índice plástico e IP del Material Natural.....	72
Tabla 25. Características físicas y mecánicas del Material Natural.	73
Tabla 26. Proctor modificado mezcla 01.....	74
Tabla 27. Proctor modificado mezcla 02.....	75
Tabla 28. Proctor modificado mezcla 03.....	76
Tabla 29. Proctor modificado mezcla 04.....	77
Tabla 30. Comportamiento mecánico del Material Reciclado en la Subbase.	78
Tabla 31. Abrasión los ángeles del porcentaje óptimo de MR.	79
Tabla 32. Límite liquido del porcentaje óptimo de MR.	79
Tabla 33. Limite plástico e IP del porcentaje óptimo de MR.	80
Tabla 34. Equivalente de Arena del porcentaje óptimo de MR.	81
Tabla 35. Chatas y alargadas del porcentaje óptimo de MR.....	81
Tabla 36. Proctor modificado del porcentaje óptimo de MR.	82
Tabla 37. Características físicas y mecánicas del porcentaje óptimo de MR.....	83

Índice de figuras

Figura 1. áridos.	13
Figura 2. Desechos de mampostería.	13
Figura 3. Desecho de cerámica.....	14
Figura 4. Desechos compuestos.....	14
Figura 5. Desechos de capas aglomerantes.	15
Figura 7. Tipos de pavimento.....	19
Figura 8. Tipos de suelos.	23
Figura 8. Análisis granulométrico.	23
Figura 10. Valor del índice segun CBR.	24
Figura 11. (cuchara Casa grande).....	25
Figura 12. Estados	25
Figura 13. Abrasión, ángeles.....	26
Figura 14. resultados de arenaa.....	27
Figura 16. Partícula chata y alargada.....	27
Figura 17. Muestreo del Material reciclado.....	51
Figura 18. Limpieza de las muestras de material reciclado.....	51
Figura 19. Triturado del material reciclado.	52
Figura 20. Muestreo de agregado natural.	53
Figura 21. Muestreo del agregado natural.	53
Figura 22. Ensayo de Contenido de humedad.	54
Figura 23. Ensayo de Análisis granulométrico.	55
Figura 24. Ensayo de Abrasión los ángeles.	56
Figura 25. Ensayo de Limite líquido e IP.	58
Figura 25. Ensayo de Limite líquido e IP.....	59
Figura 27. Ensayo de Equivalente de Arena.	60
Figura 27. Ensayo de Equivalente de Arena.....	61
Figura 29. Ensayo de Proctor modificado.	62
Figura 30. Ensayo de CBR.....	63
Figura 31. Curva granulométrica Material Reciclado.....	68
Figura 31. Curva granulométrica del Material Natural.....	73

Figura 33. Curva de compactación Mezcla 01.	74
Figura 34. Curva de compactación Mezcla 02.	75
Figura 35. Curva de compactación Mezcla 03.	76
Figura 36. Curva de compactación Mezcla 04.	77
Figura 37. Comportamiento mecánico del Material Reciclado.	78
Figura 38. Curva Granulométrica del porcentaje óptimo de MR.....	83

Resumen

El empleo de los Materiales Reciclados de la construcción, es una de las técnicas más empleadas en estos tiempos, necesaria para una sostenibilidad ambiental, siendo de uso común en otros países, para reducir daños debidos a que generan residuos sólidos no tratados, los sistemas técnicos de la gestión de residuos surgen a razón de retomar estos residuos a la construcción de la forma adecuada que asegure las características necesarias para el cual son empleados. En tal sentido esta tesis tiene por objetivo Evaluar el comportamiento físico y mecánico del Material Natural de cantera con la adición de Material Reciclado de escombros de concreto para la conformación subbase de los pavimentos; por lo que esta tesis tuvo un diseño experimental de tipo aplicada con una población infinita; El análisis de la información se dio según el programa experimental que consistió en hacer ensayos de suelos a las muestras (Material Natural, Material reciclado y la mezcla óptima que alcanzó el % de CBR más alto); se realizó el muestro del Material Reciclado (MR) de concreto y el Material Natural (MN) Cantara Taparachi; se determinaron las propiedades físicas (Ensayo de Abrasión, el IP, Granulometría, Equivalente de Arena y Chatas y Alargadas) del MR; se determinaron las propiedades físicas (Ensayo de Abrasión, el IP, Gradación, Equivalente de Arena, Chatas y Alargadas) y mecánicas (Ensayo de Proctor y CBR) del MN; se realizó mezclas a diferentes porcentajes de MR (0, 20, 40 y 60%), a los cuales se realizó los ensayos de Proctor y CBR a cada mezcla. De las mezclas se tomó la mejor, para finalmente realizar los ensayos requeridos para la Sub base y comparar con las del MN. Los resultados muestran que la mezcla 03 (60% de MN y 40% de MR) ofrecen mejores resultados de la capacidad de carga CBR, concluyendo que: el empleo de Material Reciclado de escombros de concreta mejora notablemente el comportamiento físico y mecánico de los Materiales Naturales de cantera con altos niveles de plasticidad IP; y son aceptables para la conformación de la subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022, superando los valores mínimos establecidos por la EG – 2013.

Palabras clave: Material Reciclado y comportamiento físico y mecánico.

Abstract

The use of Recycled Construction Materials is one of the most used techniques in these times, necessary for environmental sustainability, being commonly used in other countries, to reduce damage due to the generation of untreated solid waste, technical systems from waste management arise as a result of returning this waste to construction in the appropriate way that ensures the necessary characteristics for which they are used. In this sense, this thesis aims to Evaluate the physical and mechanical behavior of the Natural Material of the quarry with the addition of Recycled Material of concrete rubble for the sub-base conformation of the pavements; Therefore, this thesis had an applied-type experimental design with an infinite population; The analysis of the information was given according to the experimental program that consisted of making soil tests on the samples (Natural Material, Recycled Material and the optimal mixture that reached the highest % of CBR); the concrete Recycled Material (MR) and the Cantara Taparachi Natural Material (MN) were sampled; the physical properties (Abrasion Test, IP, Granulometry, Sand Equivalent and Flat and Elongated) of the RM were determined; the physical properties (Abrasion Test, IP, Gradation, Sand Equivalent, Flat and Elongated) and mechanical (Proctor Test and CBR) of the MN were determined; mixtures were made at different percentages of MR (0, 20, 40 and 60%), at which the Proctor and CBR tests were carried out on each mixture. The best was taken from the mixtures, to finally carry out the tests required for the Sub base and compare with those of the MN. The results show that mixture 03 (60% of MN and 40% of MR) offer better results of the CBR load capacity, concluding that: the use of Recycled Material of concrete rubble notably improves the physical and mechanical behavior of the Materials. Natural from quarry with high levels of IP plasticity; and they are acceptable for the conformation of the subbase of the flexible pavement, Juliaca 2022, exceeding the minimum values established by the EG - 2013.

Keywords: Recycled material and physical and mechanical behavior.

I. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento del residuo y escombros de la construcción es una tecnología más utilizada en la actualidad, fundamental para el cuidado ambiental, y son muy utilizadas en otros países, para minimizar los daños que se puede dar al medio ambiente. A medida que se generan residuos sólidos sin tratar, el sistema de gestión de residuos de ingeniería genera una tasa de retorno de estos residuos al edificio de tal manera que garanticen las propiedades deseadas para utilizarlas.

Los residuos de la construcción son esencialmente áridos inactivos, consistentes en tierra y áridos, residuos de hormigón, piedra, escombros de pavimentación, productos de relleno y de construcción para nuevas construcciones e infraestructura vial, así como para estructuras formadas como resultado del colapso o reparación. de viejas estructuras.

A **nivel internacional** según Muñoz (2013), Barcelona, desarrollo un estudio sobre una mezcla de áridos reciclados de hormigón y asfalto fijado con cemento para pavimentación, este estudio se ha realizado en la Universidad de Cataluña. El propósito es analizar el uso de concreto de bajo grado reciclado y destructivo mediante métodos apropiados, y esta investigación sobre concreto y agregados de bajo grado está siendo revisada nuevamente y probada mediante pruebas de laboratorio. Establece rápidamente sus propiedades para permitir su uso en capas de pavimentación. El pavimento cumple con las exigencias de las normas de diseño de pavimentos. Se concluyó los resultados obtenidos en el ensayo CBR Proctor estuvieron entre los mejores resultados y que las propiedades mecánicas fueron adecuadas para cumplir con los criterios establecidos para el diseño de pisos. (p.4)

Barbudo (2012) Los áridos reciclados y residuos se utilizan en construcción de infraestructura vial. El trabajo se realizó en la Universidad de Córdoba. Este trabajo tiene un objetivo de mejorar la viabilidad del uso de árido reciclado procedente de la retirada de escombros en las carreteras de Córdoba, España. Investigamos y desarrollamos un amplio abanico de opciones para la obtención

de áridos reciclados de diferentes calidades, según su origen y características. El objetivo es producir materiales de demolición reciclados con la misma composición y propiedades que los materiales naturales. (p. 27).

Hemos llegado a la conclusión de que la viabilidad de un material depende del valor que aporta una gestión adecuada del vertedero, un tratamiento óptimo en laboratorio y la deliberación delicada de su origen. De esta manera, no hay peligro de dañar la estructura del piso mucho menos el medio ambiente.

A **nivel Nacional** de acuerdo con Contreras y Herrera (2015), Estudiamos la mejora de los áridos obtenidos del pavimento de Nuevo Chimbote y los escombros del suelo. El siguiente escrito se realizó en la Universidad Nacional del Santa.

La intención de este escrito fue perfeccionar la adherencia de los escombros de construcción para su uso en subbases de estructuras de pavimento. Este trabajo se ejecutó en el laboratorio de suelos según especificaciones GE-2013, realizándose la selección, observación y registro sistemático, confiable y válido de las muestras, se han establecido números provisionales, tablas de comportamiento y medios para revelar engaños. Se concluyó que las propiedades físicas exhibidas fueron similares a las del adhesivo natural, además, la resistencia al CBR fue menor a la reclamada para el material base, solo adaptaciones como un mecanismo de suela inferior. Además, una mezcla de bonos 50% naturales y 50% reciclados tiene mejores resultados de CBR. (p. 4).

A **nivel local** a proporción Parillo y Camargo (2015) ejecutaron el artículo para aprovechar los residuos sólidos y la producción de superficies duras de bajo costo en la zona de Juliaca. Este estudio se realizó en la UANCV de Juliaca.

El estilo del estudio evaluó las propiedades de residuos sólidos de construcción de pavimentos, y la técnica utilizada es diseñar y probar utilizando pavimentos gruesos y componentes estructurales que se consideran de diferentes lugares y definiendo su codificación y sus propiedades físicas y mecánicas. Entre sus

conclusiones tenemos que el material reciclado se maneja como complemento al diseño de pavimento duro a un menor costo, en cuanto a resistencia se ha logrado un rendimiento calorífico de 210 kg/cm² ok, cuya propiedad se establece que sea una mezcla de diseño y normativa. adaptarse a su manejo. (p. 5).

Respecto, realidad problemática se plantea el siguiente **problema general**: ¿Cuál es el Comportamiento Físico y Mecánico del Material Reciclado de Escombros a conformación subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022? Mientras que los **problemas específicos** son: ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del agregado natural usado en la subbase de los pavimentos flexibles?, ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas para subbase de pavimentos de los materiales reciclados de escombros de concreto?, ¿Cuál es el comportamiento mecánico de la subbase del pavimento a porcentaje variable de material reciclado de concreto? finalmente, ¿ Cuáles son las características físicas de la subbase del pavimento flexible con el porcentaje óptimo de material reciclado de concreto?

Como **justificación técnica**, Este estudio es práctico para ayudar a promover la infraestructura vial de la ciudad, garantizar la sostenibilidad ambiental a través de la reutilización de desechos de tierra y rocas, y reducir el uso de hornos.

Como **Justificación económica**, Este trabajo pretende formar soluciones colindantes que no afecten los asuntos comerciales y cívicos, forma que se verá como una posible solución a la segregación urbana y la mala costumbre de botar basura y desechos sólidos de la ciudad.

Como **Justificación social**, El uso de escombros de ingeniería civil y desechos de la demolición de pavimento duro para construir materiales de construcción debajo de la acera reduce la cantidad de escombros de construcción sólidos y conserva los recursos. No reproducible (no renovables).

Como **Justificación ambiental** La necesidad de utilizar materiales naturales para la construcción se debe a la falta de recursos en las fábricas que procesan

estos materiales, además de la acumulación de residuos que tienen un impacto negativo o nocivo para el medio ambiente en este sector, así como ríos y cantera. . Producida la fábrica q procese estos materiales, Considere los problemas y la lógica de este proyecto.

El **objetivo general** es: Evaluar el Comportamiento Físico y Mecánico del Material Reciclado de Escombros a conformación subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022. Asimismo, los **objetivos específicos** son: Determinar las características físicas y mecánicas del agregado natural usado en la subbase de los pavimentos flexibles, Determinar las características físicas y mecánicas para subbase de pavimentos de los materiales reciclados de escombros de concreto, Evaluar el comportamiento mecánico de la subbase del pavimento a porcentaje variable de material reciclado de concreto, por último, Evaluar las características físicas de la subbase del pavimento flexible con el porcentaje óptimo de material reciclado de concreto.

Finalmente, la **hipótesis general** es: El empleo de Material Reciclado de Escombros mejora notablemente el Comportamiento Físico y Mecánico de la subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022, superando los valores mínimos establecidos por la EG – 2013, Asimismo, las hipótesis específicas son: Las características físicas y mecánicas del agregado natural usado en la subbase de los pavimentos flexibles no cumplen las EG – 2013, Las características físicas y mecánicas para subbase de pavimentos de los materiales reciclados de escombros de concreto, no cumplen las establecidas por las EG – 2013, El comportamiento mecánico de la subbase del pavimento se incrementa hasta contenidos del 40% de material reciclado de concreto, siendo el óptimo, finalmente; Las características físicas de la subbase del pavimento flexible con el porcentaje óptimo de material reciclado de concreto cumplen las especificaciones establecidas por las EG – 2013.

II. MARCO TEÓRICO.

Como **antecedentes nacionales** poseemos lo siguientes: Contreras y Herrera (2015) en su estudio: El **objetivo** del estudio fue optimizar la adherencia de los escombros de construcción para su uso en el subsuelo y la subbase de la estructura del pavimento. Este estudio se realizó en el laboratorio de suelos, siguiendo el cumplimiento de la normativa técnica EG - 2013. Con el fin de obtener una selección sistemática, confiable y válida, se ha desarrollado una fórmula analítica y registro de números provisionales, tablas de comportamiento y medias. de revelar el engaño. El **método** que utilizo es experimental, en el cual la investigación se desarrolla íntegramente en el laboratorio de mecánica de suelos de acuerdo a los instrucciones de la norma técnica peruana, incluyendo la elección sistemática, la observación, el registro sistemático de hechos claves válidos y confiables, tabla de comportamiento y medio ambiente. . . para noticias De los resultados de la prueba, se puede inferir que las muestras tienen las propiedades de carga óptimas indicadas por CBR, dando un resultado de 115,62 % ,combinación 50 AR 50 AN, 113,97 % ,combinación 50 AR 50 AN 60 AR 0 AN y 86.72% para el modelo 75 AR 25 AN, estos límites son 0% y 80%, se excederán los requisitos mínimos y detallados de soporte. La conclusión fue que se encontró que las propiedades físicas eran similares a las de los aglutinantes naturales, además, la capacidad de carga de CBR era menor que la del material base, solo adaptaciones como un mecanismo de subsuela. Además, una mezcla de bonos 50% naturales y 50% reciclados tiene mejores resultados de CBR

Como **antecedentes internacionales** tenemos a: Muñoz (2013), Barcelona, el **objetivo** fue desarrollar un estudio mixto al hormigón reciclado estabilizado con cemento y árido bituminoso para aplicaciones de pavimento. La intención del estudio es analizar la aplicación de agregados reciclados a partir de concreto de baja ley, drenar la grava suelta en un pavimento apropiado, confirmar la presencia de concreto de baja ley y confirmar el agregado mediante pruebas de laboratorio.

Sus particularidades y peculiaridades pueden ser rápidamente identificadas y utilizadas en mantos de pavimento que cumplan los requisitos de normas del diseño de pavimentos. **Metodología** y estudio experimental, utilizando una amplia gama de parámetros que abordan los materiales imprescindibles para la construcción de cualquier pavimento. Muchos de estos parámetros se obtienen a partir de pruebas realizadas de laboratorio. En esta fracción se presentan los materiales utilizados en esta investigación y sus propiedades (áridos de hormigón reciclado ARH, áridos asfálticos reciclados ARA y cemento), así como los ensayos correspondientes para conocer los parámetros más importantes. De manera similar, describa la preparación y fabricación de las diversas muestras, así como las pruebas realizadas para las propiedades mecánicas y explique el propósito de cada una. En los distintos ensayos analizados en el estudio se obtuvieron los resultados, algunos tal cuales correspondían a la propiedad de los materiales utilizados y otros a las propiedades mecánicas estudiadas. Además, se presenta la correlación de las propiedades mecánicas con diferentes muestras y otras propiedades de los materiales estudiados. Finalmente, complementamos el análisis de diseño de pavimento AASHTO con los parámetros mecánicos obtenidos en cada muestra. La **conclusión** Las pruebas obtenidas del CBR Proctor son excelentes y las propiedades mecánicas son suaves de acuerdo con los criterios citados en el diseño de piso.

Barbudo (2012), El **objetivo** principal que se planteó fue la posibilidad de utilizar áridos reciclados producidos habitualmente en España para aplicaciones viales. , el estudio se centrará en los siguientes aspectos: Enunciar las principales propiedades fisicoquímicas de los diferentes tipos de áridos reciclados de las diferentes plantas de tratamiento. Está previsto profundizar en el estudio de principales propiedades físicas y el comportamiento de áridos reciclados, analizando el efecto de la naturaleza, materias primas o tratamiento obtenido de cada árido estudiado. Estimación del comportamiento mecánico de áridos reciclados a partir de sus componentes mediante análisis estadístico. El objetivo fue encontrar una ecuación matemática que pudiera estimar las propiedades mecánicas del agregado reciclado, en base a las pruebas obtenidas durante la composición. De esta forma, con una simple prueba, se clasifica y vende por

separado según las propiedades esperadas. Estudio de viabilidad de uso de árido reciclado con partículas cerámicas de suelo-cemento, para su uso como capa estructural en carreteras. Los áridos compuestos reciclados son los más abundantes en la geografía española, por lo que se evaluará su comportamiento como subcapas tratadas con cemento en las capas estructurales de las autopistas.

Estudio de las consecuencias ambientales del uso de árido reciclado en carreteras. No solo se debe estudiar el aspecto mecánico, sino que también se debe asegurar que la aplicación de áridos reciclados no dañe el medio ambiente. Para ello, se realizarán ensayos de lavado para evaluar su potencial de contaminación, utilizando. **Metodología:** La investigación incluida en esta tesis doctoral ha intentado abarcar las tres fases habituales del estudio Synthetic Properties, determinar la calidad de diferentes áridos e identificar las propiedades más restrictivas. El objetivo es definir unas características para cada tipo de árido reciclado y poder establecer la aplicación más adecuada para cada uno de esos áridos. Investigación sobre aplicación mecánica en su aplicación a obras de infraestructura civil, especialmente contrapisos semirrígidos en tramos viales. Estudio de contaminación ambiental, mediante ensayo de lavado, que tiene como objetivo determinar los metales pesados presentes en los áridos reciclados y su potencial de contaminación ambiental, en caso de exposición con agua. Entre **El Resultado:** Se presentan en un artículo llamado "Building off-road sections using cement-treated recycled composite aggregates in Malaga, Spain" segundo archivo adjunto. Se **concluye** que del valor depende la factibilidad del material, que del valor depende el proceso óptimo de la planta y la elección correcta de su fuente de aporte a la adecuada gestión del vertedero. entonces, carece de riesgo de dañar la estructura del pavimento ni del medio que lo rodea (ambiente).

Como **Antecedentes locales** tenemos los siguientes: Parrillo y Camargo (2015) el **Objetivo** es determinar el efecto de la proporción de agregados combinados y combinados reciclados, provenientes del colapso y destrucción del pavimento de concreto endurecido en la zona de Puno, con agregados naturales durante

la preparación de mezclas de concreto, en las propiedades físicas y mecánicas de los concretos endurecidos. hormigón fabricado con estos materiales. la metodología que se han determinado las propiedades físicas y mecánicas del árido reciclado, así mismo, se realizó el diseño de la mezcla según la relación de árido reciclado y árido natural, con dos resistencias a compresión conocidas teniendo que los **resultados**, Las comparaciones entre el concreto hecho de agregados naturales y los productos reciclados muestran un módulo de elasticidad y resistencia a la flexión más bajo de 60 a 100 por ciento para el primero y de 80 a 100 por ciento para el otro. Si tienen la misma resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión del hormigón reciclado es mayor. Entre sus **conclusiones** tenemos que los materiales reciclados se manejan para complementar el diseño de pavimento duro a un menor costo, en cuanto a resistencia, una ganancia de calor de 210 kg/cm² cuya propiedad se establece es el diseño de la mezcla y las reglas que les convienen conducta.

Como **Teorías Relacionadas Al Tema**: como preámbulo al siguiente estudio se explican las siguientes:

Residuos y desechos de la construcción civil.

Según el NTP 400.5050 (1999), "Los residuos de la edificación son sustancias inactivas como la grava, la piedra triturada y el hormigón duro". Restauración de la construcción de estructuras nuevas y viales, y residuos del derrumbe de estructuras antiguas.

Por su parte, García (2016) menciona que es un material que se puede calificar de inútil, o que ha cumplido el período útil para el que fue elaborado y que este material a su vez es capaz de desviar un material primario.

Además, se ha encontrado que tienen propiedades relacionados con materiales de edificación que, cuando se utilizan correctamente, no afectan negativamente al medio ambiente. (García, 2016, p. 34).

Clasificación de los desechos de construcción.

Residuos de Cemento: Internamente procedente de residuos de construcción, este pavimento es de gran calidad y es preferiblemente aprovecharlo.



Figura 1. áridos.

Fuente: (<https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>).

Desechos de mamposterías muros ladrillo: Se caracterizan por estar constituidos principalmente por arcilla



Figura 2. Desechos de mampostería.

Fuente: (<https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>).

Desechos de cerámica: Tiene una propiedad más adecuada de mayor permeabilidad que los materiales naturales.



Figura 3. Desecho de cerámica.

Fuente: (<https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>).

Desechos compuestos: Al estar compuesto por diferentes materiales, especialmente plástico, puede subestimar la eficiencia requerida.



Figura 4. Desechos compuestos.

Fuente: (<https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>).

Desechos de capas aglomerantes: Materiales y componentes extensos; mezclado con escombros como arena o roca



Figura 5. Desechos de capas aglomerantes.

Fuente: (Fotografía propia).

Gestión y reutilizamiento de residuos de construcción.

Según Vidal (2015), “Los residuos de construcción, gestión de residuos generan objetivos de productividad, generan ideas para su aprovechamiento, y definen o clasifican el número de escombros según su composición. Incluye un conjunto de mecanismos encaminados”

Uno de los problemas con el manejo de estos materiales es que los materiales recolectados, a menudo materias primas, se mezclan con residuos utilizables inutilizables. La falta de cultura ecológica hace que se depositen en el lugar equivocado e idealmente logren una clasificación adecuada para su uso en determinadas actividades de la construcción.

Ingeniería de Reciclaje: Incluye la separación de residuos en útiles e inútiles. Previamente se entregó a la planta de trituración o lugar disponible para brindarle un manejo adecuado.

Separación y almacenamiento: Los desechos peligrosos se separan de los desechos generales, se apilan los letreros correspondientes y se separa el metal

del concreto. Hay un amplio espacio de almacenamiento para residuos peligrosos.

Traslado: Los traslados deben cumplir con todas las condiciones para evitar derrames de material. Se recomienda decidir el destino con anticipación para evitar atascos en las horas punta

Usabilidad del pretratamiento: Si estos materiales se manejan adecuadamente, son muy útiles para el pavimento y la construcción en general y tienen muchos usos alternativos.

Características físicas y mecánicas.

Contenidos de mortero: Contenido de mortero: Contiene una cierta cantidad de mortero. Esta especificidad reduce la densidad de la mezcla y tiene el efecto desfavorable de alta absorbencia y alta abrasión.

Granulometría: Esta propiedad está relacionada con el desarrollo de procesos posteriores de trituración, cribado, selección y reciclado, que debilitan la dureza del material previamente formado.

Densidad: En general, este material es menos natural, debido a que el mortero se adhiere a las partículas e impurezas.

Forma y textura: Este material tiene lados más flexibles y porosos que el material natural, debido a la forma en que se obtiene; es necesario sumergirlos en agua para usarlos para si obtener un mejor material.

Absorción: Esta es una de sus propiedades más importantes y es claramente superior a sus propiedades naturales. Provocado por su contextura porosa y la absorción del mortero aglomerado con cemento portland y obtener mejores resultados.

Abrasión: Esta propiedad tampoco es deseable debido a la falta de peso del mortero agregado observado en el ensayo los ángeles.

Contenido de impurezas: Suelen ser elásticos, yesos, ladrillos, maderas, etc. Contribución especial al uso de impurezas.

Contenido en cloruros: Alcanzan estar presentes en cantidades significativas, dependiendo de la naturaleza del hormigón, concretamente en hormigón que transita por carreteras o viaductos con riesgo de salinidad.

Contenido de sulfato: Es superior al agregado natural por la obtención de mortero adyacente y la presencia de aditivos como el yeso eliminan las propiedades físicas.

Proceso para materiales sub base.

Estos materiales son clasificados y tratados con tamices de diferentes tamaños, antes de separar el metal (refuerzo) durante el proceso de reciclaje. Se trituran y separan en plantas de procesamiento o trituradoras. Se divide en:

Apartamiento de contaminantes: los contaminantes suelen el acero, selladores, asfalto, ladrillos, yeso, porcelanatos, latas, desechos orgánicos que hay por el lugar y otros.

Transporte y trituración del hormigón: su posterior procesamiento, es necesario triturar el hormigón hasta un tamaño razonable para que pueda transportarse al sitio de trituración que es el laboratorio de mecánica e suelos triple geo.

Trituración de escombros: Las máquinas están diseñadas para lograr diferentes tamaños según sus necesidades y según los ensayos requeridos por él investigador.

Clasificación por tamaño: El tamaño mínimo de las piezas depende de sus características y aplicación

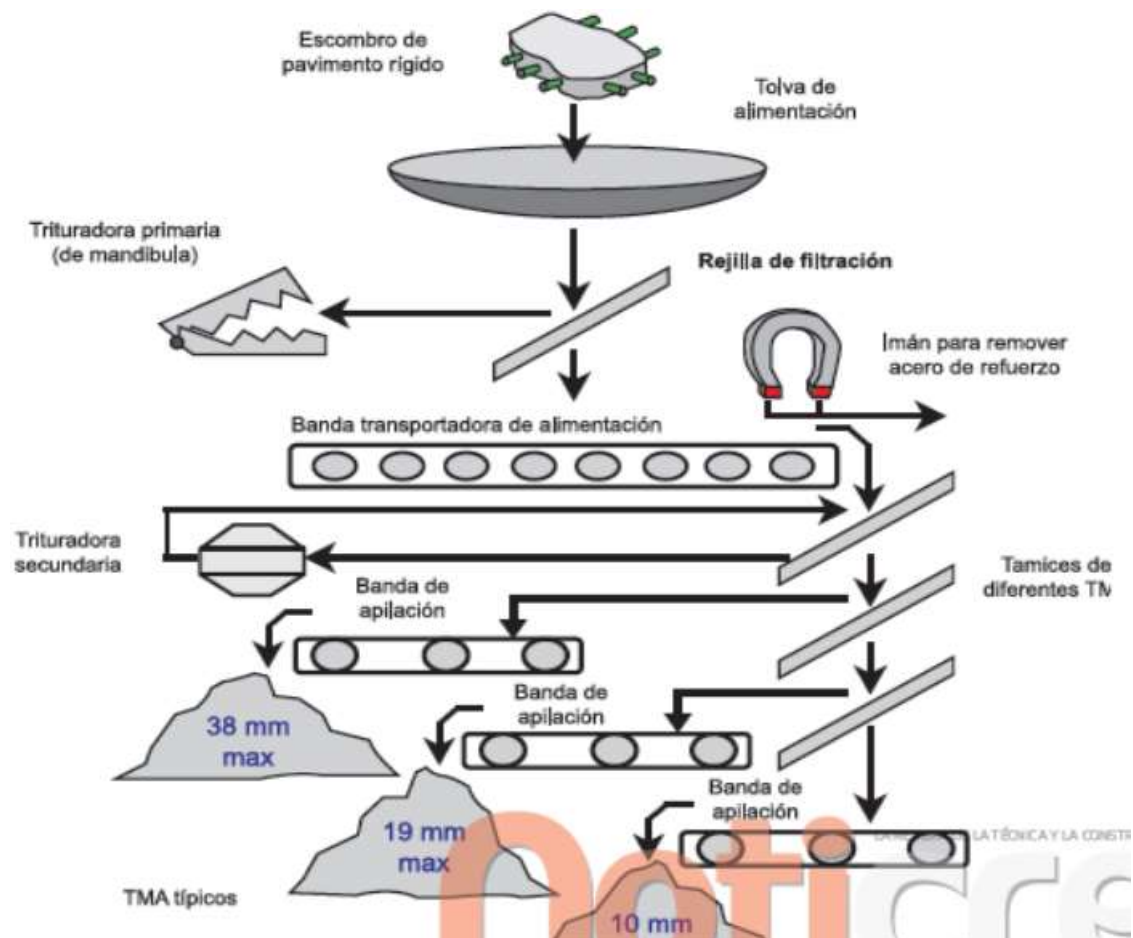


Figura. Proceso del concreto reciclado para material de subbases.

Fuente: (Laverde, 2014, p. 16).

Subbases de pavimentos.

Conceptualización de Subbases de pavimentos.

Según Bañón y Beviá (2010), “Es la capa base, pero la calidad es baja por la poca demanda de carga y muy baja por la influencia de la capa superior”. Esta capa se limita a proporcionar una buena base para la base, para la comodidad de la instalación. Esta capa, por otro lado, su característica más relevante está relacionada con su función de drenaje, protección del agua del sustrato, evitando que los materiales granulares falten. originalidad. arcilla fina, tiene la

propiedad de ser un aglomerante impermeable. Además, facilitan una rápida evacuación del agua, gracias a su pendiente del 4%.

Para la Guía Vial (2013), indica que es una capa formada por materiales granulares, provenientes de canteras o de otros orígenes, o modificados, compactados, colocados sobre y ya preparados. Suele construirse sobre pavimento flexible con pavimento asfáltico.

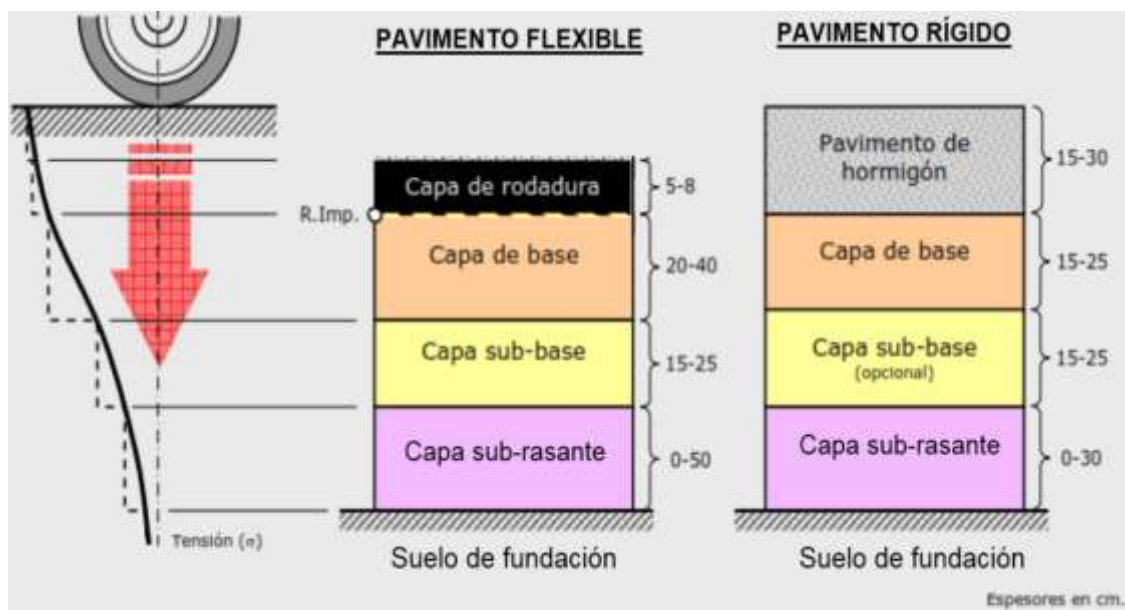


Figura 6. Tipos de pavimento.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 19/8).

Funciones de Sub bases.

De acuerdo con Solano y Enrique (2014), esto demuestra el subsuelo reduce el espesor del soporte y el pavimento más costoso cumple una función económica.

Según Beviá y Bañón (2010), las capas de cimentación evitan que el material granular se quede sin material fino por la acción corrosiva del agua, asumiendo una función de drenaje.

En el caso de Becerrit (2008), dice que las capas del basamento granular tienen la capacidad de recoger, dispersar y transmitir fuerza hacia el basamento, como funciones estructurales.

las siguientes funciones según UMSS (2004)

- Quitar los defectos de arrastre.
- Minimizar el arrastre vertical.
- Densidad compartimento de carga.
- Despejar el camino para que el líquido penetre en el asfalto.
- Elimina la elasticidad y plasticidad.

Materiales para su conformación.

La Guía de Uso Vial (2013) (especificaciones de construcción), los materiales utilizados como sustratos granulares para pavimentos pueden propagarse a partir de recursos naturales (canteras), rocas metamórficas (piedras trituradas) o una mezcla de ambos (sección 400.02). Sin embargo, sus partículas son duras, sólidas, libres de partículas demasiado planas o alargadas, duraderas y libres de impurezas y sustancias nocivas como la arcilla.

Requisitos de calidad de los materiales.

Los materiales de construcción del subsuelo del pavimento deben cumplir con uno de los siguientes rangos de clasificación: La letra "A" debe utilizarse en zonas sobre el nivel del mar por encima de los 3000 m.s.n.m

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la sub base del pavimento.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				>3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Límite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25 % máx.	25 % máx.
Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6 % máx.	4 % máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25 % mín.	35 % mín.
Sales solubles	MTC E 219	.-	.-	1 % máx.	1 % máx.
Partículas Chatas y Alargadas	.-	D 4791	.-	20 % máx.	20 % máx.

Fuente: (Manual de carreteras, 2013).

Requerimientos de construcción.

Como se describe en el Manual de Carreteras (2013)

Documentación de explotación y desarrollo: Están sujetas a la aprobación del Supervisor, lo que no significa específicamente la aprobación posterior del documento.

Preparación de la superficie existente: debemos prestar atención a la distribución de los materiales de la subbase, con una consistencia definida en el detalle, la alineación, así como la elevación, el desplazamiento y la extensión de acuerdo con el plano.

Pruebas: Se realizan pruebas para verificar el estado y funcionamiento de la maquinaria para que se realicen las tareas de cada parte.

Transporte e instalación de materiales: A realizarse a una distancia no mayor de 1.500 m del lugar de mezcla, distribución y compactación de materiales.

Distribución y mezcla de materiales: Se ubicará en un carril de la calzada para permitir el tránsito por el otro carril para la mejor viabilidad posible de los ciudadanos.

Si va a construir a través de la mezcla debemos tener en cuenta muchas razones estar preparados.

Compresión: Una vez que tiene un contenido de humedad óptimo, se acerca hasta alcanzar la densidad de crecimiento, para lograr la prueba de Proctor.

Abierto para Transporte: Se prohíbe el envío de capas en construcción hasta que se complete la compactación.

Mantenimiento: Cualquier daño a la base secundaria debe ser reparado y devuelto a las mismas condiciones que cuando se recibió

Características físico mecánicos de las Subbases.

Beviá y Bañón (2010) "Las propiedades físicas del material nos brinda una mejor estabilidad mecánica para que la fuerza se transmita de manera gradual, uniforme evitando el hundimiento excesivo. Las propiedades mecánicas del sustrato son EG-2013, Se explican en el Manual y son las siguientes:

Granulometría.

Esta propiedad es posible gracias a la norma habilidad peruana MTC E 107 (análisis de tamizado de granos). Su propósito es la distribución de las dimensiones efectivas del suelo, expresadas en porcentaje en peso Una gama de tamices gestionados de la serie ASTM, para obtener los mejores resultados frente a perforaciones estándar de tamaños de partículas superiores a 0,075 mm (tamiz número 200).

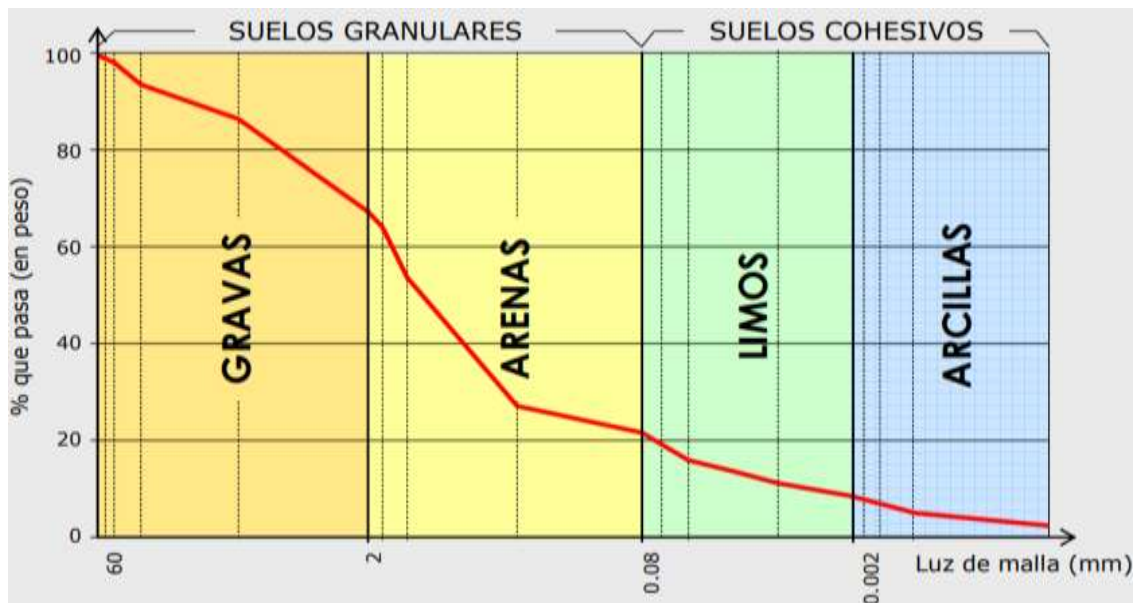


Figura 7. Tipos de suelos.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 15/6).

Compactación Proctor modificado.

Esta propiedad está definida según el estándar MTC E -115 (Modified Proctor). Su mira es establecer la correlación entre el contenido de humedad y las unidades de masa seca. Se crea una curva de compactación para que el contenido de humedad óptimo alcance el MDS

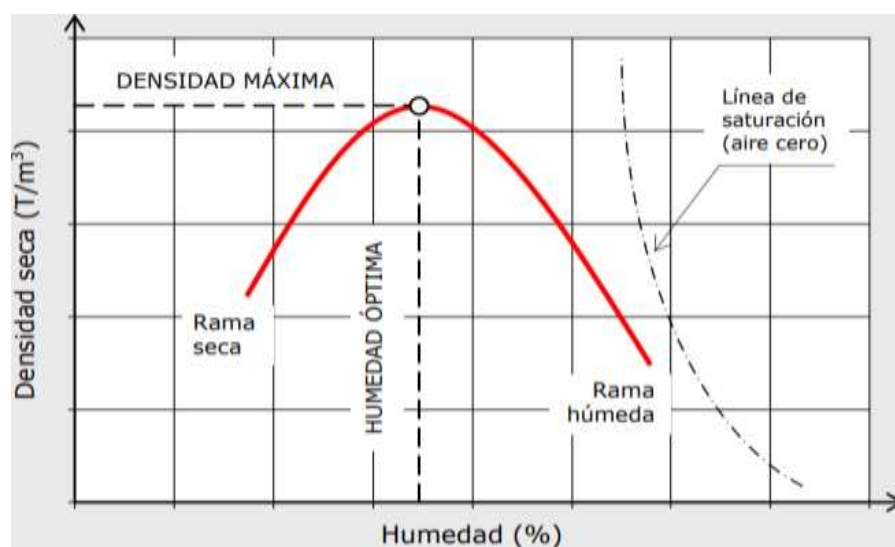


Figura 8. Análisis granulométrico.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 15/13).

Capacidad de soporte CBR.

CBR se determina de acuerdo con MTC E 132 (laboratorio CBR). Su objetivo es evaluar la resistencia de un recubrimiento preparado en laboratorio bajo ciertas condiciones de humedad y densidad (P.M).

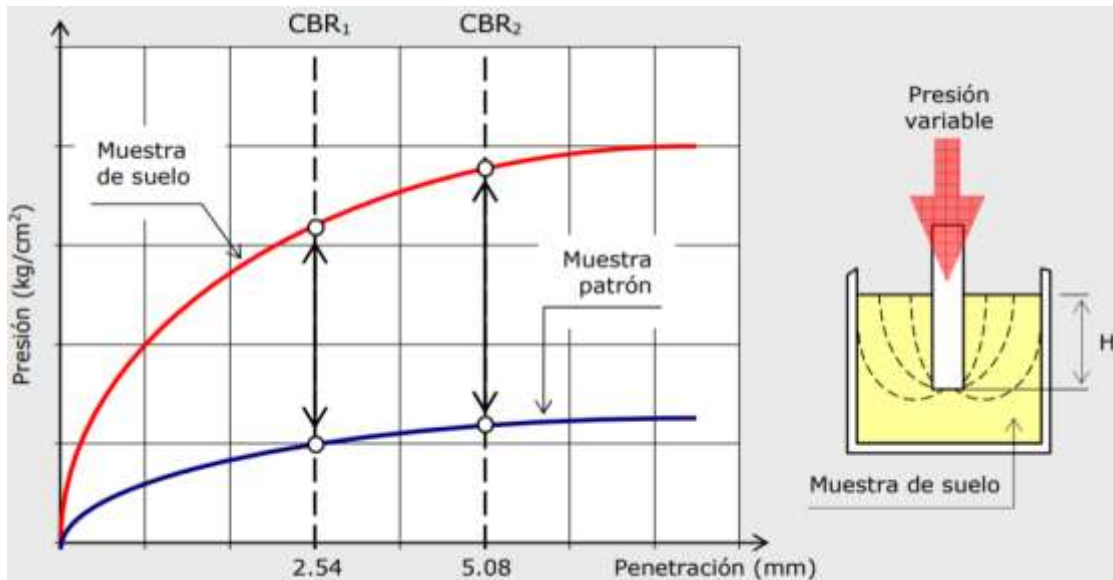


Figura 9. Valor del índice según CBR.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 15/18).

Limite líquido.

Esta propiedad se define de acuerdo con el estándar MTC E 110 (Liquid Limit). Es el contenido de humedad entre los estados líquido y plástico del material, expresado en porcentaje. Agregado para filtrabilidad, compresibilidad, elongación / elongación, compresibilidad, soporte al corte. Los límites de liquidez se fijan mediante el ensayo Cuchara Casa Grande

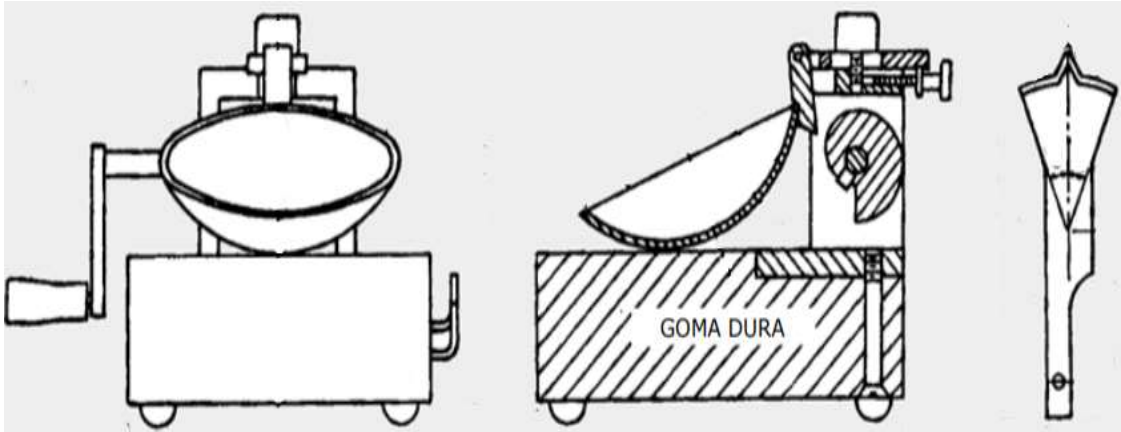


Figura 10. (cuchara Casa grande).

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 15/10).

El último índice de plasticidad y ductilidad (IP):

Esta propiedad se determina según MTC E -111 (meta de resina IP). La humedad mínima puede formar una varilla de 3,2 mm de diámetro y alisar el suelo entre las palmas de las manos sin que la varilla se desintegre. IP es la diferencia entre un límite plástico y un límite fluido.

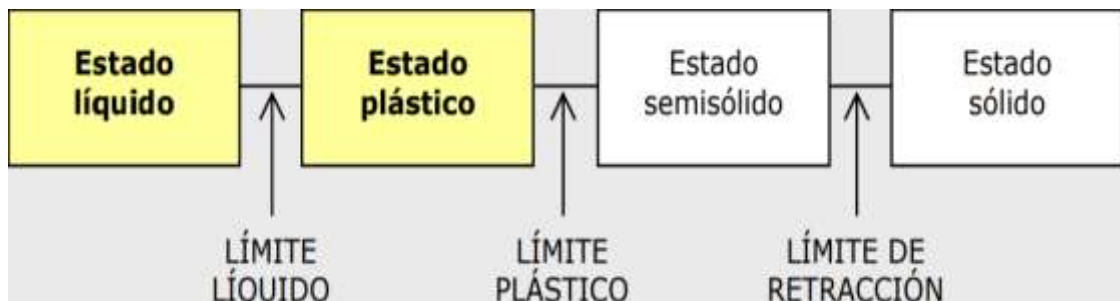


Figura 11. Estados

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 15/10).

Abrasión.

Esta propiedad se estableció con el propósito de determinar la degradación de grado estándar debido a la acción de desgaste, impacto en aplastamiento en tambores de acero giratorios que contiene una gran selección de bolas de acero, según el tipo de muestra.

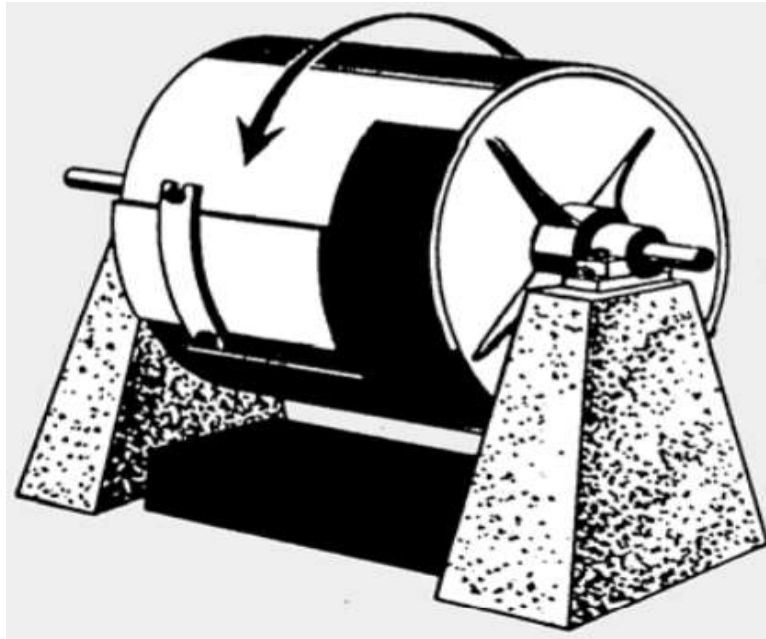


Figura 12. Abrasión, ángeles.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 20/10).

Sales solubles.

Se determina según MTC E 207 (solubilidad, floculantes). Su propósito es establecer un procedimiento de sedimentación razonable para la determinación del contenido de sulfato. Este proceso consiste en un lavado continuo con agua destilada hirviendo hasta la completa extracción de la sal. La presencia de estas sustancias se detecta mediante reactivos químicos que forman un precipitado visible con una pequeña cantidad de sal. Este método se puede aplicar para controlar el edificio.

Equivalente de arena.

Es determinada por la norma MTC E 207. Determinación rápida del contenido de polvo fino en el suelo a través de una solución de agua destilada, lo que permite la flexibilidad del suelo

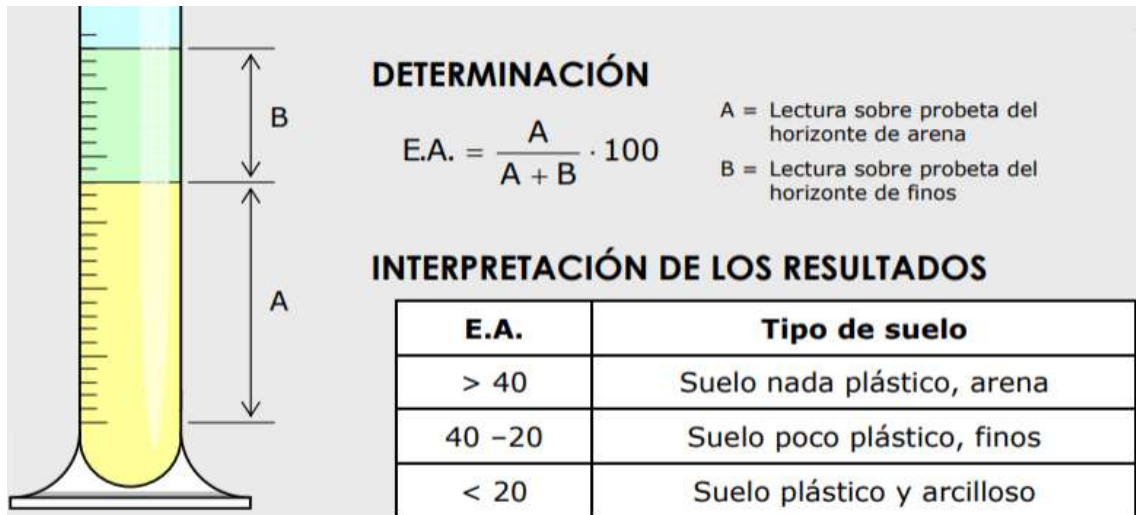


Figura 13. resultados de arenaa.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 15/12).

Partículas chatas y alargadas.

Se establece por la norma MTC E 319. Esta prueba ayuda a determinar los porcentajes presentes en el material, que tienen mayor riesgo de falla en presencia de un sellador, por lo que se deben limitar sus proporciones.



Figura 14. Partícula chata y alargada.

Fuente: (Bañón y García, 2010, Tomo II, p. 20/8).

Capacidad de soporte CBR.

Conceptualización de la capacidad de carga.

CBR (California Bearing Ratio), también conocido como Relative Bearing Valué (VRS), fue desarrollado por los ingenieros de Santion y Porter en 1929 por el Departamento de Carreteras o Autopistas de California y está definido por la norma ASTM D 1883 (Aguilar, 2019, pp. 20 - 1)

según Beviá y Bañón (2010), El CBR: La fuerza requerida para que el émbolo penetre en el suelo a cierta profundidad y la fuerza requerida para lograr la misma profundidad de penetración que la muestra de referencia que contiene el suelo triturado. Entre. Cálculo Expresado como un porcentaje

Valores requeridos del pavimento

El Manual de Carreteras del MTC, es:

- Suelo básico: cbr 6%
- Terraplén: cbr 20%
- Afirmados: cbr 40%
- Base de suelo flexible e cbr 40%
- Cimiento de piso flexible cbr 80%
- Base de pavimento rígido cbr 40%.

Valores de CBR y carga unitaria.

El valor de CBR y las cargas unitarias se obtienen del Material Testing Manual (2016). Aquí presentamos el porcentaje de presión que ejerce el pistón sobre el piso a la permeabilidad estimada en relación con la altura de la fuga. Rendimiento correspondiente en el ejemplo estándar (Página 28), teniendo en cuenta la siguiente fórmula

$$CBR(\%) = \frac{(Presión\ en\ la\ muestra\ de\ suelo)}{(Presión\ en\ la\ muestra\ patrón)} * 100$$

Este manual de ensayo (2016), se maneja la fuerza ejercida por el pistón, sobre la superficie para estimar la penetración, en relación con la fuerza adecuada en la misma altura de penetración de muestra de referencia para llegar un resultado satisfactorio.

El valor de presión en muestra de referencia se describe en la siguiente tabla correspondiente a la penetración.

Tabla 2. Valores del suelo patrón del ensayo CBR.

PENETRACIÓN		ENERGÍA DE PRESIONES		
Pulgadas	mm	mpa	lb/plg2	kgf/cm2
0.10	2.54	6.90	1000.00	70.31
0.20	5.08	10.35	1500.00	105.46

Fuente: Manual de ensayo de materiales (2016).

Modos para determinar el valor de CBR.

Tenemos dos formas de medir la capacidad de carga de CBR. Estos métodos se describen en la Guía de prueba de TCM (2016). Estas normas son MTC E 133 (CBR vigente) y MTC E 132 (CBR Lab). Según Chang (2014), "el comportamiento del suelo depende del tamaño de las partículas, las propiedades físicas (gruesas, finas o no plásticas) y las condiciones naturales (meteorizadas y no meteorizadas)". Debido a estas características, la prueba CBR variará de una situación a otra.

En laboratorio: Se realiza sobre suelos modificados, gravas, arenas y suelos ligados plásticamente con poca o ninguna dilatación, aglomeración, dilatación. La prueba se realizó en una muestra de suelo intacta de la ciudad de Juliaca y el laboratorio.

En situ: se ejecuta en el campo utilizando pistas normales. Esta prueba puede determinar el CBR de suelo natural, suelo certificado, pavimento, calzada y pavimento.

CBR en laboratorio.

Se tiene tres mecanismos, cada uno con un objetivo diferente, y se suceden entre sí:

Compresión Proctor modificada:

El objetivo es comprender el contenido de agua muy pequeño y lograr la máxima densidad seca de la muestra para un mejor resultado.

Expansión en un estado de saturación:

Este ensayo es realizado para medir el incremento del material durante noventa y seis horas bajo saturación.

Resistencia al esfuerzo de penetración.

El propósito que se realizara de medir el valor real de la capacidad de carga o soporte CBR del material bajo prueba.

Conformación de pavimentos rígidos.

Pavimentos.

estructura formada por un conjunto de capas horizontales, diseñada para soportar los esfuerzos generados por el movimiento del vehículo durante un tiempo determinado; están fabricados con materiales seleccionados y convenientemente compactados. se forman en relación con el suelo del terreno obtenido de los movimientos de tierra (Aguilar, 2019, p.1).

El crecimiento de la velocidad, combinado con el aumento de vehículos y la actividad de los agentes meteorológicos, dejó los efectos de las naves espaciales, incapaces de resistir la acción instantánea de las fortalezas. Este hecho ha llevado a diseñar materiales innovadores acordes con esta realidad, para contrarrestar estos requerimientos (Bañón y Beví, 2010, p. 19/2).

Funciones de los pavimentos.

a) Resistentes a las cargas de tráfico, durante el tiempo especificado, así como actuar como capa de atenuación para proteger las capas inferiores, de modo que la tensión de entrada disminuya gradualmente, paralelamente a su capacidad de carga CBR.

b) Proporcionar un área de transporte cómoda y segura que, a lo largo de su vida, cree defectos y daños aceptables que se conviertan en acciones aleatorias de mantenimiento y cuidado.

c) Algunos suelos son significativamente menos duraderos y, por lo tanto, protegen la superficie, especialmente de las precipitaciones.

Características de los pavimentos.

a) Superficiales:

- Antideslizante: Asegura el contacto entre el vehículo y la superficie de la carretera, para todos los objetos en la curva. Este miembro está profundamente asociado con la textura de la superficie.
- Regularidad de la apariencia: Deben evitarse las imperfecciones con espaciamiento entre ondas reducido, ya que son fuente de molestias, a veces con cierto riesgo.
- Drenaje superficial: Las bombas evitan salpicaduras, pérdida de adherencia, tanto la provisión de oleadas horizontales como un buen drenaje tienen un efecto significativo.
- Reflexión de la luz: El deslumbramiento de la carretera debido al reflejo del sol y la luz reduce la visibilidad, especialmente en la noche.
- Sonido de rodadura: Este sonido se debe a la relación de los neumáticos con la superficie de la carretera y es una de las principales causas de la contaminación acústica

b) Estructurales:

- Están vinculados a las propiedades de resistencia mecánica y física del material del pavimento y al espesor de las capas que componen el pavimento.
- Los materiales de cada capa deben ser seleccionados, con garantía de calidad y suficientes para crear la durabilidad y longevidad de la empresa. El Manual de Usuario de Carreteras EG - 2013 detalla exactamente los requisitos que debe cumplir cada material durante el tratamiento del grado en el que son tratados

Clasificación de los pavimentos.

- a. **Flexibles.** Se caracterizan por estar construidas sobre mantos donde los defectos materia prima disminuyen la profundidad. hecho consistente con el mantenimiento de una relación estrés-estrés.

La capa superficial formada por una mezcla de betún, dispuesta con un aglomerante hidrocarbonado y áridos de granulometría favorable, que le confieren su versátil denominación. Esta capa está soportada por una base granular y subcapas, que consisten en material de menor capacidad, hecho por el hombre o de origen natural, encargado de distribuir el estrés.

- b. **Semirrígidos.** Tiene la misma distribución que el plástico, pero puede estar compuesto por una de las capas curada artificialmente con aditivos como betún, cemento, emulsiones, productos químicos, cal o una capa de betún. Se construirá sobre una carretera de hormigón.

c. Rígidos.

Se construye a partir de losas de hormigón de tierra o capas de material seleccionado, conocidas como cimientos de asfalto duro. Debido a la alta rigidez del hormigón y su excelente módulo de elasticidad, la organización de fuerzas tiene lugar en un área muy grande

d. articulados.

La capa desgastada está compuesta por losas de hormigón del mismo espesor. Por otro lado, esto ocurre con una fina capa de arena en capas sobre el tablero.

De acuerdo con el enfoque conceptual, tenemos las siguientes

Abrasión: El manual de ensayos (2016), el desgaste se describe a la pérdida de masa y de aglomerados al ser expuestas al proceso de fricción continuada.

Agregado fino: Muestran partículas de menos de 4,76 mm, que contienen fundamentalmente de arena.

Agregado grueso: partícula con un tamaño de 56-4,76 mm, compuesta especialmente de grava.

Desechos y residuos de concreto de construcción: Según la NTP- 400.5050 (1999), el agregado reciclado es un material mateado. Materia prima inorgánica que se desechan durante las obras de construcción o se identifican estrictamente como residuos de demolición de obras.

Capacidad de soporte CBR: Esta es la carga que el suelo puede soportar sin que se produzca hundimiento o hundimiento del terreno (Beviá y Bañón, 2010). Además, afirman que la capacidad de carga es una de las propiedades más importantes del suelo.

Características físico mecánicas de Subbases: Según Beviá y Bañón (2010), las propiedades físicas del material están diseñadas para proporcionar una mejor resistencia mecánica para que la potencia se transmita de forma lenta y uniforme, lo que ayuda a evitar un aumento de la imagen de hundimiento

Compactación: Das (2015) muestran que la compactación es el endurecimiento del suelo por la eliminación del aire. Utilizando energía mecánica, el grado de compresión de un rodamiento se aprecia por su peso unitario seco (peso/volumen).

Contenido óptimo de humedad: La cantidad de humedad necesaria para lograr la máxima densidad seca del suelo.

Densidad según Das. (2015) considera la consistencia como la dependencia entre el peso y el volumen del sólido. El máximo se alcanza si no se logra el contenido de humedad óptimo para la compresión

Granulometría: Conocido como medición del volumen de partículas, las diversas dimensiones de partículas presentes en el agregado, según lo determinado por la prueba estándar de tamaño de partículas MTC E 107. Esto determina la repartición del tamaño de partícula a través de la partícula. Tamices con varias aberturas milimétricas.

Índice CBR: Se llama medición de tamaño de partícula, existen diferentes tamaños de partícula además de esto, son determinados por el medidor de tamaño de partícula estándar MTC E 107. Este determina la distribución del tamaño de partícula en todo el grano. El tamiz tiene agujeros de unos pocos mm.

Índice de plasticidad: El índice de plasticidad es la diferencia obtenida entre los estados líquido y plástico. Límites Líquidos: Según el Manual de Carreteras (2016), los Límites Líquidos (LI) son la cantidad de agua expresada en % y el suelo se encuentra dentro de los límites de líquidos y plásticos.

Limite plástico: Según la guía (2016), un límite diseñado con plástico es la cantidad mínima de agua que puede formar una varilla de acero de 1/8 de pulgada sin romperse

Pavimento articulado: Están formados por capas de hormigón prefabricado, denominadas losas de pavimento, de espesor uniforme.

Pavimento flexible: Suelen consistir en mantillo asfáltico, que se sustenta sobre una base y subsuelo.

Pavimento rígido: Se componen básicamente de losas forzadas, soportadas por pavimento o capas de materiales seleccionados.

Pavimento semirrígido: Estructura de pavimento flexible, pero una de las capas está endurecida artificialmente

Pavimento: En el caso de Montejo (1998), muestra que la carretera está formada por una serie de capas, diseñadas y construidas con los materiales adecuados y suficientemente impermeables. Los caminos generalmente se construyen al pie de la carretera y están nivelados con la superficie de la tierra.

Proctor: Según MTC (2016), Proctor determina la humedad óptima del suelo para una máxima densidad de compactación.

Subbase granular: Esta capa está ubicada entre el subsuelo de la carretera y el subsuelo del pavimento y se usa típicamente para pavimento de asfalto o concreto con soporte de cimentación bajo. La capa inferior soporta una carga menor del vehículo y puede considerarse una capa base inferior. Cuando la carga transmitida es reducida por la capa superior, esta capa realiza la función de drenaje y ahorra aún más

Como Bases Normativas Se Tiene Lo Siguiente

Manual de carreteras Suelos y pavimentos MTC 2013.

El MTC, como organismo nacional de gestión vial y de tránsito, es el encargado de emitir la normativa relacionada con la gestión y seguridad de la infraestructura vial. (Manual de Carreteras (2013))

Especificaciones Generales EG – 2013.

Este documento es responsable de garantizar la construcción de caminos, la calidad de los elementos de planificación, requisitos, procesos y parámetros.

Descripción, Clasificación, Calidad del Material, Desempeño y Control de Calidad. Apoyo a la acera.

Manual de ensayos de materiales MTC E 2016.

Describe los métodos, equipos, procedimientos, muestras, cálculos e informes, debe seguir para realizar diversas pruebas en los materiales utilizados para fabricar pavimento granular.

Método AASHTO 93 para el diseño de estructuras de pavimentos.

Se desarrolla brevemente los elementos principales para el diseño de pavimentos, calcula el espesor de subcapas, subcapas, etc. Asimismo, se describen los elementos o parámetros esenciales del diseño.

III. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE TESIS.

3.1. Tipo y diseño del trabajo de investigación.

Tipo de la investigación:

Se ajusta al tipo **aplicada** se adapta (a procesos que permiten transformar el conocimiento puro, es decir, teórico, en conocimiento práctico y útil para la sociedad), según Borja, quien nos dice que este tipo de estudio también se denomina Ingeniería, porque proporciona un cuerpo específico de conocimiento organizado y aplicación sistemática a la materia).

Enfoque de la investigación:

La orientación cuantitativa es necesaria porque la forma honesta de descubrir la verdad es recopilar y analizar datos, a través de los cuales se pueden realizar hipótesis que contrastan con las respuestas a las preguntas. (Borja, 2012, pág. 11)

El enfoque cuantitativo es secuencial y probabilístico, caracterizado por una lógica deductiva empírica, basada en procedimientos rigurosos, métodos empíricos y el uso de técnicas estadísticas de recolección de datos. El propósito de esta prueba es determinar la capacidad portante (CBR) del suelo y agregado comprimido en el laboratorio con un contenido de humedad óptimo y varios grados de compresión.

Diseño de la investigación:

Diseño **experimental**, El diseño experimental prescribe una serie de instrucciones respecto a las variables a manipular, de qué manera, cuantas veces se debe repetir la prueba y en qué orden para que se pueda establecer con confianza predefinida, la necesidad de una relación causal.

Otro punto a destacar es que las manipulaciones realizadas en el diseño experimental tienen una base teórica, a partir de la cual se buscan

conclusiones. Asimismo, también se deben considerar los factores externos que pueden afectar la experiencia. Es decir, se debe analizar si una variable adicional, intencionalmente modificada, puede tener impacto sobre la variable dependiente

Nivel de la tesis:

Nivel de Investigación. El siguiente trabajo de investigación pertenece a un nivel de diseño **experimental puro**.

La investigación empírica (experimental) consiste en un conjunto de actividades metódicas y técnicas realizadas con el fin de recopilar información y datos necesarios sobre el tema de estudio y el problema a resolver. Investigación empírica presentada utilizando una variable experimental no probada, bajo condiciones estrictamente controladas, para describir cómo o por qué ocurre una situación o evento particular.

3.2. Variables y operacionalización.

Una variable característica que puede fluctuar y su variable puede medirse u observarse. La definición de variable es aplicable a personas u otros seres vivos, objetos, eventos y fenómenos que tienen valores diferentes a la variable de referencia. Como: Inteligencia: porque los individuos se pueden clasificar según su inteligencia; No todas las personas tienen el mismo nivel, es decir, son diferentes en inteligencia. De cualquier manera, hay variaciones. Las variables son importantes para la investigación científica cuando están relacionadas con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o teoría. En este caso, a menudo se lo denomina negocio virtual o negocio

Título de la investigación:

Evaluación del Comportamiento Físico y Mecánico del Material Reciclado de Escombros a conformación subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022.

Tabla 3. Matriz de operacionalización.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	DIMENSIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD	ENSAYO DE MEDICIÓN
-----------	-----------------------	------------------------	-----------	-----------	-----------------------	--------------------

INDEPENDIENTES	Propiedades físicas del material reciclado de escombros	<p>Es un material reciclado producido a partir de la restauración de nuevas construcciones u obras viales, así como del derrumbe de edificios antiguos.</p>	<p>Ensayos de las propiedades físicas en laboratorio de suelos. Los resultados serán comparados con las especificaciones de las EG – 2013 para agregado grueso para subbase de pavimento flexible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Granulometría. ➤ Partículas con cara fracturada. ➤ Partículas chata y alargada. ➤ Abrasión los ángeles. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rangos de gradación. ➤ Porcentaje mínimo. ➤ Porcentaje mínimo. ➤ Porcentaje máximo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 0% ➤ 10% ➤ 20% ➤ 30% ➤ 40% ➤ 50% ➤ 60% 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ MTC E 204 ➤ MTC E 210 ➤ MTC E 223 ➤ MTC E 207
----------------	---	---	--	--	--	--	--

DEPENDIENTES	Comportamiento físico y mecánico de la Subbase del pavimento flexible.	Es el conjunto de propiedades que debe cumplir los materiales de la subbase establecidas por el Manual de Carreteras para pavimentos flexibles.	Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de la subbase del pavimento flexible compuesto por material natural con el contenido óptimo de material reciclado de concreto. Los resultados serán comparados con las EG – 2013.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Granulometría. ➤ LL. ➤ Índice plástico. ➤ Equi. Arena. ➤ Partículas con cara fracturada. ➤ Partículas chata y alargada. ➤ Abrasión los ángeles. ➤ Proctor. ➤ CBR. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rangos. ➤ % máximo. ➤ % máximo. ➤ % mínimo. ➤ Porcentaje mínimo. ➤ Porcentaje mínimo. ➤ Porcentaje máximo. ➤ AI 95% MDS ➤ % mínimo. 	--	<ul style="list-style-type: none"> ➤ MTC E 107 ➤ MTC E 110 ➤ MTC E 111 ➤ MTC E 117 ➤ MTC E 210 ➤ MTC E 223 ➤ MTC E 207 ➤ MTC E 115 ➤ MTC E 132
INTERVINIENTE	Máxima densidad seca Proctor	Es la máxima compacidad de un suelo es una propiedad importante, al estar relacionada directamente con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un pavimento.	Esta propiedad será controlada por el ensayo de Proctor en su variante modificada.	- Ensayo de Proctor modificado.	➤ Porcentaje de compactación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 95% de la MDS ➤ 100% de la MDS 	➤ MTC E 115

Fuente: (Desarrollado por el tesista)

Operacionalización: La operación de una variable implica mover la transformación de un nivel abstracto a un nivel más concreto, y su función básica es especificar tanto como sea posible el significado de una variable en un estudio determinado. Operar variables significa explicar cómo se miden. Para lograr el rendimiento, una variable se transforma en otras variables con el mismo significado, las descompone en dimensiones más específicas llamadas dimensiones y, a su vez, convierte estas dimensiones en métricas que permiten la observación directa.

3.3. La Población, la muestra, el muestreo y unidad de análisis.

Población:

Este valor está compuesto por todos los elementos (personas, objetos, organismos, etc.) que se encuentran involucrados del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación. Compuesta por los agregados de residuos y desechos de concreto de losas de pavimento antiguos de la ciudad de Juliaca.

Muestra:

La cantidad de muestra necesaria depende del tipo de prueba, como se especifica en el Manual de pruebas de materiales de la MTC de 2016. Este material es seleccionado y clasificado tempranamente para realizar pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del material reciclado. Según la fuente y el tratamiento

Muestreo:

En la presente tesis, la muestra pertenece al muestreo intencional no probabilístico; Dado que se realiza por decisión y la medida es infinita, no existen parámetros que definan el número máximo o mínimo de muestras que se pueden tomar para cada tipo de ensayo.

Unidad de análisis:

“En el trabajo de tesis, el tipo analítico del método cuantitativo, que es una estadística prospectiva. En ese sentido, lo que persigue conseguir es un nivel aceptable de valor en la evaluación de la confiabilidad confiable en los cuantificadores de su investigación” (Torres Salinas, 2020).

En este estudio de evaluación de material de hormigón reciclado, se tomaron muestras para determinar las propiedades del material de la subbase del pavimento y obtener la proporción óptima de material reciclado (MR) de los escombros. Como se muestra nos siguiente tabla

Tabla 4. Unidades de muestreo para determinarlas características.

Ensayo	Número de ensayos		
	A. Natural	A. Reciclado	Mezcla % óptimo
Análisis granulométrico	1	1	1
Abrasión Los Ángeles	1	1	1
Límite Líquido	1	1	1
Índice de Plasticidad	1	1	1
Equivalente de Arena	1	1	1
Sales Solubles	1	1	1
Chatas y Alargadas	1	1	1
Proctor modificado	1	-	1
CBR	1	-	3

Fuente:(Desarrollado por el tesista).

Tabla 5. Unidades de muestreo del ensayo CBR.

Muestras ensayadas de CBR		
% A. Natural	% A. Reciclado	Nº de ensayos
100	0	1
80	20	1
60	40	1
40	60	1

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

Técnicas:

El análisis de la información se dio según el programa experimental que considera, hacer ensayos de suelos a las muestras (Agregado Natural, Agregado reciclado y la mezcla óptima que alcanzó el % de CBR más alto). Dichos ensayos son necesarios para determinar su idoneidad para ser empleado en la capa de Subbase de los pavimentos flexibles.

La construcción del levantamiento, a través de la tecnología de monitoreo, determina que el registro continuo de los resultados de las pruebas se realice en la secuencia lógica descrita en el Manual del Usuario de Carreteras EG - dos mil trece

Instrumentos de la recolección de datos en campo:

Los aparatos, recolección de datos empleados en la presente tesis se encuentran descritos en la Manual de Ensayos del MTC, que depende del tipo de ensayo a emplear; en la siguiente tabla nos muestra el tipo de ensayo y la norma empleada para su ejecución:

Tabla 6. Normativas de los ensayos de recolección de datos.

Ensayo	NORMA		
	MTC	ASTM	AASHTO
Abrasión Los Ángeles	E 207	C 131	T 96
LL	E 110	D 4318	T 89
IP	E 111	D 4318	T 90
Equivalencia de Arena	E 114	D 2419	T 176
Sales Solubles	E 219	-	-
Chatas y Alargadas	E 223	D 4791	-
Proctor modificado	E 115	D 4718	T 180
CBR	E 132	D 1883	T 176

Fuente:(Desarrollado por el tesista).

Validez:

Validez del instrumento: Según Horna (2008), La validez es la medida en que se mide la variable real del instrumento de medición. Las propiedades físicas y mecánicas (tamaño de grano, abrasividad, estado sólido, consistencia de la arena, planitud y elongación, y CBR) de los residuos y desechos de concreto se realizan de acuerdo con lo establecido en el Libro probador de materiales de MTC. Dando validez a los instrumentos empleados en los ensayos realizados.

Confiabilidad de los instrumentos:

Confiabilidad de la herramienta: Como afirma Horna (2008), la confiabilidad está relacionada con la precisión y consistencia evaluada por la aplicación. Las pruebas anteriores se realizaron en el Instituto Triple Geo-Asfalto y Mecánica de Suelos IRL en la ciudad de Puno. Además, el laboratorio posee certificados de calibración y emite los certificados correspondientes para garantizar la confiabilidad de los materiales utilizados.

3.5. Procedimiento.**Muestreo de material reciclado de escombros:**

El proceso de reciclado de materiales de desperdicio del concreto se hace necesario clasificarlos. Los materiales reciclados de concreto relevantes son los obtenidos del concreto de losas de pavimentos rígidos antiguos, veredas y sardineles: mas no así el resto como son: madera, vidrio, cerámicas, acero, albañilería, ladrillos etc.

Para el presente estudio se ha obtenido la materia prima proveniente de la demolición de una losa de concreto ubicado en la ciudad de Juliaca; se recicló muestras inferiores a las 4" de diámetro, para facilitar la alimentación de la trituradora mecánica.



Figura 15. Muestreo del Material reciclado.

Fuente: (Fotografía propia).

Limpieza y clasificación del concreto reciclado:

Una vez clasificado y seleccionado el material, es necesario limpiar la muestra, ya que este material está contaminado por impurezas y contaminación, en este sentido, la muestra ha sido lavada manualmente; Cabe señalar que este procedimiento se lleva a cabo en instalaciones de análisis de suelos.



Figura 16. Limpieza de las muestras de material reciclado.

Fuente: (Fotografía propia).

Triturado del material reciclado:

Según las especificaciones establecidas en la EG – 2013, el material empleado para la paca de la subbase del pavimento debe tener tamaños inferiores a 2" de diámetro, por lo cual este material debió pasar por un proceso de triturado, para ello se empleó una Trituradora de mandíbula, la cual tiene las siguientes características; Abertura de alimentación: 200x350 mm, abertura de descarga 20-50 mm, capacidad 2-3 tn/hr, velocidad giratoria 220 RPM, potencia 6 Kw. Antes de realizar el triturado se debe ajustar la máquina para lograr que el tamaño deseado.



Figura 17. Triturado del material reciclado.

Fuente: (Fotografía propia).

Muestreo de material agregado natural:

El material natural utilizado en la evaluación de este documento se extrajo de la cantera Taparachi, y este agregado natural se usa actualmente en todos los trabajos de pavimentación en la ciudad de. debido a sus excelentes propiedades mecánicas. Sin embargo, este material se caracteriza por ser un material delgado con un índice plástico muy superior al índice permisible de EG - 2013.



Figura 18. Muestreo de agregado natural.

Fuente: (Fotografía propia).

Cuarteo de muestras para ensayar:

El material natural empleado para realizar los ensayos fue obtenido mediante cuarteo manual, siguiendo el procedimiento establecido en la norma MTC E 101 del Manual de ensayos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; este procedimiento hace que las muestras sean representativas y que las características apliquen para todo el material.



Figura 19. Muestreo del agregado natural.

Fuente: (Fotografía propia).

ENSAYOS REALIZADOS:

A continuación, se muestra los ensayos realizados siguiendo los objetivos; cabe resaltar que dichos ensayos fueron los mismo para el material reciclado, Agregado natural y finalmente, para la mezcla de estos dos, con el % óptimo de material reciclado que alcanzó el valor de CBR más alto.

Contenido de humedad:

Conforme con la norma MTC E 108, esta prueba se realiza para obtener el contenido de agua y cantidad de aire atrapados, con el objetivo de controlar el porcentaje de humedad óptima para el ensayo de Proctor modificado para determinar el CBR del material. El referido ensayo es realizado en el laboratorio de mecánica de suelos, siguiendo el procedimiento establecido en la menciona norma; este valor es expresado en porcentaje de volumen y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\%W = \left(\frac{W_w}{W_s} \right) * 100$$

Donde:

- W : El porcentaje de humedad.
- W_w : Peso del agua existente en el suelo.
- W_s : Peso de las partículas sólidas.



Figura 20. Ensayo de Contenido de humedad.

Fuente: (Fotografía propia).

Análisis de la gradación:

De acuerdo con la normativa MTC E 109, este ensayo es realizado para determinar el porcentaje de los tamaños de un determinado suelo; por medio del zarandeado, con el objetivo de clasificarlo y ser empleado según la medida requerida. Esta prueba se realiza cuando la muestra se encuentra en estado seco, posteriormente es zarandeado en tamices normalizados de la serie ASTM colocados desde el más pequeño (N° 200) hasta el más grande (2"). El referido ensayo es realizado en el laboratorio de mecánica de suelos, Realice manualmente los pasos descritos en el estándar MTC E109 anterior. La tasa de éxito se determina aplicando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{peso retenido en el tamiz}}{\text{peso total}} \times 100$$

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

$$\% \text{ Que pasa N}^\circ 200 = \frac{\text{peso total} - \text{peso retenido por la N}^\circ 200}{\text{peso total}} \times 100$$



Figura 21. Ensayo de Análisis granulométrico.

Fuente: (Fotografía propia).

Abrasión del agregado:

De acuerdo con la normativa MTC E 207, “este ensayo se realiza con el propósito de conocer el porcentaje de deterioro de grados granulométricos estandarizados debido a una combinación de acciones, entre ellas abrasiva o abrasiva, impacto y 'aplastamiento' La prueba se lleva a cabo en un cilindro de acero giratorio que contiene un número específico de barras, según la clase de tamaño de partícula de la muestra. El tambor gira un cierto número de ciclos, luego se agrega. Se tamiza para medir su deterioro como pérdida porcentual. La prueba se lleva a cabo de acuerdo con el procedimiento de la norma MTC E 207, aplicando la siguiente ecuación.

$$\% A = \left(\frac{W_I - W_F}{W_I} \right) * 100$$

Dónde:

- % A : El porcentaje de Abrasión.
- W_I : Peso inicial de la muestra.
- W_F : Peso después del ensayo.



Figura 22. Ensayo de Abrasión los ángeles.

Fuente: (Fotografía propia).

Límite líquido (LL):

Según la norma MTC E 207, “LL es el porcentaje de agua del suelo entre los estados de consistencia líquido y plástico, expresado en porcentaje”. Que se completa con una cuchara en una casa grande; el ensayo consiste en conocer el porcentaje de agua al cual el surco separador de un par de mitades de una pasta de suelo se junta a lo largo de su fondo en una distancia aproximada de 13 mm cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo”; El ensayo se realiza, siguiendo el procedimiento especificado de la norma MTC E 110; aplicando la siguiente ecuación:

$$LL(\%) = \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Dónde:

- %LL : El porcentaje de agua.
- N : número de golpes.



Figura 23. Ensayo de Limite líquido e IP.

Fuente: (Fotografía propia).

Límite plástico IP:

Según la norma MTC E 207, “El IP indica la magnitud del intervalo de la humedad en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar un suelo. Un IP alto elevado corresponde a un suelo muy cohesivo y un IP bajo es característico de un material poco cohesivo”, la prueba se realiza de forma manual hasta encontrar el contenido de agua con la que se puede formar barras de 3 mm de diámetro sin llegar a fisurarse; La prueba se realiza de acuerdo con el procedimiento estándar MTC E 207. Aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Límite plástico (\%)} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo secado al horno}}$$

El Índice Plástico (IP) resulta de la diferencia entre los límites de líquidos y límites plásticos como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Índice plástico} = \text{Límite líquido} - \text{Límite plástico}$$



Figura 24. Ensayo de Limite líquido e IP.

Fuente: (Fotografía propia).

Equivalente de arena:

El ensayo de equivalencia de arena se realizó siguiendo el procedimiento establecido en la norma MTC E 114; que permite determinar de forma rápida el contenido en finos; Para ello se tamizó la muestra por el tamiz N° 4 de la serie ASTM y se introdujo un volumen de 90 cm³ en una probeta cilíndrica de 3.2 cm. de diámetro y 4.30 cm. de longitud; después, se introdujo una solución química formada por cloruro cálcico, glicerina y formaldehído diluidos en agua destilada, dejando reposar durante 10 minutos. posteriormente, se agitó de forma normalizada – 90 ciclos en 30 segundos; y se dejó reposar durante de 20 minutos. El porcentaje de Equivalente de Arena se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$EA = \left(\frac{A}{A + B} \right) * 100$$

Dónde:

- EA : Equivalente de Arena.

- W_I : Lectura de la sobre la probeta del horizonte de arena.
- W_F : Lectura referente al horizonte de finos.



Figura 25. Ensayo de Equivalente de Arena.

Fuente: (Fotografía referencial).

Chatas y alargadas (plano y largo):

El ensayo de Chatas y El proceso de estirado se realiza según el procedimiento descrito en la norma MTC E 223; Ayuda a determinar la proporción de partículas planas o alargadas en el agregado grueso; Para ello se tamizó la muestra por el tamiz N° 4 de la serie ASTM; el agregado con alto contenido estos son más susceptibles a quebrarse por su forma tan delgada, por lo que es preferiblemente evitarlas. ya que es mucho mejor emplear partículas de formas irregulares o que tengan un área superficial adecuada; para se empleó una muestra de 5 kg por el tamaño de partícula según el manual. El porcentaje de las partículas chatas y alargadas se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\% Ch = \left(\frac{Ch}{Pm} \right) * 100\% \quad \%Al = \left(\frac{Al}{Pm} \right) * 100$$

Dónde:

- Ch : Peso de chatas.
- Al : Peso de alargadas.
- Pm : Peso inicial de la muestra.



Figura 26. Ensayo de Equivalente de Arena.

Fuente: (Fotografía referencial).

Proctor modificado:

La prueba de Proctor modificado se desarrolló siguiendo el procedimiento del método C (6") de la norma MTC E 115 por la granulometría; este ensayo se realizó para cada mezcla (0, 20, 40, y 60% de reciclado); este ensayo permite conocer el contenido óptimo de humedad para obtener la Máxima Densidad Seca (MDS) de un suelo; para ello se tomó una muestra de 100 kg por cada de material; las mezclas se humedecieron con cuatro diferentes porcentajes de agua (2, 4, 6 y 8%); la compactación se realizó para 12, 25 y 56 golpes en cinco capas cada una; El porcentaje óptimo de Humedad se obtuvo mediante la curva de computación:

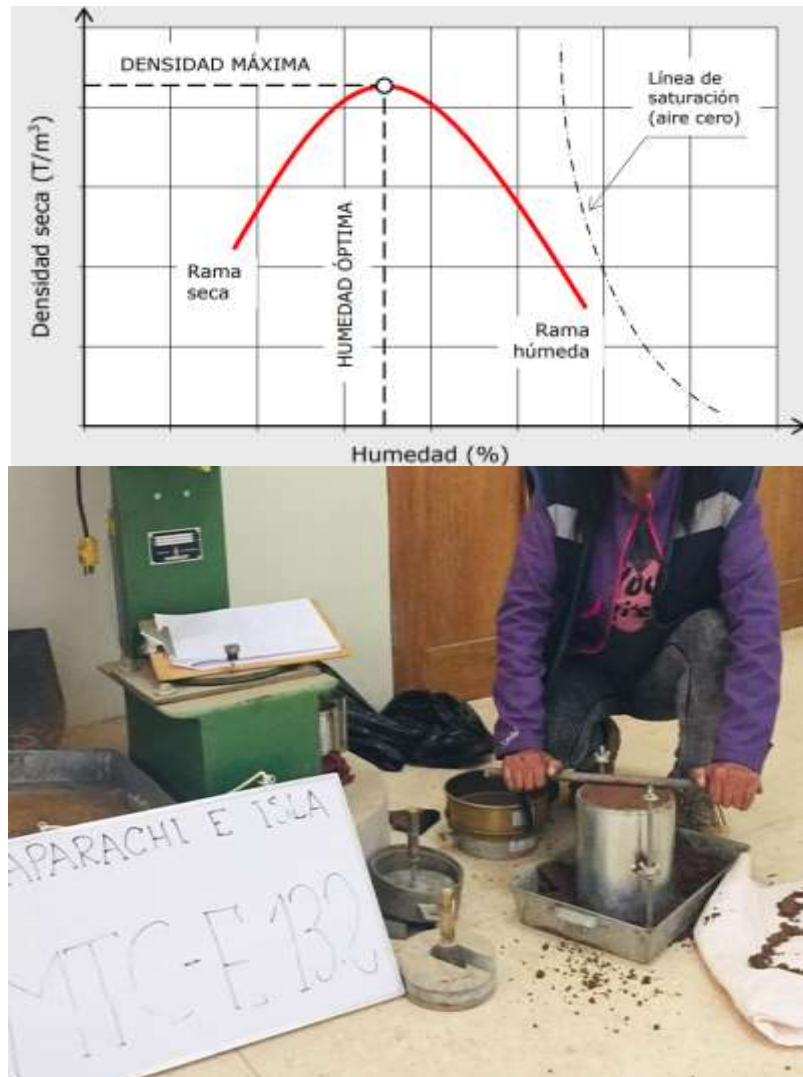


Figura 27. Ensayo de Proctor modificado.

Fuente: (Fotografía referencial).

CBR:

la prueba de CBR se desarrolló siguiendo el procedimiento de la norma MTC E 115; este ensayo se realizó para cada mezcla (0, 20, 40, y 60% de reciclado) conociendo los datos del ensayo anterior; este ensayo permite establecer la capacidad de soporte de un suelo; para ello se tomó muestras de 100 kg por cada de material; las mezclas se humedecieron con el óptimo % de humedad de la prueba Proctor; la compactación se realizó para 12, 25 y 56 golpes en cinco capas cada una; después, los moldes compactados se sumergieron por un periodo de 96 horas para conocer su expansión, finalmente se penetro las muestras a los 4 días:



Figura 28. Ensayo de CBR.

Fuente: (Fotografía referencial).

3.6. Método de análisis de la información.

Para el análisis de la información se tendrá consideración del informe de los certificados de laboratorio, cuya información permitieron dar respuestas a la formulación de los problemas y la contrastación de las hipótesis planteadas. El desarrollo de esta tesis siguió un enfoque cuantitativo, los cuales están relacionando con la secuencia de los objetivos; además, tiene datos originales. A continuación, se puntualizan los procedimientos para evaluar el comportamiento físico mecánico del Material Reciclado para subbase.

- a. Se realizó el muestro del Material Reciclado (MR) de concreto y el Material Natural (MN) Cantara Taparachi; el cual se pretende mejorar.
- b. Se determinaron las propiedades físicas (Ensayo de Abrasión, el IP, Granulometría, Equivalente de Arena y Chatas y Alargadas) del MR
- c. Se determinaron las propiedades físicas (Ensayo de Abrasión, el IP, Gradación, Equivalente de Arena, Chatas y Alargadas) y mecánicas (Ensayo de Proctor y CBR) del MN.
- d. Se realizo mezclas a deferentes porcentajes de MR (0, 20, 40 y 60%), a los cuales se realizó los ensayos de Proctor y CBR a cada mezcla.
- e. De las mezclas se tomó la mejor, para finalmente realizar los ensayos requeridos para la Sub base y comparar con las del MN.

3.7. Aspectos éticos.

Los ensayos realizados presentan su certificación respectiva de cada ensayo y se encuentra anexado. Por otra parte, las bases teóricas de la tesis están citadas y referenciadas bajo el formato APA; por lo que declaro que esta investigación de mi autoría, por lo que no hay lugar al plagio; además, este documento siguiendo el procedimiento de la universidad será revisado por el software Turnitin. Los párrafos que no se encuentran citados corresponde a las apreciaciones de mi autoría.

IV. RESULTADOS.

4.1. Propiedades físicas del Material Reciclado de concreto.

Los resultados producto de las pruebas realizadas al material reciclado de concreto y material natural de la cantera Taparachi, desarrollados en el Laboratorio Tripe Geo S. I. R. L., se muestran a continuación, siguiendo la secuencia de los objetivos establecidos inicialmente:

Limite líquido.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para la prueba de límite de liquidez reciclable.

Tabla 7. Límite liquido del Material Reciclado.

Norma empleada ASTM D424	Unidad	Dato	
		G	H
Tarro			
Suelo húmedo + tarro	gr	37.82	39.08
Suelo seco + tarro	gr	36.32	37.40
Peso del tarro	gr	30.33	30.71
Peso del agua	gr	1.50	1.68
Peso del suelo seco	gr	5.99	6.69
Humedad	%	25.04	25.11
N° de golpes		28	28
Límite líquido		25.42%	

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Abrasión los ángeles.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el Laboratorio de Suelos para pruebas de desgaste de materiales reciclados en Los Ángeles.

Tabla 8. Abrasión los ángeles del Material Reciclado.

Norma empleada ASTM C 131	Unidad	Dato
Carga abrasiva Número de esferas	Unid	12
Peso seco inicial de la muestra	Gr	5000.00
Peso seco final retenido en la malla N° 12 (Wi)	Gr	2794.00
Peso del material que pasa la malla N° 12 (Wf)	Gr	2206.00

Resultado del Porcentaje de Abrasión	44.12%
---	---------------

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Límite plástico e Índice plasticidad (IP).

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo de los Límites plásticos e Índice de plasticidad (IP) del Material Reciclado:

Tabla 9. Índice plástico e IP del Material Reciclado.

Norma empleada ASTM D4318	Unidad	Dato	
		G	H
Tarro			
Suelo húmedo + tarro	gr	15.97	16.49
Suelo seco + tarro	gr	15.14	15.62
Peso del tarro	gr	10.21	10.50
Peso del agua	gr	0.83	0.87
Peso del suelo seco	gr	4.93	5.12
Humedad	%	18.86	16.99
Límite líquido		16.91%	
Índice plástico (IP)		8.51%	

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Equivalente de arena.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de para el ensayo de Equivalente de Arena del Material Reciclado:

Tabla 7. Equivalente de Arena del Material Reciclado.

Norma empleada ASTM D2419	Unidad	Dato		
Hora de inicio saturación	Hms	2:40	2:45	2:50
Hora de salida saturación	Hms	2:50	2:55	3:00
Hora de inicio de decantación	Hms	2:55	3:00	3:05
Hora de salida de decantación	Hms	3:15	3:20	3:25
Lectura de arena (S)	Cm	4.04	3.89	3.86
Lectura de material fino (C)	Cm	6.04	5.87	5.73
Equivalente de arena = S/C*100	%	66.45	66.27	67.36
Equivalente de Arena		66.69%		

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Chatas y Alargadas.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para probar la planitud y elongación de materiales reciclados.

Tabla 8. Chatas y alargadas del Material Reciclado.

AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
PESO RET. (gr.)	% RET.	% QUE PASA ACUM.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.
1180.00	43.96	56.04	53.0	4.49	1.97	0.0	0.00	0.00
1043.00	38.86	17.19	33.0	3.16	1.23	16.0	1.53	0.60
461.30	17.19	0.00	1.3	0.28	0.05	10.7	2.32	0.40
2684.30	100.00		87.3		3.25	26.7		1.00

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Análisis granulométrico.

En la siguiente figura se muestra el análisis granulométrico del Material Reciclado obtenidos en el laboratorio de suelos:

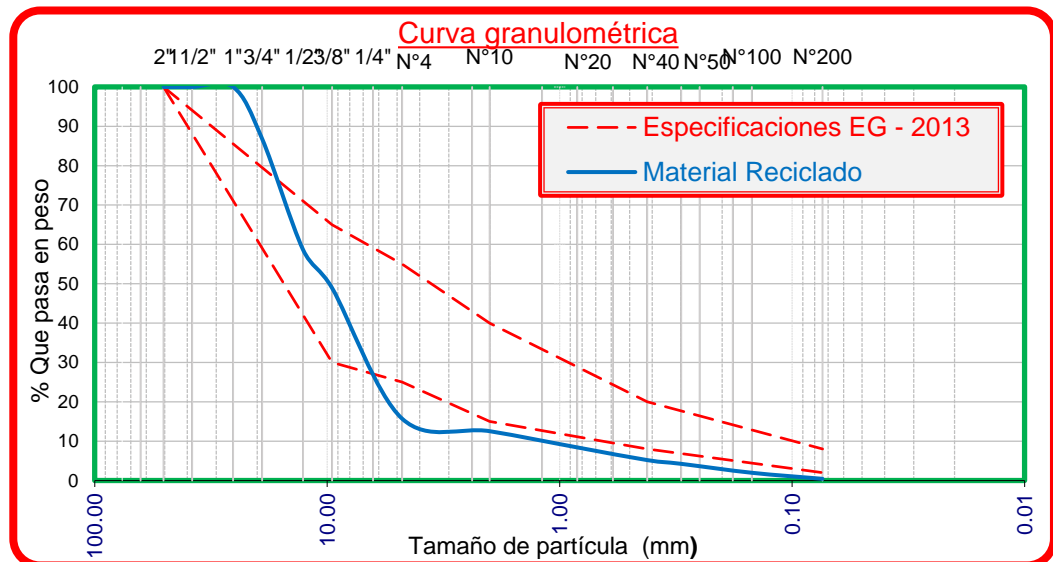


Figura 29. Curva granulométrica Material Reciclado.
Fuente: (Elaborado por el tesista).

Tabla 9. Características físicas del Material Reciclado.

ENSAYO	Norma	Material Natural	Especificación EG – 2013
Análisis granulométrico	D 422	Figura 31	Figura 31
Abrasión Los Ángeles	C 131	44.12 %	50 % máx.
Límite Líquido	D 4318	25.42 %	25 % máx.
IP	D 4318	8.51 %	4 % máx.
Equivalencia de Arena	D 2419	66.69 %	35 % mín.
Alargadas y Chatas	D 4791	4.25 %	20 % máx.
Proctor modificado	D 4718	-	-
CBR	D 1883	-	40 % mín.

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Como muestra la tabla; las características físicas y mecánicas para sub base de pavimentos de Material Reciclado de escombro de concreto, no cumplen las especificaciones establecidas por las EG – 2013.

4.2. Propiedades físicas y mecánicas del Material Natural.

Abrasión los ángeles.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo de Abrasión los ángeles del Material Natural:

Tabla 10. Abrasión los ángeles del Material Natural.

Norma empleada ASTM C 131	Unidad	Dato
Carga abrasiva Número de esferas	Und	12
Peso seco inicial de la muestra	Gr	5000.00
Peso seco final retenido en la malla N° 12 (Wi)	Gr	3321.00
Peso del material que pasa la malla N° 12 (Wf)	Gr	1679.00
Resultado del Porcentaje de Abrasión		33.58%

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Limite líquido.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo de los Límites Líquidos del Material Natural:

Tabla 11. Límite líquido del Material Natural.

Norma empleada ASTM D424	Unidad	Dato	
Tarro		A	B
Suelo húmedo + tarro	gr	39.05	38.11
Suelo seco + tarro	gr	35.84	34.63
Peso del tarro	gr	25.52	23.61
Peso del agua	gr	3.21	3.48
Peso del suelo seco	gr	10.32	11.02
Humedad	%	31.10	31.58

N° de golpes		26	26
Límite líquido		31.49%	

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Límite plástico e Índice plasticidad (IP).

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo de los Límites plásticos e Índice de plasticidad (IP) del Material Natural:

Tabla 12. Límite plástico e IP del Material Natural.

Norma empleada ASTM D4318	Unidad	Dato	
		A	B
Tarro			
Suelo húmedo + recipiente	gr	15.63	16.24
Suelo seco + recipiente	gr	14.41	15.04
Peso del tarro	gr	7.88	8.52
Peso del agua	gr	1.22	1.20
Peso del suelo seco	gr	6.53	6.52
Humedad	%	18.68	18.40
Límite plástico		18.54%	
Índice plástico (IP)		12.95%	

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Equivalente de arena.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de para el ensayo de Equivalente de Arena del Material Natural:

Tabla 13. Equivalente de Arena del Material Natural.

Norma empleada ASTM D2419	Unidad	Dato		
		1	2	3
Proceso				
Hora de inicio saturación	Hms	10:00	10:05	10:10
Hora de salida saturación	Hms	10:10	10:15	10:20
Hora de inicio de decantación	Hms	10:15	10:20	10:25
Hora de salida de decantación	Hms	10:35	10:40	10:45
Lectura de arena (S)	Cm	3.52	3.48	3.56
Lectura de material fino (C)	Cm	6.68	6.74	6.60
Equivalente de arena = S/C*100	%	52.69	51.63	53.94
Equivalente de Arena		52.76%		

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Chatas y Alargadas.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de para el ensayo de Chatas y alargadas del Material Natural:

Tabla 14. Chatas y alargadas del Material Natural.

AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
PESO RET. (gr.)	% RET.	% QUE PASA ACUM.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.
3418.00	52.58	47.42	211.0	6.17	3.25	93.0	2.72	1.43
1492.00	22.95	24.46	61.0	4.09	0.94	90.0	6.03	1.38
1042.00	16.03	8.43	90.0	8.64	1.38	73.0	7.01	1.12
409.00	6.29	2.14	33.0	8.07	0.51	5.0	1.22	0.08
139.00	2.14	0.00	22.0	15.83	0.34	14.0	10.07	0.22
6500.00	100.00		417.0		6.42	275.0		4.23

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

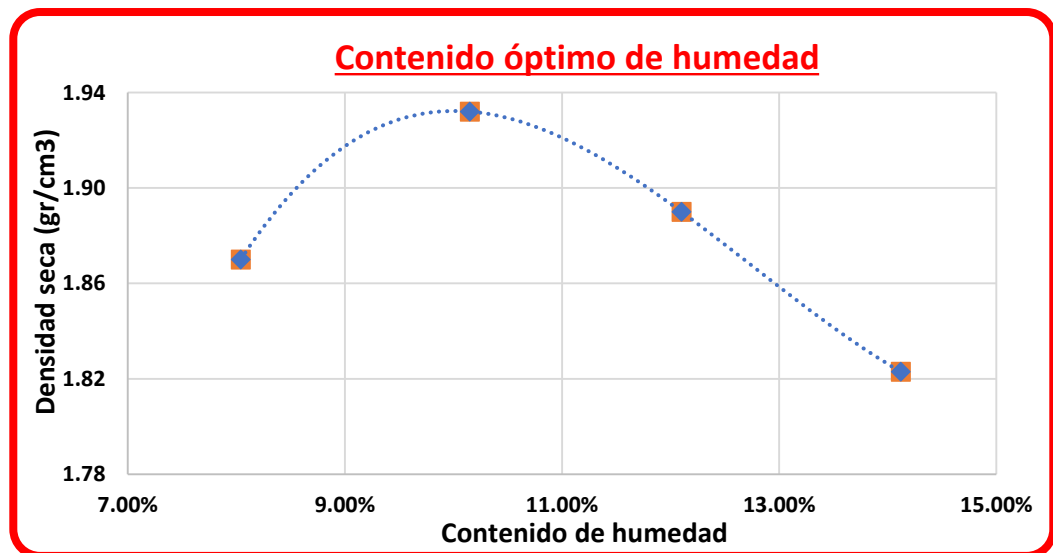
Proctor modificado.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo Proctor modificado del Material Natural:

Tabla 15. Índice plástico e IP del Material Natural.

Norma ASTM D1557	Und	Dato			
P. suelo húmedo + molde	gr	10235	10461	10442	10361
p. del molde	gr	5982	5982	5982	5982
p. suelo húmedo	gr	4253	4479	4460	4379
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	2.021	2.126	2.119	2.080
Porcentaje de humedad	%	8.04	10.15	12.10	14.12
Densidad suelo seca	gr/cm ³	1.870	1.932	1.890	1.823
Máxima densidad seca		1.932 gr/cm³			

Fuente: (Desarrollado por el tesista).



CBR.

El ensayo de **CBR** realizado en laboratorio muestra un valor de **34.0 %** al **100%** de la MDS y **20.3 %** al **95 %** de la MDS para una densidad del **1.932 gr/cm³** con un contenido de humedad óptima del **10.15%**.

Análisis granulométrico.

En la siguiente figura se muestra el análisis granulométrico del Material Reciclado obtenidos en el laboratorio de suelos:

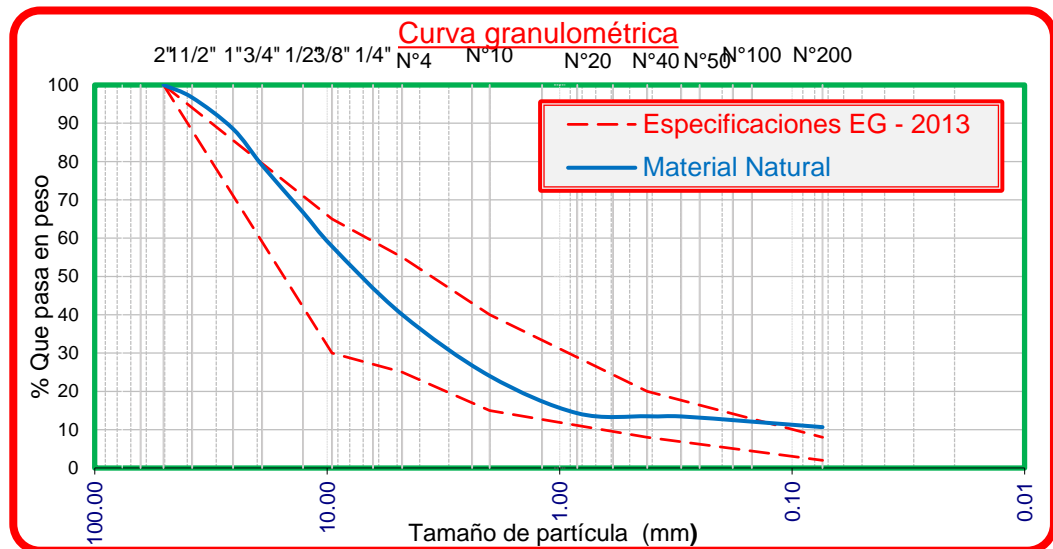


Figura 30. Curva granulométrica del Material Natural.
Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Tabla 16. Características físicas y mecánicas del Material Natural.

ENSAYO	Norma	Material Natural	Especificación EG – 2013
Análisis granulométrico	D 422	Figura 31	Figura 31
Abrasión Los Ángeles	C 131	33.58 %	50 % máx.
Límite Líquido	D 4318	31.49 %	25 % máx.
IP	D 4318	12.95 %	4 % máx.
Equivalencia de Arena	D 2419	52.76 %	35 % mín.
Alargadas y Chatas	D 4791	10.65 %	20 % máx.
Proctor modificado	D 4718	1.932 gr/cm ³	-
CBR	D 1883	34.00 %	40 % mín.

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Como muestra la tabla; las características físicas y mecánicas para sub base de pavimentos del Material Natural de cantera, no cumplen las especificaciones establecidas por las EG – 2013 para sub base granular.

4.3. CBR a porcentaje variable de Material Reciclado.

Proctor modificado.

Mezcla 01 (100% Material Natural + 0% Material Reciclado).

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos para el ensayo Proctor modificado para la Mezcla 01 (100% Material Natural + 0% Material Reciclado):

Tabla 17. Proctor modificado mezcla 01.

Norma ASTM D1557	Unid	Dato			
P. suelo húmedo + molde	gr	10235	10461	10442	10361
p. del molde	gr	5982	5982	5982	5982
p. suelo húmedo	gr	4253	4479	4460	4379
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	2.021	2.126	2.119	2.080
Porcentaje de humedad	%	8.04	10.15	12.10	14.12
Densidad suelo seca	gr/cm ³	1.870	1.932	1.890	1.823
Máxima densidad seca		1.932 gr/cm³			

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

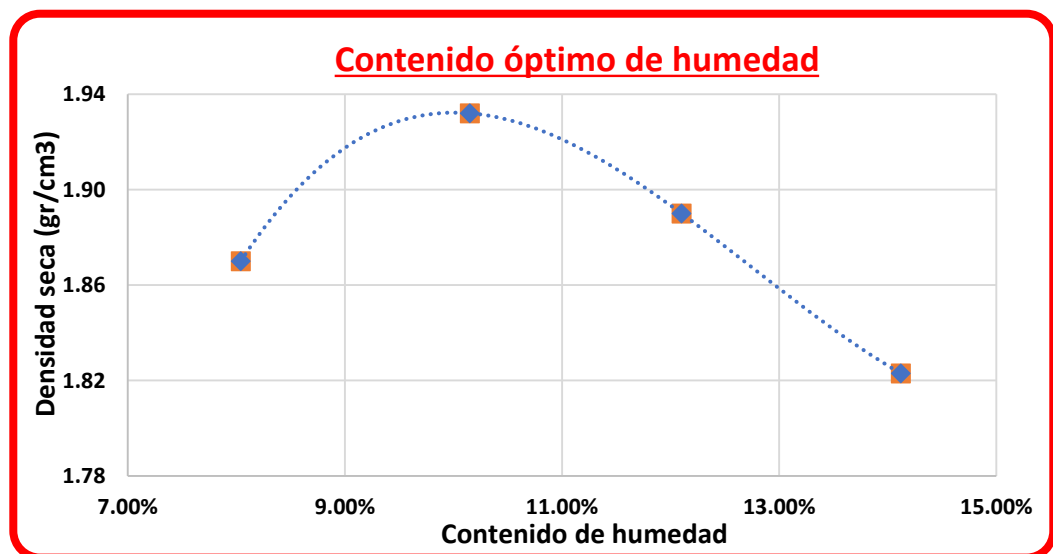


Figura 31. Curva de compactación Mezcla 01.

Proctor modificado.

Mezcla 02 (80% Material Natural + 20% Material Reciclado).

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo Proctor modificado para la Mezcla 02 (80% Material Natural + 20% Material Reciclado):

Tabla 18. Proctor modificado mezcla 02.

Norma ASTM D1557	Unid	Dato			
P. suelo húmedo + molde	gr	10262	10540	10502	10456
p. del molde	gr	5982	5982	5982	5982
p. suelo húmedo	gr	4280	4558	4520	4474
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	2.033	2.165	2.147	2.125
Porcentaje de humedad	%	7.38	9.58	11.88	13.87
Densidad suelo seca	gr/cm ³	1.894	1.976	1.919	1.867
Contenido óptimo de humedad		9.56 %			
Máxima densidad seca		1.932 gr/cm³			

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

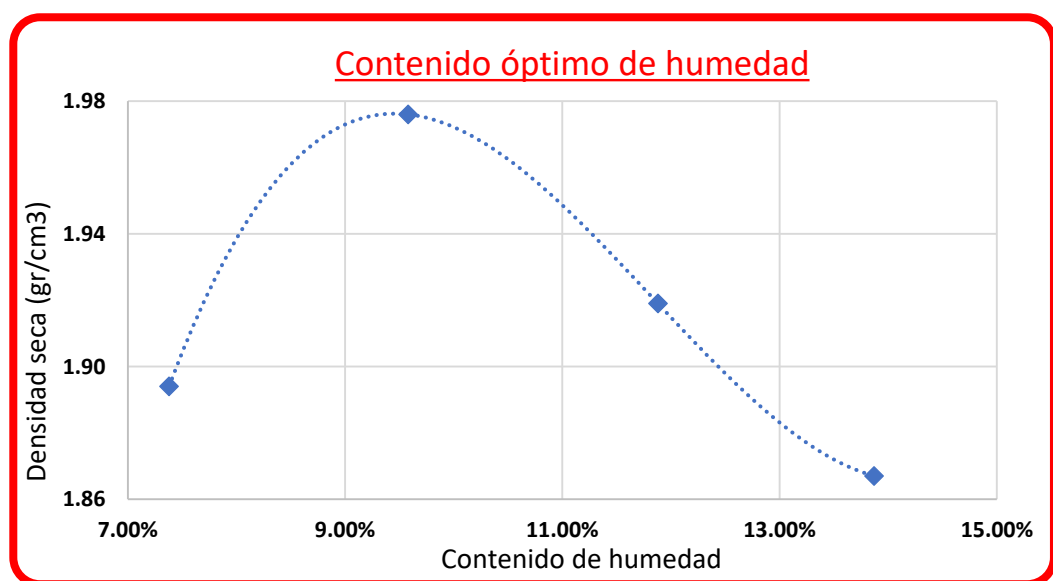


Figura 32. Curva de compactación Mezcla 02.

Proctor modificado.

Mezcla 03 (60% Material Natural + 40% Material Reciclado).

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo Proctor modificado para la Mezcla 03 (60% Material Natural + 40% Material Reciclado):

Tabla 19. Proctor modificado mezcla 03.

Norma ASTM D1557	Unid	Dato			
P. suelo húmedo + molde	gr	10399	10749	10680	10546
p. del molde	gr	5982	5982	5982	5982
p. suelo húmedo	gr	4417	4767	4678	4564
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	2.098	2.265	2.222	2.168
Porcentaje de humedad	%	6.84	8.73	10.84	12.80
Densidad suelo seca	gr/cm ³	1.964	2.083	2.005	1.926
Contenido óptimo de humedad		8.73 %			
Máxima densidad seca		2.063 gr/cm³			

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

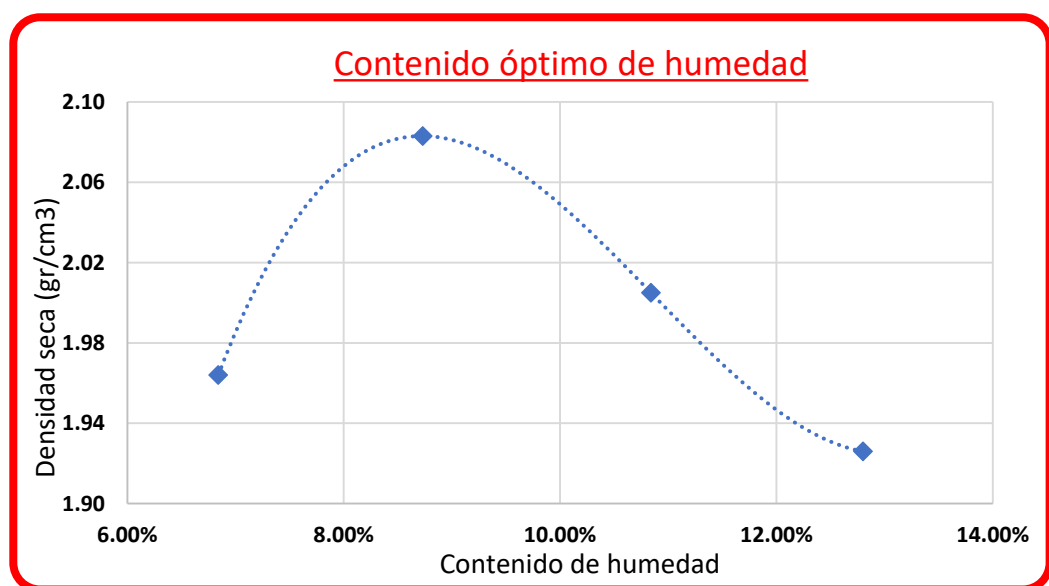


Figura 33. Curva de compactación Mezcla 03.

Proctor modificado.

Mezcla 04 (40% Material Natural + 60% Material Reciclado).

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo Proctor modificado para la Mezcla 04 (40% Material Natural + 60% Material Reciclado):

Tabla 20. Proctor modificado mezcla 04.

Norma ASTM D1557	Unid	Dato			
P. suelo húmedo + molde	gr	10289	10523	10540	10475
p. del molde	gr	5982	5982	5982	5982
p. suelo húmedo	gr	4307	4541	4558	4494
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	2.046	2.157	2.165	2.135
Porcentaje de humedad	%	5.58	7.53	9.76	11.41
Densidad suelo seca	gr/cm ³	1.938	2.006	1.973	1.916
Contenido óptimo de humedad		7.80 %			
Máxima densidad seca		2.007 gr/cm³			

Fuente: (Desarrollado por el tesista)

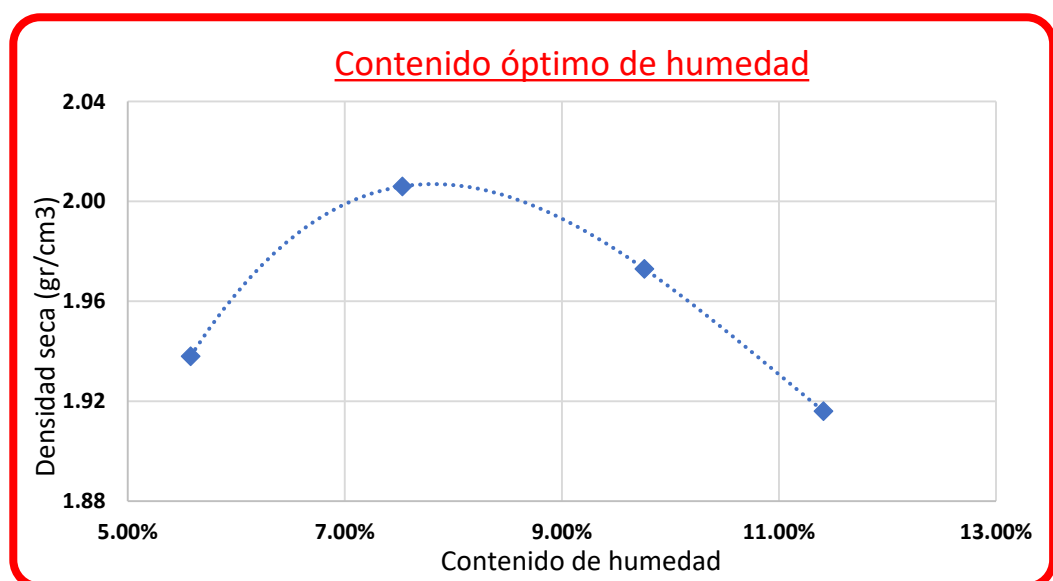


Figura 34. Curva de compactación Mezcla 04.

CBR.

La siguiente tabla resume los resultados otorgados por el laboratorio de suelos de los ensayos de Proctor Modificado y el comportamiento mecánico del Material Reciclado de las 04 mezclas en la capacidad de soporte CBR de la Subbase.

Tabla 21. Comportamiento mecánico del Material Reciclado en la Subbase.

Propiedad	Unid	Mezcla MN – MR (%)			
		1 100 - 0	2 80 - 20	3 60 - 40	4 40 - 60
Contenido de humedad	%	10.01	9.56	8.73	7.80
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	1.932	1.932	2.063	2.007
CBR al 95 % de la MDS	%	20.30	21.90	28.20	12.70
CBR al 100 % de la MDS	%	34.00	37.20	46.00	34.00

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

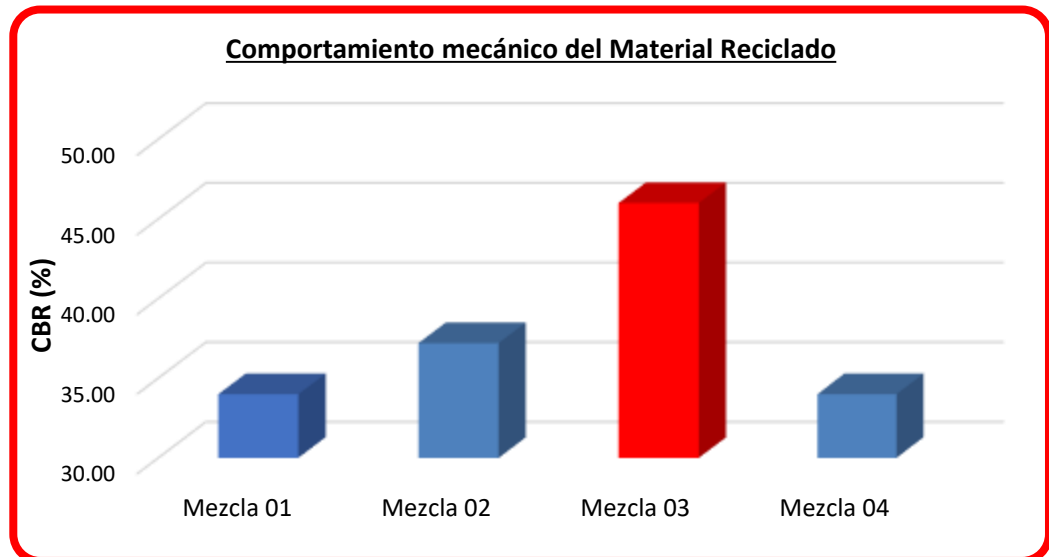


Figura 35. Comportamiento mecánico del Material Reciclado.

Como se puede apreciar, el comportamiento mecánico de la subbase del pavimento se incrementa hasta contenidos del 40% de Material Reciclado de concreto, siendo la mezcla 03 la óptima.

4.4. Propiedades físicas y mecánicas del porcentaje óptimo de MR.

Abrasión los ángeles.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio para el ensayo de Abrasión los ángeles del porcentaje óptimo de MR:

Tabla 22. Abrasión los ángeles del porcentaje óptimo de MR.

Norma empleada ASTM C 131	Unidad	Dato
Carga abrasiva Número de esferas	Und	12
Peso seco inicial de la muestra	Gr	5000.00
Peso seco retenido final en la malla N° 12 (Wi)	Gr	3046.00
Peso del material que pasa la malla N° 12 (Wf)	Gr	1954.00
Resultado del Porcentaje de Abrasión		39.08%

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Limite líquido.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio para el ensayo de los Límites Líquidos del porcentaje óptimo de MR:

Tabla 23. Límite liquido del porcentaje óptimo de MR.

Norma empleada ASTM D424	Unidad	Dato	
Tarro		A	B
Suelo húmedo + tarro	gr	38.70	39.05
Suelo seco + tarro	gr	35.27	37.23
Peso del tarro	gr	23.48	30.94
Peso del agua	gr	3.43	1.82
Peso del suelo seco	gr	11.79	6.26
Humedad	%	29.09	28.93

N° de golpes		22	22
Límite líquido		28.57%	

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Límite plástico e Índice plasticidad (IP).

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de suelos para el ensayo de los Límites plásticos e Índice de plasticidad (IP) del Material Natural:

Tabla 24. Limite plástico e IP del porcentaje óptimo de MR.

Norma empleada ASTM D4318	Unidad	Dato	
Tarro		E	F
Suelo húmedo + tarro	gr	16.94	17.28
Suelo seco + tarro	gr	16.02	16.31
Peso del recipiente	gr	10.85	10.75
Peso del agua	gr	0.92	0.97
Peso del suelo seco	gr	5.17	5.56
Humedad	%	17.79	17.45
Límite plástico		17.62%	
Índice plástico (IP)		10.95%	

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Equivalente de arena.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de para el ensayo de Equivalente de Arena del Material Natural:

Tabla 25. Equivalente de Arena del porcentaje óptimo de MR.

Norma empleada ASTM D2419	Unidad	Dato		
		1	2	3
Proceso				
Hora de inicio saturación	Hms	12:50	12:55	01:00
Hora de salida saturación	Hms	01:10	01:05	01:10
Hora de inicio de decantación	Hms	01:05	01:10	01:15
Hora de salida de decantación	Hms	01:25	01:30	01:35
Lectura de arena (S)	Cm	3.86	3.74	3.75
Lectura de material fino (C)	Cm	6.28	6.14	5.98
Equivalente de arena = S/C*100	%	61.46	60.91	62.71
Equivalente de Arena		61.70%		

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Chatas y Alargadas.

La siguiente tabla muestra los resultados otorgados por el laboratorio de para el ensayo de Chatas y alargadas del Material Natural:

Tabla 26. Chatas y alargadas del porcentaje óptimo de MR.

AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
PESO RET. (gr.)	% RET.	% QUE PASA ACUM.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.	PESO (gr.)	% RET.	% CORREG.
3418.00	52.58	47.42	211.0	6.17	3.25	93.0	2.72	1.43
1492.00	22.95	24.46	61.0	4.09	0.94	90.0	6.03	1.38
1042.00	16.03	8.43	90.0	8.64	1.38	73.0	7.01	1.12
409.00	6.29	2.14	33.0	8.07	0.51	5.0	1.22	0.08
139.00	2.14	0.00	22.0	15.83	0.34	14.0	10.07	0.22
6500.00	100.00		417.0		6.42	275.0		4.23

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

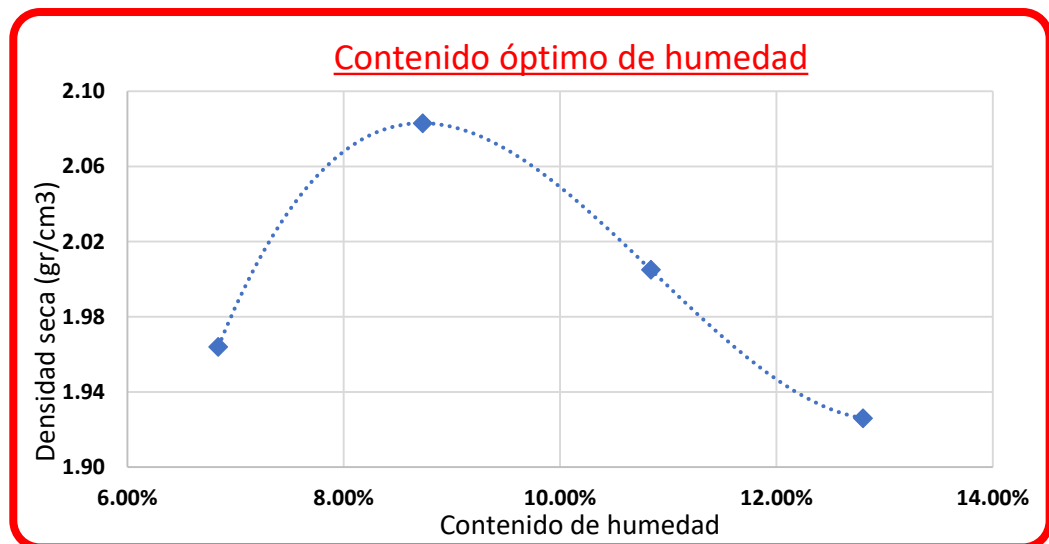
Proctor modificado.

La tabla siguiente muestra los datos obtenidos en el laboratorio de suelos para el ensayo Proctor modificado del porcentaje óptimo de MR:

Tabla 27. Proctor modificado del porcentaje óptimo de MR.

Norma ASTM D1557	Und	Dato			
P. suelo húmedo + molde	gr	10399	10749	10680	10546
p. del molde	gr	5982	5982	5982	5982
p. suelo húmedo	gr	4417	4767	4678	4564
Densidad suelo húmedo	gr/cm ³	2.098	2.265	2.222	2.168
Porcentaje de humedad	%	6.84	8.73	10.84	12.80
Densidad suelo seca	gr/cm ³	1.964	2.083	2.005	1.926
Máxima densidad seca		2.063 gr/cm³			

Fuente: (Desarrollado por el tesista).



CBR.

El ensayo de **CBR** realizado en laboratorio muestra un valor de **46.00 %** al **100%** de la MDS y **28.20 %** al **95 %** de la MDS para una densidad del **2.063 gr/cm³** con un contenido de humedad óptima del **8.73%**.

Análisis granulométrico.

En la siguiente figura se muestra el análisis granulométrico del porcentaje óptimo de MR obtenidos en el laboratorio de suelos:

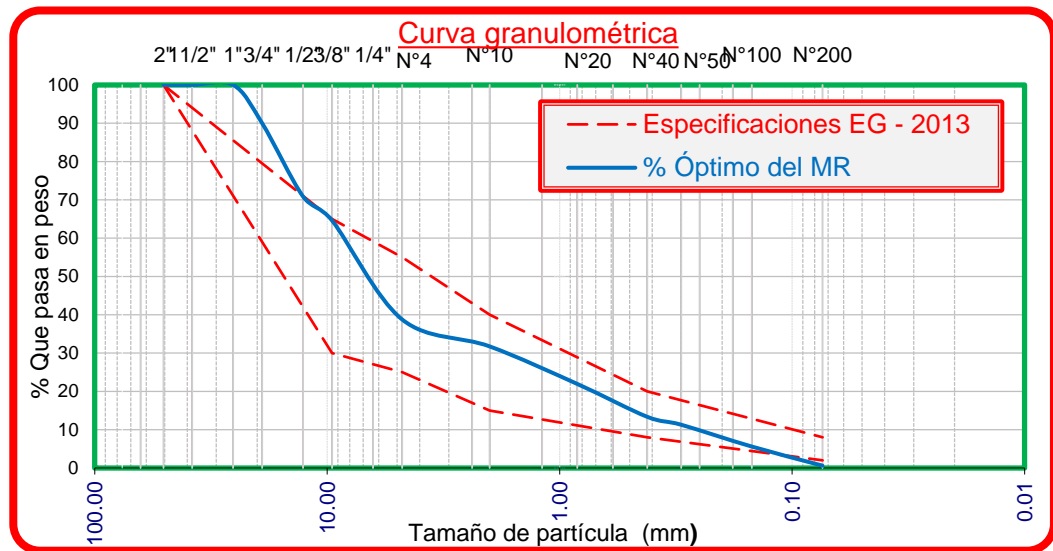


Figura 36. Curva Granulométrica del porcentaje óptimo de MR.
Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Tabla 28. Características físicas y mecánicas del porcentaje óptimo de MR.

ENSAYO	Norma	Material Natural	Especificación EG – 2013
Análisis granulométrico	D 422	Figura 38	Figura 38
Abrasión Los Ángeles	C 131	39.08 %	50 % máx.
Límite Líquido	D 4318	28.57 %	25 % máx.
IP	D 4318	10.95 %	4 % máx.
Equivalencia de Arena	D 2419	61.70 %	35 % mín.
Alargadas y Chatas	D 4791	10.65 %	20 % máx.
Proctor modificado	D 4718	2.063 gr/cm ³	-
CBR	D 1883	46.00 %	40 % mín.

Fuente: (Desarrollado por el tesista).

Como muestra la tabla; las características físicas y mecánicas de la subbase del pavimento con el porcentaje óptimo de material reciclado de concreto cumplen las especificaciones establecidas por las EG-2013.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

El resultado de la granulometría del Material Reciclado resultó muy parecido a los de Huisa, (2015); puesto que, en su gradación del MR no contaba con diámetro efectivo y los coeficientes de curvatura y uniformidad; entonces adicionó material natural de cantera lo cual estabilizó su suelo. Lo cual en nuestra tesis el Material Reciclado no cumplió los rangos granulométricos establecidos por la EG – 2013, por lo tanto, su gradación requiere de un mejoramiento para su empleo. También se puede hacer un análisis comparativo con el estudio de Román (2017), que al ensayar el agregado reciclado este no presentó LL ni LP y tampoco es un suelo expansivo por su alto grado de deshidratación que presentó, por lo tanto, resulta ser semejante a nuestra tesis debida que ambos usamos Material Reciclado.

El comportamiento mecánicas se tuvo una respuesta diferente al estudio obtenido por Huamán, (2017); puesto que en su prueba de partículas alargadas y chatas presenta los valores de 3% y 7% en relación al CBR de 96% y 96% respectivamente, esto se debería ya que a mayor cantidad de partículas chatas y alargadas el CBR se reduce. Pero, en nuestro estudio cumple con los valores establecidos en las especificaciones de las EG – 2103, lo cual en su trabajo del referido autor sus canteras son del tamizado.

Se tuvo similares resultados con el tesista Reyes, (2018), sobre el uso de Material Reciclado de concreto en las propiedades tanto físicas como mecánicas de un concreto nuevo logrando ser resistente a la compresión, dosificación deseada y en nuestro caso la adición del MN al MR resulto ser una mejora en sus características tanto físicas como mecánicas para la sub bases granulares. También se concuerda con la investigación realizada por el autor Contreras K. & Herrera V. (2015); que logra obtener un mejoramiento de los Materiales Reciclados de concreto para la conformación de la sub base de la estructura vial con una proporción de 50% de agregado reciclado con 50% de agregado natural concluyendo de igual manera que en la presente tesis siendo adecuada de acuerdo a las exigencias de las especificaciones de la EG – 2013 del Manual de Carreteras.

VI. CONCLUSIONES.

Del desarrollo del presente trabajo de investigación, se puede concluir que: el empleo de Material Reciclado de escombros de concreta mejora notablemente el comportamiento tanto físicas como mecánico de los Materiales Naturales de cantera con altos niveles de plasticidad IP; y son aceptables para la conformación de la subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022, superando los valores mínimos establecidos por la EG – 2013. Además; de la investigación podemos afirmar lo siguiente:

- Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los Materiales Reciclados de escombros de concreto, no cumplen las especificaciones establecidas por las EG – 2013 para la conformación de la subbase de los pavimentos; por lo, se requiere de un método de estabilización para su aprovechamiento y uso en la estructura de los pavimentos.
- Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los Materiales Naturales de cantera no cumplen las especificaciones técnicas establecidas por las EG – 2013 para la conformación de la sub base de pavimentos; por su alto contenido de materiales finos y sus elevados límites de consistencia (Líquido, plástico e Índice de Plasticidad).
- El comportamiento mecánico (Valor de relación de soporte CBR) de los Materiales Naturales de cantera se incrementa hasta contenidos del 40% de Material Reciclado de concreto, alcanzando un valor de 46% de CBR; superando Los valores mínimos establecidos por GE - 2013 para la estructura de la subclase vial.
- Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los Materiales Naturales de cantera con un 60% con el porcentaje de 40% de Material Reciclado de Concreto cumplen las especificaciones técnicas establecidas por las EG – 2013 para la conformación de la sub base de los pavimentos.

VII. RECOMENDACIONES.

Del desarrollo del presente trabajo de investigación, se puede recomendar el empleo de Material Reciclado de escombros de concreto que mejora notablemente el comportamiento físico y mecánico de los Materiales Naturales de cantera con altos niveles de plasticidad IP; y son aceptables para la conformación de la subbase del pavimento flexible, Juliaca 2022, superando los valores mínimos establecidos por la EG – 2013. Además; de la investigación podemos recomendar lo siguiente:

- Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los Materiales Reciclados de escombros de concreto, no cumplen las especificaciones establecidas por las EG – 2013 para la conformación de la subbase de los pavimentos; por lo, se requiere de un método de estabilización para su aprovechamiento y uso en la estructura de los pavimentos
- Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los Materiales Naturales de cantera no cumplen las especificaciones técnicas establecidas por las EG – 2013 para la conformación de la sub base de pavimentos; por su alto contenido de materiales finos y sus elevados límites de consistencia (Líquido, plástico e Índice de Plasticidad.
- El comportamiento mecánico (Valor de relación de soporte CBR) de los Materiales Naturales de cantera se incrementa hasta contenidos del 40% de Material Reciclado de concreto, alcanzando un valor de 46% de CBR; superando los valores mínimos establecidos por las EG – 2013 para la conformación de la sub base de pavimentos.
- Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los Materiales Naturales de cantera con un 60% con el porcentaje de 40% de Material Reciclado de Concreto cumplen las especificaciones técnicas establecidas por las EG – 2013 para la conformación de la sub base de los pavimentos.

REFERENCIAS.

1. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), NBR 15113, Estándar Brasileño: “Residuos sólidos de construcción civil y residuos inertes. Rellenos sanitarios. Directrices para el diseño, implementación y operación”, 2004.
2. ALMAZAN & SANDOVAL. En su investigación titulada: “Adición de escombros de construcción al material de la base y subbase para pavimentos flexibles en Nuevo Chimbote”, 2019. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41118>
3. CASTAÑO, HERRERA & GOMEZ. Con su tema “Pavimentos flexibles”. Revista: Infraestructura Vial-Nº22, 2009. Recuperado de: <file:///C:/Users/Asus/Downloads/1730-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2666-2-10-20120918.pdf>
4. CHASQUERO & HURTADO, con su tema: Uso del concreto reciclado procedente de demoliciones para la producción de afirmado. 2019. Recuperado de: file:///C:/Users/Asus/Downloads/Chasquero_MJC_Hurtado_CH.pdf
5. CONTRERAS & HERRERA. En su tesis titulada: “Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para base y subbase de estructura de pavimento en nuevo Chimbote-santa-Ancash”. 2015.
6. CRUZ & VELAZQUEZ. En su investigación titulada: “Concreto reciclado” (tesis para obtener título de ingeniero civil, Instituto Politécnico Nacional, 2004.
7. FANO & CÉSPEDES. En su tesis titulada: “Diseño estructural de un pavimento básico reciclado y mejorado con cemento portland para diferentes dosificaciones en el proyecto de conservación vial en

- Huancavelica”. 2017. Recuperado de:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622302/Chavez_CM.pdf?sequence=5&isAllowed=y 68.
8. FLOR, Gino. En su investigación titulada: “Aprovechamiento de Hormigón reciclado en obras viales”. (Tesis para obtener el grado de Magister Estructurada en Ingeniería Vial). Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 2012.
 9. GONZÁLEZ D. En su tesis titulada: “Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito”, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, 2018. Recuperado de:
http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7090/a123191_Gonzalez_D_Metodologias_de_reparacion_para_pavimentos_2018_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 10. HERNANDEZ N., “Instrumento de Recolección de Datos en Ciencias Sociales y Ciencias Biomédicas”, Universidad Los Andes – Mérida, Venezuela, 2012. Recuperado de:
file:///C:/Users/Asus/Downloads/Instrumentos_de_recoleccion_de_datos_en.pdf
 11. HUAMAN H. En su investigación titulada: “Evaluación de los materiales de canteras utilizados como base y subbase de pavimentos en la ciudad de Barranca-2016”. (tesis para optar el grado de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash 2017. Recuperado de:
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1698>
 12. HUISA, E. En su investigación titulada: “Manejo de los residuos de la construcción y demoliciones para su reciclado y empleo en construcciones de vías de la ciudad de Juliaca”, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2015.

13. INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES, "Consultoría para el análisis y evaluación de la situación actual de la internalización de costos ambientales y en salud por la gestión de residuos sólidos en Colombia. Fase II". Colombia.2017.
14. MANUAL DE CARRETERAS, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, Sección 402. Sub Bases granulares (pág. 359). Sección 403 Bases granulares (pág. 369) 69
15. REYES, C. En su investigación: "Influencia de la aplicación de residuos de construcción en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vías peatonales". Lima, Perú, 2018. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25018>
16. REVISTA, VALDIVIA, HAMIDOVIC, NICLAI, RUCH & SPENGLER, en una revista con el tema de: "Desarrollo de un modelo para la minimización y reciclaje de los desechos de la demolición y comparación de su aplicación en Alemania y Perú".
17. RIVASPLATA, Julio. En su investigación titulada: "Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en nuevo Chimbote-Santa-Ancash". (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote-Perú.2015.
18. ROMAN, E. En su investigación titulada: "Análisis del comportamiento de los Materiales Reciclados de Escombros para Subbase en Pavimentos Flexibles en la Av. Nazca, SJL, Lima". 2017. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22392>
19. SANTOS, MONERCILLO & GARCÍA. "Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición". Segunda Ed. 2011. Madrid, España.
20. SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA GEOTECNICA, XXVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica,

“Comportamiento físico-mecánico de un residuo de construcción y demolición en la estructura de pavimento”. Cancún, 2012.

ANEXOS



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

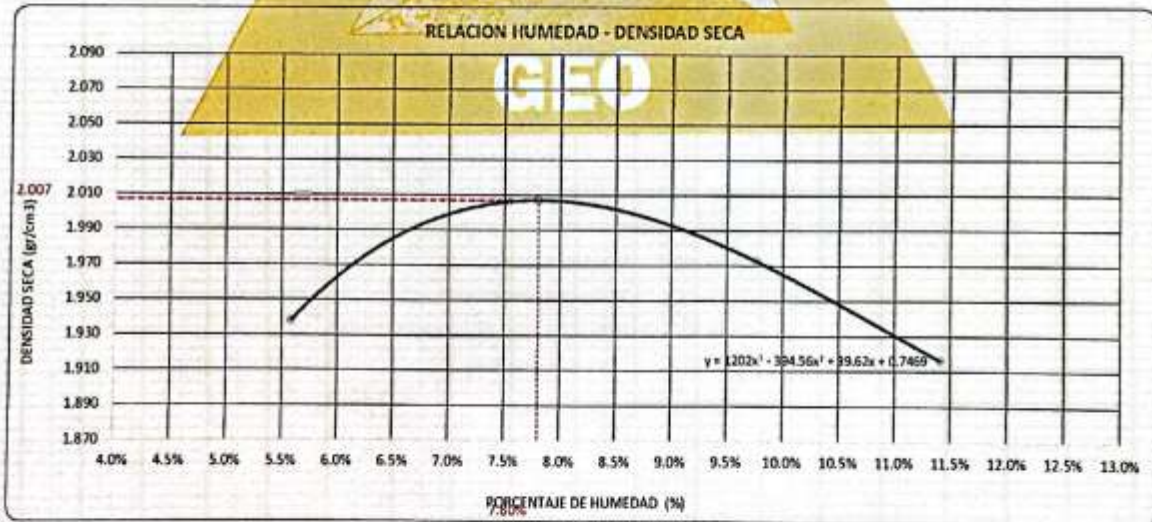
PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
 UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
 MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 40 % Y ADICION 60 % DE CONCRETO RECICLADO FECHA : 29/04/2022
 PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

DIÁMETRO DEL MOLDE	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	2105 cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	C	PESO DEL MOLDE	5982	NÚMERO DE GOLPES	56

P SUELO HUMEDO + P MOLDE	gr	10289	10523	10540	10478
P DEL MOLDE	gr	5982	5982	5982	5982
P SUELO HUMEDO	gr/cm ³	4307	4541	4558	4494
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.046	2.157	2.165	2.135

	No	15	16	17	18	19	20	21	22
PESO SUELO HUMEDO + P TARA	gr	368.47	340.28	349.25	390.46	409.44	375.23	403.67	405.71
PESO SUELO SECO + P TARA	gr	353.17	326.19	330.34	368.61	380.57	349.31	371.13	372.24
PESO DE TARA	gr	15.94	76.41	80.01	77.18	78.03	75.40	80.04	78.13
PESO DEL AGUA	gr	15.30	14.09	18.91	21.87	28.87	26.92	32.54	34.47
PESO DE SUELO SECO	gr	277.19	249.78	250.33	291.43	302.54	269.91	291.09	295.11
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	5.52%	5.64%	7.55%	7.50%	8.54%	9.97%	11.18%	11.64%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	5.58%		7.53%		9.76%		11.41%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.938		2.006		1.973		1.916	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.007	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			7.80%



NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth
 Elizabeth Copa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECIKLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO

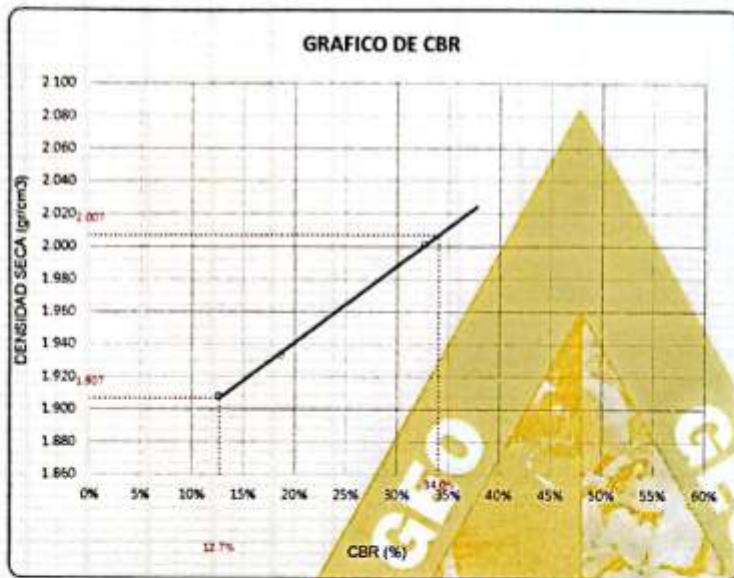
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 40 % Y ADICION 60 % DE CONCRETO RECIKLADO

PROGRESIVA :

FECHA : 29/04/2022

PROFUNDIDAD :



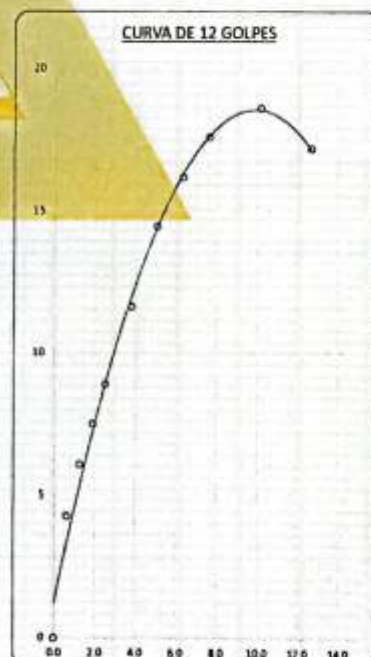
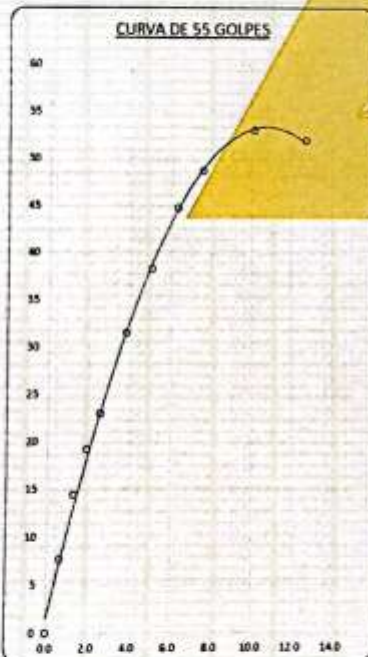
PARAMETROS DE C.B.R.

CBR 01" AL 100% = 34.0%

CBR 01" AL 95% M.D.S = 12.7%

LEYENDA

— CURVA A 01"



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth Ccoya Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 21350



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN
SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 40 % Y ADICION 60 % DE CONCRETO RECICLADO
FECHA : 29/04/2022
PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

MOLDE N°	UNID	J		K		L	
		5		5		5	
CAPAS		55		26		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	15280	15412	15162	15254	14951	15268
PESO DEL MOLDE	gr	8340	8340	8260	8260	8169	8169
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3208	3208	3198	3198	3188	3188
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	6940	7072	6902	6994	6782	7099
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.163	2.204	2.158	2.187	2.127	2.227
TARRO N°		A-10	21	A-11	22	A-12	23
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	350.17	340.08	327.51	368.02	347.23	409.47
TARRO + SUELO SECO	gr	330.3	316.13	308.94	351.83	327.3	361.95
PESO DEL TARRO	gr	65.94	60.04	64.33	76.13	66.08	77.63
PESO DEL AGUA	gr	19.87	23.95	18.57	36.19	19.93	47.52
PESO DEL SUELO SECO	gr	264.36	236.09	244.61	275.7	261.22	284.32
HUMEDAD	%	7.52%	10.14%	7.69%	13.13%	7.63%	16.71%
		7.52%	10.14%	7.69%	13.13%	7.63%	16.71%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.012	2.001	2.006	1.933	1.977	1.908

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m	%		m.m	%		m.m	%
30/04/22	2.00 PM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/05/22	2.00 PM.	24:00:00	0.10	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
02/05/22	2.00 PM.	48:00:00	0.16	0.00	0.00	0.22	0.01	0.00	0.26	0.01	0.01
03/05/22	2.00 PM.	72:00:00	0.18	0.00	0.00	0.27	0.01	0.01	0.31	0.01	0.01
04/05/22	2.00 PM.	96:00:00	0.24	0.01	0.00	0.30	0.01	0.01	0.35	0.01	0.01

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACION			DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.													
0:00	0.000	0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025		152.0	152	7.7		104.0	104	5.3		84.0	84	4.2	
1:00	1.270	0.050		286.0	286	14.5		152.0	152	7.7		120.0	120	6.1	
1:30	1.900	0.075		380.0	380	19.2		208.0	208	10.5		148.0	148	7.5	
2:00	2.640	0.100		455.0	455	23.0		280.0	280	13.1		176.0	176	8.9	
3:00	3.810	0.150		624.0	624	31.5		358.0	358	18.1		230.0	230	11.6	
4:00	5.080	0.200		758.0	758	38.3		430.0	430	21.7		286.0	286	14.5	
5:00	6.350	0.250		886.0	886	44.8		488.0	486	24.7		320.0	320	16.2	
6:00	7.620	0.300		964.0	964	48.7		538.0	538	27.2		348.0	348	17.6	
8:00	10.160	0.400		1050.0	1050	53.1		590.0	590	29.8		368.0	368	18.6	
10:00	12.700	0.500		1028.0	1028	52.0		578.0	578	29.2		340.0	340	17.2	

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
C.P. 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 60 % Y ADICION 40% DE CONCRETO RECICLADO **FECHA** : 29/04/2022

PROGRESIVA : **PROFUNDIDAD** :

DIÁMETRO DEL MOLDE	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	2105	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	C	PESO DEL MOLDE	5982		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr	10399	10749	10660	10546
P. DEL MOLDE	gr	5982	5982	5982	5982
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	4417	4767	4678	4564
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.098	2.265	2.222	2.168

	No	A-17	A-18	A-19	A-20	A-21	A-22	A-23	A-24
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr	320.19	360.71	363.71	413.08	406.57	418.03	421.15	390.57
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr	304.04	341.58	358.22	385.12	373.57	383.24	381.20	353.94
PESO DE TARA	gr	84.91	65.07	86.40	64.70	65.92	65.80	64.04	63.42
PESO DEL AGUA	gr	16.15	19.13	25.49	27.96	33.00	34.79	39.95	36.63
PESO DE SUELO SECO	gr	239.13	276.51	281.82	320.42	307.65	317.44	317.16	290.52
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.75%	6.92%	8.73%	8.73%	10.73%	10.96%	12.60%	12.61%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	6.84%		8.73%		10.84%		12.80%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.964		2.083		2.005		1.928	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.083	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			8.73%



NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth Coopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1583)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN
SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 60 % Y ADICION 40% DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 29/04/2022

PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

MOLDE N°	UNID	1		2		3	
		5	5	5	5	5	5
CAPAS		55		25		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	15262	15371	15108	15213	14957	15318
PESO DEL MOLDE	gr	8222	8222	8194	8194	8194	8194
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3158	3158	3156	3156	3154	3194
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	7040	7149	6914	7019	6773	7124
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	2.229	2.264	2.191	2.224	2.121	2.230
TARRO N°		7	A-7	8	A-8	9	A-9
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	403.18	353.15	462.1	326.47	460.94	390.47
TARRO + SUELO SECO	gr	378.94	322.53	432.56	293.34	429.94	341.25
PESO DEL TARRO	gr	79.58	64.22	75.5	66.57	60.91	63.8
PESO DEL AGUA	gr	24.24	30.62	29.54	33.13	30.9	49.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	299.36	258.31	357.06	226.77	349.03	277.45
HUMEDAD	%	8.10%	11.85%	8.27%	14.61%	8.85%	17.74%
	%	8.10%	11.85%	8.27%	14.61%	8.85%	17.74%
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	2.062	2.024	2.023	1.941	1.948	1.894

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
30/04/22	11:40 AM	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/05/22	11:40 AM	24:00:00	0.14	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.46	0.01	0.01
02/05/22	11:40 AM	48:00:00	0.24	0.01	0.00	0.30	0.01	0.01	0.64	0.02	0.01
03/05/22	11:40 AM	72:00:00	0.32	0.01	0.01	0.46	0.01	0.01	0.69	0.02	0.01
04/05/22	11:40 AM	96:00:00	0.51	0.01	0.01	0.95	0.02	0.02	0.78	0.02	0.02

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025	160.0	160	8.1		115.0	115	5.8		96.0	96	4.9	
1:00	1.270	0.050	314.0	314	15.9		170.0	170	8.6		134.0	134	6.8	
1:30	1.905	0.075	408.0	408	20.6		220.0	220	11.1		162.0	162	8.2	
2:00	2.540	0.100	502.0	502	25.4		296.0	296	15.0		198.0	198	10.0	
3:00	3.810	0.150	670.0	670	33.9		380.0	380	19.2		264.0	264	13.3	
4:00	5.080	0.200	830.0	830	42.0		470.0	470	23.8		316.0	316	16.0	
5:00	6.350	0.250	938.0	938	47.4		526.0	526	26.6		354.0	354	17.9	
6:00	7.620	0.300	1022.0	1022	51.7		578.0	578	29.2		384.0	384	19.4	
8:00	10.160	0.400	1104.0	1104	55.8		620.0	620	31.3		396.0	396	20.0	
10:00	12.700	0.500	1060.0	1060	53.6		598.0	598	30.2		354.0	354	17.9	

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER


Elizabeth Copo Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 60 % Y ADICION 40% DE CONCRETO RECICLADO

PROGRESIVA :

FECHA : 29/04/2022

PROFUNDIDAD :



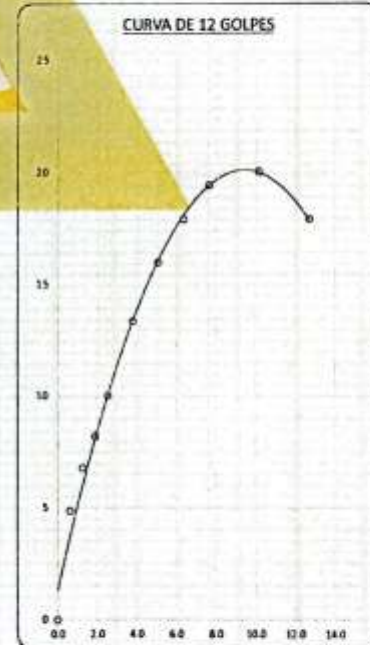
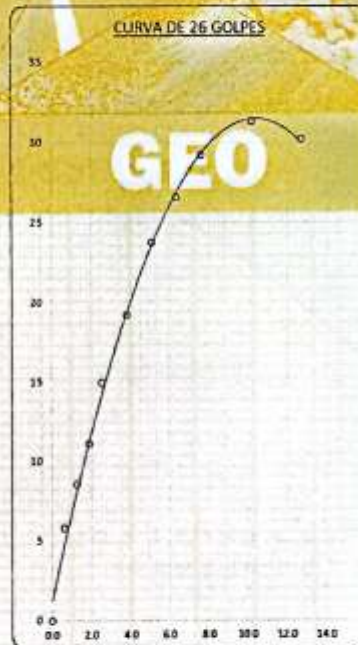
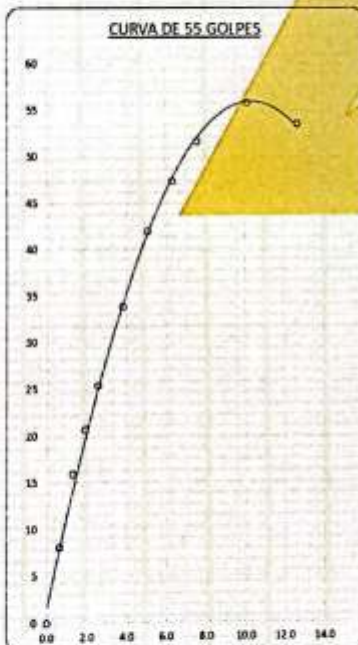
PARAMETROS DE C.B.R.

CBR 01° AL 100% = 46.0%

CBR 01° AL 95% MDS = 28.2%

LEYENDA

— CURVA A 0.1°



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth Cota Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
 UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
 MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 80 % Y ADICION 20 % DE CONCRETO RECICLADO FECHA : 29/04/2022
 PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

DIÁMETRO DEL MOLDE	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	2105	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	C	PESO DEL MOLDE	5982		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr	10262	10540	10502	10456
P. DEL MOLDE	gr	5982	5982	5982	5982
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	4280	4558	4520	4474
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.033	2.165	2.147	2.125

	No	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15	A-16
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr	360.48	378.46	403.46	383.47	363.94	405.13	392.15	358.53
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr	340.15	358.93	373.46	356.18	331.87	369.50	352.74	322.21
PESO DE TARA	gr	63.00	65.84	64.33	66.08	63.58	65.17	64.83	63.78
PESO DEL AGUA	gr	20.33	21.53	30.02	27.29	32.27	35.63	39.42	36.31
PESO DE SUELO SECO	gr	276.35	290.99	309.13	290.10	267.69	304.33	287.91	258.43
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.36%	7.40%	9.71%	9.41%	12.05%	11.71%	13.65%	14.05%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	7.38%		9.58%		11.88%		13.87%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.894		1.976		1.919		1.867	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.977	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			9.46%



NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth
Elizabeth Ccoña Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR-121150



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN
 SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
 UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
 MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 80 % Y ADICION 20 % DE CONCRETO RECICLADO
 FECHA : 29/04/2022
 PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

MOLDE N°	UNID	D		E		F	
		55	26	12	5	5	5
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	14976	15051	14816	14916	14723	15040
PESO DEL MOLDE	gr	8096	8096	8147	8147	8260	8260
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3180	3180	3173	3177	3177	3196
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	6880	6955	6669	6769	6463	6780
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	2.164	2.187	2.102	2.131	2.034	2.122
TARRO N°		4	A-4	5	A-5	6	A-6
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	388.28	424.73	403.65	427.3	376.81	421.97
TARRO + SUELO SECO	gr	370.69	386.07	376.25	381.12	351.1	369.6
PESO DEL TARRO	gr	78.92	64.66	78.31	66.69	81.16	65.9
PESO DEL AGUA	gr	27.59	38.66	27.4	46.18	25.71	52.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	293.77	321.41	297.94	314.43	269.94	303.7
HUMEDAD	%	9.39%	12.03%	9.20%	14.69%	9.52%	17.24%
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.978	1.952	1.925	1.858	1.857	1.810

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
30/04/22	10:00 AM	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/05/22	10:00 AM	24:00:00	0.20	0.01	0.00	0.25	0.01	0.01	0.42	0.01	0.01
02/05/22	10:00 AM	48:00:00	0.36	0.01	0.01	0.54	0.01	0.01	0.73	0.02	0.01
03/05/22	10:00 AM	72:00:00	0.58	0.01	0.01	0.80	0.02	0.02	0.90	0.02	0.02
04/05/22	10:00 AM	96:00:00	0.62	0.02	0.02	0.90	0.02	0.02	1.06	0.03	0.02

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025	130.0	130	6.6		98.0	98	5.0		70.0	70	3.5	
1:00	1.270	0.050	288.0	288	14.6		150.0	150	7.6		92.0	92	4.7	
1:30	1.900	0.075	344.0	344	17.4		194.0	194	9.8		130.0	130	6.6	
2:00	2.540	0.100	466.0	466	23.6		259.0	259	13.1		162.0	162	8.2	
3:00	3.810	0.150	618.0	618	31.2		328.0	328	16.6		202.0	202	10.2	
4:00	5.080	0.200	726.0	726	36.7		389.0	389	19.7		251.0	251	12.7	
5:00	6.350	0.250	872.0	872	44.1		466.0	466	23.6		284.0	284	14.4	
6:00	7.620	0.300	985.0	985	49.8		506.0	506	25.6		318.0	318	16.1	
8:00	10.160	0.400	1092.0	1092	55.2		558.0	558	28.2		360.0	360	18.2	
10:00	12.700	0.500	1086.0	1086	54.9		562.0	562	28.4		370.0	370	18.7	

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER


Elizabeth Cappa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECIKLADO DE ESCOMBRO PARA LA CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO

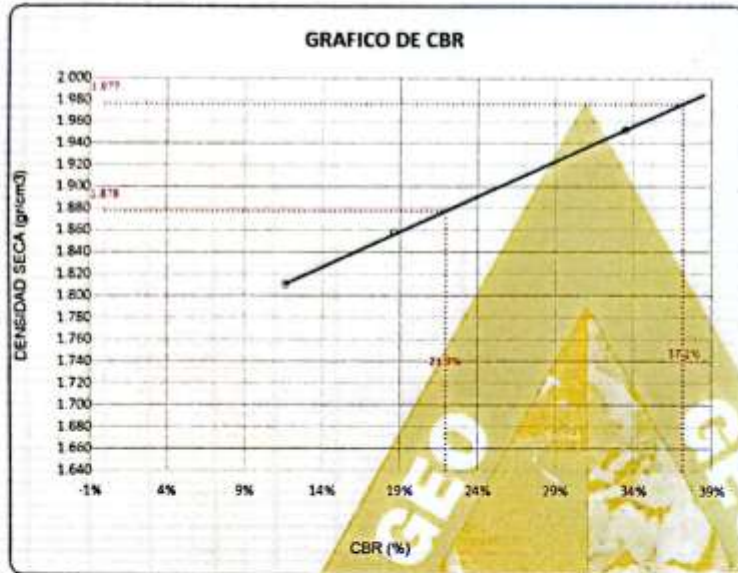
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 80 % Y ADICION 20 % DE CONCRETO RECIKLADO

FECHA : 20/04/2022

PROGRESIVA : 1

PROFUNDIDAD :



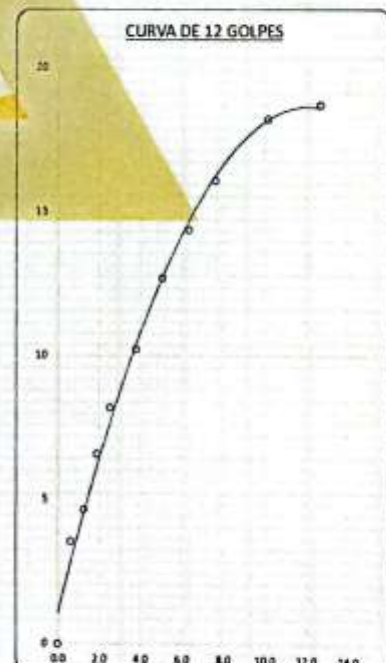
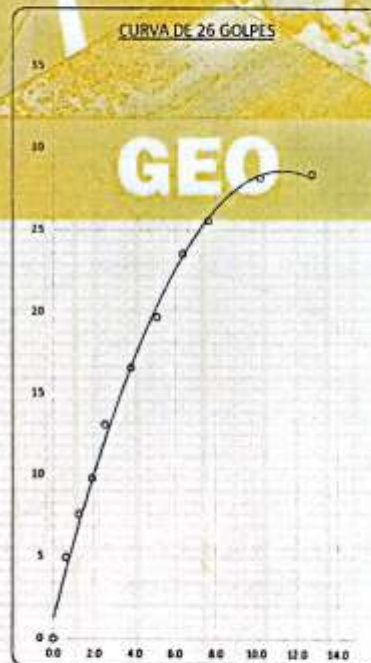
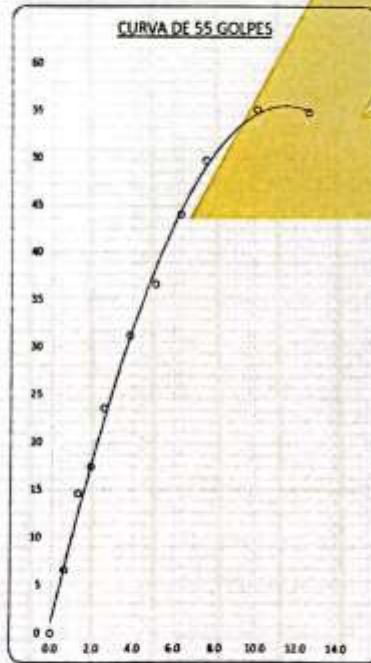
PARAMETROS DE C.B.R.

CBR 01° AL 100% = 37.2%

CBR 01° AL 95% MDS = 21.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1°



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
 UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
 MUESTRA : CANTERA TAPARACHI FECHA : 29/04/2022
 PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

DIÁMETRO DEL MOLDE	gr	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	2105	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	c	PESO DEL MOLDE	5982		NÚMERO DE GOLPES	56

P SUELO HUMEDO + P MOLDE	gr	10235	10461	10442	10361
P DEL MOLDE	gr	5982	5982	5982	5982
P SUELO HUMEDO	gr/cm ³	4253	4479	4460	4379
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.021	2.126	2.119	2.080

	No	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr	406.25	390.14	370.36	408.17	426.05	392.14	420.75	391.45
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr	381.17	365.64	341.89	376.78	388.12	356.13	376.30	351.60
PESO DE TARA	gr	64.74	65.05	63.44	64.66	66.69	65.90	64.22	66.57
PESO DEL AGUA	gr	25.08	24.50	28.51	31.39	37.93	36.01	44.48	39.85
PESO DE SUELO SECO	gr	316.43	300.59	278.41	312.12	321.43	290.23	312.08	285.03
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.83%	8.15%	10.24%	10.06%	11.80%	12.41%	14.25%	13.98%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	8.04%		10.16%		12.10%		14.12%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.870		1.832		1.890		1.823	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.932	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			10.01%



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth
 Elizabeth Ceppa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRÓ A CONFORMACIÓN
 SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
 UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
 MUESTRA : CANTERA TAPARACHI
 FECHA : 29/04/2022
 PROGRESIVA : PROFUNDIDAD :

MOLDE N°	UND	A-7		B		C	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	14001	14889	14724	14822	14507	14859
PESO DEL MOLDE	gr	8062	8062	8204	8204	8178	8178
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3175	3175	3170	3170	3212	3212
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	6739	6827	6520	6618	6429	6721
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm ³	2.123	2.150	2.057	2.088	2.002	2.092
TARRO N°		1	A-1	2	A-2	3	A-3
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	483.19	420.58	420.71	460.61	386.17	429.56
TARRO + SUELO SECO	gr	445.71	378.61	389.37	407.06	355.76	371.17
PESO DEL TARRO	gr	75.65	64.74	83.4	65.05	74.13	63.44
PESO DEL AGUA	gr	37.48	41.97	31.34	53.55	30.41	58.39
PESO DEL SUELO SECO	gr	369.86	313.87	306.97	342.01	281.63	307.73
HUMEDAD	%	10.13%	13.37%	10.24%	15.66%	10.80%	18.97%
		10.13%	13.37%	10.24%	15.66%	10.80%	18.97%
DENSIDAD SECA	gr./cm ³	1.927	1.897	1.866	1.805	1.806	1.758

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
30/04/22	8:00 AM	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/05/22	8:00 AM	24:00:00	0.22	0.01	0.00	0.34	0.01	0.01	0.50	0.01	0.01
02/05/22	8:00 AM	48:00:00	0.42	0.01	0.01	0.63	0.02	0.01	0.81	0.02	0.02
03/05/22	8:00 AM	72:00:00	0.64	0.02	0.01	0.88	0.02	0.02	0.98	0.02	0.02
04/05/22	8:00 AM	96:00:00	0.93	0.02	0.02	1.02	0.03	0.02	1.24	0.03	0.02

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	92.0	92	4.7	82.0	82	4.1	52.0	52	2.6			
1:00	1.270	0.050	194.0	194	9.8	120.0	120	6.1	78.0	78	3.9			
1:30	1.900	0.075	302.0	302	15.3	178.0	178	9.0	105.0	105	5.3			
2:00	2.540	0.100	406.0	406	20.5	210.0	210	10.6	138.0	138	7.0			
3:00	3.810	0.150	584.0	584	29.5	274.0	274	13.9	171.0	171	8.6			
4:00	5.080	0.200	669.0	669	33.8	344.0	344	17.4	208.0	208	10.6			
5:00	6.350	0.250	806.0	806	40.7	412.0	412	20.8	236.0	236	11.9			
6:00	7.620	0.300	902.0	902	45.6	460.0	460	23.3	268.0	268	13.5			
8:00	10.160	0.400	1010.0	1010	51.1	510.0	510	25.8	302.0	302	15.3			
10:00	12.700	0.500	1020.0	1020	51.6	522.0	522	26.4	320.0	320	16.2			

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER

Elizabeth
 Elizabeth Coopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN
SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI
PROGRESIVA :

FECHA : 29/04/2022

PROFUNDIDAD :

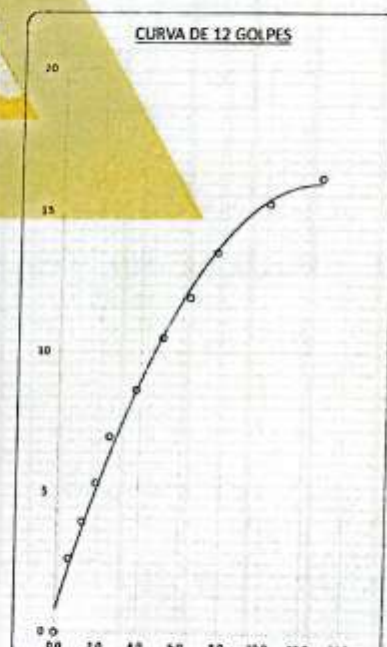
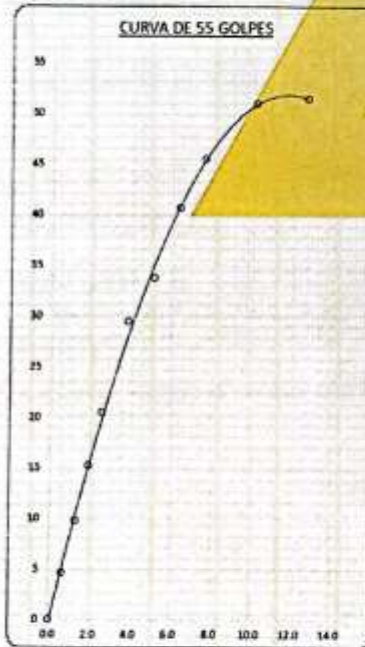


PARAMETROS DE C.B.R.

CBR 01" AL 100% = 34.0%
CBR 01" AL 95% MD5 = 20.3%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER.



Elizabeth Copa Gordillo
Elizabeth Copa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 21350



RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 80 % Y ADICION 20 % DE CONCRETO RECILADO
FECHA : 13 DE ABRIL DEL 2022

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:
MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:
NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 3321$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: = 1679 gr.

PORCENTAJE DE PÉRDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

$De = 33.58$ %

OBSERVACIONES:

- * GRADACIÓN : "A", 1 1/2" - 1" = 1250 gr., 1" - 3/4" = 1250 gr., 3/4" - 1/2" = 1250 gr., 1/2" - 3/8" = 1250 gr.
- * TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE 66.42 % Y PÉRDIDA DE : 33.58 %
- * NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131
- * LA MUESTRA FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER.


Elizabeth Coppa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 60 % Y ADICION 40 % DE CONCRETO RECILADO
FECHA : 13 DE ABRIL DEL 2022

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:
MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:
NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO Nº 12: $W_f = 3046$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO Nº 12: $= 1954$ gr.

PORCENTAJE DE PÉRDIDA:

$$De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

De = 39.08 %

OBSERVACIONES:

- * GRADACIÓN : "A", 1 1/2" - 1" = 1250 gr., 1" - 3/4" = 1250 gr., 3/4" - 1/2" = 1250 gr., 1/2" - 3/8" = 1250 gr.
- * TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE 60.92 % Y PÉRDIDA DE : 39.08 %
- * NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131

* LA MUESTRA FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER.


Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 40 % Y ADICION 60 % DE CONCRETO RECILADO
FECHA : 13 DE ABRIL DEL 2022

TIPO DE AGREGADO:

FINO: GRUESO: OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR:

CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES:

500 1000

CARGA ABRASIVA:

12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:

Wi = 5000 gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:

Wf = 2794 gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12:

= 2206 gr.

PORCENTAJE DE PÉRDIDA:

De = $\frac{Wi - Wf}{Wi} \times 100$

De = 44.12 %

OBSERVACIONES:

- * GRADACIÓN : "A", 1 1/2" - 1" = 1250 gr., 1" - 3/4" = 1250 gr., 3/4" - 1/2" = 1250 gr., 1/2" - 3/8" = 1250 gr.
- * TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE 55.88 % Y PÉRDIDA DE : 44.12 %
- * NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131

* LA MUESTRA FUERON ENSAYADAS CON EL BACHILLER.



Elizabeth Coopa Gordillo
Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

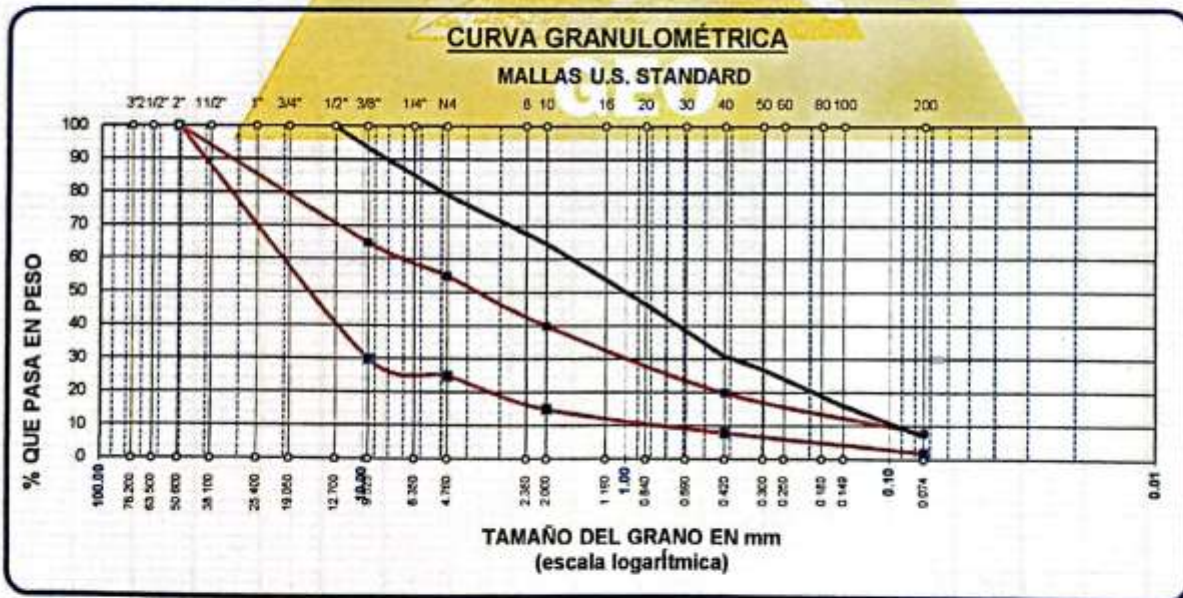
URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

OBRA: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE: BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA
UBICACIÓN: CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA: CANTERA TAPARACHI (NATURAL)
FECHA: 11 DE ABRIL DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO
3"	76 200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA P.I.= 3500.00 P.L.= 3456.13 P.P.= 43.87 %W =
2 1/2"	63 500					100 - 100 %	
2"	50 800						LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 31.49 L.P.= 18.54 I.P.= 12.95
1 1/2"	38 100						
1"	25 400						CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.099 Cu= 17.1 D30= 0.393 Cc= 0.92 D60= 1.70
3/4"	19 050						
1/2"	12 700	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN: I.G. =
3/8"	9 525	230.40	6.58	6.58	93.42	30 - 65 %	
1/4"	6 350						SUSCS : SP SC ASSTHO : A-2-6(0)
No4	4 760	490.80	14.02	20.61	79.39	25 - 55 %	
No8	2 380						OBSERVACIONES:
No10	2 000	92.12	18.42	35.23	64.77	15 - 40 %	
No16	1 190						
No20	0 840	114.80	22.96	53.46	46.54		
No30	0 590						
No40	0 420	98.47	19.69	69.10	30.90	8 - 20 %	
No 50	0 300	25.30	5.06	73.12	26.88		
No60	0 250						
No80	0 180						
No100	0 149	68.21	13.64	83.95	16.05		
No200	0 074	57.23	11.45	93.03	6.97	2 - 8 %	
BASE		43.87	8.77	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		1.25					




Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO
A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI (NATURAL)

FECHA : 11 DE ABRIL DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	598.24
SUELO SECO + TARRO	gr	532.97
PESO DEL TARRO	gr	62.37
PESO DEL AGUA	gr	65.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	470.60
HUMEDAD %	%	13.87

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LIQUIDO

LÍMITE PLASTICO

TARRO N°		A	B	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.05	38.11	15.63	16.24
SUELO SECO + TARRO	gr	35.84	34.63	14.41	15.04
PESO DEL TARRO	gr	25.52	23.61	7.88	8.52
PESO DEL AGUA	gr	3.21	3.48	1.22	1.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.32	11.02	6.53	6.52
HUMEDAD %	%	31.10	31.58	18.68	18.40
N° DE GOLPES		26	26		

LÍMITE LIQUIDO % : **31.49** **LÍMITE PLASTICO %** : **18.54**

INDICE PLASTICO % : **12.95**

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS POR EL TESISTA


Elizabeth Czoza Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO
A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 80% Y ADICION 20 % DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 11 DE ABRIL DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	598.24
SUELO SECO + TARRO	gr	532.97
PESO DEL TARRO	gr	62.37
PESO DEL AGUA	gr	65.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	470.60
HUMEDAD %	%	13.87

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LIQUIDO

LÍMITE PLASTICO

TARRO N°		C	D		C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.20	38.96		16.57	16.13
SUELO SECO + TARRO	gr	35.62	35.49		15.61	15.19
PESO DEL TARRO	gr	24.53	23.53		10.39	10.01
PESO DEL AGUA	gr	3.38	3.47		0.96	0.94
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.29	11.96		5.22	5.18
HUMEDAD %	%	29.94	29.01		18.39	18.15
N° DE GOLPES		29	29			

LÍMITE LIQUIDO % : 30.01 LÍMITE PLASTICO % : 18.27

INDICE PLASTICO % : 11.74

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS POR EL TESISTA


Elizabeth Zepa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

OBRA : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

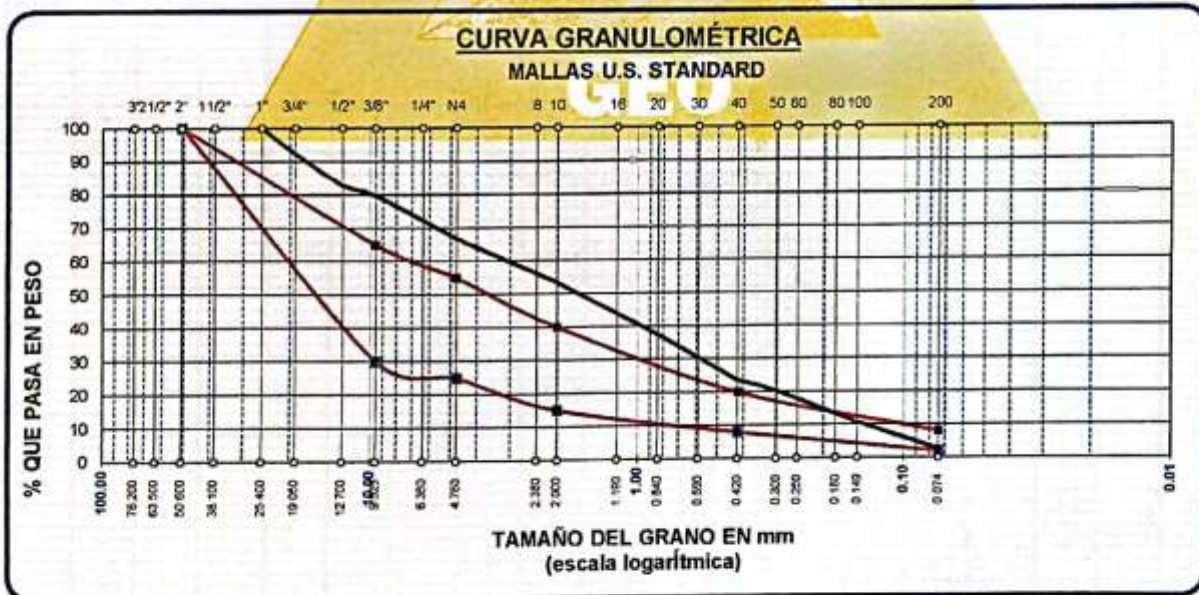
SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 80% Y ADICION 20 % DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 11 DE ABRIL DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO
3"	76 200					100 - 100 %	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA P.L.= 3500 00 P.L.= 3480 14 P.P.= 19 86 %w =
2 1/2"	63 500						LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 30.01 L.P.= 18.27 I.P.= 11.74
2"	50 600						CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.142 Cu= 23.5 D30= 0.614 Cc= 0.79 D60= 3.35
1 1/2"	38 100						CLASIFICACIÓN: I.G. =
1"	25 400	0 00	0 00	0 00	100.00	30 - 65 %	SUSCS : SP ASSTHO :
3/4"	19 050	270.12	7.72	7.72	92.28		OBSERVACIONES:
1/2"	12.700	325.84	9.31	17.03	82.97	25 - 55 %	
3/8"	9.525	114.17	3.26	20.29	79.71		
1/4"	6.350					15 - 40 %	
No4	4.760	450.46	12.87	33.16	66.84		
No8	2.380					8 - 20 %	
No10	2.000	100.42	20.08	46.58	53.42		
No16	1.190					2 - 8 %	
No20	0.840	119.08	23.82	62.50	37.50		
No30	0.590						
No40	0.420	104.10	20.82	76.42	23.58		
No 50	0.300	24.90	4.98	79.75	20.25		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	71.48	14.30	89.30	10.70		
No200	0.074	60.16	12.03	97.35	2.65		
BASE		19.86	3.97	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.57					




Elizabeth Coopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO
A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 60 % Y ADICION 40 % CONCRETO RECICLADO

FECHA : 11 DE ABRIL DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.70	39.05
SUELO SECO + TARRO	gr	35.27	37.23
PESO DEL TARRO	gr	23.48	30.94
PESO DEL AGUA	gr	3.43	1.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.79	6.29
HUMEDAD %	%	29.09	28.93
N° DE GOLPES		22	22

LÍMITE PLASTICO

	E	F
	16.94	17.28
	16.02	16.31
	10.85	10.75
	0.92	0.97
	5.17	5.58
	17.79	17.45

LÍMITE LIQUIDO % : 28.57 LÍMITE PLASTICO % : 17.62

INDICE PLASTICO % : 10.95

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS POR EL TESISISTA



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 111350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

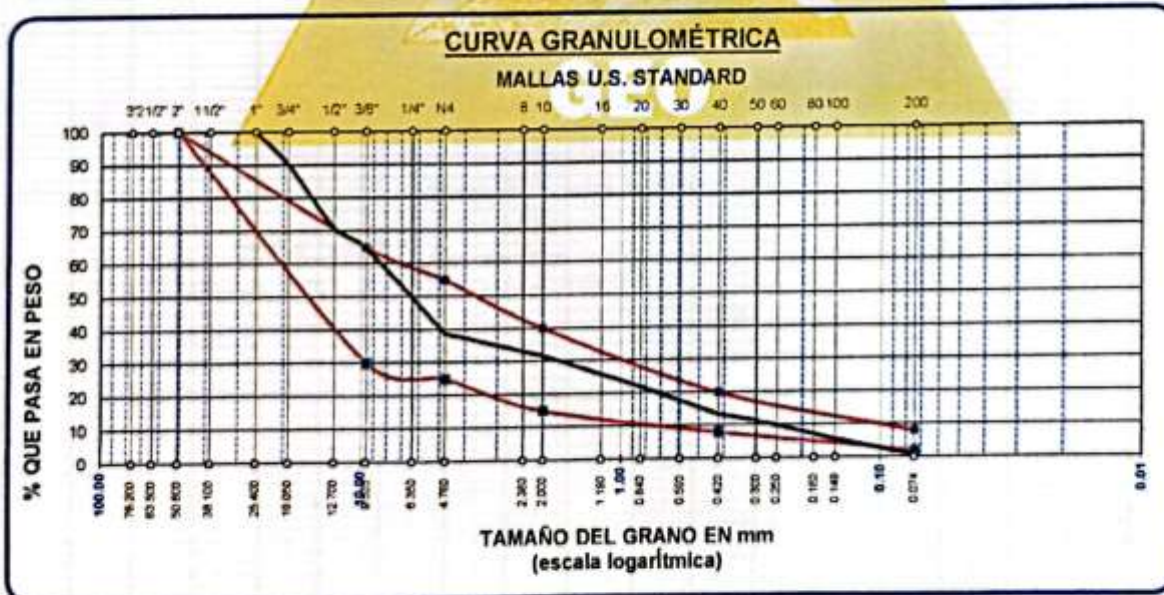
URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

OBRA: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JULIACA 2022
SOLICITANTE: BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA
UBICACIÓN: CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA: CANTERA TAPARACHI 60 % Y ADICION 40 % CONCRETO RECICLADO
FECHA: 11 DE ABRIL DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO
3"	76 200					100 - 100 %	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA P.L.= 3500.00 P.L.= 3492.16 P.P.= 7.84 %w=
2 1/2"	63 500						
2"	50 800						
1 1/2"	38 100					30 - 65 %	LÍMITES DE CONSISTENCIA: LL.= 28.57 LP.= 17.62 IP.= 10.95
1"	25 400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19 050	349.80	9.99	9.99	90.01		
1/2"	12 700	669.64	19.13	29.13	70.87	25 - 55 %	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.266 Cu= 32.6 D30= 1.794 Cc= 1.39 D60= 8.68
3/8"	9 525	220.02	6.29	35.41	64.59		
1/4"	6 350						
No4	4 760	903.44	25.81	61.23	38.77	15 - 40 %	CLASIFICACIÓN: I.G. =
No8	2 380						
No10	2 000	90.72	18.14	68.26	31.74		
No16	1 180					8 - 20 %	SUSCS : GP ASSTHO : A-2-6(0)
No20	0 840	126.40	25.28	78.06	21.94		
No30	0 590						
No40	0 420	110.60	22.12	86.64	13.36	2 - 8 %	OBSERVACIONES:
No 50	0 300	26.75	5.35	88.71	11.29		
No60	0 250						
No80	0 180						
No100	0 149	73.40	14.68	94.41	5.59		
No200	0 074	64.29	12.86	99.39	0.61		
BASE		7.84	1.57	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.22					




 Elizabeth Cepa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CI 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO
A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS ALBERTO APAZA APAZA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : CANTERA TAPARACHI 40 % Y ADICION 60% DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 11 DE ABRIL DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	598.24
SUELO SECO + TARRO	gr	532.97
PESO DEL TARRO	gr	62.37
PESO DEL AGUA	gr	65.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	470.60
HUMEDAD %	%	13.87

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LIQUIDO

LÍMITE PLASTICO

TARRO N°		G	H	G	H
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.82	39.08	15.97	16.49
SUELO SECO + TARRO	gr	36.32	37.40	15.14	15.62
PESO DEL TARRO	gr	30.33	30.71	10.21	10.50
PESO DEL AGUA	gr	1.50	1.68	0.83	0.87
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.99	6.69	4.93	5.12
HUMEDAD %	%	25.04	25.11	16.84	16.99
N° DE GOLPES		28	28		

LÍMITE LIQUIDO % : 25.42 LÍMITE PLASTICO % : 16.91

INDICE PLASTICO % : 08.51

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS POR EL TESISTA


Elizabeth Copa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2022

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D - 2419)				
EJECUTADO CON:		IDENTIFICACIÓN		
 EQUIPO DE EQUIVALENTE DE ARENA		 PROBETAS LECTURADAS		
PROCESO	UND	1	2	3
Hora de Inicio de SATURACIÓN O HUMEDICIMIENTO	HMS	10:00:00 a. m.	10:05:00 a. m.	10:10:00 a. m.
Hora de Salida de SATURACIÓN (más de 10 min)	HMS	10:10:00 a. m.	10:15:00 a. m.	10:20:00 a. m.
Hora de Inicio de DECANTACIÓN	HMS	10:15:00 a. m.	10:20:00 a. m.	10:25:00 a. m.
Hora de Salida de DECANTACIÓN (más de 20 min)	HMS	10:35:00 a. m.	10:40:00 a. m.	10:45:00 a. m.
LECTURA DE ARENA (S)	cm.	3.52	3.48	3.56
LECTURA DE MATERIAL FINO (C)	cm.	6.68	6.74	6.60
EQUIVALENTE DE ARENA = $S / C \times 100$	%	52.69%	51.63%	53.94%
 ■ % ARENA ■ % ARCILLA		EA = 52.76%		
		USO	REQUERIMIENTOS	
		NORMA MTC	< 3000 m.s.n.m.	> 3500 m.s.n.m.
		BASE GRANULAR	35.00% min.	45.00% min.
		SUB BASE GRANULAR	25.00% min.	35.00% min.

OBSERVACIONES:


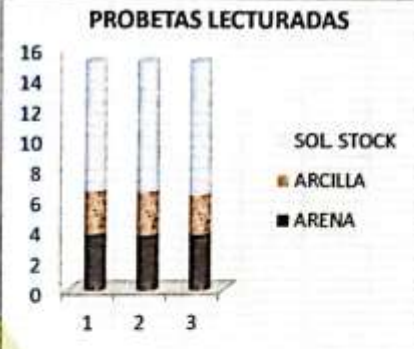

* EL ENSAYO FUE REALIZADO CON EL BACHILLER.



Elizabeth
 Elizabeth Zepa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 (IP 121350)



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI ADICIÓN 20 % DE CONCRETO RECICLADO
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2022

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D - 2419)				
EJECUTADO CON:		IDENTIFICACIÓN		
 EQUIPO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
PROCESO	UND	1	2	3
Hora de Inicio de SATURACIÓN O HUMEDICIMIENTO	HMS	11:20:00 a. m.	11:25:00 a. m.	11:30:00 a. m.
Hora de Salida de SATURACIÓN (más de 10 min)	HMS	11:30:00 a. m.	11:35:00 a. m.	11:40:00 a. m.
Hora de Inicio de DECANTACIÓN	HMS	11:35:00 a. m.	11:40:00 a. m.	11:45:00 a. m.
Hora de Salida de DECANTACIÓN (más de 20 min)	HMS	11:55:00 a. m.	12:00:00 p. m.	12:05:00 p. m.
LECTURA DE ARENA (S)	cm.	3.68	3.60	3.64
LECTURA DE MATERIAL FINO (C)	cm.	6.50	6.43	6.22
EQUIVALENTE DE ARENA = S / C x 100	%	56.62%	55.99%	58.52%
		EA = 57.04%		
		USO	REQUERIMIENTOS	
		NORMA MTC	< 3000 m.s.n.m.	> 3500 m.s.n.m.
		BASE GRANULAR	35.00% min.	45.00% min.
		SUB BASE GRANULAR	25.00% min.	35.00% min.

OBSERVACIONES:

* EL ENSAYO FUE REALIZADO CON EL BACHILLER.



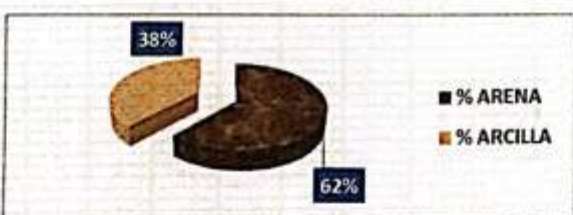

 Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI ADICIÓN 40 % DE CONCRETO RECICLADO
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2022

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D - 2419)				
EJECUTADO CON:		IDENTIFICACIÓN		
 EQUIPO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
PROCESO	UND	1	2	3
Hora de Inicio de SATURACIÓN O HUMEDICIMIENTO	HMS	12:50:00 p. m.	12:55:00 p. m.	1:00:00 p. m.
Hora de Salida de SATURACIÓN (más de 10 min)	HMS	1:00:00 p. m.	1:05:00 p. m.	1:10:00 p. m.
Hora de Inicio de DECANTACIÓN	HMS	1:05:00 p. m.	1:10:00 p. m.	1:15:00 p. m.
Hora de Salida de DECANTACIÓN (más de 20 min)	HMS	1:25:00 p. m.	1:30:00 p. m.	1:35:00 p. m.
LECTURA DE ARENA (S)	cm.	3.86	3.74	3.75
LECTURA DE MATERIAL FINO (C)	cm.	6.28	6.14	5.98
EQUIVALENTE DE ARENA = $S / C \times 100$	%	61.46%	60.91%	62.71%
		EA = 61.70%		
		USO	REQUERIMIENTOS	
		NORMA MTC	< 3000 m.s.n.m.	> 3500 m.s.n.m.
		BASE GRANULAR	35.00% min.	45.00% min.
		SUB BASE GRANULAR	25.00% min.	35.00% min.



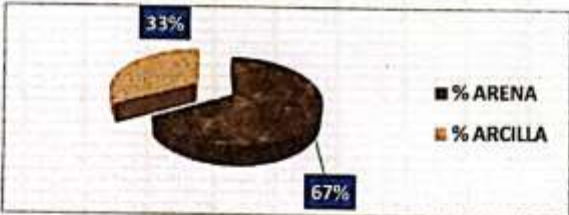
OBSERVACIONES:

* EL ENSAYO FUE REALIZADO CON EL BACHILLER.


 Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI ADICIÓN 60 % DE CONCRETO RECICLADO
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2022

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
[ASTM D - 2419]				
EJECUTADO CON:		IDENTIFICACIÓN		
 EQUIPO DE EQUIVALENTE DE ARENA				
PROCESO	UND	1	2	3
Hora de Inicio de SATURACIÓN O HUMEDICIMIENTO	HMS	2:40:00 p. m.	2:45:00 p. m.	2:50:00 p. m.
Hora de Salida de SATURACIÓN (más de 10 min)	HMS	2:50:00 p. m.	2:55:00 p. m.	3:00:00 p. m.
Hora de Inicio de DECANTACIÓN	HMS	2:55:00 p. m.	3:00:00 p. m.	3:05:00 p. m.
Hora de Salida de DECANTACIÓN (más de 20 min)	HMS	3:15:00 p. m.	3:20:00 p. m.	3:25:00 p. m.
LECTURA DE ARENA (S)	cm.	4.04	3.89	3.86
LECTURA DE MATERIAL FINO (C)	cm.	6.08	5.87	5.73
EQUIVALENTE DE ARENA = S / C x 100	%	66.45%	66.27%	67.36%
		EA = 66.69%		
		USO	REQUERIMIENTOS	
		NORMA MTC	< 3000 m.s.n.m.	> 3500 m.s.n.m.
		BASE GRANULAR	35.00% min.	45.00% min.
		SUB BASE GRANULAR	25.00% min.	35.00% min.

OBSERVACIONES:

* EL ENSAYO FUE REALIZADO CON EL BACHILLER.


 Elizabeth Copa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

MTC E 221 - 2000

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA
 SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
 MUESTRA : CANTERA TAPARACHI ADICION 40% DE CONCRETO RECICLADO
 UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
 FECHA : 10 DE JUNIO 2022

MATERIAL	AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			NI CHATA, NI ALARGADA				
	TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO. RET.	% RET.	% PASA	PESO	% RET.	% CORREG.	PESO	% RET.	% CORREG.	PESO	% RET.	% CORREG.
PULG														
2"		50,000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"		37,500	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"		25,000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"		19,000	349.80	28.22	71.78	65.14	19.00	5.30	41.43	12.00	3.30	243.23	69.50	20.00
1/2"		12,500	689.64	54.03	17.75	85.21	13.00	6.90	65.20	10.00	5.30	519.23	77.50	42.00
3/8"		9,500	220.02	17.75	0.00	14.23	6.50	1.10	16.47	7.00	1.30	189.32	86.00	15.00
			1,239.46	100.00				13.30			9.90			77.00

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	gr.	%
PARTICULA CHATAS Y ALARGADS	1,239	23.2

OBSERVACIONES:
 * LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

Elizabeth
 Elizabeth Copca Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 1113519



DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

MTC E 221 - 2000

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA
SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI ADICION 20% DE CONCRETO RECICLADO
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
FECHA : 10 DE JUNIO 2022

MATERIAL	TAMIZ	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		CHATAS		ALARGADAS		NI CHATA, NI ALARGADA												
			PESO. RET.	% RET.	PESO	% RET.	PESO	% RET.	PESO	% RET.	% CORREG.										
	2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3/4"	19.000	270.12	38.04	61.96	51.20	19.00	7.20	31.14	12.00	4.40	187.78	69.50	26.00							
	1/2"	12.500	325.84	45.88	16.08	45.67	14.00	6.40	40.36	12.00	5.70	239.81	73.60	34.00							
	3/8"	9.500	114.17	16.08	0.00	16.23	14.20	2.30	25.12	22.00	3.50	72.82	63.80	10.00							
			710.13	100.00	15.90						13.60			70.00							

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	gr.	710
PARTICULA CHATAS Y ALARGADS	%	29.5

OBSERVACIONES:

* LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

MTC E 221 - 2000

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL MATERIAL RECICLADO DE ESCOMBRO A CONFORMACIÓN SUBBASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, JULIACA
SOLICITANTE : BACHILLER APAZA APAZA CARLOS ALBERTO
MUESTRA : CANTERA TAPARACHI (NATURAL)
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
FECHA : 10 DE JUNIO 2022

MATERIAL	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		CHATAS		ALARGADAS			NI CHATA, NI ALARGADA			
		PESO. RET.	% RET.	% PASA	PESO	% RET.	% CORREG.	PESO	% RET.	% CORREG.		
PULG												
2"	50.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/8"	9.500	230.40	100.00	0.00	26.41	11.50	11.50	21.32	9.00	9.30	182.67	79.30
		230.40	100.00			11.50				9.30		79.00

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	gf.	230
PARTICULA CHATAS Y ALARGADS	%	20.8

OBSERVACIONES:
 * LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



