



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la
Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco,
La Libertad, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Vilca Miranda, David (ORCID: 0000-0003-3171-2425)

ASESORES:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este proyecto principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi Formación Profesional.

A mis hermanos y a mi novia, por ser el pilar muy importante y por demostrar siempre su cariño y apoyo incondicional a pesar de los momentos difíciles de haber llegado a este día.

A mi Padre Máximo Vilca y mi Madre Clemencia Miranda, por haberme apoyado en todo momento en mi educación desde que empecé hasta la actualidad sin mirar atrás.

A mis Primos, que con sus consejos sabios y experiencias supieron llegar hacia mí y ser una persona con grandes ambiciones profesionales y por haber confiado en mí.

Vilca Miranda David

Agradecimiento

A DIOS, Por ser una fuente de inspiración que con su infinita bondad ha sido mi guía espiritual. Por mantenerme firme en los momentos difíciles de mi vida; al Él sea la gloria, la honra y el éxito de mi carrera profesional.

A UCV, (Universidad Cesar Vallejo) Por ser mi casa de estudios superiores, por ser un pilar fundamental en mi desarrollo intelectual, moral y ético. Y a todos los instructores quienes me impartieron sus conocimientos, experiencias vividas, y se convirtieron en una fuente motivacional durante mi formación académica.

A MIS PADRES, Por brindarme todo su apoyo incondicional durante el transcurrir de mi vida, por ser la fuerza que me motiva para seguir adelante.

Vilca Miranda David

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	32
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	32
3.1.2. Tipo de investigación.....	32
3.1.3. Diseño de investigación.....	33
3.2. Variable y operacionalización.....	34
3.3. Población, muestra y muestreo.....	35
3.3.1 Población:.....	35
3.3.2 Muestra:.....	36
3.3.3 Muestreo:.....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez.....	36
3.4.1 Técnicas de recolección de datos:.....	36
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:.....	37
3.4.3. Validez del instrumento de recolección de datos.....	38
3.4.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos.....	38
3.5. Procedimiento.....	38
3.6. Método de análisis de datos:.....	42
3.7. Aspectos éticos.....	44
3.8. Desarrollo del proyecto.....	45
IV. RESULTADOS.....	57
V. DISCUSIÓN.....	67
VI. CONCLUSIONES.....	73
VII. RECOMENDACIONES.....	75
VIII. REFERENCIAS.....	76
IX. ANEXOS.....	86

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Esquema de Diseño de Investigación.</i>	34
Tabla 2. <i>Clasificación de variables.</i>	35
Tabla 3. <i>Matriz de operacionalización de variables. (ver anexo 1).</i>	35
Tabla 4. <i>Instrumentos y Validación.</i>	37
Tabla 5. <i>Propiedades del caucho granular reciclado proveniente del neumático reciclado.</i>	46
Tabla 6. <i>Ubicación de calicatas.</i>	49
Tabla 7. <i>Análisis Granulométrico.</i>	50
Tabla 8. <i>Contenido de Humedad.</i>	51
Tabla 9. <i>Límites de Atterberg Líquido y Plático e Índice de plasticidad.</i>	51
Tabla 10. <i>Clasificación de suelos (AASHTO).</i>	51
Tabla 11. <i>Resultados de la compactación Proctor. Modificado + Dosificaciones del caucho en la Calicata02.</i>	54
Tabla 12. <i>Resultados de la compactación Proctor Modificado + Dosificaciones de la Calicata-04.</i>	54
Tabla 13. <i>CBR (Suelo) + Dosificaciones de caucho C-02.</i>	55
Tabla 14. <i>CBR (Suelo) + Dosificaciones de caucho C-04.</i>	55
Tabla 15. <i>Propiedades del caucho granular reciclado proveniente del neumático reciclado.</i>	57
Tabla 16. <i>Ubicación de calicatas.</i>	58
Tabla 17. <i>Resumen de Propiedades físicas y mecánicas del suelo (Subrasante).</i> ...	59
Tabla 18. <i>Resultados de la compactación Proctor. Modificado + Dosificaciones del caucho en la Calicata-02 y Calicata-04.</i>	60
Tabla 19. <i>Resultados CBR + Dosificaciones de caucho Calicata-02 y 04.</i>	61
Tabla 20. <i>Resultados CBR al 95% + Dosificaciones de caucho C-02.</i>	64
Tabla 21. <i>Resumen CBR (ANOVA).</i>	64
Tabla 22. <i>Cálculo de la prueba ANOVA (Análisis de variancia).</i>	64
Tabla 23. <i>Resultados CBR al 95% + Dosificaciones de caucho C-04.</i>	65
Tabla 24. <i>Resumen CBR (ANOVA).</i>	65
Tabla 25. <i>Cálculo de la prueba ANOVA (Análisis de variancia).</i>	66

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación de suelos según el tamaño de partículas.	18
Figura 2. (Molde cilíndrico de 4,0 pulg para Proctor modificado).	20
Figura 3. (Molde cilíndrico de 6,0 pulg para Proctor modificado).	21
Figura 4. Caucho granulado proveniente de llantas recicladas.	23
Figura 5. Aplicación del caucho en pavimentos.....	25
Figura 6. Caucho reciclado de neumaticos.....	27
Figura 7. (transmisión de cargas en capas inferiores).....	28
Figura 8. Calicatas según tipo de carretera	29
Figura 9. (Equipo de compactación e inmersión del ensayo CBR).....	30
Figura 10. Número de Ensayos de Mr. y CBR.....	31
Figura 11. Categoría de subrasante	31
Figura 12. Diagrama de diseño de investigación.....	34
Figura 13. Subrasante de la zona de estudio.....	35
Figura 14. Muestra obtenida.	36
Figura 15. Diagrama de procedimiento.	39
Figura 16. Porcentajes de gravas, arenas y finos.....	42
Figura 17. Gráfica de Curva Granulométrica.	43
Figura 18. Gráfica CBR.....	43
Figura 19. Gráfica análisis termogravimétrico (propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado).	43
Figura 20. Ubicación de la Región La Libertad.....	45
Figura 21. Ubicación de la Provincia de Sanches Carrión Libertad.....	45
Figura 22. Ubicación del distrito de Huamachuco.....	45
Figura 23. Ubicación de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco	45
Figura 24. Variación de la máxima densidad seca (C-02).	60
Figura 25. Variación de la máxima densidad seca (C-04).	61
Figura 26. Gráfico de barras comparativas calicata-02 mostrando un CBR al 95%, penetración de 0.1” y 0.2” más la dosificación de caucho con el suelo natural.....	62
Figura 27. Gráfico de barras comparativas calicata-04 mostrando un CBR al 95%, penetración de 0.1” y 0.2” más la dosificación de caucho con el suelo natural.....	62

Resumen

La presente investigación se realizó en Huamachuco, carretera, Marcahuamachuco, La Libertad 2021, se determinó la influencia del uso del caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante, para la realización de la tesis se utilizó un diseño experimental, experimental puro, el muestreo fue no probabilístico por juicio, la recolección de datos se realizó con la técnica de la observación, los instrumentos utilizados fueron ficha de datos y la guía de observación, el problema es que las carreteras en Huamachuco tienen una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, ocasionadas por varios factores como; el cambio climático, en temporada de lluvia suele acumularse el agua en ciertos tramos y esto ocasiona que los vehículos y pobladores no tengan una mejor circulación, para el mejoramiento de la subrasante se realizó el CBR de calicata C-02 con la adición de 20%, 40% y una penetración de 0.1", 0.2" resultando 17.5, 19.5, para aprobar la hipótesis se realizó el ANOVA, resultando $F > F$ valor crítico, entonces se acepta la hipótesis de nula y se rechaza la hipótesis de investigación, concluyendo que el caucho granular reciclado no logra influir en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad.

Palabras clave: Mejoramiento, Caucho granular reciclado, Subrasante, Resistencia del suelo.

Abstract

The present investigation was carried out in Huamachuco, highway, Marcahuamachuco, La Libertad 2021, the influence of the use of recycled granular rubber in the improvement of the subgrade was determined, for the realization of the thesis an experimental design was used, pure experimental, the sampling was non-probabilistic by judgment, The data collection was carried out with the observation technique, the instruments used were the data sheet and the observation guide, the problem is that the roads in Huamachuco have a series of interconnected cracks with irregular patterns, caused by several factors such as; Climate change, in the rainy season water tends to accumulate in certain sections and this causes vehicles and residents do not have a better circulation, for the improvement of the subgrade was performed CBR of calicata C-02 with the addition of 20%, 40% and a penetration of 0. 1", 0.2" resulting in 17.5, 19.5, to approve the hypothesis ANOVA was performed, resulting in $F > F$ critical value, then the null hypothesis is accepted, and the research hypothesis is rejected, concluding that the recycled granular rubber fails to influence the improvement of the subgrade on the Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad Road.

Keywords: Improvement, Recycled granular rubber, Subgrade, Soil resistance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

A nivel **mundial**, la infraestructura vial es muy importante para el transporte, ya que impulsa el desarrollo económico de países, ciudades y pueblos. Sin embargo, hoy en día se ha observado innumerables infraestructuras en muy mal estado, debido a que no se están buscando constantes mejoras para los suelos tampoco se está cumpliendo con las especificaciones generales. Todo ello llega a ocasionar deterioros baches, fisuras y hundimientos en la subrasante. A ello se suma el total abandono por parte de autoridades encargadas de mejoras y mantenimientos preventivos.

En **Ecuador** (Gavilanes, 2015). Específicamente en la ciudad de Quito tiene una humedad muy alta, lo cual ha generado dificultades reveladoras en los pavimentos y estructuras. Por lo que empleó un aditivo para el mejoramiento en la resistencia del suelo. Este estudio ayudara a mejorar las propiedades físicas y químicas, a generar ahorros económicos y ayudar en el desarrollo del cualquier proyecto similar, debido a la estabilización tendremos una notable merma de grosor de base, subbase y superficie de rodadura. El mejoramiento y estabilización adicionando aditivos se viene realizando en distintos países de Latinoamérica, esto debido a que arroja resultados efectivos, que luego esto es aprobado por los investigadores para apoyar el estudio a corto plazo o largo plazo, basándose en estas clases de materiales que principalmente se usaran para estabilizar la subrasante de alguna vía principal o secundaria.

Los autores (Hernández, Iriarte y Mendoza, 2017). Indican que, en el País de **Colombia** al igual que en gran parte del territorio Latinoamericano existe una necesidad importante en buscar opciones y posibilidades para la rehabilitación y mantenimiento de vías terciarias. El deterioro de estas vías se debe a múltiples factores como son el aumento de congestión vehicular, daños en

las redes de servicios públicos los cuales en muchas ocasiones afectan directamente la estructura. Por esta razón existe la necesidad de añadir sustancias químicas o naturales a través del reciclaje para el mejoramiento en su composición química y de esta manera poder contribuir tanto a un desarrollo social como ambiental.

En **Costa Rica** según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el país cuenta con una red vial con una longitud aproximada de 39.039 km lo cual el 74,05% equivalen a vías no pavimentadas, dada esta gran cantidad surgió la necesidad de intervenir las zonas con una propuesta de mejora lo cual fue brindar un diseño de un mejoramiento con la aplicación de un aditivo (cemento). Todo esto se realizará bajo los parámetros que rigen las normas ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) y AASTHO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes), (Golfín, 2019).

En **Perú**, podemos observar que en la provincia de Abancay se hizo el mejoramiento de la vía de acceso al santuario nacional del Ampay, donde se logró identificar un gran flujo de turismo y un crecimiento comercial. Para ello se está planteando utilizar enzimas orgánicas en el tratamiento de la carretera. Antes de efectuarlo se consideró la condición temperatura ambiente, que tiene dominio directo durante la ejecución donde el primer estudio es determinar la cantidad óptima de humedad existente, para luego compactar el terreno, (Quise y Rivas, 2017).

En el distrito de **Huamachuco** se presentó el año 2018 un proyecto de mejoramiento por el asfalto al tramo La Arena, Santo Domingo. Como no tenía un plan adecuado para la comunicación terrestre, ocasionando inconvenientes en la movilización de los pobladores, y también el aprovechamiento importante de actividades tal como agricultura, ganadería y forestación. El estudio, consistió en el progreso de la superficie de rodadura comprendiendo una longitud

de 7.400 km, considerando los parámetros del manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014 del MTC), (Castillo, 2018).

El Manual de Caminos, Sección de Suelos y Pavimentos, tiene como objetivo brindar criterios homogéneos para suelos y pavimentos, actuando, así como una herramienta de diseño estructural en base a las características y comportamiento de los materiales. Por ello para la presente investigación, se usará el caucho como un agregado en la mejora de la subrasante, teniendo en cuenta las normas de ASTM para la ejecución de los análisis de suelos en el laboratorio, que nos permitirá conocer los resultados de la investigación.

(Caruajulca, 2018). Nos menciona que la carretera del cruce de Porongo es una de las que se encuentra en muy mal estado, presentando en la subrasante un material fino con alta plasticidad por eso cuando hay apariencia de humedad, se ocasionan cambios volumétricos. Por lo tanto, en su investigación influencia del aditivo llegó a determinar que adicionando 3% cloruro de sodio como estabilizante para el mejoramiento en la subrasante de la autopista Porongo, aumenta la resistencia en un 0.385 de su caucho granular reciclado.

(Delgado y León, 2019). Observaron que en las calles de Piura el deterioro es básicamente ocasionado por los cambios climáticos y la carencia de mantenimiento. En su investigación sobre el mejoramiento de subrasante mediante la adición de grava llegaron a determinar que el suelo soporta una subrasante pobre y según AASHTO es suelo fino con materia arcilloso franco clasificándolo de bueno a malo, según SUCS es suelo arcilloso de alta plasticidad.

(Castro, 2017). Él dice que su investigación sobre la erosión del suelo se ve reforzada por el uso aumenta mediante el uso de cáscara de arroz y en el área de San Martín, hay buen suelo

disponible que a menudo tiene una capacidad de carga insuficiente para soportar condiciones tales como el tráfico. Así, al estudiar el suelo y las cenizas, se encontró que se redujo la densidad seca máxima y se incrementó el contenido de humedad óptimo. Además, se puede ver que el CBR y la baja resistencia a la compresión mejoraron cuando se agregó de 6 a 8% de ceniza de cáscara de grano.

según los autores anteriormente en sus investigaciones, que los mejoramientos usando aditivos se deben realizar con más frecuencia ya que estos son buenos estabilizadores de suelos tanto como primario o secundario, hacer uso de ellos generaría posibles soluciones a lo problema ambiental permitiendo contribuir a un desarrollo global, tanto social y económico de estas zonas. Las investigaciones tienen un fin, que es aumentar la calidad de las distintas vías por ende la transitabilidad será de calidad para los moradores, llegando a tener una mejor economía y una alta productividad en la ganadería y agricultura.

Así mismo el proyecto de mejora del servicio de transitabilidad del camino vecinal desde el centro poblado de Sanagorán, Caracmaca, 2019, fue ejecutado por La Municipalidad distrital de Sanagorán. como única entidad de realizar dichas obras. Se observo que la vía se encontraba en pésimo estado y que los pobladores anhelaban desde hace muchos años, contar con una vía, que les permitiera un fácil traslado de sus productos agrícolas hacia los mercados teniendo en cuenta la alta producción de palta y kiwicha. Este mejoramiento a la vía beneficiará a todos los comuneros de Sanagorán, Caracmaca, la Calzada y Raumate.

La Municipalidad Provincial de Pasco ejecuto un proyecto para mejorar la carretera desde el puente Gavilanes hasta el puerto Bermúdez. Donde se observó que la carretera a intervenir se encuentra en total abandono, también no tiene cunetas en buen estado, las aguas superficiales han erosionado el afirmado de la

carretera en diversos tramos mostrándose hundimientos, baches profundos. La situación actual en que se halla la carretera ha generado la intervención, mediante la elaboración de proyectos de inversión pública y la ejecución. Este mejoramiento establecerá la integración entre las comunidades nativas Gavilán, Santa Isabel y el distrito de Puerto Bermúdez. La comunicación que se establecerá entre estas Comunidades Nativas será de gran importancia debido al alto potencial agrícola y ganadero.

El problema que se puede apreciar en la carretera Huamachuco - Marcahuamachuco, es la falta de mejoramiento a la subrasante que en hoy en día presenta distintas fisuras interconectadas, con patrones irregulares ocasionadas por varios factores como; el cambio climático, en temporada de lluvia suele acumularse el agua en ciertos tramos. Grietas de borde ocasionadas por los empozamientos de agua. Por otro lado, la solidez y el mantenimiento de las vías que comunican a Huamachuco con sus alrededores es un grave problema, que viene hace muchos años atrás, todo esto ocasiona que los vehículos y pobladores no tengan una mejor circulación.

Las causas son el deficiente mantenimiento y conservación por parte de la Municipalidad Sánchez Carrión, el poco interés por intervenir con un plan de mejoramiento a las zonas más críticas, el no conservar su imagen turístico a pesar de que es una entrada principal a las zonas arqueológicas de dicho lugar y las características geográficas, climatológicas, lo que hacen que ocurran los fenómenos naturales.

La presente investigación pretende buscar todos los resultados posibles a los problemas existentes actualmente en la subrasante de la carretera Huamachuco – Marcahuamachuco, para lograr este progreso, primero debemos estudiar la mecánica de suelos para obtener esta información sobre el tipo de suelo y la condición en que se encuentra el subsuelo, para obtener los resultados a

examinar y elegir la mejor solución. Puede proporcionarle, por lo que se estudiará la adición de caucho donde se destine a evaluación, métodos de uso, dosificación, impacto en las propiedades del suelo.

Es por esto que el uso de caucho es importante porque agregar caucho mejora el suelo (subrasante) y da mejores resultados, fortalece el material y proporciona capacidad de carga y menos corrosión. Mejoras clave arregladas y completadas.

De no llegar a realizarse este estudio ya que pretende brindar alternativas de solución de manera oportuna no se logrará mejorar el suelo y lo beneficio serán cada vez menos favorables para los pobladores. Estos traerán grandes consecuencias, ocasionando accidentes de tránsito, grandes pérdidas económicas en la agricultura, turismo y posiblemente dejando intercomunicados a los caseríos con los distritos.

1.2. Planteamiento del problema.

¿De qué manera influye el uso del caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021?

1.3. Justificación.

La principal razón que está realizando el presente proyecto de investigación, es debido al mal estado de la subrasante en la carretera Huamachuco - Marcahuamachuco, que afecta a los pobladores de dicha zona y ocasionando accidentes de tránsito, así mismo también a la agricultura teniendo grandes pérdidas económicas por estos problemas presentes en la subrasante.

Es por ello por lo que se propone en el proyecto, el mejoramiento de la subrasante añadiendo caucho granular reciclado para aumentar la resistencia, con un propósito de mejorar la calidad del suelo, así mismo a los pobladores, la transitabilidad, llegando tener una mejor economía y una alta productividad en agricultura.

Al resolver el problema del mal estado de dicho proyecto, nos permitirá brindar un mejoramiento en la subrasante aumentando la resistencia, beneficiando y brindando a los pobladores y a los transportistas teniendo una mejor transitabilidad por la carretera mejorando el desarrollo económico, turismo teniendo un porcentaje alto de ingresos en la agricultura y ganadería.

En el proyecto de investigación se propuso lograr un mejoramiento en la subrasante en la carretera Huamachuco – Marcahuamachuco. Con el fin de aumentar su resistencia, aportando soluciones en el mal estado, brindando la mayor seguridad a los transportistas y a los pobladores transportando sus productos, para llevar a cabo con el proyecto debemos contar con las indicaciones establecidas por el “Manual de carreteras sección suelos y pavimentos”.

El proyecto beneficiará a todos los pobladores de Marcahuamachuco, a los transportistas y los caseríos aledaños, ya que contarán con una carretera con mayor seguridad al transportar sus productos, también beneficiará el crecimiento de la agricultura y el turismo teniendo un alto porcentaje de ingresos en los pobladores. Así mismo les servirá como base a los futuros investigadores al realizar el proyecto

El presente trabajo de investigación nos ayudará a obtener nuevos conocimientos y proponer un mejoramiento en la subrasante con la adición del caucho granular, así mismo conocer las propiedades mecánicas realizadas por el laboratorio apoyándose del “Manual de carreteras sección suelos y pavimentos”, de manera que contribuye al medio ambiente y reduciendo la contaminación con la eliminación del caucho.

Este estudio pretende ayudar a conectar todos los caseríos más alejados con la ciudad y brindar un mejor servicio de transporte en traslado de recursos a la población, para así abastecerse del mismo modo y no sufran algún tipo de escasez. Se busca facilitar una

solución en especial a las zonas con alto porcentaje de humedad. Para ello se contará con la supervisión y el visto bueno de analistas e ingenieros especializados en diagnosticar y utilizar instrumentos que sean necesarios en dicho proyecto.

El estudio se justificó metodológicamente ya que se utilizó fichas de datos para plasmar la información obtenida en el lugar de estudio, permitiendo la restauración de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. SUCS también se utiliza para clasificar países, donde nos permitirá saber qué tipo de suelo se estudiará.

1.4. Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

Determinar la influencia del uso del caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el mejoramiento en la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.
- Determinar las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado para el mejoramiento de la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.
- Determinar la resistencia CBR de la mezcla del suelo de la subrasante incorporando el caucho granular reciclado para el mejoramiento en la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.
- Determinar en qué medida influye el uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento de la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.

1.5. Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis general.

El uso del caucho granular reciclado tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes.

De haber realizado exhaustivamente las investigaciones bibliográficas correspondientes del tema escogido tanto internacionales, nacionales y locales, se encontraron los siguientes antecedentes de investigación.

INTERNACIONAL

“Estabilización del pavimento mediante adiciones de caucho reciclado”.

(Patiño, 2017). Tuvo como objetivo general, Implementar el método de consolidación del suelo usando pelotas de (p.2). Este tipo de investigación se experimental, y por lo tanto tuvo como muestra probetas de suelo-caucho. El resultado nos muestra la transformación de densidad con respecto al incremento de granos de caucho reciclado a las distintas pruebas que se elaboraron: agregando un 5% de caucho granulado para reducir la densidad en casi un 6% y agregando un 10% de caucho granulado para reducirla en un 11.80%. Se **concluyó** de esta manera: que los materiales seleccionados para proyecto de investigación actual son de resistencia baja, esto nos permite medir la calidad del material de montaje necesite para brindar una buena protección. El caucho utilizado para fabricar el material base se puede utilizar a través de varios procesos para lograr buenos resultados. Y por ende este material puede eliminar sus impurezas. (p.50).

El uso de un método para la estabilización de suelos con la adición de caucho granular contribuye a esta investigación obteniendo los resultados de densidad del suelo, así mismo elaborándose distintas pruebas, con una idea del estado crítico encontrado en el camino, que nos permite apreciar los veneficios de mezclar del caucho con material, presentando si posee una resistencia baja o alta que nos servirán para recoger datos para la presente investigación.

“Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado Logrando sostenibilidad en pavimentos – Bogotá”

(Martínez, Caicedo et al. 2018). El propósito de su ensayo es describir el desarrollo y avance de un proceso para implementar un sistema de asfalto modificado en caucho reciclado en Colombia. Este informe está disponible como análisis, se basó en el uso de caucho granular reciclado a partir de llantas recicladas, de tamaño fino con partículas más pequeñas que el N°30. En el año 2011 del veintisiete de diciembre el gobierno de Bogotá da como resultado el dictamen de lineamientos para aprovechar las llantas recicladas, todo esto en favor de la disminución de la contaminación y el máximo aprovechamiento. Se **concluyó** de esta manera que los resultados obtenidos apoyarán nuestro pilar de Sostenibilidad, economía y protección del medio ambiente. El haber empleado esta innovadora tecnología en el país, ayudará a contribuir con soluciones para eliminar desecho sólido que son difíciles, también salva el día al contribuir sistemas de alto rendimiento, lo que puede reducir los costos de mantenimiento.

De acuerdo con la investigación este proyecto aporta información previa al proceso de implementación de asfalto con granos de caucho, aprovechamiento de neumáticos reciclados en favor de la reducción de la contaminación ambiental, así como la protección de la naturaleza, produciendo un alto rendimiento que deducirá importantes ahorros y costes de mantenimiento en las infraestructuras viales.

“Soil Stabilization with Rice Husk Ash and Cement - Malaysia”.

(Alqaraghuli, 2015), in his article. His general objective was to compare the results obtained between the original sample and the optimal sample with additives. This study is a design experiment. In the case of the additive structure obtained after differentiating the proportion of rice husk ash from the general structure and adjusting the proportion of cement, the results were different according to

each difference. It was concluded that 10% of the rice husk ash had the maximum resistance to cutting at the time of breakage.

NACIONALES

“Mejora de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio”.

(Cuadros, 2017). El objetivo es determinar el efecto de la estabilización química mediante la adición de la diferencia porcentajes de óxido de calcio sobre las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en el pavimento. (p.3). La investigación es aplicada, del mismo modo, se ha desarrollado un medio para identificar el cuerpo de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante adicionando óxido de calcio fabricado en cuatro sitios de laboratorio, y los resultados de cada modelo se obtienen mediante la recopilación de datos y pruebas. La población de estudio está conformada por la red vial departamental ruta: 108, tramo: Pariahuanca – Ojaro, con una longitud de 10.436 kilómetros. Este modelo de tipo no probabilístico, realizándose la observación de calicatas tomadas a lo longitud de la carretera departamental del tramo: Pariahuanca – Ojaro con un tramo de 3.055 Km. Los instrumentos fueron fichas de recolección de datos y ensayos de laboratorios, así mismo teniendo la clasificación del terreno por la norma SUCCS y AATHO.

Los principales resultados fueron el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales del subsuelo, realizando durante la excavación de pozos de prueba en el proyecto tramo Pariahuanca – Ojaro, los cuales mostraron incrementos de diferentes porcentajes de óxido de calcio en las propiedades del subsuelo determinado por 1% a 3% con pendiente creciente y con un aumento de 5% a 7% con una curva del CBR decreciente. Se **concluyo** que el (CaO) afecta la estabilidad físicas y función del suelo (subrasante), reduciendo la plasticidad y

aumentando el soporte del CBR, así mismo, con la adición del óxido de calcio con un porcentaje de uno, tres, cinco y siete, mejora las propiedades del terreno de la subrasante reduciendo el índice de plasticidad con un porcentaje de 19.08% a un 4.17%, también disminuyó el OCH con un porcentaje de 18.3% a un 15.6%. (p.83).

Este estudio proporciona información sobre como definir el efecto de la estabilidad química al aumentar el porcentaje de CaO en la subrasante, siendo una propuesta innovadora y que mediante los estudios determina que el óxido de calcio afecta en las características de la subrasante reduciendo la plasticidad y aumentando el CBR.

“Aplicación de caucho en desuso en el diseño de agregados asfálticos para pavimentos flexibles en la calle los Eucaliptos, Lima, 2019”.

(Guillen y Poma, 2019). Tuvo como objetivo, determinar la manera en que influye utilizar caucho en desuso para el diseño de agregados asfálticos, pavimentos flexibles en las calles los Eucaliptos, San Juan de Lurigancho, Lima. (p.8). Tipo de investigación es aplicada, el caucho se utilizará como fuente artificial de agregado. Reemplazamos el material agregado fino con porcentajes del tres, cuatro y cinco por ciento, Cuatro pruebas (briquetas) para cada uno de ellos. La población de estudio viene a ser todas las calles de la urbanización Canto - Lima, con similares peculiaridades a la calle a investigar. La muestra de estudio es de setecientos metros de largo (total de la vía los Eucaliptos). El muestreo en este caso es tipo no probabilístico, es decir, es intencional. Una aplicación de recopilación de datos es una base de datos y una prueba de laboratorio. Resultado: se enfocó en cavar una calicata en el sitio de investigación, el objetivo fue lograr las características del sitio (terreno) donde se realizó el estudio, así como la subrasante. Se **concluyo** que el caucho si afecta en la estabilidad del asfalto, modificándose una superioridad de 224 kg,

a variedad de un asfalto tradicional, es decir, tiene una resistencia mejorada a la deformación, resistencia al desgaste, desplazamiento y mantener su forma suave para resistir la carga del tráfico de vehículos. (p.96).

Este proyecto aporta información de como poder realizar el diseño de agregados asfálticas para pavimentos flexibles añadiendo caucho granular, con el propósito de obtener resultados del terreno asimismo obtener, su resistencia mejorada a las deformaciones y resistir a la carga de los vehículos, llegando a tener una mejor resistencia a las fallas que se pueden presentar, así como también tener una mejor la calidad para los transportistas.

“Mejora de la subrasante incorporando caucho reciclado en la Avenida Bonavista, Lima – 2019”.

(Rojas, 2019). El objetivo es diagnosticar como afecta el caucho reciclado a las propiedades de la subrasante (p.27). El tipo de investigación fue aplicada se utiliza cuando se recomienda incorporar granos de caucho granular reciclado en áreas distintas al análisis mecánico de suelos para reducir la contaminación ambiental. La población estudiada es una agrupación de todas las unidades de evaluación que pertenecen al área de estudio donde se realizara la investigación. La muestra vendría a ser las dos calicatas realizadas en la zona de estudio. El muestreo no es probabilístico porque la muestra no se extrajo al azar. Los instrumentos fueron validez y confiabilidad todos elaborados para cada ensayo realizado con respecto a la variable que se va a manipular. Resultados luego de haber obtenido las muestras en campo se identificó cada calicata donde para una subrasante nos piden ensayos ejemplo humedad natural MTC E 108, gravedad específica de los suelos MTC E 113, etc. Se **concluyó** que el factor más favorable del estudio fue que el caucho granular reciclado podría reducir la tasa de expansión de los suelos arcillosos. Esto se debe a que las partículas de suelo tienen un mayor porcentaje de absorción que las partículas de caucho granular reciclado, lo

que significa que los granos de caucho, que tienen una mayor cantidad de CBR absorbido, permite que se absorba una pequeña cantidad de agua, lo que evita que el suelo-caucho no logre expandirse o hincharse. (p.80).

Esta investigación aporta cómo influye el caucho granular en las propiedades de la subrasante, para el mejoramiento de dicho proyecto con la finalidad de reducir la contaminación ambiental, así mismo obteniendo los estudios de suelos en el laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, logrando tener una mejor capacidad de soporte al implementar el caucho.

“Mejora de suelos arcillosos empleando caucho granular de llantas en desuso para la construcción de pavimento”.

(Cusquisibán, 2014). El objetivo fue, aumentar la capacidad de carga del pavimento de arcilla mediante el uso de caucho porcentaje de neumáticos reciclados y así tener una contribución más eficaz en la mejora del medio ambiente; por ende, ser útil en la construcción de pavimentos, pero que cumpla con determinación mínima del manual de Carreteras Suelos-Geología-Geotecnia y Pavimentos (p.3). La investigación es aplicada, la población está compuesta por los suelos arcillosos de la carretera de las avenidas el Porongo- Chachapoyas. En este caso la muestra vendría ser las tres calicatas excavadas, tener en cuenta el manual de Carreteras; Suelos-Geología-Geotecnia y Pavimentos aprobado en la resolución MTC. Los instrumentos empleados fueron máquinas, balanzas, mallas de tamiz, estufa, molde cilíndrico metálico de 4", pisón de 4.536 kg, martillo, pesas, prensa de ensayo. También el grupo de la plantilla del laboratorio de geotecnia del Ing. Fernández. Finalmente se **concluyó** que agregando cuarenta por ciento de caucho granular reciclado al terreno arcilloso se logró adquirir el (CBR) con una estimación máxima igual a 30.40 y una estimación mínima 26.30 ciento. (p.67).

Según este estudio de investigación, brinda información necesaria como aliviar la capacidad de apoyo de pavimentos arcillosos al

implementar caucho, adquiriendo el CBR en una estimación máxima, considerando en cuenta el manual de Carreteras; Suelos-Geología-Geotecnia y Pavimentos. Así mismo estos estudios más adelante se tomarán como una guía para futuros proyectos de los investigadores.

LOCALES

“Cómo influye la Incorporación de partículas de Caucho Reciclado en el diseño de agregados Asfáltica”.

(Álvarez y Carrera, 2017). Tuvo como objetivo, determinar en cuánto influyó la incorporación de los residuos triturados, sobre las propiedades físicas de agregados asfálticas por medio de la metodología Marshall (p.24). En este proyecto la investigación es aplicada y la población está conformada por todas las partículas de caucho granular reciclado que se serán agregadas en el diseño de agregado asfáltica. La muestra es la aplicación de pequeños granos de llantas recicladas. Los instrumentos son la máquina trituradora de dos ejes que redujeron en pedazos, de aproximadamente trescientos milímetros, trituradora donde achica los pedazos a trescientos mm a cincuenta mm a través de un acto mejor que la anterior. El resultado es que después de haber observado y analizado los granos de caucho reciclado en proporción y medidas específicas si cumplían con la mezcla en la medición de la resistencia. Se **concluyó** que la resistencia a la compresión de las muestras (briquetas) disminuye en relación con al aumento del porcentaje de gránulos de caucho reciclado. (p.132).

Esta investigación aporta en cuanto influyó la incorporación de los residuos triturados, sobre las propiedades físicas de agregado asfáltica, así como también la obtención de los resultados del laboratorio mediante la metodología Marshall, de manera que estos estudios sean tomados como base para las investigaciones futuras.

“Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera La Arena - Santo Domingo, distrito de Huamachuco - provincia de Sánchez Carrión – región La Libertad”

(Castillo, 2018). Tuvo como objetivo mejora el nivel de suelo carretera la Arena - Santo Domingo, Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Región la Libertad (p.32). Tiene una metodología diseño descriptivo, la población es carretera en evaluación y toda su área de influencia. Los resultados fueron dar a conocer la capacidad portante de la vía que permitió saber la carga vehicular suficiente de soportar el terreno en estudio, así mismo precisar las cualidades hidrológicas del área de influencia. Se **concluyó** que en las siete calicatas en su mayoría los suelos son limos, arcillosos de baja plasticidad, de los cuales se ha obtenido un porcentaje de humedad que va desde 22.80% al 35.40% además de un valor de CBR de 11.66%, concluyendo que este proyecto cuenta con una subrasante buena.

Esta investigación aporta información valiosa para realizar próximos proyectos de diseño de mejora a nivel de afirmado de la carretera e identificar mejoramientos a largo plazo en las carreteras aledañas. Resultados estadísticos como puntos de partida para seguir positivamente realizado mejoras en favor de los pobladores y tránsito vehicular.

2.2. Bases Teóricas.

En seguida, se mostrará las definiciones, **relacionadas al presente tema** de investigación.

2.2.1. Mejoramiento del suelo.

Al realizar un mejoramiento los suelos ganarán grandiosos beneficios, como sus propiedades incluida su capacidad portante, y es menos proclive a la degradación, consiguiendo así una notable mejora en el suelo. El mejoramiento del suelo puede favorecer diferentes métodos, y agregando otro elemento se puede lograr un excelente

mejoramiento del suelo. (Manual de Carreteras 2014. pag.92)

Se basa en cambiar proporcionalmente dichas características mecánicas de suelos, agregado al suelo un ingrediente más resistente, por acción física. Es relevante determinar un modelo de los componentes que se utilizarán para establecer si requiere algún tipo de mejora, de ser así, el modelo de mejora será la más adecuada para el terreno a estudiar. Por ende, el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014), la mejora radica en resistencia mecánica, permanente que adquiere sus características a lo largo del tiempo. Estos procesos varían, comenzando con el uso de diferentes materiales hasta se agregan uno o más agentes para mejorar la protección del piso. Independientemente del mecanismo de instalación utilizado, se debe realizar un proceso de compactación.

2.2.2. Granulometría.

Según el MTC (2014), es importante determinar el análisis granulométrico de un suelo, con la finalidad determina los diferentes elementos que constituyen el suelo, así mismo clasificándose en función del tamaño de fragmentos de los cuales se delimita los siguientes términos material fino, limo, arcilla, grava y arena.

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena	Arena gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media	2.00 mm - 0.425 mm
	Arena fina	0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	menor a 0.005 mm

Figura 1. Clasificación de suelos según el tamaño de partículas.

2.2.3. Contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca.

Según (Chirinos, 2016 pág. 19), se afirma que: La reducción de los poros de un material y el aumento de su humedad, conduce a un estado máximo en el que se forma una red continua de agua. La cantidad óptima de agua es fundamental para que el pavimento alcance su punto óptimo de humedad, ya que esto reducirá el número de poros y por lo tanto aumentará su densidad.

2.2.4. Límite de consistencia del suelo (subrasante).

Los límites de consistencia, según el manual de carreteras (2014), dispone cuan sensible es el proceso del terreno en relato con el contenido de humedad así mismo especificando los límites correspondientes que se puede presentar en el suelo son:

- Límite líquido LL. Es el contenido de humedad del terreno cuando este pasa del estado semilíquido a un estado plástico, así mismo se determina por medio de la copa de Casagrande.
- Límite plástico LP. Es el límite en el cual el terreno pasa de un estado plástico a un estado semisólido y empieza a despedazarse.
- Índice de plasticidad IP: Se determina restando los límites anteriores líquido y plástico.

Ecuación N°1: Formula Índice de plasticidad

$$IP = LL - LP$$

- Límite de contracción (LC). Es el momento en que el terreno pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de reducirse al perder humedad.

2.2.5. Ensayo Proctor.

Según la ASTM D 1557 nos manifiesta acerca del uso de este ensayo: Groundwater is usually compacted to improve mechanical strength. These compaction tests provide the basis for determining the rate of compaction, the required moisture content, and for determining the required compaction and moisture content in construction control.

En el proyecto de investigación se llevará a cabo el ensayo Proctor, así poder determinar los óptimos contenidos de humedad (OCH), la máxima densidad seca (MDS) tanto del terreno al natural sin agregar el caucho granular como después de haber agregado los respectivos porcentajes, (20%; 30%; 40%) del caucho granular. Así mismo tenemos las siguientes figuras para el ensayo de Proctor que sea desea lograr en la investigación (Ver figura 2, 3).

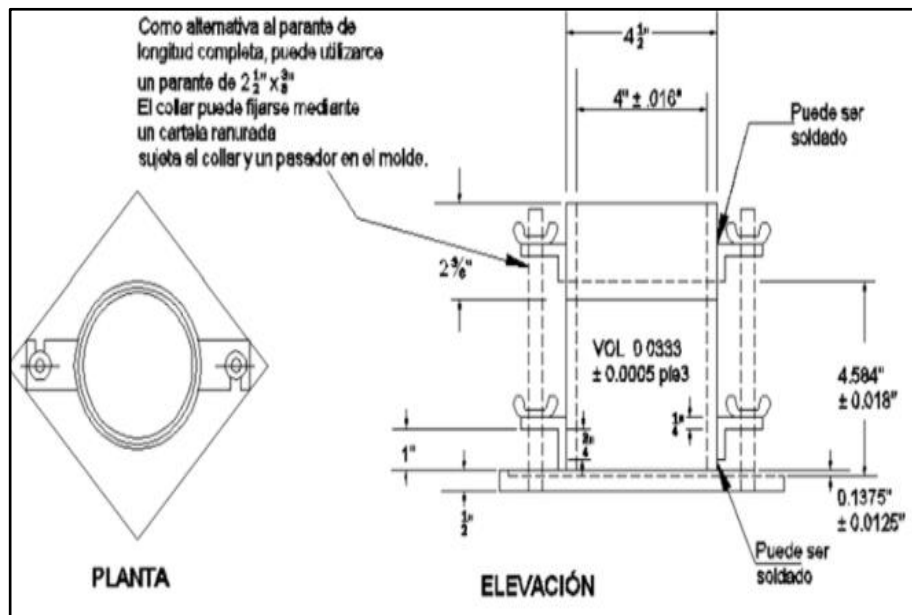


Figura 2. (Molde cilíndrico de 4,0 pulg para Proctor modificado).

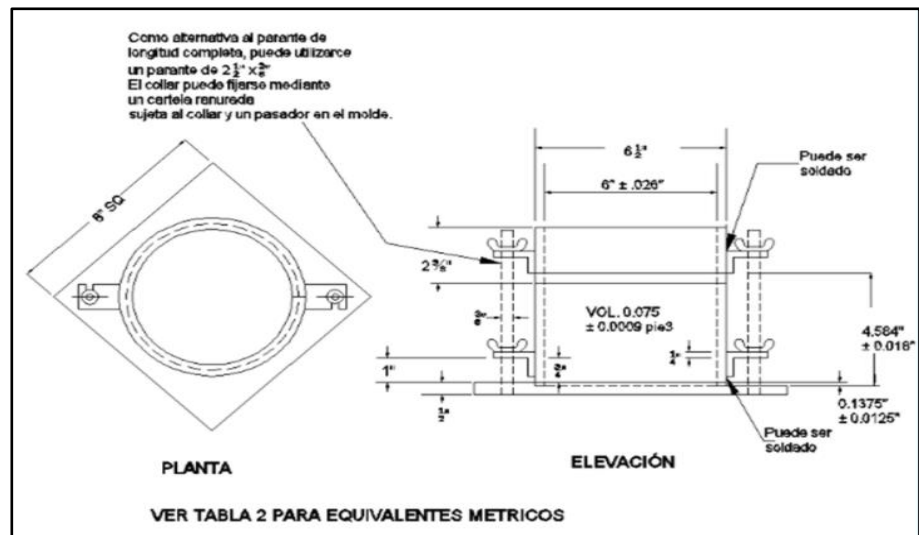


Figura 3. (Molde cilíndrico de 6,0 pulg para Proctor modificado).

2.2.6. El caucho.

A continuación, se mostrará algunas definiciones, relacionadas al **caucho**.

Según el autor (Lapa, 2018, pág. 43), Indica que el **Caucho**: es una materia elástica, no abrasivo, resistente a la abrasión y la electricidad. Se obtiene cortando la corteza interior de los árboles tropicales y semitropicales, de donde se obtiene el látex de estas plantas. Se produce a partir del jugo lechoso de la corteza de árboles que tienen propiedades útiles para el uso humanas y neumáticos en general. (Cusquisibán, 2014, pág. 28), describe al caucho como un cuerpo sólido con la tasa de expansión más alta.

2.2.6.1. Clasificación de cauchos.

a) Caucho sintético.

Según el autor, (Abregu, 2019, pág. 38), que el caucho sintético es un material parecido al caucho natural y se elabora de manera artificial, se obtiene a través de reacciones químicas, llamadas polimerización. Donde después de la elaboración este caucho se vulcaniza.

b) Neopreno.

Este fue uno de los primeros resultados obtenidos en su investigación de (Carothers) es persistente al calor y resultados químicos como el aceite y el petróleo. Se aplica en diferentes tuberías, especialmente para conducción de petróleo y como aislante de cables.

c) Caucho isobutileno – isopreno.

Posee alta resistencia a la oxidación y a la acción de productos corrosivos, baja presión de gases, por lo que se utiliza en cámaras de aire de neumáticos donde la vulcanización es difícil.

d) Polibutadieno.

Está instruido a partir del desarrollo de polimerización del monómero. Es de gran utilidad en la fabricación de neumáticos debido a que este caucho tiene una alta solidez al desgaste.

2.2.6.2. Caucho granular reciclado.

El autor (Cabanillas, 2017, pág. 33), indica que el caucho reciclado granular vendría a ser aquellos neumáticos que ya llegaron a finalizar su vida útil, además son de una fuente de potencia utilizable. Un residuo al ser valorizado puede ser práctico en innumerables formas. Razón por la cual, debemos evitar a toda costa su depósito en cualquier parte y promover su adecuado manejo en lugares de reciclaje que estén autorizadas a ello.

Así mismo el (Rojas, 2019, pág. 10), nos indica que dichos granos de caucho reciclado provienen de los neumáticos que ya no tienen utilidad en los vehículos. El objetivo es usar como sustitutos de sustancias, combinando este país con un país que busca maximizar la capacidad (CBR).



Figura 4. Caucho granulado proveniente de llantas recicladas.

2.2.6.3. Procedimiento para la obtención del caucho granulado reciclado.

Para obtener el caucho granular reciclado se pasa por diversos procedimientos, tales como:

- a) Trituración mecánica:** se realiza de forma mecánica, por lo que se obtienen productos libres de impurezas y de alta calidad, para que puedan ser utilizados posteriormente en nuevos procesos y aplicaciones.
- b) Termólisis:** En este caso, el proceso se lleva a cabo por la reducción de temperatura y alta temperatura sin oxígeno. Debido a este proceso no se liberan contaminantes ambientales.
- c) Pirólisis:** Esta preparación de neumáticos no está muy extendida. Solo hay una planta piloto en Taiwán desde 2002 donde maneja hasta 9000 toneladas de producción anual eficiente. Realice este proceso para obtener el gas similar al propano que actualmente de suministra a la fábrica y más allá.
- d) Incineración:** De todos los procesos descritos anteriormente, en la investigación se utilizó la molienda mecánica, ya que con ese proceso es posible obtener

granos de caucho, los cuales serán utilizados para mejorar las propiedades de la subrasante.

2.2.6.4. Aplicaciones del caucho granular.

Los autores, (Peláez, Velásquez y Giraldo, 2017, pág. 8), definen que, para **aplicar el caucho reciclado**, necesitamos buscar nuevas formas de impulsar para conseguir productos con mayor demanda en la construcción para que esta alternativa sea económicamente baja y tenga más comercialización. Los altos volúmenes de uso de caucho reciclado están destinados a mitigar el impacto ambiental de la disposición inadecuada de los residuos de caucho. Es necesario informar a la población sobre el reciclaje de los residuos de caucho, ya que a través del mismo se pueden reutilizar y volver a comercializar para darle otros usos que puedan contribuir al desarrollo y cuidado del medio ambiente.

(Peláez, Velásquez y Giraldo, 2017, pág. 10), da a conocer lo siguiente: Que el caucho reciclado puede ser utilizado como parte de la preparación de caminos y hormigones para obras y construcciones viales. Se utiliza en artículos con alta demanda en el mercado, lo que genera importantes beneficios ambientales y económicos. También se utilizan en el control de contaminantes tóxicos, tratamiento de aguas residuales desechadas y en la construcción se utilizan en mezclas asfálticas.



Figura 5. Aplicación del caucho en pavimentos.

A continuación, se enumeran las siguientes propiedades físicas y químicas del caucho granulado reciclado procedente de neumáticos fuera de uso:

2.2.6.5. Propiedades físicas y químicas del caucho.

Propiedades físicas.

Forma: Sólidos en forma de granulados.

Color: Negro.

Olor: caucho.

Densidad (gr/cm³): 0.40 – 0.50

Peso específico: 1,15 – 1.27

Humedad (%): < 0,75

Punto de combustión (°C): 300 – 450

Propiedades químicas.

Extracto cetónico (%): 5,00 – 22,00

Contenido en cenizas (%): 7,00 - 11,00

Contenido en polímeros NR/SR (%): 70/30 – 60/40

Contenido de negro de humo (%): 26,00 – 38,00

Contenido de caucho natural (%): 10,00 – 35,00

Contenido en hidrocarburo de caucho (%): 57,00 - 58,00

Azufre (%): 1,0 – 7,00

pH(25°C): 8,12 – 8,20

Solubilidad: Insoluble en agua, parcialmente soluble en acetona.

2.2.6.6. Ventajas del caucho granular.

- **Energía eléctrica.**

El caucho es un combustible ideal para la producción eléctrica, ya que la energía liberada durante la combustión se convierte de agua sólida en vapor, llegando a la producción de electricidad.

- **Neumáticos nuevos.**

Debido al reciclaje de neumáticos (llantas), el caucho se puede quitar y se puede usar para producir neumáticos nuevos.

- **Asfalto.**

Utilizando materiales obtenidos del reciclaje de neumáticos, este material se puede utilizar para asfalto, de carreteras o tratamiento de suelos. Con materiales de caucho, las carreteras son más seguras para los automóviles en movimiento.

2.2.6.7. Desventajas del caucho granular.

- Su producción y refinación de plásticos influye muchos contaminantes como es el monóxido de carbono, y tiene muchos compuestos derivados directamente del azufre.
- Originan gases tóxicos cuando es sometido a la quema de neumáticos, donde el humo es perjudicial para los seres vivos causando enfermedades como el asma, la bronquitis y sobre todo la contaminación del medio ambiente.
- La gran parte de neumáticos son desechados a los ríos y lagos, ocasionado que muchas especies marinas se extingan por la contaminación.



Figura 6. Caucho reciclado de neumaticos.

2.2.7. Subrasante.

Para el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos “Sección: Suelos y Pavimentos. 2014, pág.20” define los siguiente:

La subrasante es la zona donde se construye la estructura de un pavimento, el cual solo se realiza en un terreno natural aplanado para que descansa la estructura del pavimento, este tendrá las características aceptables y en buena situación de tal manera que no se vea afectada por las cargas de un futuro tránsito estudiado. Subrasante también es la parte que tiene contacto con la intemperie del terreno natural, esta parte es el lugar donde se propaga toda la carga de la base y los vehículos que se movilizarán en esa zona. El Manual de también aclaró: Se les denomina estables aquellos suelos que tengan una subrasante con una profundidad máxima de 0,60 metros (su CBR es mayor o igual al 6%), y si la subrasante es menor que el valor medido (su CBR es del 6%) significa que la subrasante es insuficiente, por ende, debe estabilizarse.

2.2.7.1. Funciones de la capa subrasante.

Las principales funciones del pavimento son:

- Percibir y soportar las cargas producidas por los vehículos y de los transeúntes.
- Transmitir y repartir de manera apropiada las cargas del tráfico al cuerpo del terraplén.

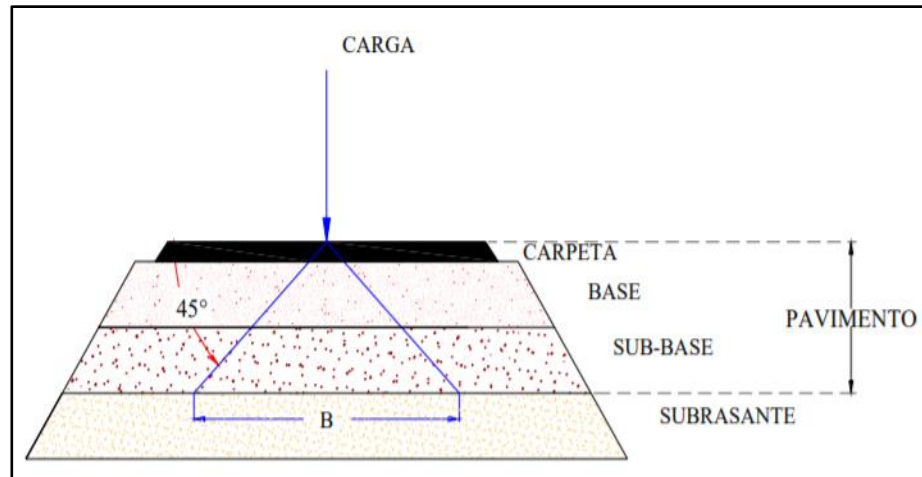


Figura 7. (transmisión de cargas en capas inferiores).

2.2.8. Subrasante Mejorada.

Por lo siguiente la subrasante es una capa subyace a la capa de Subbase, que tiende a sustituir parte del suelo de cimentación cuando el suelo de cimentación tiene baja energía y resistencia a las cargas cíclica por tanto el desarrollo de un choque siempre volumétrico en presencia o ausencia de agua. Las capas pueden estar formadas por la recopilación de datos y de manera similar al relleno de datos, el suelo de cimentación se usa para equilibrar y modificar la plataforma de la estructura del suelo en terrazas sin orientación longitudinal y alineación transversal, y también se usa para elevar la posición del terreno para la estructura vial, lo que ayudara a evitar que el agua ingrese fácilmente a la estructura. (Rondón y Reyes, 2015, pág. 345).

2.2.8.1. Suelos.

La ejecución de los análisis de suelos en un proyecto de infraestructura vial es de gran importancia mediante los estudios ejecutados en el laboratorio se pueden encontrar las propiedades físicas y mecánicas de la zona del estudio (terreno), así mismo para la obtención de muestras se realizan a través de calicatas, según la norma peruana la profundidad a excavar es de 1.50m. (Manual de carreteras).

Figura 8. Calicatas según tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente:(Manual de carreteras, 2014).

2.2.8.2. Resistencia de la subrasante.

Además, el autor (García, 2015. pág. 6), discute que la resistencia del subsuelo es la capacidad que soporta el terreno cuando se encuentra en posición de operación junto con el movimiento de vehículos y bienes de construcción

materiales sobre el terreno que determina los tipos básicos para el diseño del pavimento.

Por lo tanto, es necesario que en cada proyecto de infraestructura vial se pueda llegar al nivel de resistencia subrasante, donde el resultado de laboratorio es muy bueno, y así lograr la resistencia del terreno.

2.2.8.3. Ensayo CBR.

Según la ASTM D 1883 nos indica que, (California Bearing Ratio). It is used to evaluate the strength potential of subgrade, subbase, and base materials, including recycled materials for use in road pavement design. It has traditionally been used to avoid the error inherent in test materials containing large particles.

En el proyecto de investigación se utilizó la prueba (CBR) que ayudó para medir la capacidad de resistencia de la subrasante, subbase y materiales de apoyo.



Figura 9. (Equipo de compactación e inmersión del ensayo CBR).

El CBR representa el comportamiento que tiene el suelo, con el propósito de la ejecución de los estudios en el laboratorio, los ensayos a realizar son. Módulo de resiliencia M_R y CBR. El número de ensayos está en función en él. (Manual de carreteras, 2014. pág. 28).

Figura 10. Número de Ensayos de M_R y CBR.

Tipo de Carretera	N° M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: (Manual de carreteras, 2014).

La subrasante se distribuye en las siguientes categorías, en base al porcentaje de CBR que se mostrará en el siguiente cuadro.

Figura 11. Categoría de subrasante.

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: (Manual de carreteras, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación.

En la presente investigación, se aplicará el enfoque **cuantitativo**. Este enfoque es muy usado para la recolección de datos estadísticos y numéricos los cuales responden a los objetivos planteados, para dar solución a cuestionarios de indagación y por ende comprobar hipótesis previamente hechas para establecer el comportamiento de la población. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

3.1.2. Tipo de investigación.

3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito.

Según, (Borja, 2016, pág. 10), nos indica que la investigación **aplicada** es aquella, que busca conocer, actuar, resolver en forma inmediata una realidad problemática de alguna disciplina, por ejemplo, en los proyectos de ingeniería civil. Así mismo la investigación aplicada es aquella que se propone para dar técnicas orientadas y métodos para dar la resolución a una problemática antes que el desarrollo.

De acuerdo con autor Borja, la presente tesis de investigación es **aplicada**, debido a que pretende aplicar técnicas, que se usarán en su momento usando caucho para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco–Marcahuamachuco.

3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño.

Según (Borja, 2016, pág. 14), nos indica que una investigación es **experimental** cuando está basada en una infinidad de procedimientos que permiten la planificación y conducción de experimentos, se utiliza el análisis estadístico para evaluar los resultados, la finalidad es obtener conclusiones válidas y claras, dichos conocimientos darán a conocer los factores que se van a modificar, su aplicación y el número de pruebas a realizar para

obtener un resultado óptimo. En esta se determinará la relación causa- efecto de un fenómeno físico o social.

De acuerdo con lo definido anteriormente y enfocado en el actual trabajo de investigación, el uso del caucho mejora la subrasante. La presente tesis de investigación se basará en el diseño **experimental**, debido a que se averiguara los factores que influyen en una variable de interés, a través de la manipulación (variable independiente) que vendría ser el uso de caucho granular reciclado en porcentajes de 20%; 30%; 40%, con la finalidad de modificar o mejorar mi variable de estudio (dependiente) que viene a ser el mejoramiento de la subrasante.

3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel.

La presente investigación es de nivel **explicativo** debido a que trata de relacionar dos variables uso de caucho y mejoramiento, con respecto de su causa y efecto la cual contribuye a la obtención de resultados de manera más profunda y así ampliar el conocimiento, el interés se focaliza en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué situación se manifiesta o por qué se enlazan dos o más variables. (Hernández, Fernández y Baptista,2014, pág. 128).

3.1.3. Diseño de investigación.

Para la presente investigación se empleará el diseño **experimental**, debido a que se averiguara los factores que influyen en una variable de interés, a través de la manipulación de las variables. (Borja, 2016, pág. 14). Es **experimental puro** por que se llegar a evaluar una o más variables independientes y una o más dependientes. Así mismo, se podrá utilizar prepruebas y post pruebas para analizar la evolución de la subrasante antes y después del uso del caucho. (Hernández, Fernández y Baptista,2014, pág. 141).

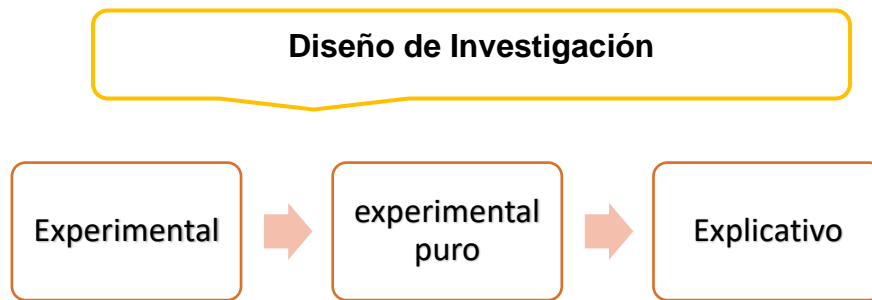


Figura 12. Diagrama de diseño de investigación.

Tabla 1. Esquema de Diseño de Investigación.

Grupo	Asignación	Pre-Prueba	Tratamiento	Post Prueba
GE	R	O1	X	O2
GC	R	O3	-	O4

Donde:

GE: Grupo de estudio.

GC: Grupo de control.

O1, O3: Pre-test

O2, O4: Post-test

3.2. Variable y operacionalización.

3.2.1 Variables

-Variable independiente:

Uso de caucho granular reciclado: El caucho reciclado granulado es una materia elástica impermeable, son aquellos neumáticos que ya llegaron a finalizar su vida útil, el único objetivo con la mezcla del suelo es mejorar la resistencia de la subrasante (Cabanillas, 2017. pág. 33).

-Variable dependiente:

Mejoramiento: Se basa en cambiar proporcionalmente dichas características cuando se haga el agregado de un ingrediente más resistente, la mejora radica en resistencia mecánica permanente que adquiere sus características a lo largo del tiempo. A esto se determina como un mejoramiento de las propiedades del suelo. Por eso

realizando una mezcla de suelo con el caucho granular se desea obtener un mejoramiento en la subrasante. (Romeo, 2017. pág. 4).

Tabla 2. *Clasificación de variables.*

CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Uso de caucho granular reciclado	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta
Mejoramiento	Dependiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3 Operacionalización de variables.

Tabla 3. *Matriz de operacionalización de variables. (ver anexo 1).*

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1 Población: (Hernández et al. 2014, pág. 174), indica que es la totalidad de los elementos de análisis que pertenecen a la zona de estudio lo cuales se estudia y dan origen a los datos de investigación.

La **población** vendría a ser la subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.



Figura 13. Subrasante de la zona de estudio.

3.3.2 Muestra: (Hernández et al. 2014, pág. 173), indica que es solo una parte de la población seleccionada.

La **muestra** está conformada por el tramo de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, comprendiendo entre las progresivas: km 4+96 al km 9.96, haciendo una longitud de 5 kilómetros.



Figura 14. Muestra obtenida.

3.3.3 Muestreo: (Hernández et al. 2014, pág. 172), Muestreo es la población escogida, es lo que se saca de la muestra partiendo de la misma, puede ser escogido al azar o por criterio propio. El muestreo de la investigación es de tipo **no probabilístico** ya que las muestras no fueron designadas al azar. Se realizó en base al juicio de expertos, considerando el criterio de elección de muestra buscando el tramo más crítico donde se realizó las calicatas respectivas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez.

3.4.1 Técnicas de recolección de datos:

Según (Carrero, 2018), **Técnica:** Son documentos o acciones, a los que se dirige el investigador para encontrar la información correcta que ayude a contribuir en la sustentación del análisis.

Por esa razón en la presente investigación se aplicará la **técnica de observación**, ya que este método está ligado directamente a la realidad. Como primer paso se realizará visitas de campo,

se ubicará el tramo a mejorar, seguidamente los que estén en mal estado y que presenten baches, charcos de agua o un alto contenido de arcilla en el suelo.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

Para (Arias, 2012. Cap. 6), Los instrumentos son los que nos ayudan a recopilar datos e información.

En nuestra investigación los utilizados serán **ficha de datos** para los (Estudios de mecánica de suelos), **guía de observación** para el (Estudio de las propiedades físicas y químicas del caucho). (ver anexo 2).

Ficha de datos: se usará en los estudios de mecánica de suelos: Análisis granulométrico; contenido de humedad; límites Atterberg líquido, plástico e índice de plasticidad, Proctor y CBR, pero ya incorporado el caucho granular reciclado estos datos fueron brindados por el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L. (ver anexos 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5).

Tabla 4. Instrumentos y Validación.

Etapas de la investigación	Instrumentos	Validación
Estudios de las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.	Guía de observación	RENECAL, S.L LABASPORT. (Autoridad del estudio del caucho granular reciclado)
Estudios de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante).	Ficha de datos	Juicio de expertos
Estudio CBR de la mezcla del suelo incorporando caucho granular reciclado.	Ficha de datos	Juicio de expertos

En qué medida influye el uso de CGR en el mejoramiento de la subrasante.	Ficha de datos	Juicio de expertos
--	----------------	--------------------

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Validez del instrumento de recolección de datos.

Para la recolección de datos en el proyecto emplearemos la validación por Juicio de expertos, ingenieros con especialidad en estudio de mecánica de Suelos que darán su visto bueno de acuerdo con la experiencia obtenida en sus años de profesional quienes han ejecutado trabajos relacionados al proyecto, Fichas de datos N° 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 y la guía de observación N°2, tienen la validación del ingeniero colegiado especialista en el tema de investigación y del bachiller con amplia experiencia y conocimientos que están familiarizados con el tema, el ingeniero colegiado y el bachiller que nos apoyaran con su juicio de expertos son: Luis Martin, Akarley Poma CIP 174362, Luis Jhonatan, Aguilar Infantes, quienes son especialistas en proyectos de infraestructura vial.

3.4.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos.

El laboratorio Mecánica de suelos, concreto y pavimentos TERRASLAB E.I.R.L garantiza su confiabilidad de los resultados arrojados en los ensayos para el proyecto uso de caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante de la carretera Huamachuco- Marcahuamachuco -La Libertad -2021.

3.5. Procedimiento.

Los procedimientos para el progreso del proyecto de investigación se muestran a continuación.

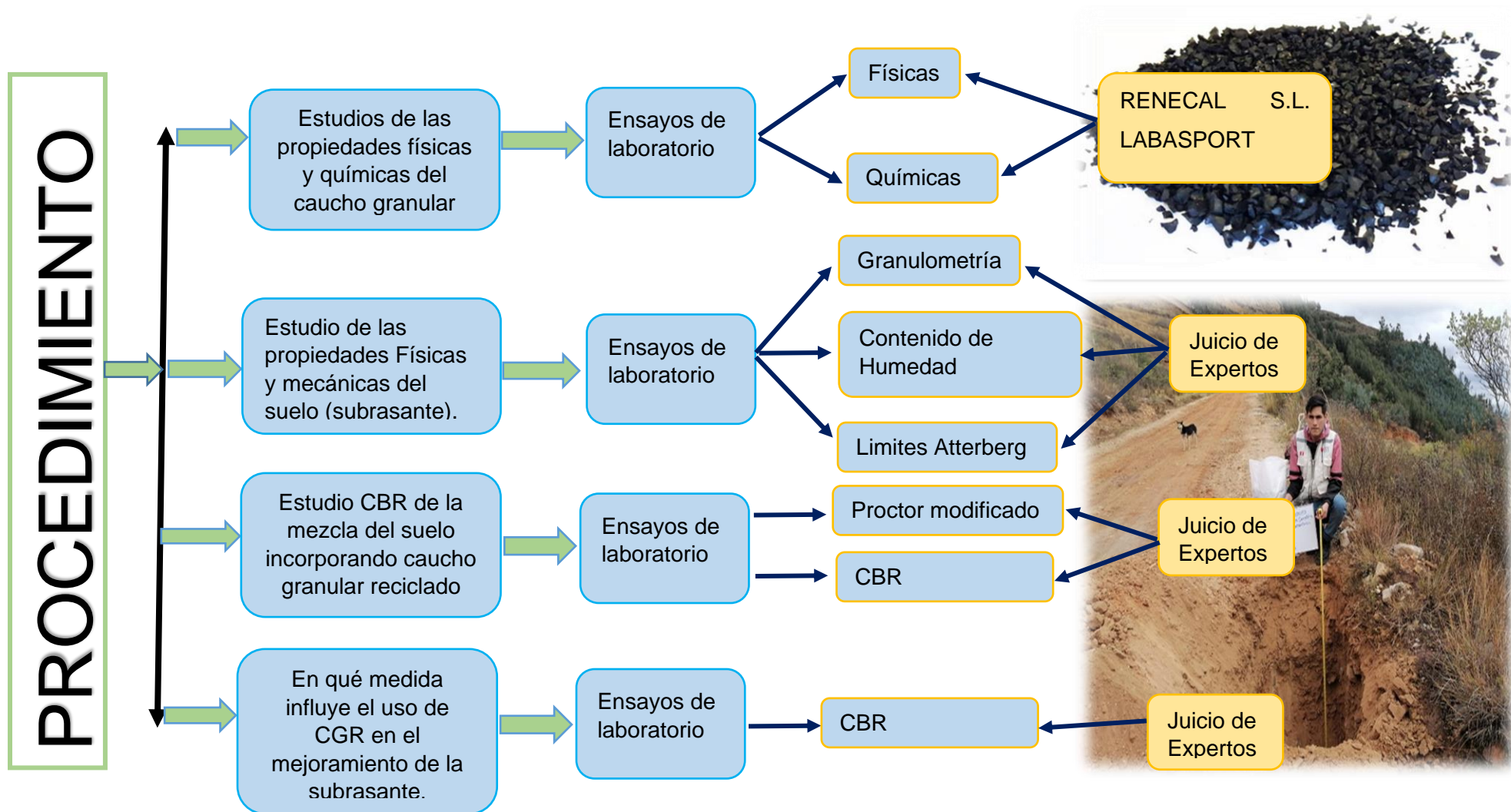


Figura 15. Diagrama de procedimiento.

➤ **Mejoramiento:** Ubicado en la carretera Huamachuco Marcahuamachuco la Libertad.

➤ **Estudios de las propiedades físicas y químicas del caucho.** Para conseguir la información necesaria de las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado se ingresó a la página oficial de la empresa RENEAL, S.L, laboratorio LABOSPORT, (autoridad del estudio del caucho granular reciclado), y se logró obtener la guía de observación N°2, de manera detallada. Estos datos obtenidos fueron necesarios para posteriormente usarlos en los ensayos de Proctor modificado y CBR.

El propósito es obtener la densidad máxima seca, óptimo contenido de húmeda y resistencia del suelo.

➤ **Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante).**

Se utilizó la Ficha de datos como instrumento, en este estudio se hizo cinco excavaciones (calicatas) de 1.50m cada una, que luego fueron llevadas al laboratorio para poder obtener las propiedades físicas y mecánicas de cada una de tales como: granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, todo esto cumpliendo con las especificaciones técnicas del Manual de carreteras sección suelos y pavimentos 2014.

Ensayos de laboratorio

Granulometría: Este experimento se realizó con el fin de determinar los tamaños de las partículas lo cual conforman las diversas muestras.

Contenido de humedad: se realizó este ensayo para determinar el contenido de humedad con el fin de comprender mejor las propiedades de la subrasante.

Límites de Atterberg: este experimento se llevó a cabo con el propósito de obtener los límites líquido, plástico e índice de plasticidad.

Proctor modificado: Se llevo a cabo el estudio de Proctor modificado con el fin de conseguir su óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca del suelo.

CBR: El ensayo CBR se realizó con el objetivo de lograr la resistencia del suelo (subrasante) con la incorporación del caucho.

Estos resultados de los ensayos al suelo fueron realizados en el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L.; así mismo se registraron en la ficha de datos (Ver anexo 2.1; 2.2; 2.3).

➤ **Estudio CBR de la mezcla del suelo (subrasante) incorporando caucho granular reciclado.**

Se utilizó el instrumento Ficha de datos, realizando el estudio CBR con el objetivo de determinar la resistencia del suelo. Así mismo se realizaron los ensayos con la adición de 20%; 30% y 40%; de caucho granular iniciando con el ensayo Proctor modificado para distinguir el cambio del O.C.H y la M.D.S. Por último, se realizó el ensayo CBR para percibir que tanto ayuda o perjudica la adición del caucho en la resistencia del suelo (subrasante), cumpliendo con las especificaciones técnicas del Manual de carreteras 2014.

Los resultados obtenidos de los ensayos de Proctor y CBR fueron realizados en el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L.; así mismo se registraron en la ficha de datos (Ver anexo 2.4; 2.5).

➤ **En qué medida influye el uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento de la subrasante.**

La contrastación de datos se trabajará en la hoja de Excel, donde se desarrollará el Análisis de varianza (ANOVA), con la prueba "F" de Fisher para medir la homogeneidad de los grupos con las fases que implica su proceso, considerándose las repeticiones con una confiabilidad al 95%.

Con la finalidad de aprobar la hipótesis planteada inicialmente en la investigación, para ello se empleó Microsoft Excel, donde se obtuvo los resultados (Ver anexo 2.8).

3.6. Método de análisis de datos:

3.6.1 Técnicas de análisis de datos.

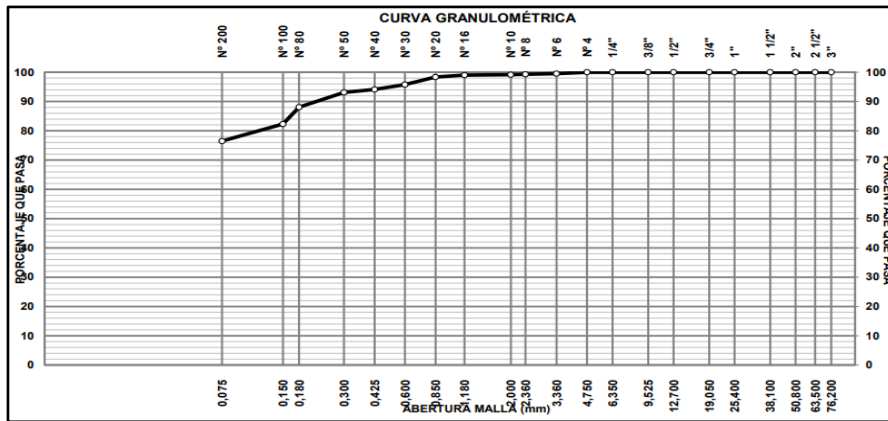
El trabajo de investigación corresponde al diseño experimental – experimental puro, por qué se llegar a evaluar una o más variables independientes y una o más dependientes, por lo cual se utilizará el nivel **explicativo** debido a que trata de relacionar dos variables uso de caucho y mejoramiento, así mismo aremos uso de gráficos y tablas que permitirá realizar correctamente los análisis de información obtenida. El presente proyecto presenta una variable cuantitativa, por lo que se emplearan datos estadísticos y numéricos los cuales responden a los objetivos planteados.

Es por ello por lo que se usaron los formatos: Análisis granulométrico; contenido de humedad; Límites de Atterberg; Proctor y CBR.

ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4):	0%
Arena:	23.50%
Fino (Pas. N°200):	76.50%

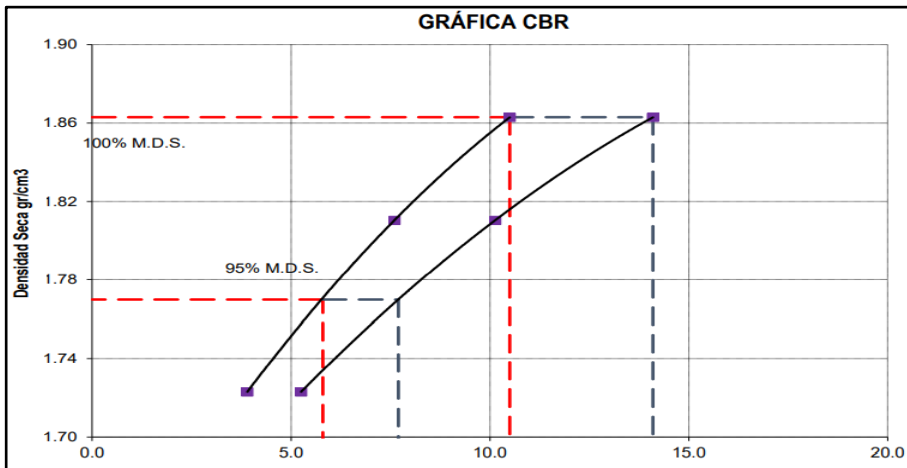
Figura 16. Porcentajes de gravas, arenas y finos.

Figura 17. Gráfica de Curva Granulométrica.



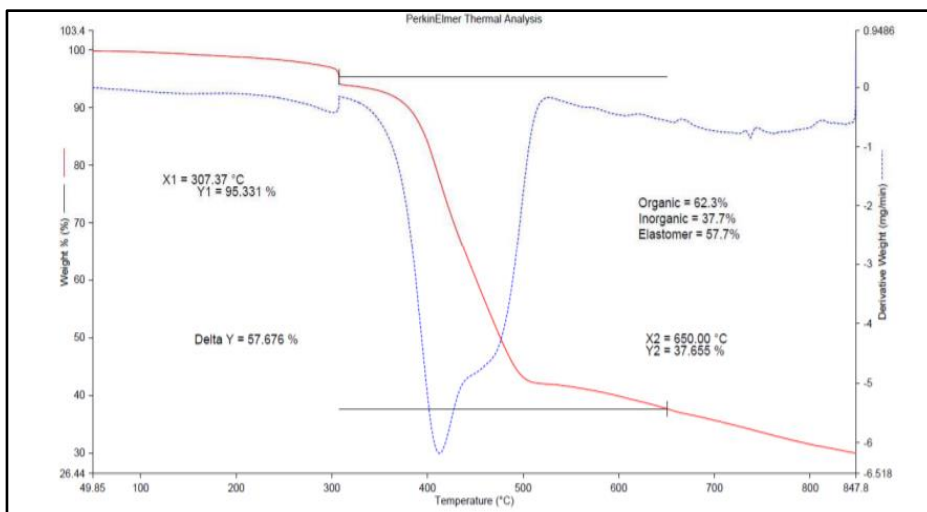
Fuente: Rojas, 2019.

Figura 18. Gráfica CBR



Fuente: Rojas, 2019.

Figura 19. Gráfica análisis termogravimétrico (propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado).



Fuente: Labosport, 2019.

3.7. Aspectos éticos.

Según (Del Castillo y Rodríguez, 2018. pág. 251). La ética trata de los fundamentos por los que se rige la conducta profesional. Para poder lograr los objetivos en este proyecto de investigación, como responsable estoy comprometido a respetar los datos tomados de los distintos manuales que nos permiten desarrollar la investigación. La ética es un valor inculcado desde casa, lo cual está mentalizado a realizar lo correcto y ser justo. Como investigador me comprometo en su totalidad a respetar la legitimidad del contenido, esto implica que marco teórico está elaborado por tesis, libros, publicaciones; así mismo el proyecto está correctamente citado de acuerdo con la norma ISO 690-690-2. De igual modo se cumplirá con el manejo de técnicas e instrumentos que se emplearán, debido a que son las óptimas para exponer los resultados finales lo cual se pretenden lograr, también, a través del turnitin, se realizó la verificación el porcentaje de similitud del proyecto de investigación.

3.8. Desarrollo del proyecto.

3.8.1. Ubicación de la zona del proyecto.

El proyecto de investigación se ejecutó en la provincia de Sánchez Carrión – La Libertad. El tramo evaluado se encuentra ubicado en la carretera Huamachuco – Marcahuamachuco.



Figura 20. Ubicación de la Región La Libertad

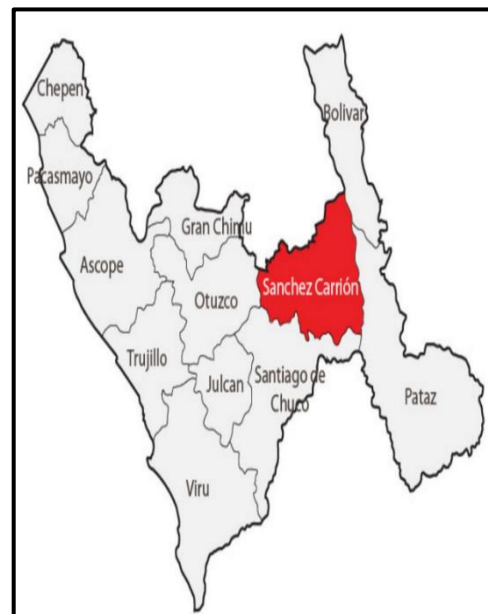


Figura 21. Ubicación de la Provincia de Sanches Carrión Libertad



Figura 22. Ubicación del distrito de Huamachuco



Figura 23. Ubicación de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco

3.8.2. Estudios de las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.

3.8.2.1. Generalidades.

Concerniente al estudio de las propiedades físicas y químicas del caucho granular son de gran importancia para encontrar la resistencia, en la investigación se realizó este estudio con el objetivo de obtener datos que nos servirán para complementar los ensayos del laboratorio. Esta información fue recaudada en guías de observación de la empresa RENEAL, S.L, que fueron analizados en el laboratorio LABOSPORT, (autoridad del estudio del caucho granular reciclado). Los datos que obtuvimos del caucho son densidad, humedad, punto de combustión, peso específico, contenido de cenizas, hidrocarburo, polímeros, azufre, extracto cetónico olor, color, etc.

3.8.2.2. Objetivos.

- Conseguir las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.
- Saber si el caucho granular reciclado es un buen aditivo.

3.8.2.3. Recolección de datos del caucho granular.

La recolección de datos, fueron obtenidos a través de la empresa RENEAL, S.L, que fueron analizados en el laboratorio LABOSPORT (autoridad del estudio del caucho granular reciclado), se revisó y se analizó la información obtenida. Se utilizó una ficha técnica y una guía de observación (ver anexo 2.6).

A continuación, se muestran los resultados del caucho granular reciclado.

Tabla 5. *Propiedades del caucho granular reciclado proveniente del neumático reciclado.*

Propiedades Físicas	Descripción	Unidades
Forma	granulado	-
Color	negro	-
Olor	caucho	-
Densidad	0.40 – 0.50	gr/cm ³
Peso específico	1.15 – 1.27	-
Humedad	<0.75	%
Punto de combustión	300 - 350	°C
Propiedades químicas	Descripción	Unidades
Extracto cetónico	5.00 – 22.00	%
Contenido de cenizas	7.00 – 11.00	%
Contenido en polímeros NR/SR	70/30 – 60/40	%
Contenido de negro de humo	26,00 – 38,00	%
Contenido de caucho natural	10,00 – 35,00	%
Contenido en hidrocarburo de caucho	57,00 - 58,00	%
azufre	1.0 – 7.00	%
pH	8.12 – 8.20	°C
solubilidad	Insoluble en agua	-

Fuente. RENEAL, S.L (laboratorio LABOSPORT.)

3.8.2.4. Resultados del caucho.

Los resultados del caucho granular reciclado fueron obtenidos a través de la empresa RENEAL, S.L que fueron analizados en el laboratorio LABOSPORT.

3.8.2.5. Conclusiones.

- Según la empresa RENEAL, S.L se obtuvo las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.
- Según la documentación obtenida a través de la empresa RENEAL, S.L que fueron analizados en el laboratorio LABOSPORT se obtuvo los datos necesarios.

3.8.3. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante).

3.8.3.1. Generalidades.

La información de mecánica de suelos es muy importante y vital para los proyectos de ingeniería, el estudio realizado tubo como finalidad obtener las propiedades de las diferentes excavaciones (calicatas). Se cumple con las especificaciones del manual de carreteras, en el estudio se realizaron cinco excavaciones (calicatas) con una distancia de 1 kilometro y una profundidad de 1.50 metros cada una, permitiendo desarrollar el tramo en su totalidad. Todas las excavaciones (calicatas) se desarrollaron en el tramo de la carretera Huamachuco - Marcahuamachuco, de manera que las muestras obtenidas fueron enviadas al laboratorio TERRASLAB E.I.R.L. para los respectivos estudios, la información se recolectó mediante la Ficha de datos.

3.8.3.2. Objetivos.

- Obtener las muestras de las cinco calicatas del tramo de la carretera (subrasante) Huamachuco – Marcahuamachuco.
- Obtener datos de análisis granulometría; contenido de humedad; Límites de Atterberg.

3.8.3.3. Ubicación de calicatas.

En el tramo de la carretera Huamachuco – Marcahuamachuco, se hizo en total las cinco calicatas, cada una de ellas con una distancia de un kilómetro y una profundidad de 1.50 metros, asignándoles a cada una un código para distinguir adecuadamente, C-01; C-02; C-03; C-04; C-05. (Ver anexo 3.1); la ubicación que se obtuvo por cada calicata fue a través de la observación de los tramos más críticos, un GPS, y las coordenadas UTM con su correspondiente altitud.

Tabla 6. *Ubicación de calicatas.*

N° de Calicatas	Código	Profundidad	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)
			Este	Norte	
1	C1	1.50 m	823492.98	9137064.77	3337
2	C2	1.50 m	822943.91	9137477.50	3353
3	C3	1.50 m	822785.18	9137954.23	3426
4	C4	1.50 m	822639.32	9138047.57	3490
5	C5	1.50 m	822399.68	9138469.26	3556

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3.4. Recolección de datos.

El proceso de recolección de datos empezó realizando cinco excavaciones (calicatas) con una distancia de 1km, área de 1m² y una profundidad de 1.50m cada una, la ubicación se obtuvo a través de la observación de los tramos más críticos. El trabajo total de gabinete se hizo en un tiempo de 2 días, en la excavación se utilizaron herramientas como: picota, pala y barreta, de cada calicata se sacó 50 kilos que fueron guardadas en un costal, así mismo, fueron marcadas cada una con sus respectivos códigos, seguidamente las muestras fueron enviadas al laboratorio TERRASLAB E.I.R.L, donde se obtuvieron los estudios de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, se registraron los datos que se obtuvo en la ficha de datos (Ver anexo 2.7 y 3.1).

3.8.3.5. Resultados del laboratorio.

Los resultados de los ensayos fueron brindados por el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L, ubicado en la provincia de Sánchez Carrión, Av. Solitario de Sayán S/N. De los ensayos se obtuvo: Análisis granulométrico; contenido de humedad; Límites de Atterberg; datos que fueron necesarios para el mejoramiento de la subrasante.

A continuación, los resultados de los ensayos.

➤ **Análisis Granulométrico.**

Mediante el análisis granulométrico se da a notar la medida de los granos y partículas que presentan la muestras, así mismo la clasificación en función del tamaño de fragmentos de los cuales se desmarca los siguientes términos grava, arena, material fino, limo y arcilla, (Ver Anexo 2.7).

Tabla 7. Análisis Granulométrico.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
Tamices ASTM	Acumulado que pasa (%)				
	C1	C2	C3	C4	C5
3"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2"	99.45	100.00	99.58	99.34	95.23
1 1/2"	95.57	100.00	98.03	92.59	88.40
1"	87.17	100.00	93.83	80.02	77.22
3/4"	83.69	100.00	91.36	72.36	72.97
3/8"	71.31	91.29	82.48	55.94	58.73
N°4	57.52	74.24	75.58	42.93	47.14
N°10	50.96	70.97	69.80	34.30	41.24
N°20	45.09	68.04	66.26	28.23	38.23
N°40	42.56	65.95	61.63	24.91	34.89
N°60	39.30	60.41	52.59	22.94	26.96
N°100	37.47	57.60	47.72	21.71	18.43
N°140	36.97	56.91	46.49	21.27	16.56
N°200	36.85	56.64	45.80	21.13	16.08
Fondo	0.02	0.01	0.11	0.02	0.07

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Contenido de Humedad.**

El contenido de humedad representa el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas (Ver Anexo 2.7).

Tabla 8. Contenido de Humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Calicata	Con. de Hum – Prom. (%)
C1	4.70
C2	8.94
C3	3.75
C4	8.48
C5	5.70

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Límites de Atterberg.**

Este estudio permite describir el comportamiento de los suelos finos (ver Anexo 2.7).

Tabla 9. Límites de Atterberg Líquido y Plástico e Índice de plasticidad.

LÍMITES DE ATTERBERG			
Calicata	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de plasticidad
C1	N/P	N/P	N/P
C2	56	31	25
C3	32	20	12
C4	32	22	10
C5	N/P	N/P	N/P

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Clasificación de suelos (AASHTO).

Calicatas	Progresiva	Tipo de Suelo	
		SCCS	AASHTO
C1	Km 1+000	GM	A-4
C2	Km 2+000	MH	A-7-5 (12)
C3	Km 3+000	SC	A-6 (2)
C4	Km 4+000	GC	A-2-4 (0)
C5	Km 5+000	GM	A-1b

Fuente: Elaboración propia

3.8.3.6. Conclusiones.

- Se obtuvo las cinco muestras en el tramo de estudio de la carretera (subrasante), realizando un total de 5 calicatas en todo el tramo.
- Se obtuvo los datos de las 5 calicatas, análisis granulometría; contenido de humedad; Límites de Atterberg.

3.8.4. Estudio CBR de la mezcla del suelo (subrasante) incorporando caucho granular reciclado.

3.8.4.1. Generalidades.

Los estudios de Proctor modificado y CBR son muy importantes e indispensables para cuantificar la capacidad de carga de los suelos a la hora de construir carreteras. En este proyecto de investigación se realizó los estudios a las muestras obtenidas, seleccionando dos calicatas C-2 y C-4 para los análisis del Proctor y CBR; donde a dichas muestras se les adiciono porcentajes de caucho en un 20%; 30% y 40%, con el único objetivo de determinar el porcentaje óptimo del caucho que se requiere para aumentar la resistencia y la capacidad portante del suelo (subrasante). Los resultados obtenidos de los ensayos fueron Proctor y CBR se realizaron en el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L. Cumpliendo con los parámetros del Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" 2014. así mismo se recolectó toda la información de los datos obtenidos mediante la técnica de observación.

3.8.4.2. Objetivos.

- Obtener los datos de Proctor modificado, adicionado caucho granular reciclado.
- Determinar la resistencia CBR del suelo (subrasante) adicionando caucho granular reciclado.

3.8.4.3. Recolección de datos.

Se realizó a través de dos calicatas que vendrían hacer la Calicata - 2 y 4; donde se realizó los ensayos a la muestra añadiendo los porcentajes 20%; 30%; 40%; de caucho granular reciclado, así mismo se obtuvieron los resultados de los ensayos Proctor y CBR. En el laboratorio se usaron equipos como: Moldes de metal cilíndrico, pisón de compactación, balanzas, disco de espaciador de metal, pesas de metal anulares y ranuradas, tamices. Así mismo, se obtuvo los estudios que fueron ejecutados en el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L. Se realizaron 8 ensayos de Proctor y 8 ensayos de CBR incluyendo el ensayo del material en estado natural. Todos estos estudios se realizaron con el fin de determinar la resistencia del suelo (subrasante), que fueron registrados en la ficha de datos (Ver anexo 2.7).

3.8.4.4. Resultados del laboratorio.

Los resultados de los ensayos fueron brindados por el laboratorio TERRASLAB E.I.R.L, ubicado en la provincia de Sánchez Carrión, Av. Solitario de Sayán S/N. Los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio son los siguientes:

Proctor modificado y CRB, datos que fueron indispensables para determinar la resistencia o la capacidad portante del suelo (subrasante), con la dosificación del caucho granular reciclado.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos con sus porcentajes de caucho.

Tabla 11. Resultados de la compactación Proctor.
Modificado + Dosificaciones del caucho en la Calicata02.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (Calicata-02)		
Dosificaciones.	Máxima densidad seca.	Optimo contenido de humedad.
0% Caucho (estado natural)	1.909 gr/cm ³	10.90%
20%	1.790 gr/cm ³	12.30%
30%	1.612 gr/cm ³	12.90%
40%	1.462 gr/cm ³	12.40%

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación de la C - 02: Según los resultados finales del ensayo Proctor modificado del suelo y sus dosificaciones respectivas se puede apreciar que cuanto más caucho se mezcle con el suelo, este tiende a disminuir su máxima densidad seca mientras que su óptimo contenido de humedad varían respectivamente.

Tabla 12. Resultados de la compactación Proctor Modificado + Dosificaciones de la Calicata-04.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (Calicata-04)		
Dosificaciones	Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad
0% Caucho (estado natural)	2.132gr/cm ³	8.10%
20%	1.857gr/cm ³	10.80%
30%	1.558gr/cm ³	10.90%
40%	1.261gr/cm ³	9.80%

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación de la C - 04: Según los resultados finales del ensayo Proctor modificado del suelo y sus dosificaciones respectivas se puede apreciar que cuanto más caucho se mezcle con el suelo, este tiende a disminuir su máxima

densidad seca mientras que su óptimo contenido de humedad varían respectivamente.

Tabla 13. CBR (Suelo) + Dosificaciones de caucho C-02.

CBR (SUELO) + DOSIFICACIONES DE CAUCHO Calicata02			
CBR	DOSIFICACIONES	PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"
95%	Suelo natural	22.1	25.2
	Suelo + 20% caucho	17.5	19.5
	Suelo + 30% caucho	14	16.5
	Suelo + 40% caucho	7.3	8.7

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14. CBR (Suelo) + Dosificaciones de caucho C-04.

CBR (SUELO) + DOSIFICACIONES DE CAUCHO Caicata04			
CBR	DOSIFICACIONES	PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"
95%	Suelo natural	45	49
	Suelo + 20% caucho	22	28.8
	Suelo + 30% caucho	13.1	13.9
	Suelo + 40% caucho	6.9	7.3

3.8.4.5. Conclusiones.

- Se obtuvo los resultados de Proctor modificado del suelo con la adición del caucho granular reciclado.
- Se determinó la resistencia CBR del suelo adicionado caucho granular reciclado.

3.8.5. En qué medida influye el uso de caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante.

3.8.5.1. Generalidades.

Esta investigación se realizó a las C-2 y C-4, con un CBR de 95% a una penetración de 0.1” y 0.2” a ello se adiciono el caucho granular reciclado en 20%; 30%; 40%. Todo esto se realizó con el único objetivo de comprender si los resultados que se alcanzaron afirman o no la hipótesis que se planteó en la presente investigación (HI).

3.8.4.2. Objetivos.

- Realizar el ANOVA para saber si se aprueba la hipótesis estadísticamente.

3.8.4.3. Recolección de datos.

Se realizó a través del Análisis de varianza ANOVA, con la prueba (F) de Fisher para medir la homogeneidad de grupos con los periodos que implica su proceso, considerándose las repeticiones con una confiabilidad al 0.95 por ciento. Así mismo se utilizó la tabla de valores critico de la distribución F (0.05) (Ver anexo 2.9).

3.8.4.4. Resultados del laboratorio.

Los resultados fueron del CBR al 95% con suelo + caucho adicionado a la C-02, C-04, estos fueron evaluados a través de ANOVA (Análisis de varianza), recolectados a través de Microsoft Excel.

3.8.4.5. Conclusiones.

- Se obtuvo los resultados ANOVA (Análisis de varianza), a través de Microsoft Excel.

IV. RESULTADOS.

4.1. Estudio de las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla las propiedades físicas y mecánicas del caucho granular reciclado.

Tabla 15. *Propiedades del caucho granular reciclado proveniente del neumático reciclado.*

Propiedades físicas	Descripción	Unidades
Forma	granulado	-
Color	negro	-
Olor	caucho	-
Densidad	0.40 – 0.50	gr/cm ³
Peso específico	1.15 – 1.27	-
Humedad	<0.75	%
Punto de combustión	300 - 350	°C
Propiedades químicas	Descripción	Unidades
Extracto cetónico	5.00 – 22.00	%
Contenido de cenizas	7.00 – 11.00	%
Contenido en polímeros NR/SR	70/30 – 60/40	%
Contenido de negro de humo	26,00 – 38,00	%
Contenido de caucho natural	10,00 – 35,00	%
Contenido en hidrocarburo de caucho	57,00 - 58,00	%
azufre	1.0 – 7.00	%
pH	8.12 – 8.20	°C
solubilidad	Insoluble en agua	-

Fuente. RENEAL, S.L (laboratorio LABOSPORT.)

4.2. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante).

Se realizó cinco calicatas dentro de los 5 km de la carretera (subrasante), que abarca en el estudio del presente proyecto de tesis.

Tabla 16. *Ubicación de calicatas.*

N° de Calicatas	Código	Progresiva	Profundidad	Área	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)
					Este	Norte	
1	C-01	Km 4+960 - 5+960	1.50 m	1m2	823492.98	9137064.77	3337
2	C-02	Km 5+960 - 6+960	1.50 m	1m2	822943.91	9137477.50	3353
3	C-03	Km 6+960 - 7+960	1.50 m	1m2	822785.18	9137954.23	3426
4	C-04	Km 7+960 - 8+960	1.50 m	1m2	822639.32	9138047.57	3490
5	C-05	Km 8+960- 9+960	1.50 m	1m2	822399.68	9138469.26	3556

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17. Resumen de Propiedades físicas y mecánicas del suelo (Subrasante).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO															
Acumulado Que Pasa %															
Tamices ASTM / Calicatas	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°100	N°140	N°200	Fondo
C1	100.00	99.45	95.57	87.17	83.69	71.31	57.52	50.96	45.09	42.56	39.30	37.47	36.97	36.85	0.02
C2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	91.29	74.24	70.97	68.04	65.95	60.41	57.60	56.91	56.64	0.01
C3	100.00	99.58	98.03	93.83	91.36	82.48	75.58	69.80	66.26	61.63	52.59	47.72	46.49	45.80	0.11
C4	100.00	99.34	92.59	80.02	72.36	55.94	42.93	34.30	28.23	24.91	22.94	21.71	21.27	21.13	0.02
C5	100.00	95.23	88.40	77.22	72.97	58.73	47.14	41.24	38.23	34.89	26.96	18.43	16.56	16.08	0.07
	CONTENIDO DE HUMEDAD %	LIMITES DE ATTERBERG						TIPO DE SUELO							
		Limite Liquido		Limite Plástico		Índice de Plasticidad		SUCS		AASHTO					
C1	4.70	N/P		N/P		N/P		GM		A-4					
C2	8.94	56		31		25		MH		A-7-5 (12)					
C3	3.75	32		20		12		SC		A-6 (2)					
C4	8.48	32		22		10		GC		A-2-4 (0)					
C5	5.70	N/P		N/P		N/P		GM		A-1b					

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Estudio CBR de la mezcla del suelo (subrasante) incorporando caucho granular reciclado.

Tabla 18. Resultados de la compactación Proctor. Modificado + Dosificaciones del caucho en la Calicata-02 y Calicata-04.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (C-02)			ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (C-04)	
Dosificaciones	Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad	Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad
0% Caucho (estado natural)	1.909 gr/cm ³	10.90%	2.132gr/cm ³	8.10%
20%	1.790 gr/cm ³	12.30%	1.857gr/cm ³	10.80%
30%	1.612 gr/cm ³	12.90%	1.558gr/cm ³	10.90%
40%	1.462 gr/cm ³	12.40%	1.261gr/cm ³	9.80%

Fuente: Elaboración propia.

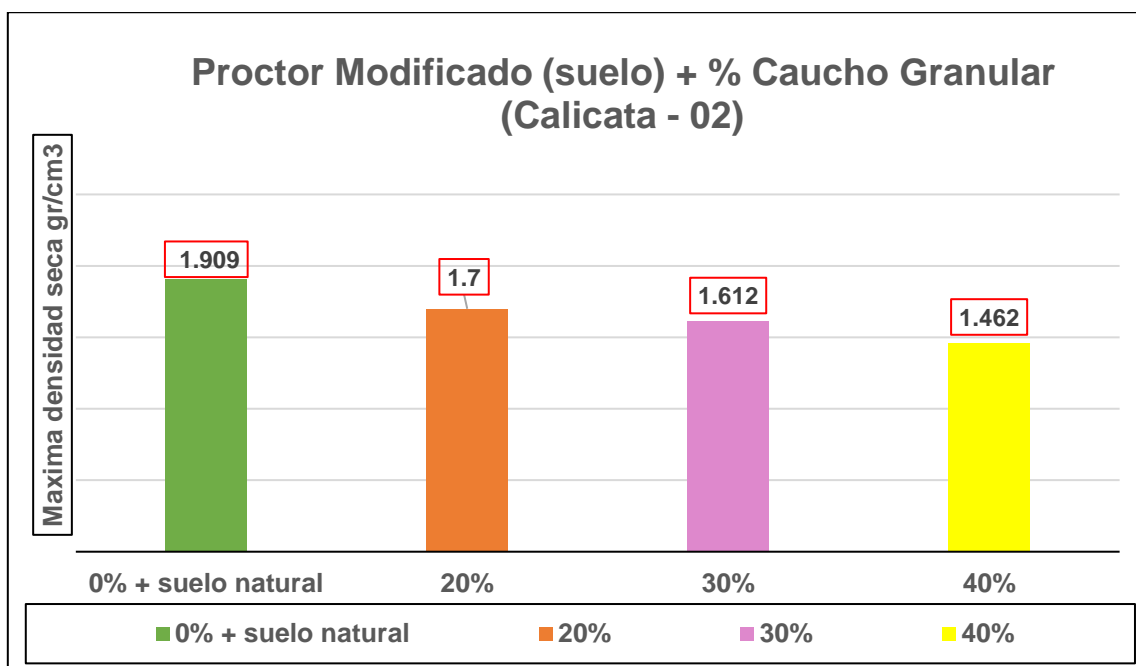


Figura 24. Variación de la máxima densidad seca (C-02).

Interpretación de la Calicata - 02: En los resultados finales del ensayo Proctor modificado del suelo y sus dosificaciones respectivas se puede apreciar que cuanto más caucho se mezcle con el suelo, este tiende a disminuir su máxima densidad seca.

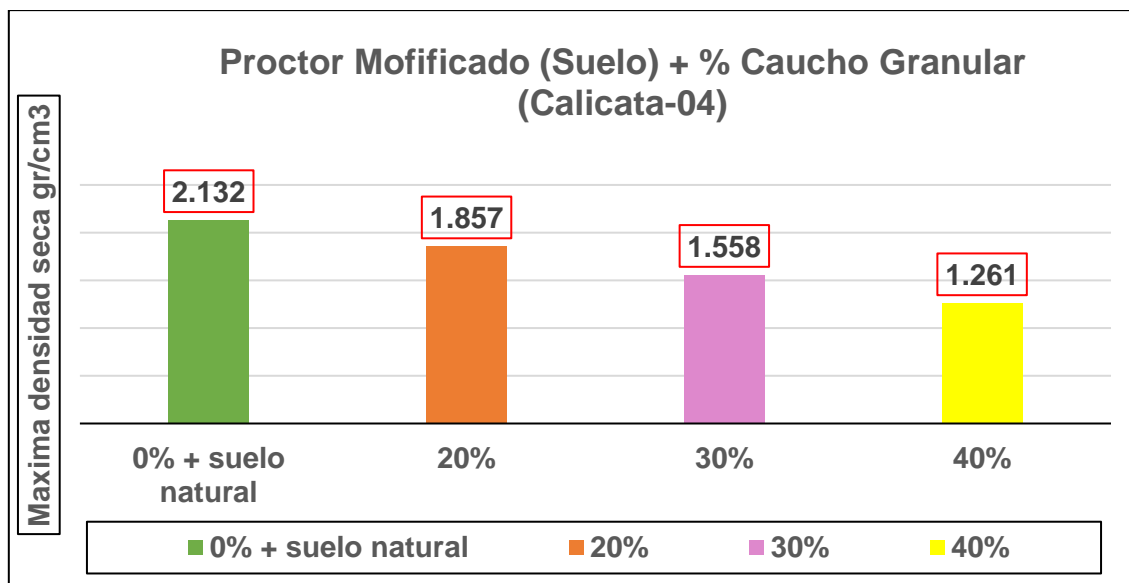


Figura 25. Variación de la máxima densidad seca (C-04).

Interpretación de la Calicata - 04: En los resultados finales del ensayo Proctor modificado del suelo y sus dosificaciones respectivas se puede apreciar que cuanto más caucho se mezcle con el suelo, este tiende a disminuir su máxima densidad seca.

Tabla 19. Resultados CBR + Dosificaciones de caucho Calicata-02 y 04.

RESULTADOS CBR + DOSIFICACIONES DE CAUCHO Calicata-02			RESULTADOS CBR + DOSIFICACIONES DE CAUCHO Calicata-04		
CBR	DOSIFICACIONES	PENETRACIÓN		PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
95%	Suelo natural	22.1	25.2	45	49
	Suelo + 20% caucho	17.5	19.5	22	28.8
	Suelo + 30% caucho	14	16.5	13.1	13.9
	Suelo + 40% caucho	7.3	8.7	6.9	7.3

Fuente: Elaboración propia.

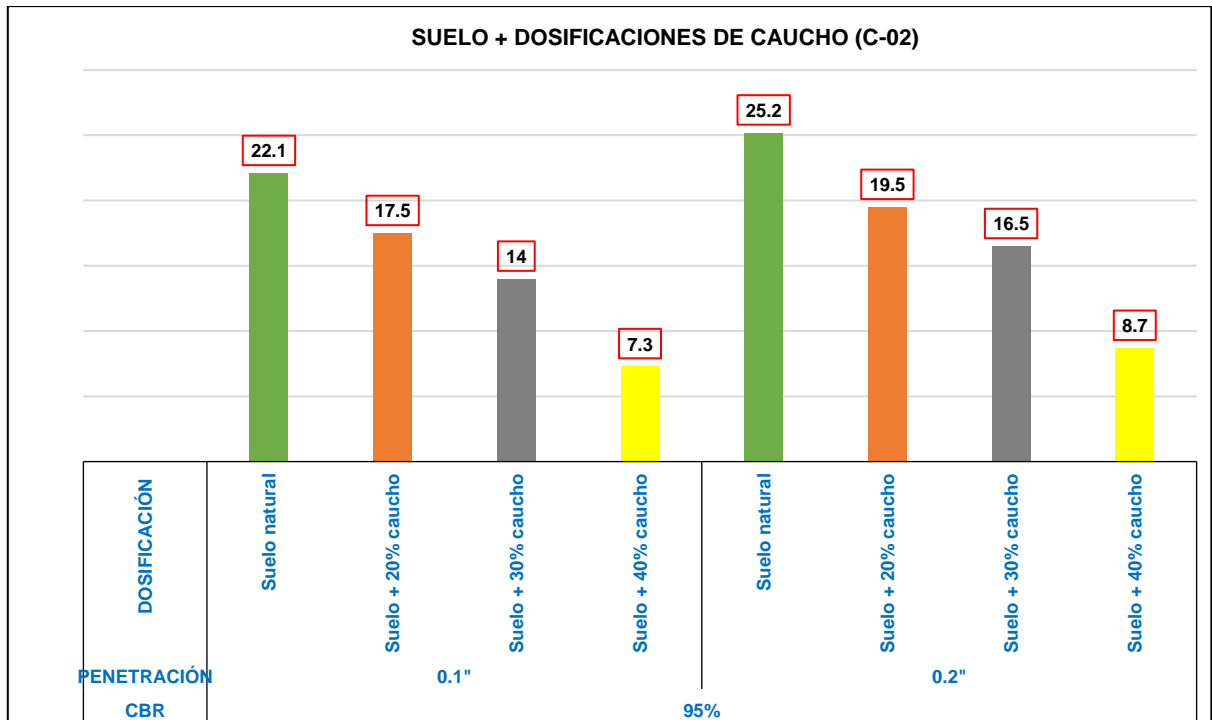


Figura 26. Gráfico de barras comparativas calicata-02 mostrando un CBR al 95%, penetración de 0.1" y 0.2" más la dosificación de caucho con el suelo natural.

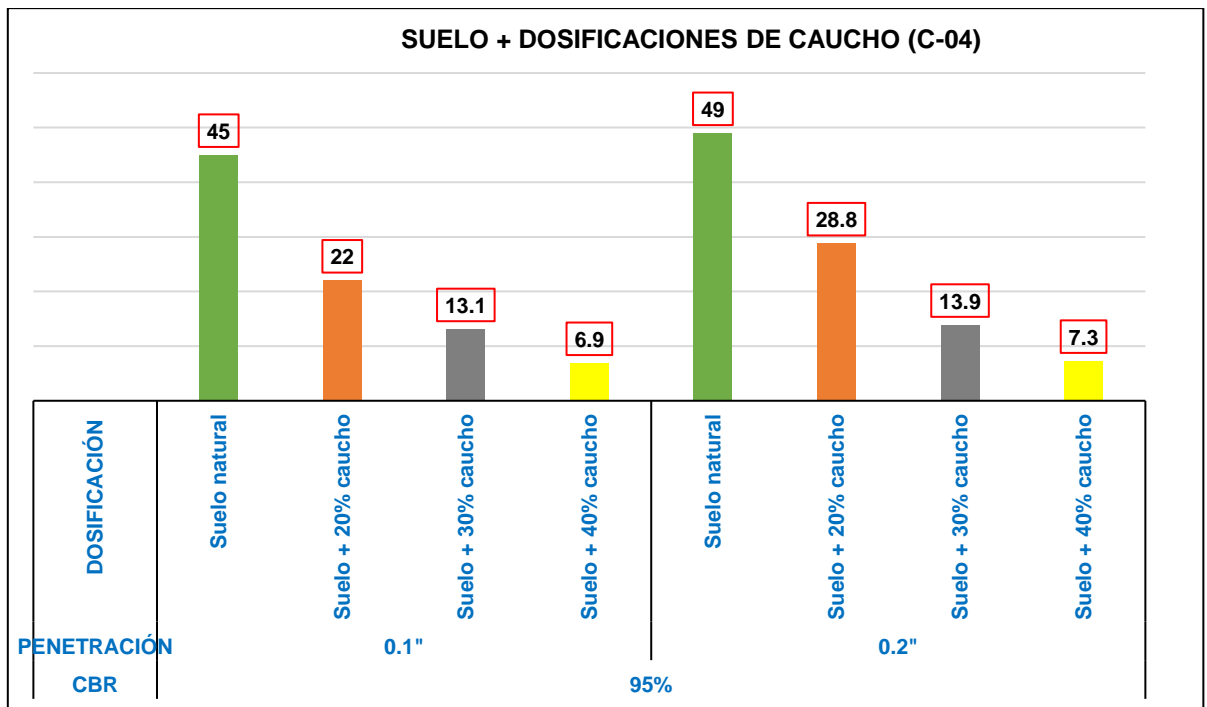


Figura 27. Gráfico de barras comparativas calicata-04 mostrando un CBR al 95%, penetración de 0.1" y 0.2" más la dosificación de caucho con el suelo natural.

4.4. En qué medida influye el uso de caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante.

4.4.1. Prueba de hipótesis:

- Planteamiento de hipótesis

HI: El uso del caucho granular reciclado tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante.

HO: El uso del caucho granular reciclado no tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante.

El autor (Moreno, 2008), indica que la prueba ANOVA, cuando el resultado posee un valor menor a 0.05, F aceptamos la hipótesis de investigación y rechazamos la hipótesis nula o alternativa. (p.178).

- Considerando:

Significancia. > 0.05 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de investigación.

Significancia. < 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación.

- Decisión estadística:

La finalidad conocer si los resultados que se obtuvieron aprueban o no la hipótesis que se planteó en la tesis de estudio (HI), se organizó los datos para realizar un análisis estadístico a partir de la penetración 0.1” y 0.2” en la calicata 0.02 y 0.04 en este caso se hizo dos repeticiones por cada porcentaje de caucho granular reciclado.

Tabla 20. Resultados CBR al 95% + Dosificaciones de caucho C-02.

RESULTADOS CBR + DOSIFICACIONES DE CAUCHO C-02			
CBR	DOSIFICACIONES	PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"
95%	Suelo natural	22.1	25.2
	Suelo + 20% caucho	17.5	19.5
	Suelo + 30% caucho	14	16.5
	Suelo + 40% caucho	7.3	8.7

Fuente: Registro de resultados de ensayos de CBR, elaboración propia.

Mediante la hoja de Excel se realizó un análisis estadístico de varianza (ANOVA) donde se verifica si existe significancia respecto a cómo al adicionar caucho granular reciclado en la subrasante en un cierto porcentaje se logra mejorar.

ANÁLISIS DE VARIANZA.

Tabla 21. Resumen CBR (ANOVA).

Grupo	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suelo natural	2	47.3	23.65	4.805
Suelo + 20% caucho	2	37	18.5	2
Suelo + 30% caucho	2	30.5	15.25	3.125
Suelo + 40% caucho	2	16	8	0.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Cálculo de la prueba ANOVA (Análisis de variancia).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre Grupos	257.69	3	85.89667	31.49282	0.00305	6.59138
Dentro de los grupos	10.91	4	2.7275			
Total	268.6	7				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción:

Como el valor de $F > F$ valor crítico, entonces se acepta la hipótesis de nula y se rechaza la hipótesis de investigación, pudiendo concluir que: El uso del caucho granular reciclado no tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.

Tabla 23. Resultados CBR al 95% + Dosificaciones de caucho C-04.

RESULTADOS CBR + DOSIFICACIONES DE CAUCHO C-04			
CBR	DOSIFICACIONES	PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"
95%	Suelo natural	45	49
	Suelo + 20% caucho	22	22.8
	Suelo + 30% caucho	13.1	13.9
	Suelo + 40% caucho	6.9	7.3

Fuente: Registro de resultados de ensayos de CBR, elaboración propia.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR.**Tabla 24.** Resumen CBR (ANOVA).

Grupo	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suelo natural	2	94	47	8
Suelo + 20% caucho	2	44.8	22.4	0.32
Suelo + 30% caucho	2	27	13.5	0.32
Suelo + 40% caucho	2	14.2	7.1	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Cálculo de la prueba ANOVA (Análisis de variancia).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre Grupos	1836.84	3	612.28	280.86239	0.00004	6.59138
Dentro de los grupos	8.72	4	2.18			
Total	1845.56	7				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción:

Como el valor de $F > F$ valor crítico, entonces se acepta la hipótesis de nula y se rechaza la hipótesis de investigación, pudiendo concluir que: El uso del caucho granular reciclado no tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.

V. DISCUSIÓN.

El uso de caucho granular reciclado se basa fundamentalmente en determinar la influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante, carretera Huamachuco, Marcahuamachuco. La influencia a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, e incorporando caucho no influye en la subrasante, esto se debe a que no logran juntarse y compactarse con el suelo para formar una estructura rígida, lo cual provoca que la estructura empiece a desmoronarse, por ende, no se valida la hipótesis.

En la tabla. 15 se detallan las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado proveniente del neumático reciclado, siendo las propiedades físicas forma granulada, densidad 0.40-0.50, peso específico 1.15-1.27, Humedad <0.75%, Punto de combustión 300 – 350 °C y las químicas Contenido de cenizas 7.00 – 11.00%, Contenido de caucho natural 10,00 – 35,00%, pH 8.12 – 8.20°C, solubilidad Insoluble en agua. En la tabla. 16 se ilustra la ubicación de las cinco calicatas con su respectivo, código C-01 al C-05, progresiva, km 4+960 al 9+960, profundidad 1.50m, área1m² y coordenadas. En la tabla. 17 se muestra el análisis granulométrico de las cinco calicatas con sus respectivos tamices, también los límites de Atterberg, donde para las cinco calicatas se muestra el contenido de humedad que va desde 3.75% a 8.94%, así mismo el límite líquido y plástico e índice de plasticidad, tipo de suelo SUCS y AASHTO. Tabla. 18, se muestra los resultados de la compactación Proctor Modificado + Dosificaciones del caucho de las calicatas 02 la máxima densidad seca en un 0% caucho de 1.909gr/cm³, 20% caucho 1.790gr/cm³, 30% caucho 1.612%, 40% caucho 1.462gr/cm³ y la máxima densidad seca en la calicata 04 en un 0% caucho de 2.132gr/cm³, 20% caucho 1.857gr/cm³, 30% caucho 1.558%, 40% caucho 1.261gr/cm³. En la tabla. 19, se muestran los resultados de CBR a un 95% de la calicata 2 y 4 adicionado 0%, 20%, 30%, 40% de caucho y a una penetración de 0.1”,0.2”, sé que observa que con un 40% de caucho adicionado y una penetración de 0.1”,0.2”

el CBR es de 7.3%, 8.7%, en la calicata 2 y en la calicata 4 a un 40% de caucho con una penetración de 0.1",0.2" el CBR es de 6.9",7.3" respectivamente. En la tabla. 20. Resultados del CBR al 95% + Dosificaciones de caucho C-02 para sacar la prueba ANOVA. Análisis de varianza. En la tabla. 21. Se muestra el resumen del análisis de varianza, tal como la, cuenta 2, suma 47.3 a 16, promedio 23.65 a 8 y varianza 4.805 a 0.98. En la tabla. 22. Se muestra el cálculo de la prueba ANOVA con el análisis de varianza donde se obtuvo el origen de las variaciones entre grupos y dentro de los grupos, la suma de cuadrados 257.69 y 10.91, el grado de libertad 3 y 4, promedio de los cuadrados 85.89667 y 2.7275, F 31.49282, probabilidad 0.00305 y valor crítico para F 6.59138.

El investigador (Patiño, 2017), en su investigación presenta el método de estabilización de suelos mediante la incorporación de caucho reciclado, donde nos menciona que el caucho utilizado es granulado y totalmente limpio de impurezas como los alambres de acero o hilos, liviano de 1-4 mm de tamaño estas propiedades nos dice el autor que fueron usadas en la primera parte de estudios del proyecto, pero para la segunda parte fue el igual caucho de neumáticos pero sin pasar por los procesos de moliendo. Únicamente es la llanta triturada y con todas las "impurezas" como el alambre de acero. Este caucho a diferencia de otro es más pesado y resistente debido a las impurezas. A este tipo se conoce como "Rubber chips" y es esencial para cumplir la norma ASTM D1557 que los chips pasen por el tamiz $\frac{3}{4}$. La densidad presentada por los Rubber Chips es de 1100 Kg/m³. Estos resultados no guardan relación con nuestros estudios ya que solo utilizaremos las propiedades obtenidas de RENEAL, S.L (laboratorio LABOSPORT.), Forma granulada, Color negro, Densidad 0.40 – 0.50, Humedad <0.75. pH 8.12 – 8.20 °C en toda la investigación.

El investigador (Rojas, 2019), en su estudio nos presenta la zona de análisis, primer se realizó una visita de campo, se ubicó los tramos que estén en mal estado, como baches, presencia de charcos y que

presenten suelos con alto contenido de arcilla, el tramo a evaluar tendrá una longitud de 1km, el cual contiene el terreno más desfavorable, se excavará 2 calicatas de 1.50 cada 250 metros con el fin de conocer las condiciones en que se encuentra la subrasante. Estos resultados no guardan relación con nuestros estudios ya que el tramo a estudiar es de 5 kilómetros y las excavaciones son cinco con una distancia de un kilómetro cada una.

Lo que si concuerda el autor es que las excavaciones se realizaron buscando el tramo más crítico, la profundidad de 1.50 metros y conocer las condiciones en que se encuentra la subrasante.

En la tesis (Castillo, 2018), en su resultado de estudio de mecánica de suelos realizado a siete calicatas de 1.5 metros de profundidad, se conoció que en gran mayoría los suelos presentes son limos y arcillas de baja plasticidad cuya clasificación SUCS es ML-CL y AASHTO A-4, A-5, A-6 y A-7. De dichas calicatas se obtuvo un porcentaje que va desde 22.80% a 35.40% de humedad; y un CBR de 11.66% concluyendo que este proyecto cuenta con una subrasante buena. El proceso es muy similar debido a que se realizaron, el análisis granulométrico de las cinco calicatas con sus respectivos tamices, también los límites de Atterberg, donde para las cinco calicatas se muestra con diferencias en el contenido de humedad que va desde 3.75% a 8.94%, así mismo el límite líquido que va de N/P a 56 y plástico N/P a 31 e índice de plasticidad N/P a 25, tipo de suelo SUCS es GM-MH- SC- GC y AASHTO A-4, A-7-5, A-4-(2), A-2-4(0).

En la tesis de (Cusquisibán, 2014), en el estudio realizado en la ciudad de Chachapoyas muestran resultados que adicionando caucho granular, si se logró mejorar los suelos arcillosos de la carretera de las avenidas el Porongo, Sebastián Díaz Marín, Zarate Miranda, obteniendo con la adición de 40% de caucho una máxima densidad seca de 26.30%. Estos resultados no guardan relación con nuestros estudios, a partir de los resultados obtenidos en el laboratorio donde muestran que el caucho granular no logro mejorar los suelos

(subrasante), del tramo de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, a comparación con mi investigación adicionando 40% de caucho la máxima densidad seca es de 7.3% muy por debajo de su resultado obtenido.

(Cuadros, 2017), en su estudio realizada en Huancayo para el grado de ingeniero civil, tuvo como resultados el estudio de mecánica de suelos se ejecutó a las pruebas de cuatro excavaciones (calicatas) de 1.5 metros de profundidad, en donde se conoció que la mayoría del suelo presente arcillas con baja plasticidad cuya clasificación SUCS es CL y AASHTO A-7-6, A-6, A-2-6. De estas calicatas se obtuvo un porcentaje que va desde 17.00% a 18.02% de humedad; así mismo el límite líquido que va de 36.2% a 41% y plástico 20.4% a 21.9% e índice de plasticidad 15.9% a 19.01%. El proceso es muy similar debido a que se realizaron, el análisis granulométrico de las cinco calicatas con sus respectivos tamices, también los límites de Atterberg donde para las cinco calicatas se muestra con diferencias en el contenido de humedad que va desde 3.75% a 8.94%, así mismo el límite líquido que va de N/P a 56 y plástico N/P a 31% e índice de plasticidad N/P a 25%, tipo de suelo SUCS es GM- MH- SC- GC y AASHTO A-4, A-7-5, A-4-(2), A-2-4(0).

En su artículo (Martínez, Caicedo et al. 2018), en el estudio realizado en el País de Colombia logrando sostenibilidad con caucho reciclado en pavimentos, muestran resultados que el instituto de desarrollo urbano logra la correcta aplicación de mezclas asfálticas con la adición de caucho granular, en la construcción de un carril de prueba de pavimento considerando dos tramos con caucho asfáltico, uno por proceso seco y el otro por proceso húmedo, desarrollando una especificación técnica que sirva como guía para la producción y análisis de agregados con caucho granular, haber empleado esta innovadora tecnología en el país, ayudará a contribuir con soluciones para eliminar desecho sólido que son difíciles, además ayuda a la protección de la naturaleza, produciendo un alto rendimiento.

(Lockuan y La Peña, 2020), en su tesis realizada en Chimbote para el grado de ingeniero civil, aplicando la prueba Anova en su hipótesis de investigación, obtuvo como resultados al comparar F con el valor crítico para F , concluyeron que habiéndose obtenido un $F > F$ crítico se acepta la hipótesis nula, por ende, al menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado, este estudio fue realizado con la edad de siete días. Estos resultados no guardan relación con nuestros estudios, a partir de los resultados obtenidos ya que el valor de $F > F$ valor crítico, entonces se acepta la hipótesis de nula y se rechaza la hipótesis de investigación, pudiendo concluir que: El uso del caucho granular reciclado no tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco.

Las limitaciones que se obtuvieron fueron para el procesamiento de las muestras obtenidas, que por momentos y situación de la Pandemia (COVID-19) que viene enfrentando el país; se vio en la necesidad de no estar más de 2 ayudantes en el laboratorio, que el ingeniero guía, en el laboratorio más trabajaba en campo y solo a veces se podía encontrar en el laboratorio, el tiempo para ir a realizar las muestras.

El presente estudio aporta a la localidad de Huamachuco, Marcahuamachuco un informe detallado del estado en la que se encuentra la subrasante y las zonas en que deben hacerse trabajos de mantenimiento y en algunos casos trabajos de rehabilitación, del mismo modo sirve como un gran aporte a la comunidad de investigación ya que es información real que puede ser utilizado como antecedentes para futuras investigaciones afines al tema.

Los resultados obtenidos se ubican en el tramo de carretera Huamachuco, Marcahuamachuco provincia de Sanches Carrión, región la Libertad. Las diversa patologías y niveles de severidad presentados en la unidad de estudio evidencian que no hay trabajos de mantenimiento, por lo que genera un desgaste acelerado de la superficie generando incomodidad en los usuarios. Sin embargo, esto

no quiere decir que la superficie es pésima ya que el resultado en la clasificación de suelos está clasificado como muy buena, la unidad de estudio se realizó bajo el “Manual de Carreteras” Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección Suelos y Pavimentos)

El presente trabajo de investigación fue realizando excavando (calicatas) de una profundidad de 1.50metros y distancia de un kilómetro cada una en la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, seguidamente obtener propiedades físicas y químicas del aditivo (caucho) que se usara para el mejoramiento, descrito en la tabla quince, sin embargo (Rojas, 2019),realizo excavaciones de 2 calicatas de 1.50 cada 250 metros ubicó tramos que estén en mal estado, presentando baches, presencia de charcos y que suelos con alto contenido de arcilla con el objetivo de conocer las condiciones en que se encuentra la subrasante, lo que se deduce que el tramo no fue seleccionado al azar sino que buscando el más crítico. Así mismo (Castillo, 2018), Cusquisibán, 2014), Martínez, Caicedo et al. 2018) y (Cuadros, 2017), utilizaron diferentes metodologías para mejorar la subrasante del tipo de suelo, haciendo uso de caucho u otros aditivos, pero sin embargo tuvieron algunos resultados de CBR y máxima densidad seca similares, por lo que ratifican que la metodología es eficaz para el estudio del estado superficial cada uno de los resultados expuestos y presentados en el proyecto se realizaron bajo los parámetros de las normas que rigen en el país.

VI. CONCLUSIONES.

- Se determinó la influencia del uso de caucho granular reciclado, en ciertas propiedades como su compactación Proctor y su resistencia CBR no mejoraron el suelo de la subrasante del tramo de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.
- Se determinaron las propiedades del caucho granular reciclado, como físicas: Forma granulada, densidad 0.40-0.50 gr/cm³, peso específico 1.15-1.27, Humedad <0.75%, Punto de combustión 300 – 350 °C y químicas: Contenido de cenizas 7.00–11.00%, contenido de caucho natural 10,00–35,00%, contenido en hidrocarburo de caucho 57.00-58.00%, pH 8.12–8.20°C, solubilidad Insoluble en agua.
- Se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo se realizó 5 excavaciones (calicatas) de 1.50 metros de profundidad, donde se conoció que la mayoría del suelo presente son gravas limosas y arcillosas cuya clasificación es GM, MH, SC, GC, GM y AASHTO A-4, A-7-5 (12), A-6 (2), A-2-4(0), A-1b. De estas calicatas se obtuvo un porcentaje que va desde 3.75% a 8.94% de humedad; además con valores del CBR promedio de 19.43% se concluye que este proyecto cuenta con una subrasante buena.
- Se determinó que la resistencia CBR, de los resultados obtenidos en el laboratorio de la C-02 y C-04 indican que las propiedades del suelo no lograron incrementar, puesto que en una penetración a 0.1” y 0.2” y al suelo en estado natural el CBR es 22.1% y 49%. Por lo tanto, al incorporar un 40% de caucho el CBR es 7.3%, 7.3% respectivamente, llegando a una conclusión que a más caucho incorporado la resistencia tiende a disminuir, por ende, no influiría en la resistencia de la subrasante.
- Se concluyó partiendo de la hipótesis general, que el caucho granular reciclado no influye en el mejoramiento de la subrasante del tramo en estudio Huamachuco, marcahuamachuco. Lo que se refleja en los

resultados obtenidos a través de Microsoft Excel mediante la prueba ANOVA en su análisis de varianza, donde se aprecia $F > F$ valor crítico, esto se interpreta que entonces se acepta la hipótesis de nula y se rechaza la hipótesis de investigación, pudiendo concluir que: El uso del caucho granular reciclado no tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión – Huamachuco que realice trabajos de mantenimiento preventivo en la carretera y mejoramiento buscando nuevas alternativas para la resistencia en la subrasante, realizar trabajos de limpieza en zonas más críticas que presenten acumulación de agua y derrumbes, de este modo tener vías en óptimas condiciones para facilitar a los transportistas trasladarse de un lugar a otro y no tengan accidentes, entonces los pobladores tener una carretera factible para sus traslados de sus productos y visitas turísticas al complejo arqueológico Marcahuamchuco.
- Se recomienda a los pobladores de Huamachuco, Marcahuamachuco tener iniciativa de exigir nuevos proyectos de carreteras, teniendo como base y/o guía este proyecto de estudio y concretar carreteras viables para su distrito.
- Se recomienda a los tesisistas utilizar otros tipos de estabilizador en suelos, que no sea usando caucho granular reciclado, los cuales ayuden a mejorar las propiedades de los suelos Gravas limosas, arcillosas como lo son su resistencia CBR y su compactación Proctor, investigar el comportamiento de otros tipos de materiales reciclados que puedan contribuir al mejoramiento de suelos (subrasante) y así de una u otra forma ayuden a contribuir con la reducción de la contaminación ambiental existente en el país y en todo el mundo hoy en día.
- Se recomienda a los investigadores, evaluar e investigar y utilizar otras formas ecológicas en las que se pueda usar el caucho granular reciclado proveniente de los neumáticos, en otras áreas que no estén relacionadas con la estabilización de suelos, para así, reciclar y reutilizar este material y por ende no tener que exponer al medio ambiente que nos rodea.

VIII. REFERENCIAS.

- ASTM D 1557-07: Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³(2,700 kN-m/m³). U.S.A.: 2014. American Society For Testing And Materials.
Disponible en:
<https://ggcity.org/pdf/pw/engineering/a.s.t.m%20d1557.pdf>
- ASTM D 1883-07: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils. U.S.A.2019. American Society For Testing And Materials.
Disponible en:
<https://idoc.pub/documents/astm-d-1883-07-standard-test-method-for-cbr-california-bearing-ratio-of-laboratory-compacted-soils-34m7vdgg2o46>
- ABREGU, José. Influencia de la fibra de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, Facultad de ingeniería civil, 2019.
Disponible en:
file:///C:/Users/acer/Downloads/T037_75128365_T.pdf
- ALQARAGHULI, Zaid. Soil Stabilization with Rice Husk Ash and Cement. Thesis (Bachelor of Civil Engineering). Malaysia. Universiti Putra Malaysia, Faculty of Civil Engineering, 2016.
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/303111828_Soil_Stabilization_with_Rice_Husk_Ash_and_Cement
- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación. Universidad Católica Andrés Bello, Edition: 6a. Editor: Editorial Episteme, 2012, cap. 6.
ISBN: 980-07-8529-9
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- ÁLVAREZ, Luis y CARRERA, Ever. Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla

asfáltica. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en:

<file:///C:/Users/acer/Desktop/teisis%20de%20carrertas%20libros/LOCAL%20TESIS.pdf>

- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo 2016. 10 pp.

Disponible en:

https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil

- CARUAJULCA, Elmer. Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce el Porongo – aeropuerto – Cajamarca. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería civil, 2018.

Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2074/TESIS%20100%25%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CARRERO, Elisa. técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizo Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Junio, 2018.

Disponible en:

<https://todosobretesis.com/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>

- CASTRO, Alex. Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2017.

Disponible en:

https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/701/701430.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20211129%2F%2Fs3%2Faws4_requ

[est&X-Amz-Date=20211129T153418Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=9e4d49908d48b1c3eccea0999ee714b43abc91af533ab6fd918303d8a62b1d03](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1029/TEISIS%20%E2%80%9CCOMPORTAMIENTO%20F%C3%8DSICO%20MEC%C3%81NIC%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%C3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%E2%80%9D.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- CASTILLO, Rosa. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera La Arena - Santo Domingo, distrito de Huamachuco - provincia de Sánchez Carrión – región La Libertad. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2018.
Disponible en:
[file:///C:/Users/acer/Downloads/castillo_rr%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/castillo_rr%20(2).pdf)

- CABANILLAS, Emma. Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería civil, 2017.
Disponible en:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1029/TEISIS%20%E2%80%9CCOMPORTAMIENTO%20F%C3%8DSICO%20MEC%C3%81NIC%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%C3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%E2%80%9D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CUSQUISIBAN, Danny. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimentos. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería civil, 2014.
Disponible en:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/685/T%20631.4%20C984%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CUADROS, Claudia. Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en:

<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/297/Cadros%20Surichaqui%20Claudia%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CHIRINOS, Carlos. Efecto de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad del suelo granular de la cantera el Gavilán. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de ingeniería civil, 2016. 19 pp.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10377/Chirinos%20Quispe%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1>

- DELGADO, Joseph y LEÓN, Alexa. Mejoramiento de la subrasante mediante la mezcla de grava- arcilla para optimizar su capacidad portante en la calle los Nogales, Piura. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2019.

Disponible en:

[file:///C:/Users/acer/Downloads/Delgado_RJB-Le%C3%B3n_CAC%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/Delgado_RJB-Le%C3%B3n_CAC%20(1).pdf)

- DEL CASTILLO, Dasmylis y RODRÍGUEZ, Taimi. La ética de la investigación científica y su inclusión en las ciencias de la salud. Artículo de revisión, Vol. 12. 251 pp.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2018/mec182n.pdf>

- FERNÁNDEZ, Hernán. Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca. Optar el grado académico maestro en ciencias. Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de posgrado, 2017.

Disponible en:

https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1140/T016_42379696_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- GARCÍA, Anabelen. Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Escuela de ingeniería civil, 2015.
Disponible en:
<file:///C:/Users/acer/Desktop/TESIS%20DE%20GUIA/RESISTENCIA%20DE%20LA%20SUBRASANTE%20Garc%C3%ADa%20Gonzales%20Anabel%C3%A9n.pdf>

- GAVILANES, Erik. Estabilización y mejoramiento de subrasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio colinas del sur. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Quito: Universidad Internacional del Ecuador, Escuela de ingeniería civil, 2015.
Disponible en:
[file:///C:/Users/acer/Downloads/T-UIDE-1243%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/T-UIDE-1243%20(1).pdf)

- GOLFÍN, Alejandro. Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas. (Licenciatura en Ingeniería en construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Construcción, 2018.
➤ Disponible en:
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10990/mejoramiento_desempeno_estabilizacion_suelos_subrasantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- GUILLÉN, Jorge y POMA, Oscar. Implementación del caucho reciclado en el diseño de mezclas asfálticas para pavimentos flexibles en la calle los Eucaliptos, San Juan Lurigancho, Lima, 2019. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2019.
Disponible en:
[file:///C:/Users/acer/Downloads/Guillen-CJL-Poma-AOP-SD%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/Guillen-CJL-Poma-AOP-SD%20(1).pdf)

- HERNÁNDEZ, Oscar, IRIARTE, Andrés y MENDOZA, José. Estabilización y mejoramiento de las características físicas y químicas de los suelos a partir de mezclas con cal y escombros de material de canales de riego. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería Civil Ibagué. 2017.
Disponible en:
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17157/1/mejoramiento_fisicas_quimicas.pdf

- HERNANDES, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5.ª ed. México: por McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9
Disponible en:
https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri

- HERNANDES, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.ª ed. México: por McGraw-Hill, 2014. 174 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
Disponible en:
<file:///C:/Users/acer/Desktop/teisis%20de%20carrertas%20libros/poblacion.pdf>

- LAPA, Cristopher. Estabilización de bases granulares con fibra de caucho reciclado tallado. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Continental, Facultad de ingeniería civil, 2018.
Disponible en:
[file:///C:/Users/acer/Downloads/IV_FIN_105_TE_Lapa_Ramos_2018%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/IV_FIN_105_TE_Lapa_Ramos_2018%20(1).pdf)

- LOZANO, Eugenio, Ruiz, José y Alfonso, Juan. Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico. Tesis (Título profesional de ingeniería de pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de ingeniería de pavimentos, 2015.

Disponible en:

[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2977/4/TESIS%20-An%
c3%a1lisis-mejoramiento-suelo-de-subrasante-con-aditivo-
org%
c3%a1nico.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2977/4/TESIS%20-An%c3%a1lisis-mejoramiento-suelo-de-subrasante-con-aditivo-org%c3%a1nico.pdf)

- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). R.D. N°10 – 2014 -MTC/14: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos- Sección suelos y pavimentos. 2014. 20 pp.

file:///C:/Users/acer/Desktop/TESIS%20DE%20GUIA/MARCO%20TEORICO%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras.pdf

- OSCANOVA, Robert. Estabilización de subrasantes blandos aplicando enzima orgánica y bischofita en carretera no pavimentada km 5+840 al km 6+900, cajas, Junín. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana los Andes Huancayo, Facultad de ingeniería civil, 2021.

Disponible en:

[file:///C:/Users/acer/Downloads/T037_74981009_T%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/T037_74981009_T%20(2).pdf)

- PATIÑO, Juan. Estabilización del pavimento mediante adiciones de caucho reciclado. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9159/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-219.pdf>

- PELÁEZ, Jaime, VELÁSQUEZ, Milena y GIRALDO, Hernán. Aplicación de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. Ciencia e ingeniería neogranadina, vol. 27. Febrero 2017.

<file:///C:/Users/acer/Downloads/Dialnet-AplicacionesDeCauchoReciclado-5836967.pdf>

- PICO, Juan. Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la parroquia

Benítez Cantón San Pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ingeniería civil, 2016.

Disponible en:

<file:///C:/Users/acer/Downloads/Tesis%201050%20-%20Pico%20N%C3%BA%20B1ez%20Juan%20Carlos.pdf>

- RENEAL, reciclado de neumáticos de Castilla y León, S.A. Ficha Técnica. Granulado de neumáticos usados - caucho granulado.

Disponible en:

[https://renecal.com/documents/Ficha%20tecnica%20de%20producto%20\(ftp\).pdf](https://renecal.com/documents/Ficha%20tecnica%20de%20producto%20(ftp).pdf)

<https://renecal.com/descargas>

- QUISPE, Juan y RIVAS, Rosmery. Mejoramiento de la vía de acceso al santuario nacional de Ampay utilizando enzimas orgánicas en el tratamiento superficial de la carretera. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Apurímac: Universidad Tecnológica de Los Andes, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en:

https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/001/087/1087404.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20211129%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20211129T151002Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=42209b6fea1289d6f68197b620f3ff2cd09f93777c0cf398f7fe8564513d8f8c

- RAMIREZ, Jhander y RODAS, Cristian. Estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal San Juan – La Unión L= 7.673 Km., Distrito Tres Unidos, Provincia Picota - San Martín. Tesis (Título profesional

de ingeniero civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 2 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3332/CIVIL%20-%20John%20Jhander%20Ram%C3%ADrez%20Guerrero%20%26%20Steven%20Cristian%20Rodas%20Tenazoa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- RODRÍGUEZ, José. Estudio y Diseño del sistema vial de La Comuna San Vicente de Cucupuro de la parroquia rural de El Quinche del distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 1 pp.

Disponible en:

<file:///C:/Users/acer/Desktop/teisis%20de%20carrertas%20libros/T-UIDE-1233.pdf>

- ROJAS, Robin. Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Lima – 2019. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2019.

Disponible en:

file:///C:/Users/acer/Downloads/Rojas_RR-SD.pdf

- RONDÓN, Hugo, REYES, Fredy. Pavimentos materiales, construcción y diseño. Bogotá, Biblioteca Nacional de Colombia. Ecoe Ediciones, 2015.

Disponible en:

<file:///C:/Users/acer/Downloads/Pavimentos%20materiales,%20construccion%20y%20dise%C3%B1o-Rondon.pdf>

- RUIZ, Hugo. Diagnóstico de la infraestructura vial en el distrito de Paimas – Provincia de Ayabaca – Piura – Perú. 2019. (Título profesional de ingeniero civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2306/CIV-RUI-RUI-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- SHADRICK, Absoyoshi. Historia de las carreteras. Universidad Daniel Alcides Carrión, 2018. pág. 7.
<https://es.slideshare.net/AbsoyoshiShadrick/historia-de-las-carreteras-autoguardado>
- Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado Logrando sostenibilidad en pavimentos – Bogotá por Martínez, Caicedo [et al]. Bogotá: Universidad del Norte Colombia, Abril 2018.
https://www.researchgate.net/publication/325732454_Trece_anos_de_continuo_desarrollo_con_mezclas_asfalticas_modificadas_con_Grano_de_Caucho_Reciclado_en_Bogota_Logrando_sostenibilidad_en_pavimentos

IX. ANEXOS.

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
USO DE CAUCHO RECICLADO GRANULAR	El uso de caucho granular reciclado es una materia elástica impermeable, son aquellos neumáticos que ya llegaron a finalizar su vida útil, además son una fuente de energía utilizable. (Cabanillas, 2017. pág. 33).	Para analizar el caucho granular reciclado será en base a su aplicación, granulometría, absorción y peso específico y a la dosificación con respecto del suelo. Como ingenieros civiles utilizaremos el caucho reciclado, para incluirlo a las mezclas del suelo de la subrasante.	Estudio de las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.	FÍSICAS - Densidad - Humedad - peso específico QUÍMICAS -Contenido en cenizas - Contenido en hidrocarburo de caucho -Contenido de caucho natural - Azufre	RAZÓN
			Dosificación del caucho reciclado granular.	20%	
				30%	
				40%	
MEJORAMIENTO	Se define como mejoramiento de las propiedades del terreno de manera que viene a conformar parte de la estructura del suelo. realizándose una mezcla de suelo con un material más resistente por medios químicos, físicos o combinaciones (Romeo, 2017. pág. 4).	El mejoramiento de la subrasante se obtendrá en la incorporación del caucho reciclado en el suelo que conforma de la subrasante; lo cual se evalúa en función al incremento del valor del soporte en términos del CBR.	Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante).	-Análisis Granulométrico. - Contenido de humedad. -Límites de Atterberg.	RAZÓN
			Determinar la resistencia CBR de la mezcla del suelo incorporando caucho granular reciclado.	-Proctor -CBR	RAZÓN
			Medida en que influye el uso de caucho granular reciclado.	- ANOVA - Análisis estadístico de varianza (ANAVA)	

Anexo. 1.1. Indicadores de variables.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTOS	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CACULO
Determinar las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado para el mejoramiento de la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.	Estudio de las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado.	FÍSICAS QUÍMICAS	Se realizará basándose en los datos establecidos en la ficha técnica de la empresa RENECA S.L.	Técnica -La observación. -Revisión documental. Instrumento - Ficha de datos. -Guía de observación.	8 días	Se realizo el estudio de las propiedades del caucho con los datos brindados por RENECA S.L. laboratorio (labosport).
Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el mejoramiento en la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.	Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante).	Análisis Granulométrico. Contenido de humedad. Límites de Atterberg.	El estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante), se realizará en un laboratorio de mecánica de suelos verificados por el jefe del laboratorio.	Técnica -Revisión documental. Instrumento -Ficha de datos.	30 días	Mediante Normas ASTM y además el Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos pavimentos.
Determinar la resistencia CBR de la mezcla del suelo de la subrasante incorporando el caucho granular reciclado para el mejoramiento en la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.	Determinar la resistencia CBR de la mezcla del suelo incorporando caucho granular reciclado.	Proctor CBR	Se realizará el estudio, de los resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos verificados por el jefe del laboratorio.	Técnica -Revisión documental Instrumento -Ficha de datos.	20 días	Mediante Normas ASTM y además el Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos pavimentos.
Determinar en qué medida influye el uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento de la subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.	Medida en que influye el uso de caucho granular reciclado.	ANOVA Análisis estadístico de varianza.	Se realizará el ANOVA (Análisis estadístico de varianza). Basándose de los resultados CBR.	Técnica -La observación. Instrumento - Ficha de datos (Excel).	5 días	Se hizo uso del programa Microsoft Excel donde se ingresaron los datos obtenidos de la resistencia CBR.

Anexo 1.2. Matriz de consistencia.

TITULO: Mejoramiento de la Subrasante del Camino Utilizando Caucho Granular Reciclado en la Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco – La Libertad – 2021					
Problema general	Objetivos	Marco Teórico	Hipótesis	variables	Metodología
¿De qué manera influye el uso del caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021?	Objetivo General	<p>(Patiño, 2017) en su investigación titulada. "Estabilización del terreno mediante adiciones de caucho reciclado".</p> <p>(Martínez, Caicedo et al. 2018) en su artículo "Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado Logrando sostenibilidad en pavimentos – Bogotá".</p> <p>(Rojas, 2019) En su tesis titulada "Mejora de la subrasante incorporando caucho reciclado en la Avenida Bonavista, Lima – 2019".</p> <p>(Cusquisibán, 2014) En su tesis titulada "Mejora de suelos arcillosos empleando caucho granular de llantas en desuso para la construcción de pavimento".</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El uso del caucho granular reciclado tiene influencia significativa en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.</p>	Variable independiente:	<p>Metodología</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: La subrasante de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.</p> <p>Muestra: está conformada por el tramo de la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, comprendiendo entre las progresivas: km 4+96 al km 9.96, haciendo una longitud de 5 kilómetros.</p> <p>Muestreo: no probabilístico ya que la muestra no fue designada al azar, se realizó por juicios de expertos.</p> <p>Técnicas e instrumentos: - guía de observación. - fichas de datos.</p>
	Determinar la influencia del uso del caucho granular reciclado en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.			Variable dependiente:	
	Objetivos Específicos			Uso de caucho granular reciclado: es una materia elástica impermeable, son aquellos neumáticos que ya llegaron a finalizar su vida útil, además son una fuente de energía utilizable. (Cabanillas, 2017. pág. 33).	
	- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante, Huamachuco, Marcahuamachuco, 2021.			Mejoramiento: Se define como mejoramiento de las propiedades del terreno de manera que viene a conformar parte de la estructura del suelo. realizándose una mezcla de suelo con un material más resistente por medios químicos, físicos o combinaciones (Romeo, 2017. pág. 4)	
	- Determinar las propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado, Huamachuco, Marcahuamachuco, 2021.				


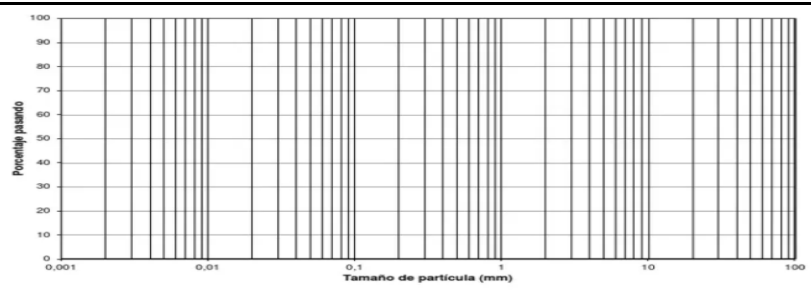

Anexo 2. Guía de Observación.

Caucho Granular Reciclado.

 <p>RENECAL Reciclado de Neumáticos de Castilla y León, S.L.</p>	FICHA TECNICA		
	CAUCHO GRANULAR RECICLADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.			
UBICACION: Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco		Registro:	
SOLICITANTE: Vilca Miranda, David		Fecha :	
Propiedades Físicas y Químicas del Caucho Granular Reciclado.			
Propiedades físicas	Descripción	Unidades	
Forma			
Color			
Olor			
Densidad			
Peso específico			
Humedad			
Punto de combustión			
Propiedades químicas			
Extracto cetónico			
Contenido de cenizas			
Contenido en polímeros NR/SR			
Contenido de negro de humo			
Contenido de caucho natural			
Contenido en hidrocarburo de caucho			
azufre			
Ph			
solubilidad			
DATOS DEL ESPECIALISTA:		FIRMA Y SELLO	
Empresa: RENECAL, S.L. Laboratorio: LABOSPORT Especialistas: - Gerente tecnico: Benoit Bossuet - Tecno de laboratotio: Anais Langevin - Responsable de Calidad y Medio Ambiente: Fernando Lopez Gutierrez		 Fernando López Gutiérrez Responsable de Calidad y Medio Ambiente	
			



Anexo 2.1. Ficha de datos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

		FORMATO ASTM D 422 - MTC E 107			FACULTAD DE INGENIERÍA	
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.						
UBICACION: Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco				Registro:		
SOLICITANTE: Vilca Miranda, David				Fecha :		
ANÁLISIS GRANULOMETRICO				CARACTERISTICAS GENERALES		
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°4	4.750					
N°6	3.360					
N°8	2.360					
N°10	2.000					
N°16	1.180					
N°20	0.850					
N°30	0.600					
N°40	0.425					
N°50	0.300					
N°80	0.180					
N°100	0.150					
N°200	0.075					
<N°200	ASTM D 1140:00					
					OBSERVACIONES:	
CURVA GRANULOMÉTRICA						
						
DATOS DEL ESPECIALISTA				FIRMA y SELLO		
Apellidos y Nombre:	Akarley Poma, Luis Martin					
Especialidad:	Ingeniero Civil					
C.I.P. N°:	174382					

Anexo 2.2. Ficha de datos.

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

		FORMATO ASTM D2216 - MTC E 108			FACULTAD DE INGENIERÍA
		DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.					
UBICACION: Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco - La Libertad 2021				Registro:	
SOLICITANTE: Vilca Miranda, David				Fecha :	
DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD			
		E1	E2	E3	
1	Capsula N°				
2	Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)				
3	Peso Capsula + Suelo Seco (g)				
4	Peso del Agua. (g)				
5	Peso de la cápsula (g)				
6	Peso del Suelo Seco (g)				
7	Contenido de Humedad (%)				
8	Contenido de Humedad (RESULTADOS) (%)				
OBSERVACIONES:					
DATOS DEL ESPECIALISTA				FIRMA y SELLO	
Apellidos y Nombre:		Akarley Poma, Luis Martin			
Especialidad:		Ingeniero Civil			
C.I.P. N°:		174382			


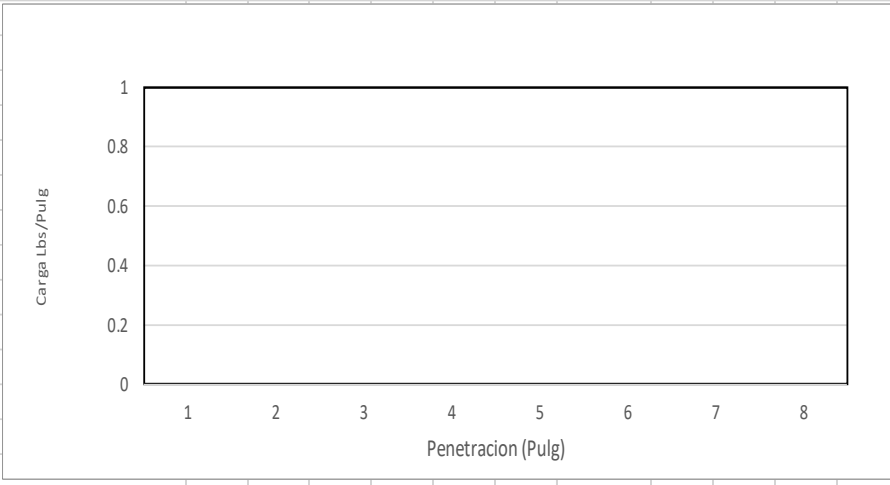

Anexo 2.4. Ficha de datos

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

		FORMATO ASTM D 1557- MTC E 115				FACULTAD DE INGENIERÍA				
		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO								
NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.										
UBICACION: Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco					N° Registro:					
SOLICITANTE: Vilca Miranda, David					Fecha :					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ENSAYO							
			E-2	E-3	E-4	E-4				
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr								
2	Peso del Molde	gr								
3	Peso Suelo Humedo	gr								
4	Volumen Sel Molde	cm3								
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm3								
6	Tarro N°	-								
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr								
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr								
9	Peso del Tarro	gr								
10	Peso del agua	gr								
11	Peso Suelo Seco	gr								
12	Contenido de Humedad	%								
13	Promedio de Humedad	%								
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm3								
DATOS DESARROLLO DE ENSAYO										
Altura de caída de pisón										
Peso del Pisón										
Volumen del molde										
N° de capas										
Energía de compactación										
Número de golpes / capa										
GRABACIÓN DE MUESTRA										
Serie Americana	Ret.Part.	Pasa (%)								
3"										
2"										
3/4"										
3/8"										
N°4										
<N°4										
RESULTADO										
Método										
MDS										
OCH										
OBSERVACIONES:										
DATOS DEL ESPECIALISTA					FIRMA y SELLO					
Apellidos y Nombre:		Akarley Poma, Luis Martin								
Especialidad:		Ingeniero Civil								
C.I.P. N°:		174382								





Anexo 2.5. Ficha de datos.

ENSAYO CBR

	FORMATO ASTM D 1883- MTC E 132		FACULTAD DE INGENIERÍA				
	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA)						
NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.							
UBICACION: Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco			N° Registro:				
SOLICITANTE: Vilca Miranda, David			Fecha :				
DESCRIPCIÓN		COMPACTACIÓN DE ESPECIMENES			PENETRACIÓN DE ESPECIMENES		
Molde N°					Molde N°		
Condiciones de la Muestra					Penetra. (Pulg)		
N° golpes por capa					Lec. Dial		
Peso Molde + Suelo Humedo gr					Carga Lb/pulg		
Peso del Molde gr					Lec. Dial		
Peso del suelo Humedo gr					Carga Lb/pulg		
Volumen del Molde cm ³					Lec. Dial		
Densidad Humeda gr/cm ³					Carga Lb/pulg		
Densidad Seca gr/cm ³					Lec. Dial		
Tarro N°					Carga Lb/pulg		
Tarro + Suelo Humedo gr					Lec. Dial		
Tarro + Suelo Seco gr					Carga Lb/pulg		
Peso del Tarro gr					Lec. Dial		
Contenido de Humedad %					Carga Lb/pulg		
							
OBSERVACIONES:							
DATOS DEL ESPECIALISTA					FIRMA y SELLO		
Apellidos y Nombre:		Akarley Poma, Luis Martin					
Especialidad:		Ingeniero Civil					
C.I.P. N°:		174382					

Anexo 2.6. Instrumentos de recolección de datos.

Guía de observación: ficha recolección de datos propiedades del caucho granular reciclado proveniente del neumático reciclado.

 <p>RENECAL Reciclado de Neumáticos de Castilla y León, S.L.</p>	FICHATECNICA		
	CAUCHO GRANULAR RECICLADO		
NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de caucho granular reciclado para el mejoramiento en la Subrasante de la Carretera Huamachuco, Marcahuamachuco, La Libertad, 2021.			
UBICACION: Carretera Huamachuco - Marcahuamachuco		Registro:	
SOLICITANTE: Vilca Miranda, David		Fecha :	
Propiedades Físicas y Químicas del Caucho Granular Reciclado.			
Propiedades físicas	Descripción	Unidades	
Forma	granulado	-	
Color	negro	-	
Olor	caucho	-	
Densidad	0.40 - 0.50	gr/cm3	
Peso específico	1.15 - 1.27	-	
Humedad	<0.75	%	
Punto de combustión	300 - 350	°C	
Propiedades químicas			
Extracto cetónico	5.00 - 22.00	%	
Contenido de cenizas	7.00 - 11.00	%	
Contenido en polímeros NR/SR	70/30 - 60/40	%	
Contenido de negro de humo	26.00 - 38.00	%	
Contenido de caucho natural	10.00 - 35.00	%	
Contenido en hidrocarburo de caucho	57.00 - 58.00	%	
azufre	1.0 - 7.00	%	
Ph	8.12 - 8.20	25 °C	
solubilidad	Insoluble en agua	-	
DATOS DEL ESPECIALISTA:		FIRMA Y SELLO	
Empresa: RENECAL, S.L. Laboratorio: LABOSPORT Especialistas: - Gerente tecnico: Benoit Bossuet - Tecnco de laboratotio: Anais Langevin - Responsable de Calidad y Medio Ambiente: Fernando Lopez Gutierrez		 Fernando López Gutiérrez Responsable de Calidad y Medio Ambiente	
			

Ficha técnica de los resultados de las propiedades físicas y químicas del CGR: firmados por los especialistas obtenida por la empresa **RENECAL, S.L**, laboratorio **LABOSPORT** (autoridad del estudio del caucho granular reciclado).

Doc: FTP_01/NECALFLEX_ES



**Reciclado de Neumáticos
de Castilla y León, S.L.**

FICHA TECNICA DE PRODUCTO (FTP)

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y FABRICANTE.

Identificación del producto:	NECALFLEX
Código del producto:	
Oficina, Almacén y Fábrica:	P. I. de Erkimia Avenida de Explosivos s/n 34880 - Guardo (Palencia)

2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

Gránulos y polvo de caucho vulcanizado procedente de la trituración mecánica en atmosfera ambiental de neumáticos fuera de uso.

COMPOSICION /COMPONENTE	DESCRIPCION
Caucho vulcanizado (%)	
Materiales ferromagnéticos (%)	< 0,10 para tamaños de caucho superiores a 0,80 mm. < 0,01 para tamaños de caucho inferiores o iguales a 0,80 mm.
Materiales textiles (%)	< 0,05
Otros materiales (%)	< 0,05

3. CAMPOS DE APLICACION.

Relleno de campos de hierba artificial de nueva generación.
Bases elásticas para pavim
Productos moldeados
Asfaltos modificados.
Mezclas con caucho.
Mezclas con plásticos.
Pinturas.



Fernando López Gutiérrez
Responsable de Calidad y Medio Ambiente



REDACTEUR
Anaïs LANGEVIN
Technicienne Laboratoire



APPROBATEUR
Benoit BOSSUET
Responsable Technique Sols Synthétiques

RENECAL - RECICLADO DE NEUMATICOS DE CASTILLA Y LEON, S.A.
 Polígono Industrial de Erkimia, Avenida de Explosivos s/n - 34880 Guardo (Palencia)
 T + 34 979 853 309 / 979 853 330 F + 34 979 852 218 E guardo@renecal.com I http://www.renecal.com

4. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

PROPIEDADES FISICAS

Forma
Color
Olor
Densidad (gr/cm³)
Peso específico
Humedad (%)
Punto de combustión (°C)

DESCRIPCION

Sólidos en forma de granulados y polvo.
Negro.
Caucho.
0,40 - 0,50
1,15 - 1,27
< 0,75
300 - 450

PROPIEDADES QUIMICAS

Extracto cetónico (%)
Contenido en cenizas (%)
Contenido en polímeros NR/SR (%)
Contenido de negro de humo (%)
Contenido de caucho natural (%)
Contenido en hidrocarburo de caucho (%)
Azufre (%)
pH (25°C)
Solubilidad

DESCRIPCION

5,00 - 22,00
7,00 - 11,00
70/30 - 60/40
26,00 - 38,00
10,00 - 35,00
57,00 - 58,00
1,0 - 7,00
8,12 - 8,20
Insoluble en agua, parcialmente soluble en acetona.

5. TIPOS DE PRODUCTOS.

DENOMINACION COMERCIAL	GRANULOMETRIA (mm)	CLASIFICACION SEGUN ASTM D 5603	CLASIFICACION SEGUN MANUAL CEDEX
NECALFLEX PA 0006	0,0 - 0,6	Clase 40 / Grado 1	P-3
NECALFLEX PA 0008	0,0 - 0,8	Clase 30 / Grado 1	P-2
NECALFLEX GFPA 0625	0,6 - 2,5		
NECALFLEX GMA 2040	2,0 - 4,0		
NECALFLEX GMA 2070	2,0 - 7,0		

6. PRESENTACION.

Sacas

- Dimensiones 1.000 x 1.000 x 1.000 mm / 1,00 m³
- Dimensiones 1.000 x 1.000 x 1.700 mm / 1,70 m³
- Dimensiones 1.000 x 1.000 x 2.000 mm / 2,00 m³



Fernando López Gutiérrez
Responsable de Calidad y Medio Ambiente

~ 500 kg.

~ 1.200 kg.

Bolsas de polietileno (*)

10, 15, 20 o 25 kg.

Cisternas (*)

(*) Bajo pedido

REDACTEUR

Anaïs LANGEVIN
Technicienne Laboratoire / n - 3

APPROBATEUR

Benoit BOSSUET
Responsable Technique Sols Synthétiques

RENECAL

Polígono Industria

T + 34 979 853 309 / 979 853 330

F + 34 979 852 218

E guardo@renecal.com

I <http://www.renecal.com>



POLITICA DE CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

La empresa RENECA, S.L. considera y adopta como principios básicos de su gestión, la realización de las actividades relativas a la gestión y valorización de neumáticos fuera de uso y venta de sus componentes, con un alto nivel de calidad y servicio, que permitan asegurar la obtención de unos resultados de acuerdo a unos requisitos exigibles por el cliente y/o legalmente; la prevención de la contaminación y el máximo respeto del medio ambiente. Así como también adopta el principio de mejora continua en estos aspectos, mediante el cumplimiento de los objetivos que marcan la política integrada de Calidad y Medio Ambiente.

Dichos objetivos pueden resumirse en los siguientes:

- Definir, implantar y mantener al día el Sistema Integrado de Gestión de la Calidad y Medio Ambiente, cuyos elementos se desarrollan en el manual de calidad.
- Determinar y cumplir los requisitos del cliente, procurar de manera continuada, la satisfacción de nuestros clientes, trabajando en la prevención de no conformidades, adelantándose a la aparición de las mismas y dando siempre una respuesta rápida, positiva y favorable ante cualquier perjuicio causado.
- Fomentar y crear un ambiente de trabajo para que todas aquellas personas, entidades e instituciones que se relacionen con la empresa, procuren la promoción de la calidad y el respeto del medio ambiente.
- Hacer un seguimiento exhaustivo del cumplimiento de objetivos.
- Asegurar la revisión continuada del Sistema Integrado de Gestión de la Calidad y Medio ambiente, a través de la realización de auditorias internas, que permitan una revisión crítica y faciliten la mejora del mismo.
- Proporcionar un lugar de trabajo seguro y saludable para los empleados.
- Actuar en las instalaciones para prevenir daños a la salud pública y el medio ambiente, disminuyendo en la medida de lo posible, los consumos de electricidad, agua así como de otras materias primas.
- Incluir un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación.

Toda esta política integrada de calidad y medio ambiente, será revisada anualmente, comunicada a todos los empleados y puesta a disposición del público en general.

En Guardo, a 13-01-2020.

Firmado: Director de Planta.



Applus⁺



CERTIFICADO

Núm. EC-3031/07

LGAI Technological Center, S.A. (Applus+)
certifica que el sistema de Gestión de la Calidad de la organización:

RECICLADO DE NEUMATICOS DE CASTILLA Y LEON, S.L

RECICLADO DE NEUMÁTICOS DE CASTILLA Y LEON, S.L.
POLÍGONO INDUSTRIAL ERKIMIA, AVDA. EXPLOSIVOS, S/N
34880, GUARDO (Palencia)

para las actividades de:

Almacenamiento y valoración por medios mecánicos de neumáticos fuera de uso, residuos y componentes de caucho y comercialización de los productos obtenidos.

es conforme con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 9001:2015

	EMISIÓN INICIAL:	27/07/2007
	EXPIRACIÓN CICLO ANTERIOR:	27/07/2019
	VIGENCIA DESDE:	22/11/2019
	AUDITORÍA RENOVACIÓN:	24/09/2019
	CADUCIDAD:	26/07/2022

Director General Applus+ Certification, B.U.	Directora Técnica Applus+ Certification, B.U.
	
Juan Sendín Caballero	Cristina Bachiller Martínez

El presente certificado se considerará válido siempre que se cumplan todas las condiciones del contrato del cual este certificado forma parte. LGAI Technological Center, S.A. (Applus+) Campus U.A.B., Ronda de la Font del Carne s/n, 08193 Bellaterra, Barcelona

Anexo 2.7. Ensayos mecánicos a suelos de la carretera Huamachuco - Marcahuamachuco.

TERRASLAB E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ENSAYOS MECÁNICOS A SUELOS PROVENIENTES DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO

PROYECTO:
"USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE
DE LA CARRETERA HUAMACHUCO – MARCAHUAMACHUCO – LA LIBERTAD – 2021"

SOLICITA:
DAVID VILCA MIRANDA

UBICACIÓN:
DISTRITO: HUAMACHUCO
PROVINCIA: SÁNCHEZ CARRIÓN
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

TERRASLAB E.I.R.L.

Huamachuco, 15 de noviembre del 2021

R.U.C. N° 20005832588 | terraslab@gmail.com
Av. Solitario de Segura S/N - Huamachuco | 956 290 997



TERRASLAB E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

**REPORTE DE ENSAYOS:
CONTENIDO DE HUMEDAD
NATURAL, GRANULOMETRÍA,
LÍMITES DE ATTERBERG.
CLASIFICACIÓN DE SUELO.**

TERRASLAB E.I.R.L.
[Handwritten signature]



R.U.C. 10 20005832088

Av. Delfino de Sique 575 - Huamachuco

terraslab@gmail.com

955 292 087

Análisis Granulométrico.

➤ C - 01.

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-AG-001
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		RUC	20605832668
ASTM D6913 / D6913M - 17		REG. INDECOPI	023575-2020/DSC
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	TLAB 01

PROYECTO : USO DE CALZADO GRANULAR REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILGA MIRANDA		F. MUESTREO : 16/10/2021	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 25/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OB.S. : PROFUNDIDAD DE CALICATA 1.50 m	

DADOS DE ENSAYO	Tro Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	Nº04	<Nº04
Peso el Tamiz	---	Nº04
Masa Total Seca antes de Separación (gr)	32.034.0	
Masa Total Seca >Nº04 (gr)	26.885.0	
Masa Total Seca <= Nº04 (gr)	26.832.0	1.052.10
Masa Lavada Seca (gr)	26.885.0	629.00
E de Masa Retenido (gr)	26.832.0	608.00

CONDICIÓN	1.00	1.00
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
Tro Separación	---	0.04
Dta Separación	0.04	0.10


Diferencia con Masa Inicial	1.061.50
Diferencia entre MLS y MLR	1.00
Diferencia entre MLS y MLST	0.40

Tamiz Nº	Apertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.075)	Retenido en Tamiz Separación	Factor de Tamizado	% Ponderal Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Fino (%)	Estado	RESUMEN DE RESULTADOS
3"	75.000	0.0			0.0019400	0.00	0.00	100.00		% Grava: 42.48%
2"	50.000	340.0			0.0019400	0.55	0.55	99.45		% Arena: 29.67%
1 1/2"	37.500	2.431.0			0.0019400	3.88	4.43	95.57		% Fina: 36.85%
1"	25.000	5.209.0			0.0019400	8.40	12.83	87.17		Tamiz Nº4: 57.52%
3/4"	19.000	2.177.0			0.0019400	3.47	16.31	83.69		Tamiz Nº40: 42.56%
3/8"	9.500	7.705.0			0.0019400	12.39	28.69	71.31		Tamiz Nº200: 30.35%
Nº 4	4.750	8.644.0			0.0019400	13.79	42.48	57.52		Ø10: N.P.
Nº 10	2.000	252.0	199.10	0.96	0.0036937	6.56	49.04	50.96		Ø30: N.P.
Nº 20	0.850		173.50		0.0036937	5.87	54.91	45.09		Ø60: N.P.
Nº 40	0.425		74.50		0.0036937	2.53	57.44	42.56		Coef. Uniformidad:
Nº 60	0.250		95.90		0.0036937	3.26	60.70	39.30		Coef. Curvatura:
Nº 100	0.150		93.70		0.0036937	1.83	62.53	37.47		Coef. Homogeneidad (W): 4.73%
Nº 140	0.106		14.80		0.0036937	0.50	63.03	36.97		Límite Líquido: N.P.
Nº 200	0.075		3.40		0.0036937	0.12	63.15	36.85		Límite Plástico: N.P.
Fondo	< 0.075		0.00		0.0036937	36.83	99.98	0.02		Índice de Plasticidad: N.P.
Σ	Total	26.834.0	608.50							Clasificación SUCS: GM
										Clasificación AASHTO: A-4

Curva Granulométrica

Grava = 42.48% Arena = 29.67% Fina = 36.85%

Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO: F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC: 20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17	REG. INDECOPI: 023575-2020/DSE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN: TLAB.01

PROYECTO : USO DE CALIJO GRANULAR REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALCATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OTRS. :	

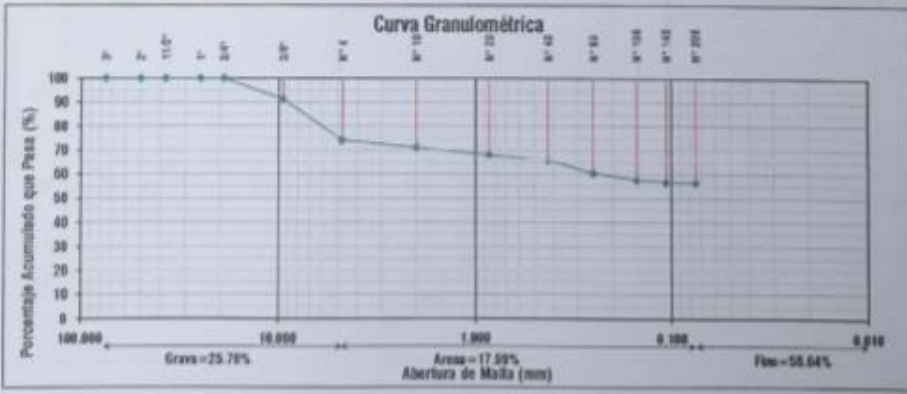
DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación:	N°4	<N°4
Paso el Tamiz:	---	N°4
Masa Total Seca antes de Separación (gr)	75.207,3	
Masa Total Seca > N°4 (gr)	0.544,3	
Masa Total Seca < N°4 (gr)	18.813,0	1.254,90
Masa Lavada Seca (gr)	0.544,3	296,40
Σ de Masa Retenido (gr)	8.534,0	297,40

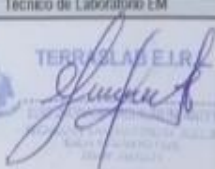


CRITERIO	1.00	1.00
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.10
2da Separación	0.01	0.04

Diferencia con Masa Inicial	957,40
Diferencia entre MLS y MLGR	1,00
Diferencia entre MLS y MLST	0,90


Tamiz Nº	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01)	Residuo en Tamiz Separador	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Mín.	Máx.	% Grava:	% Arena:
3"	75.000	0.0			0.0039429	0.00	0.00	100.00			% Grava:	25.76 %
2"	50.000	0.0			0.0039429	0.00	0.00	100.00			% Arena:	17.50 %
1 1/2"	37.500	0.0			0.0039429	0.00	0.00	100.00			% Fines:	56.64 %
1"	25.000	0.0			0.0039429	0.00	0.00	100.00			Tamiz N°4:	74.24 %
3/4"	19.000	0.0			0.0039429	0.00	0.00	100.00			Tamiz N°40:	65.95 %
3/8"	9.500	2.210.0			0.0039429	6.71	6.71	91.29			Tamiz N° 200:	56.64 %
N° 4	4.750	4.324.0			0.0039429	17.05	25.76	74.24			B10:	N.P.
N° 10	2.000	10.2	55.30	0.10	0.0591580	3.27	29.03	70.97			D60:	N.P.
N° 20	0.850		49.50		0.0991580	2.93	31.96	68.04			Coef. Uniformidad:	
N° 40	0.425		35.30		0.0991580	2.89	34.05	65.95			Coef. Curvatura:	
N° 60	0.250		30.50		0.0591580	5.54	39.59	60.41			Coef. Humedad (W):	1.94 %
N° 100	0.150		47.50		0.0591580	2.81	47.40	57.80			Límite Líquido:	56
N° 140	0.106		11.70		0.0591580	0.89	43.09	56.91			Límite Plástico:	31
N° 200	0.075		4.50		0.0991580	0.27	43.30	56.64			Índice de Plasticidad:	25
Fondo	< 0.075		0.10		0.0591580	56.54	99.99	0.01			Clasificación SOCS:	M1
Σ	Total	6.544.3	297.50								Clasificación AASHTO:	A-7.5(12)

Curva Granulométrica



TERRASLAB E.I.R.L.	TERRASLAB E.I.R.L.	TERRASLAB E.I.R.L.
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 03

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO: F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC: 20605832668
	ASTM D6913 / D6913M - 17	REG. INDECOPI: 022675-2020/DSE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN: TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAJÓN GRANULAR RECYCLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRANTEE DE LA CARRETERA HUAMACHEO - MINGA RAMACHEO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SAN JERÓNIMO	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHEO
DISTRITO : HUAMACHEO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBJ. :	


DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamaño de Separación	3/4"	<3/4"
Peso de Tamiz	---	N/3/4"
Masa Total Seca antes de Separación (gr)	5.517,0	
Masa Total Seca > 3/4" (gr)	5.087,0	
Masa Total Seca < 3/4" (gr)	53,752,0	1.000,30
Masa Lavado Seca (gr)	5.087,0	545,00
Z de Masa Retenido (gr)	5.040,0	544,70

CRITERIO	1.00	1.00
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0,87
2da Separación	0,10	0,24


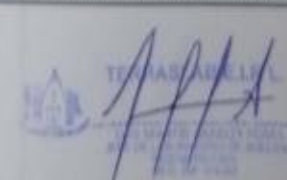

Diferencia con Masa Inicial	545,00
Diferencia entre MLS y MLSR	1,30
Diferencia entre MLS y MLIT	0,20

Tamiz N°	Abertura (mm)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado	Porcentaje de Tamizado Simple (0-21)	Porcentaje de Tamizado Simple	Factor de Tamizado	% Pasa Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Eq. Min.	Eq. Max.	RESUMEN DE RESULTADOS
3"	75.000	0.0	100.0			0.0017146	0.00	0.00	100.00			% Grava: 54.42 %
2"	50.000	247.0	75.3			0.0017146	0.42	0.42	99.58			% Arena: 29.78 %
1.5"	37.500	900.0	60.7			0.0017146	1.54	1.97	98.03			Tamiz N°4: 75.50 %
1"	25.000	2.449.0	45.3			0.0017146	4.20	6.17	93.83			Tamiz N°40: 61.63 %
3/4"	19.000	5.444.0	34.4			0.0017146	2.40	6.64	91.36			Tamiz N° 200: 45.10 %
3/8"	9.500	46.1	93.2	100.20	0.55	0.0836388	6.68	17.52	82.48			D10: N.P.
N° 4	4.750		95.40	82.40		0.0836388	6.80	24.42	75.58			D30: N.P.
N° 10	2.000		86.20	66.20		0.0836388	5.79	30.20	69.80			D60: N.P.
N° 20	0.850		67.30	47.30		0.0836388	3.54	33.74	66.26			Coef. Uniformidad:
N° 40	0.425		45.10	24.40		0.0836388	4.60	38.37	61.63			Coef. Curvatura:
N° 60	0.250		34.40	16.00		0.0836388	9.03	47.41	52.59			Cont. Humedad (W): 3.75 %
N° 100	0.150		24.40	8.20		0.0836388	4.87	52.28	47.72			Límite Líquido: 32
N° 140	0.106		17.30	4.70		0.0836388	1.43	53.71	46.29			Límite Plástico: 00
N° 200	0.075		10.20	3.30		0.0836388	0.49	54.20	45.80			Índice de Plasticidad: 12
Fondo	< 0.075		3.30	1.10		0.0836388	45.69	99.89	0.11			Clasificación SUCS: GC
Σ	Total	5.086,0	545,80									Clasificación AASHTO: A-6(2)


Curva Granulométrica



Grava = 24.42% Arena = 29.78% Fino = 45.80%

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio IM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 04

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		RUC	20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17		REG. INDECOPI	023575-2020/053
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO - MARICAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVI VELAZ MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECCIÓN : MARICAHUAMACHICO
DISTRITO : HUAMACHICO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBS. :	

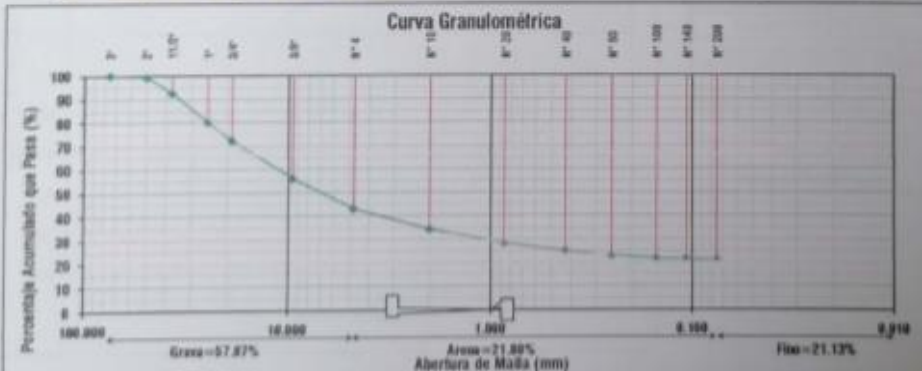
DATOS DE ENSAYO	Criterio	
	1.00	1.50
Tamiz de Separación	Nº4	<Nº4
Pasa el Tamiz	---	Nº4
Masa Total (Seca antes de Separación) (gr)	18,124.0	
Masa Total Seca >Nº4 (gr)	18,124.0	
Masa Total Seca <Nº4 (gr)	33,368.0	1,026.10
Masa Lavada Seca (gr)	18,124.0	538.50
Z de Masa Retenido (gr)	18,124.0	937.80

Fase de ensayo	Criterio	
	1.00	1.50
Tamiz de Separación	---	0.13
2da Separación	0.00	0.13




Diferencia con Masa Inicial		620.70
Diferencia entre MLS y MLSF		0.70
Diferencia entre MLS y MLST		0.10

Tamiz N°	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizada Tiempo 10.01	Retenido en Tamiz Secador	Factor de Tamizado	% Perciel Retenido	% Acusado Retenido	Acusado Pasa (%)	Esp		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Mín.	Máx.	% Grava	% Arena
3"	75.000	0.0			0.0031529	0.00	0.00	100.00				% Grava: 57.07 %
2"	50.000	206.0			0.0031529	0.66	0.66	99.34				% Arena: 21.80 %
1 1/2"	37.500	2,141.0			0.0031529	6.75	7.41	92.59				% Fino: 21.13 %
1"	25.000	3,969.0			0.0031529	12.50	19.98	80.02				Tamiz Nº4: 42.90 %
3/4"	18.000	2,429.0			0.0031529	7.06	27.64	72.36				Tamiz Nº40: 24.91 %
3/8"	9.500	5,206.0			0.0031529	16.41	44.00	55.94				Tamiz Nº 200: 21.13 %
Nº 4	4.750	8,128.0			0.0031529	13.02	57.07	42.93				D10: N.P.
Nº 10	2.000	23.0	212.80	0.13	0.0405341	8.63	66.70	34.30				D30: N.P.
Nº 20	0.850		149.30		0.0405341	6.07	71.77	28.23				D60: N.P.
Nº 40	0.425		47.90		0.0405341	1.32	75.09	24.91				Coef. Uniformidad: ---
Nº 60	0.250		46.60		0.0405341	1.97	77.06	22.94				Coef. Curvatura: ---
Nº 100	0.150		30.40		0.0405341	1.23	78.29	21.71				Cont. Humedad (w): 0.40 %
Nº 140	0.106		10.70		0.0405341	0.43	78.73	21.27				Límite Líquido: 32
Nº 200	0.075		3.50		0.0405341	0.14	78.87	21.13				Límite Plástico: 22
Fundo < 0.075			0.60		0.0405341	21.11	99.90	0.02				Índice de Plasticidad: 10
Z	Total	18,124.0	538.40									Clasificación SUCS: GC
												Clasificación AASHTO: A-2-4(0)


Curva Granulométrica



Grava = 57.07% Arena = 21.80% Fino = 21.13%

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio LM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 05

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO: F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D6913 / D6913M - 17	RUC: 20605832668
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REG. INDECOPI: 023575-2020/DSO
		VERSIÓN: TLAB.01

PROYECTO : USO DE CALUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-005
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD		PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021
DISTRITO : HUAMACHUCO		MATERIAL : TERRENO NATURAL	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
OBS. :			

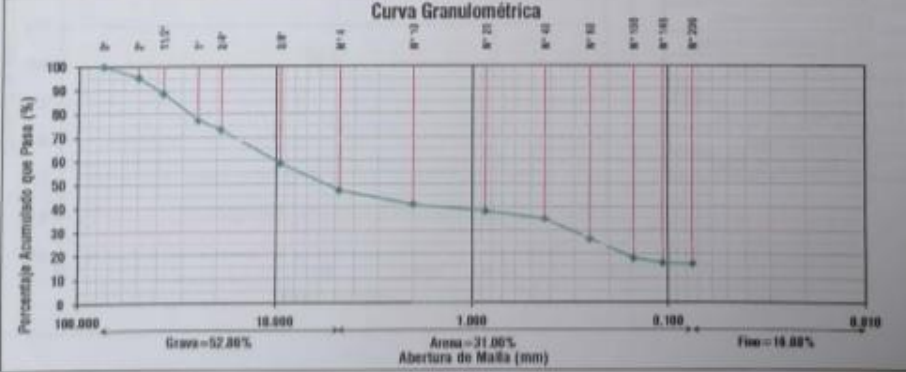
DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	Nº4	<Nº4
Pasa el Tamiz	---	Nº4
Masa Total Seca antes de Separación (gr)	51.371.0	
Masa Total Seca >Nº4 (gr)	27.208.0	
Masa Total Seca < Nº4 (gr)	24.163.0	1.321.80
Masa Lavada Seca (gr)	27.208.0	873.50
J de Masa Retenido (gr)	27.158.0	871.80




CRITERIO	1.00	1.00
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.19
2da Separación	0.15	0.29

Diferencia con Masa Inicial	449.70
Diferencia entre MLS y MLR	2.50
Diferencia entre MLS y MLT	0.40

Tamiz N°	Abertura (mm)	Fracción (Masa de Separación)	Fracción Pasa Tamizado Simple (0.01)	Retenido en Tamiz Separador	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Exp. Mts.	Exp. Mts.	RESUMEN DE RESULTADOS
3"	75.000	0.0			0.0019468	0.00	0.00	100.00			% Grava: 52.86 %
2"	50.000	2.448.0			0.0019468	4.77	4.77	95.23			% Arena: 31.06 %
1 1/2"	37.500	3.513.0			0.0019468	6.84	11.60	88.40			% Fina: 16.08 %
1"	25.000	5.740.0			0.0019468	11.17	22.78	77.22			Tamiz Nº4: 47.14 %
3/4"	19.000	2.125.0			0.0019468	4.25	27.03	72.97			Tamiz Nº40: 34.89 %
3/8"	9.500	1.211.0			0.0019468	14.24	41.27	58.73			Tamiz Nº 200: 16.08 %
Nº 4	4.750	5.053.0			0.0019468	11.59	52.86	47.14			D10: N.P.
Nº 10	2.000	51.0	165.50	0.19	0.0356616	5.90	58.76	41.24			D30: N.P.
Nº 20	0.850		84.30		0.0356616	3.01	61.77	38.23			D60: N.P.
Nº 40	0.425		91.60		0.0356616	3.34	65.11	34.89			Coef. Uniformidad:
Nº 60	0.250		229.90		0.0356616	8.20	73.31	26.69			Coef. Curvatura:
Nº 100	0.150		231.70		0.0356616	8.26	81.57	18.43			Cont. Humedad (W): 5.70 %
Nº 140	0.106		52.30		0.0356616	1.87	83.44	16.56			Limite Líquido: N.P.
Nº 200	0.075		11.70		0.0356616	0.49	83.92	16.08			Limite Plástico: N.P.
Fondo	< 0.075		2.10		0.0356616	16.00	99.93	0.07			Indice de Plasticidad: N.P.
Σ	Total	27.208.0	873.18								Clasificación SUCS: GM
											Clasificación AASHRO: A-1b


Curva Granulométrica



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio I.M. 	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos 	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos 

Contenido de Humedad.

➤ C - 01

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-CI-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19		RUC: 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOP: 023575-2020/050
			VERSIÓN: TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAJUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARBÓN	F. ENSAYO : 29/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBJ. :	

MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.




CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19	
---	--

METODO DE SECADO : Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Calicata a cielo abierto
METODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Compuesto
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : N°04
PRECISION : 1.00%	METODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-1	Ø	Ø
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	1,043.10	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	1,055.80	0.00	0.00
W. Agua Contened. (gr)	82.30	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	1,055.80	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)	4.70		
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	4.70		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CUC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 02

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD		RUC	20605832688
	ASTM D2216 - 19		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : GANCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBS. :	

MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO : Homo 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Calicata a cielo abierto
MÉTODO DE REPORTE : *B*	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Compuesto
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : N°04
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : *A*

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-2	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	1,741.40	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	1,598.50	0.00	0.00
W. Agua Contenido (gr)	142.90	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	1,598.50	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W (%)	8.94		
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	8.94		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CUC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 03

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CI-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD		RUC	20605832688
	ASTM D2216 - 19		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CAJACATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBJ. :	



MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19	
MÉTODO DE SECADO : $\text{Horno } 60 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Calicata a cielo abierto
MÉTODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Compuesto
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : 3/4"
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"


ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL				
ASTM D2216				
Ensayo N°		1	2	3
Recipiente N°		R-3	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Hum.	(gr)	2,112.50	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	2,036.10	0.00	0.00
W. Agua Contendida	(gr)	76.40	0.00	0.00
W. Recipiente	(gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco	(gr)	2,036.10	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W	(%)	3.75		
Con. de Hum. - W. Prom.	(%)	3.75		

Referencia: ASTM D2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

➤ C - 04

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CI-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
			VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VELCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALCATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBS. :	

MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.






CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO : Homo 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Calcata a cielo abierto
MÉTODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Compuesto
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : N°4
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-4	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	2,009.70	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	1,852.00	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	157.10	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	1,852.00	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)	8.48		
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	8.48		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CAC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

➤ C - 05

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19		RUC: 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI: 023575-2020/DSD
			VERSIÓN: TLAS.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRAGANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-005
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OMS :	

MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.


CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19	
---	--

MÉTODO DE SECADO : Horno 80 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Calicata a cielo abierto
MÉTODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Compuesto
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : N°04
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-5	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	1,859.50	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	1,759.30	0.00	0.00
W. Agua Contendida (gr)	100.20	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	1,759.30	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)	5.70		
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	5.70		


Referencia: ASTM D2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Limites Atterberg

➤ C - 01

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA		RUC: 20605832688
	ASTM D4318		REG. INDECOPI: 022575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN: 1.1.01

PROYECTO: USO DE CALIZO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE: DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO: 18/10/2021	CALICATA: CA-001
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO: 25/10/2021	SECTOR: MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO: HUAMACHUCO	MATERIAL: TIERRA NATURAL	OMS:	

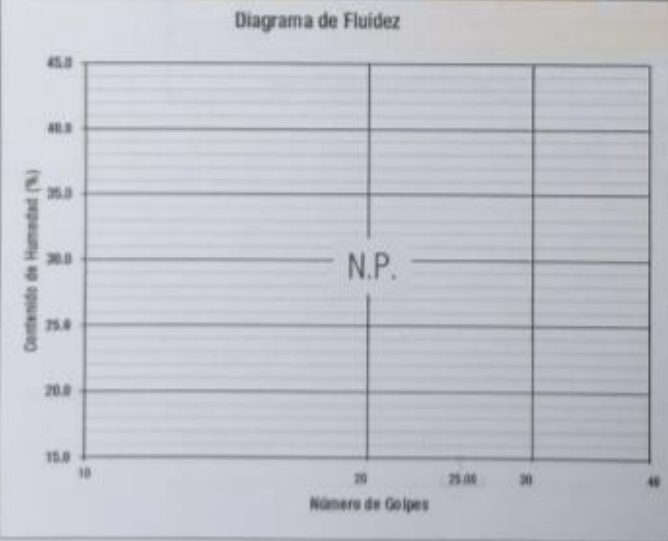
LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318			
---	--	--	--

ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318			ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R1	R2	Recipiente N°	R3	R4	R5
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	Número de Golpes	0	0	0
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Agua Contenido (gr)	0.00	0.00	W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	W. Agua Contenido (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)			W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k	Contenido de Hum. - W. (%)			
Límite Plástico	N.P.		Límite Líquido	N.P.		




ASTM D2216 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Densificada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente


Diagrama de Fluidez



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	N.P.
Límite Plástico:	N.P.
Índice de Plasticidad:	N.P.
Cont. Humedad (W):	4.70 %
Densidad Humeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS INDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	N.P.
Índice de Liquidez (I _L):	N.P.
Índice de Compresibilidad (C _c):	N.P.
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	N.P.
Índice de Tenacidad (I _t):	N.P.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CGC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 02

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-L-C-001
	LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
			VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 10/10/2021	CALICATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBS. :	

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

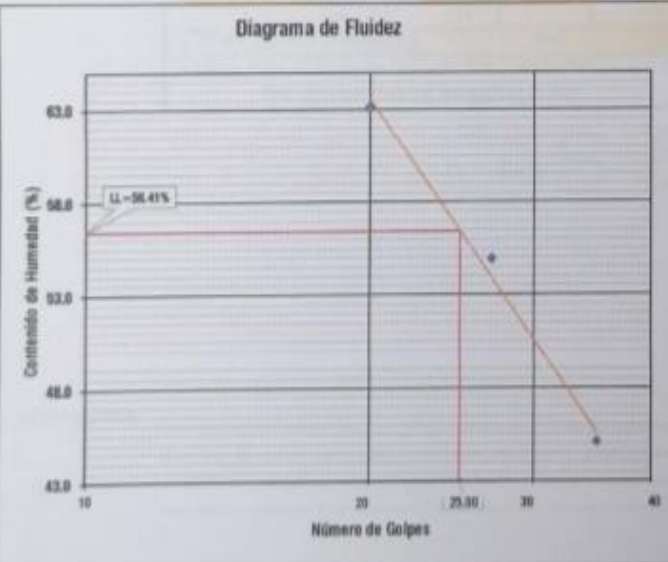
ANÁLISIS DE LIMITE PLÁSTICO ASTM D4318			ANÁLISIS DE LIMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R6	R7	Recipiente N°	R8	R9	R10
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	36.72	36.28	Número de Golpes	35	27	20
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	31.65	31.33	W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	34.82	38.76	54.90
W. Agua Contendida (gr)	5.07	4.95	W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	28.85	30.58	39.65
W. Recipiente (gr)	15.42	15.38	W. Agua Contendida (gr)	5.97	8.18	15.25
W. Suelo Seco (gr)	16.23	15.95	W. Recipiente (gr)	15.61	15.60	15.49
Contenido de Hum. - W. (%)	31.24	31.03	W. Suelo Seco (gr)	13.24	14.90	24.16
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k	Contenido de Hum. - W. (%)	45.09	54.90	63.12
Límite Plástico	31		Límite Líquido	58		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.




ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente

Diagrama de Fluides




RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	58
Límite Plástico:	31
Índice de Plasticidad:	26
Cont. Humedad (W):	8.94 %
Densidad Humeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS INDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	1.68
Índice de Liquidez (I _L):	-0.88
Índice de Compresibilidad (C _c):	0.41
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	73.90
Índice de Tenacidad (I _t):	0.34

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de LM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Clasificación de Suelos AASHTO M145.

➤ C-2

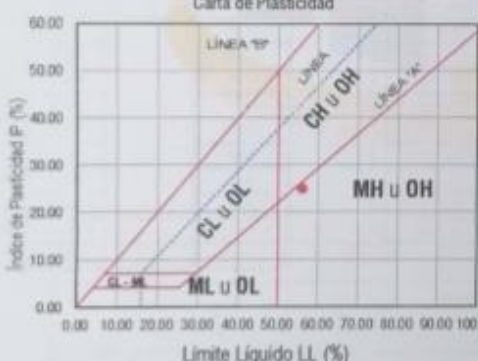
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-CS-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		RUC: 20005832668
	ASTM D2487 / AASHTO M145		REG. INDECOPI: 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN: TAB.01

PROYECTO : USO DE CALCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUMACHUCO - MARCA HUMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALCATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCA HUMACHUCO
DISTRITO : HUMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OMS :	


MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Naturaleza	Suelo de partículas finas	Material limoso-arenoso.
Características		Pobre a malo como subgrado.
Tipo	Suelo de partículas finas	Índice de Grupo (IG)
Descripción	Limo alta plasticidad grueso	Suelo arcilloso.
Símbolo de Grupo	MH	A-7-5
Clasificación	Limo alta plasticidad grueso MH	Suelo arcilloso, A-7-5 (12)
Término Fundación	--	--




Carta de Plasticidad




Clasificación fracción limoso-arcillosa (AASHTO)



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 03

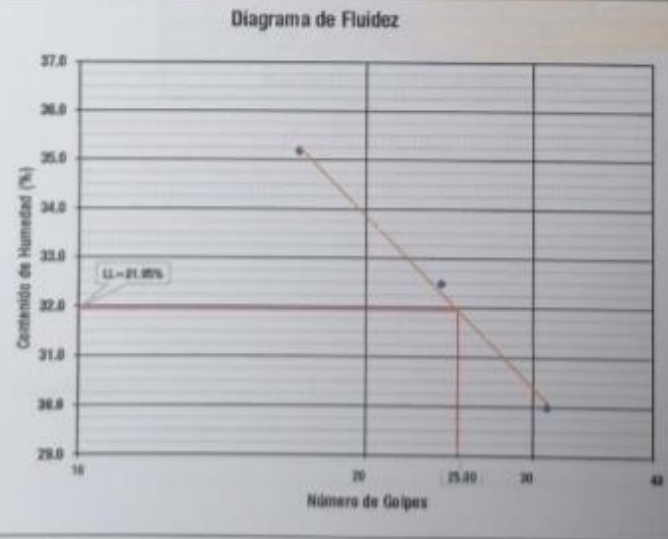
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
			VERSIÓN	LABI 01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUGO - MARCAHUAMACHUGO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUGO
DISTRITO : HUAMACHUGO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	ORG. :	




LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318					
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	1	2	3
Recipiente N°	R11	R12	C10A	C10B	C10C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	51.02	52.37	45.43	45.30	61.44
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	45.04	46.18	38.19	37.85	49.01
W. Agua Contendida (gr)	5.98	6.19	7.24	7.25	12.43
W. Recipiente (gr)	15.34	15.01	14.05	15.53	13.66
W. Suelo Seco (gr)	29.70	30.57	24.14	22.32	35.33
Contenido de Hum. - W (%)	20.13	20.25	29.99	32.48	35.18
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k			
Límite Plástico	20		Límite Líquido		
			32		
ASTM D2216 Estandar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.			ASTM D2216 Estandar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.		

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente

Diagrama de Fluidez




RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	32
Límite Plástico:	20
Índice de Plasticidad:	12
Cont. Humedad (W):	3.75 %
Densidad Humeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS ÍNDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	2.35
Índice de Liquidez (I _L):	-1.35
Índice de Compresibilidad (C _c):	0.20
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	19.79
Índice de Tenacidad (I _t):	0.61

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Clasificación de Suelos AASHTO M145.

➤ C - 03

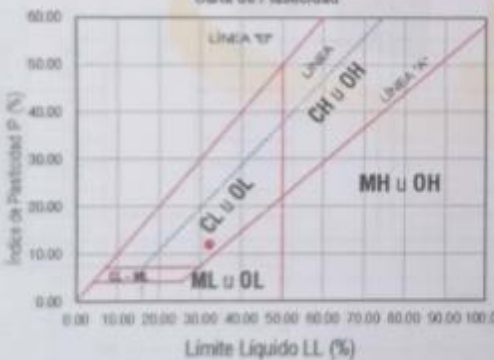
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-C3-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		RUC: 20905832608
	ASTM D2487 / AASHTO M145		RES. INDECOP: 023575-2020/ESD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN: LAB 01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MIXCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VELAZ MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MIXCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OTRS. :	

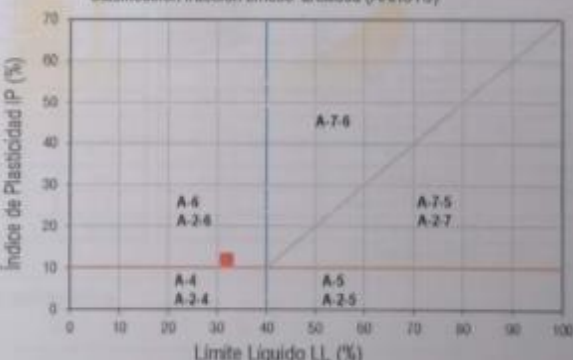
MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Notación:	Suelo de partículas gruesas.	Material limoso-arenoso.
Características:	Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Pobre a malo como subgrado.
Tipo:	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Índice de Grupo (IG)
Descripción:	Arena arcillosa con grava, con bloques	2
Símbolo de Grupo:	SC	Suelo arcilloso.
Clasificación:	Arena arcillosa con grava, con bloques SC	Suelo arcilloso. A-6 (2)
Terreno Fundación:	--	--



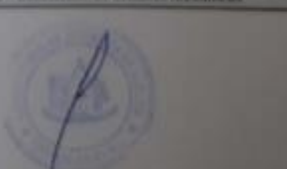
Carta de Plasticidad




Clasificación fracción limoso-arcillosa (AASHTO)



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CSC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 04

 TERRASLAB E.I.R.L.	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA		RUC: 20005832688
	ASTM D4318		REG. INDECOP: 023575-2020/DSD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			VERSIÓN: TLAB.01

PROYECTO : USO DE CALCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBVASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VELCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRÓN	F. ENVÍO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHUCO
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBS. :	

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318			
---	--	--	--

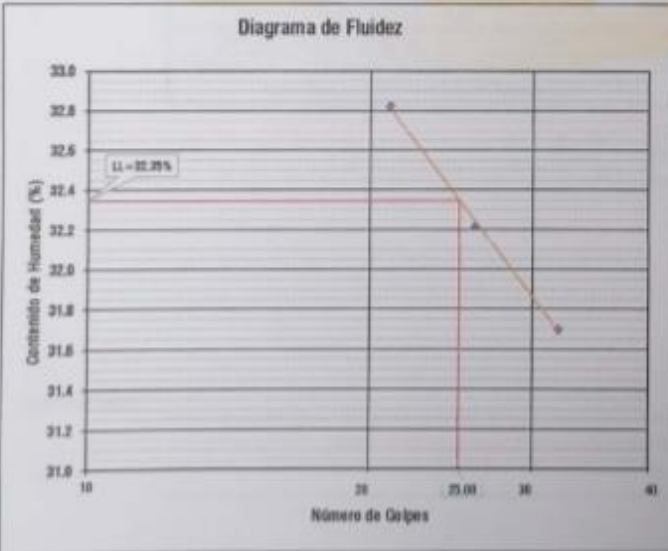
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO			ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO			
ASTM D4318			ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	C12A	C12B	Recipiente N°	C15A	C15B	C15C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	41.01	41.01	Número de Golpes	32	26	21
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	36.05	36.86	W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	33.54	47.13	53.61
W. Agua Contendida (gr)	4.96	4.95	W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	28.98	39.14	43.77
W. Recipiente (gr)	13.82	14.96	W. Agua Contendida (gr)	4.66	7.99	9.84
W. Suelo Seco (gr)	22.23	21.88	W. Recipiente (gr)	14.28	14.34	13.79
Contenido de Hum. - W. (%)	22.31	22.62	W. Suelo Seco (gr)	14.70	24.80	29.98
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k	Contenido de Hum. - W. (%)	31.70	32.22	32.82
Límite Plástico	22		Límite Líquido	32		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.




ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente

Diagrama de Fluides




RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	32
Límite Plástico:	22
Índice de Plasticidad:	10
Cont. Humedad (W):	31.48 %
Densidad Humeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS INDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	2.35
Índice de Liquidez (I _L):	-1.35
Índice de Compresibilidad (C _c):	0.20
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	6.13
Índice de Toracidad (I _t):	1.63

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Clasificación de Suelos AASHTO M145.

➤ C- 04

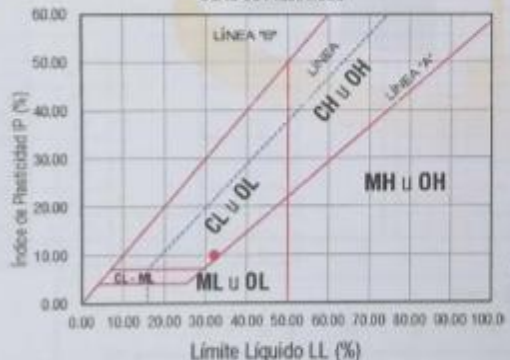
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CS-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		RUC	20605832688
	ASTM D2487 / AASHTO M145		REG. INDECOPI	023575-2620/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO - MARCAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	CALICATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCAHUAMACHICO
DISTRITO : HUAMACHICO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBJ. :	

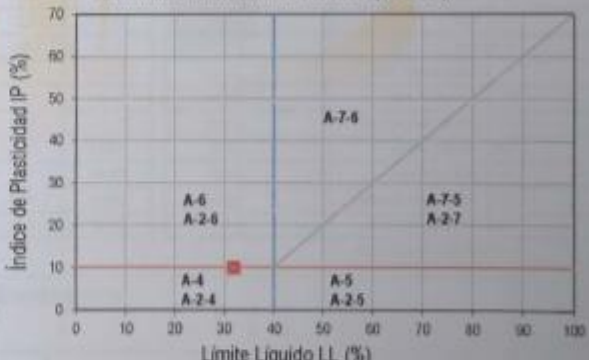
MUESTREO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LAB. TERRASLAB E.I.R.L.
ESTRATO : N.E.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)			
Naturaleza	Suelo de partículas gruesas.	Material granular.	
Características	Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Excelente a bueno como subgrado.	
Tipo	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Índice de Grupo (IG)	0
Descripción	Grava arcillosa con arena, con bloques.	Grava y arena arcillosa o limosa.	
Símbolo de Grupo	GC	A-2-4	
Clasificación	Grava arcillosa con arena, con bloques GC	Grava y arena arcillosa o limosa. A-2-4 (0)	
Terreno Fundación:	--	--	


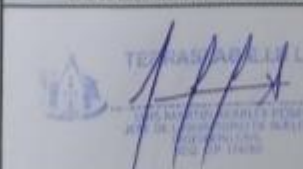

Carta de Plasticidad




Clasificación fracción limoso-arcillosa (AASHTO)



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ C - 05

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
			VERSIÓN	TLAB.01

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO - MARCA HUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		F. MUESTREO : 18/10/2021	GALICATA : CA-005
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRÓN	F. ENSAYO : 21/10/2021	SECTOR : MARCA HUAMACHICO
DISTRITO : HUAMACHICO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	OBS. :	

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318			
---	--	--	--


ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318			ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	C14A	C14C	Recipiente N°	C12C	C5B	C5C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	Número de Golpes	0	0	0
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00	W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)			W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k	Contenido de Hum. - W. (%)			
Límite Plástico	N.P.		Límite Líquido	N.P.		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.


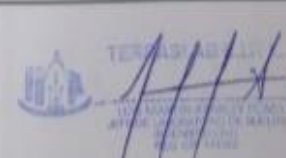

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Decantada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente

Diagrama de Fluides



N.P.

RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	N.P.
Límite Plástico:	N.P.
Índice de Plasticidad:	N.P.
Cont. Humedad (W):	5.70 %
Densidad Humeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS ÍNDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	N.P.
Índice de Liquidez (I _L):	N.P.
Índice de Compresibilidad (C _c):	N.P.
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	N.P.
Índice de Tenacidad (I _t):	N.P.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de I.M.	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CUC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

REPORTE DE ENSAYOS PROCTOR

TERRASLAB E.I.R.L.
[Handwritten signature]




• R.U.C. N° 2000583268

• Av. Solitario de Sayan S/N - Huancayo

• terraslab@gmail.com

• 064 290 997

➤ Suelo + 0% caucho. C- 02

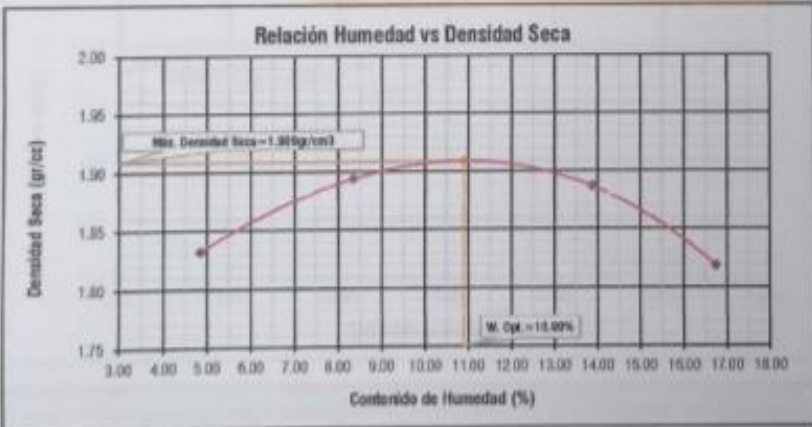
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		RUC	20605832688
	ASTM D1557 / ASTM D1883		REG. INDECOPI	025575-2020/060
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	Tbb 02

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO - MARCAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID ULCA MIRANDA		FECHA : 26/10/2021	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL : 1.50 m	CALICATA : CA-002
DISTRITO : HUAMACHICO	MATERIAL : SUBRASANTE	---	---




RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557							
N° Golpes por Capa	50	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
N° Capas	5	Dímetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
Ensayo N°		1	2	3	4		
Recipiente N°		R-2	R-4	R-14	R-15		
W. Rec. + W. Suelo Húmedo	(gr)	1,738.30	1,694.20	1,854.20	1,526.20		
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	1,738.20	1,612.00	1,730.20	1,427.00		
W. Agua Contendida	(gr)	50.10	72.20	124.00	99.20		
W. Recipiente	(gr)	707.80	747.00	835.50	834.70		
W. Suelo Seco	(gr)	1,035.40	866.00	893.70	592.30		
Contenido de Humedad - W.	(%)	4.84	8.35	13.87	16.75		
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	4.84		8.35		13.87	


DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Húmeda + Molde	(gr)	10,202.00	10,480.00	10,654.00	10,500.00
Peso Molde	(gr)	6,138.00	6,138.00	6,138.00	6,138.00
Peso Muestra Húmeda	(gr)	4,064.000	4,342.000	4,546.000	4,492.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	4.839	8.347	13.875	16.748
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)	1.921	2.062	2.148	2.123
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.832	1.894	1.887	1.818



Resultados	
Densidad Máxima	1.909 gr/cm ³
Humedad Óptima	10.90 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CUC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ Suelo + 20% caucho. C- 02

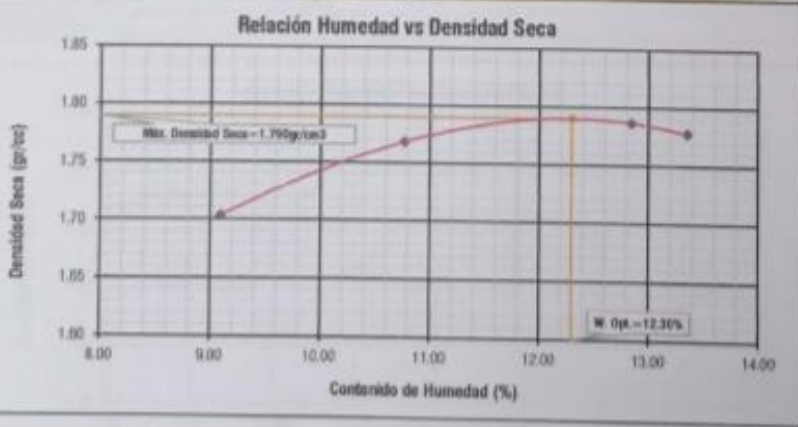
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-PM-001	
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		RUC: 20005832688	
	ASTM D1557 / ASTM D1883		REG. INDECOPI: 022575-2003/050	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			VERSIÓN: Tab. 02	

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021				
SOLICITANTE : DAVID YILCA MIRANDA		FECHA : 26/10/2021		CALCATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50 m	% CAUCHO : 20%	
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE			




RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557						
Nº Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde	Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
Nº Capas	5	Diámetro (cm)	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD						
Ensayo N°		1	2	3	4	
Recipiente N°		R-3	R-2	R-15	R-14	
W. Rec. + W. Suelo Humedo	(gr)	2,340.40	2,000.00	2,146.50	2,065.80	
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	2,153.50	1,940.90	2,010.00	1,925.90	
W. Agua Contenido	(gr)	186.90	113.10	127.50	139.90	
W. Recipiente	(gr)	753.10	709.70	834.70	838.50	
W. Suelo Seco	(gr)	1,400.10	1,244.20	1,184.30	1,089.40	
Contenido de Humedad - W.	(%)	13.35	9.09	10.77	12.84	
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	13.35		9.09	10.77	12.84


DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	10,402.00	10,069.00	10,282.00	10,604.00
Peso Molde	(gr)	6,138.000	6,138.000	6,138.000	6,138.000
Peso Muestra Humeda	(gr)	4,264.000	3,931.000	4,144.000	4,266.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(%)	13.348	9.000	10.766	12.842
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	2.015	1.858	1.958	2.016
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.778	1.703	1.780	1.787



Resultados	
Densidad Máxima	1.790 gr/cm ³
Humedad Óptima	12.30 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COG - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ Suelo + 30% caucho. C- 02

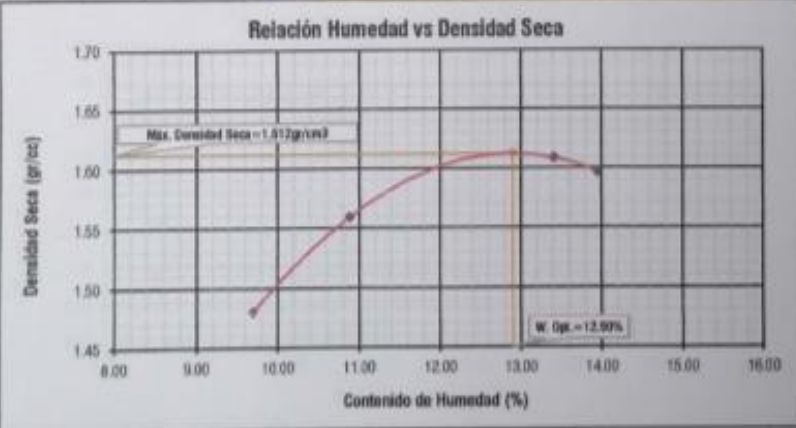
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1893		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023675-2020-050
			VERSIÓN	Tab 02

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VELCA MIRANDA	FECHA : 26/10/2021	CALICATA : CA-002	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50 m	% CAUCHO : 30%
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	—	—




RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557						
Nº Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde	Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
Nº Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD						
Ensayo Nº		1	2	3	4	
Recipiente Nº		R1	R2	R3	R4	
W. Rec. + W. Suelo Húmedo	(gr)	1,918.90	1,905.40	1,974.00	2,100.00	
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	1,749.40	1,718.40	1,740.60	1,843.00	
W. Agua Contendida	(gr)	169.50	187.00	233.40	257.00	
W. Recipiente	(gr)	0.00	0.00	0.00	0.00	
W. Suelo Seco	(gr)	1,749.40	1,718.40	1,740.60	1,843.00	
Contenido de Humedad - W	(%)	9.69	10.88	13.41	13.94	
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	9.69		10.88	13.41	13.94


DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo Nº		1	2	3	4
Recipiente Nº		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	9,572.00	9,796.00	9,996.00	9,988.00
Peso Molde	(gr)	6,138.00	6,138.000	6,138.000	6,138.000
Peso Muestra Humeda	(gr)	3,434.000	3,658.000	3,860.000	3,850.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	9.689	10.882	13.409	13.945
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.623	1.729	1.824	1.819
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.480	1.559	1.609	1.597



Resultados	
Densidad Máxima	1.612 gr/cm ³
Humedad Óptima	12.90 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio LM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ Suelo + 40% caucho. C- 02

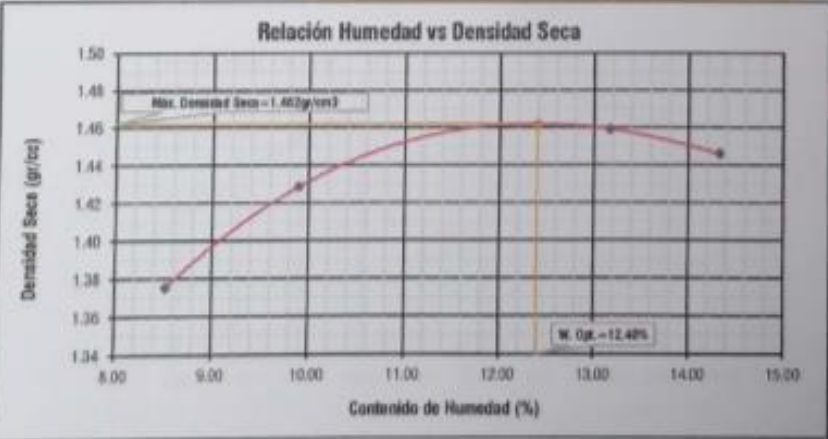
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		RUC: 20605832688
	ASTM D1557 / ASTM D1893		REG. INDECOPI: 027575-2020/DSD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSION: Tab 02	

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021.			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA	FECHA : 28/10/2021	CALICATA : CA-002	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50 m	% CAUCHO : 40%
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	---	---

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557						
N° Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde	Altura (cm)	11.0	Peso de Martillo	4.536 kg
N° Capas	5	Diámetro (cm)	Volumen	2116.01	Sobrecarga	




DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Recipiente N°	R1	R2	R3	R4
W. Rec. + W. Suelo Humedo (gr)	1,543.40	1,543.17	1,944.36	1,800.32
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	1,514.37	1,404.25	1,718.25	1,574.76
W. Agua Contenida (gr)	129.03	138.92	226.12	225.56
W. Recipiente (gr)				
W. Suelo Seco (gr)	1,514.37	1,404.25	1,718.25	1,574.76
Contenido de Humedad - W. (%)	8.52	9.89	13.16	14.32
Cont. de Hum. - W. Prom. (%)	8.52		9.89	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Recipiente N°	R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde (gr)	9,296.00	9,400.00	9,632.00	9,636.00
Peso Molde (gr)	6,136.000	6,136.000	6,136.000	6,136.000
Peso Muestra Humeda (gr)	3,158.000	3,222.000	3,494.000	3,498.000
Volumen del Molde (cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad (gr)	8.520	9.890	13.160	14.320
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.492	1.570	1.651	1.653
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.375	1.429	1.459	1.446



Resultados

Densidad Máxima	1.462	gr/cm ³
Humedad Óptima	12.40	%

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Ensayo Proctor Modificado

➤ Suelo + 0% caucho. C- 04

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883		RUC	20605832688
		REG. INDECOPI	025575-2009/0610
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	Tab.02

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUGO - MARICAHUAMACHUGO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILDA MIRANDA	FECHA : 26/10/2021	CALCATA : CA-004	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL : 1.50 m	% CAUCHO : 0%
DISTRITO : HUAMACHUGO	MATERIAL : SUBRASANTE	---	---

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557							
N° Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
N° Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R-2	R-4	R-14	R-15
W. Rec. + W. Suelo Hamedo	(gr)	1,958.80	1,479.20	1,006.30	1,710.10
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	1,834.00	1,438.20	1,533.80	1,609.90
W. Agua Contenido	(gr)	24.80	41.00	72.70	100.20
W. Recipiente	(gr)	707.80	747.00	838.50	834.70
W. Suelo Seco	(gr)	931.20	891.20	897.10	775.20
Contenido de Humedad - W	(%)	2.66	5.93	10.43	12.93
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	2.66		5.93	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	10,546.00	10,578.00	11,068.00	10,998.00
Peso Molde	(gr)	6,138.000	6,138.000	6,138.000	6,138.000
Peso Muestra Humeda	(gr)	4,408.000	4,740.000	4,930.000	4,860.000
Volumen del Molde	(cm3)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	2.663	5.932	10.429	12.926
Densidad Humeda	(gr/cm3)	2.083	2.240	2.330	2.297
Densidad Seca	(gr/cm3)	2.029	2.115	2.110	2.034


Relacion Humedad vs Densidad Seca

Máx. Densidad Seca = 2.132gr/cm3

Resultados	
Densidad Máxima	2.132 gr/cm3
Humedad Óptima	8.10 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio E.M.	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CUC - Laboratorio de Estudios Mecánicos

➤ Suelo + 20% caucho. C- 04

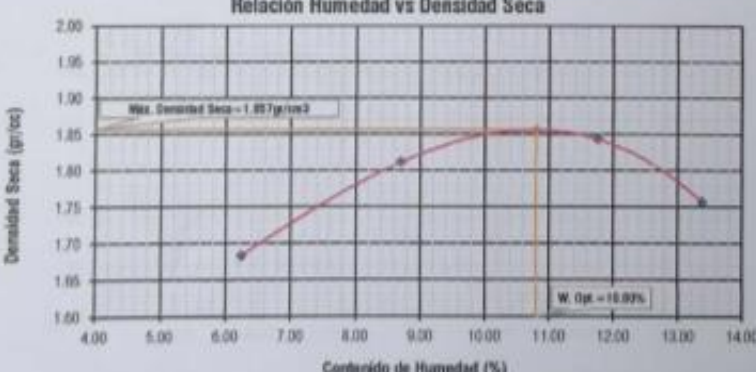
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		RUC	20605832688
	ASTM D1567 / ASTM D1883		REG. INDECOPI	020675-2020/050
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			VERSIÓN	Tbb.02

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECYCLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUMACHUCO - MARICAHUMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		FECHA : 26/10/2021	CALCATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRION	PROF. CAL. : 1.50 m	% CAUCHO : 20%
DISTRITO : HUMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	—	—

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1567							
Nº Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
Nº Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	




DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R3	R5	R7
W. Rec. + W. Suelo Humedo	(gr)	1,853.80	2,078.00	1,731.30	1,591.90
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	1,745.00	1,912.30	1,549.30	1,404.10
W. Agua Contenido	(gr)	108.80	166.30	182.00	187.80
W. Recipiente	(gr)				
W. Suelo Seco	(gr)	1,745.00	1,912.30	1,549.30	1,404.10
Contenido de Humedad - W.	(%)	6.23	8.70	11.75	13.38
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	6.23	8.70	11.75	13.38

DETERMINACION DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	9,922.00	10,304.00	10,498.00	10,354.00
Peso Molde	(gr)	6,138.000	6,138.000	6,138.000	6,138.000
Peso Muestra Humeda	(gr)	3,784.000	4,166.000	4,360.000	4,216.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	6.23%	8.69%	11.74%	13.37%
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.785	1.960	2.060	1.992
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.663	1.811	1.844	1.757



Relación Humedad vs Densidad Seca

Resultados	
Densidad Máxima	1.857 gr/cm ³
Humedad Óptima	10.00 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ Suelo + 30% caucho. C- 04

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883		RUC	20605432688
		REG. INDECOPI	0231575-2020-050
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN	Tub 02

PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO - MARCAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		FECHA : 26/10/2021	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50 m	% CAUCHO : 30%
DISTRITO : HUAMACHICO	MATERIAL : SUBRASANTE	---	---

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557							
Nº Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
Nº Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		C16-A	C11-A	M3-2	C2-C
W. Rec. + W. Suelo Humedo	(gr)	2,042.00	1,877.80	1,998.20	2,047.10
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	1,907.30	1,701.70	1,774.10	1,803.40
W. Agua Contenido	(gr)	135.30	176.10	224.10	243.70
W. Recipiente	(gr)				
W. Suelo Seco	(gr)	1,907.30	1,701.70	1,774.10	1,803.40
Contenido de Humedad - W.	(%)	7.09	10.35	12.63	13.51
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	7.09	10.35	12.63	13.51

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	9,528.00	9,774.00	9,626.00	9,822.00
Peso Molde	(gr)	6,138.00	6,138.00	6,138.00	6,138.00
Peso Muestra Humeda	(gr)	3,390.000	3,636.000	3,688.000	3,684.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	7.094	10.348	12.632	13.513
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.602	1.718	1.743	1.741
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.496	1.557	1.547	1.534

Relación Humedad vs Densidad Seca


Max. Densidad seca = 1.556 gr/cm³

W. Opt. = 10.90%

Resultados	
Densidad Máxima	1.556 gr/cm ³
Humedad Óptima	10.90 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COO - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	 TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	 TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

➤ Suelo + 40% caucho. C- 04

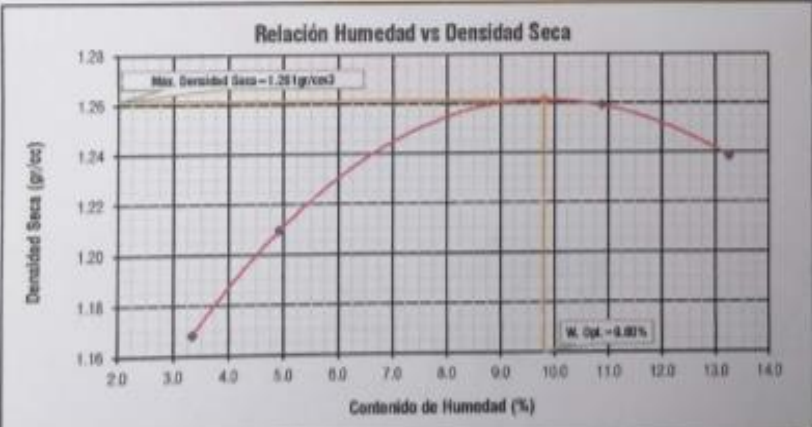
	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		RUC	20005632688
	ASTM D1557 / ASTM D1983		REG. INDECOP	023575-2020/DGD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			VERSIÓN	Tab.02

PROYECTO : USO DE CALICHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO - MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VELAZO MIRANDA		FECHA : 26/10/2021	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL : 1.50 m	% CAUCHO : 40%
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	— ;	— ;




RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557						
N° Golpes por Capa	50	Dimensiones del Molde	Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
N° Capas	5	Diámetro (cm)	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R-3	R-2	R-15	R-14
W. Rec. + W. Suelo Humedo	(gr)	1,743.80	1,827.00	1,818.30	1,591.80
W. Rec. + W. Suelo Seco	(gr)	1,897.20	1,791.60	1,721.80	1,503.40
W. Agua Contendida	(gr)	46.40	38.30	66.50	88.40
W. Recipiente	(gr)	753.40	779.70	834.70	836.50
W. Suelo Seco	(gr)	943.80	1,088.90	886.90	666.90
Contenido de Humedad - W.	(%)	4.92	3.33	10.88	13.28
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	4.92	3.33	10.88	13.28

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	8,823.00	8,992.00	8,992.00	9,106.00
Peso Molde	(gr)	5,138.00	6,138.00	6,138.00	6,138.00
Peso Muestra Humeda	(gr)	2,685.000	2,554.000	2,854.000	2,968.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	4.916	3.334	10.881	13.255
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.260	1.207	1.396	1.403
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.200	1.168	1.259	1.238



Resultados	
Densidad Máxima	1.261 gr/cm ³
Humedad Óptima	9.80 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio LM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		



TERRASLAB E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

REPORTE DE ENSAYO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)


TERRASLAB E.I.R.L.

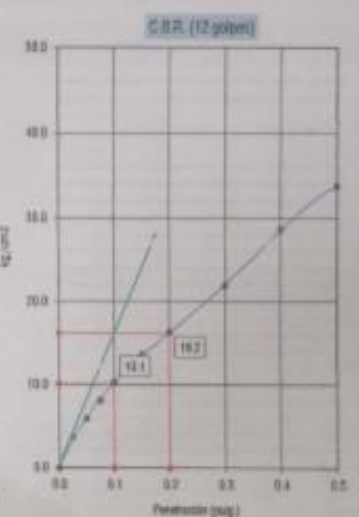
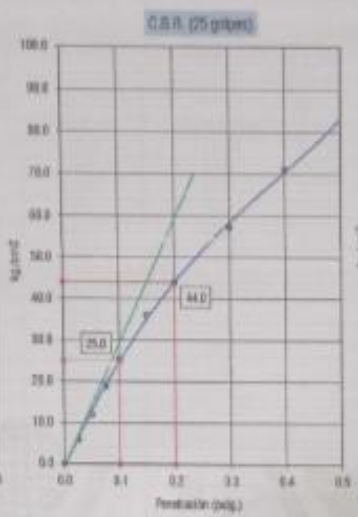
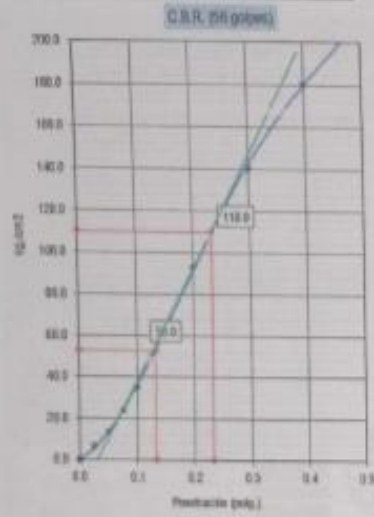

● R.U.C. N° 2060583268 ● terraslab@gmail.com
▼ Av. Solitaria de Sayan S/N - Huamantla ● 056 290 987

CBR.

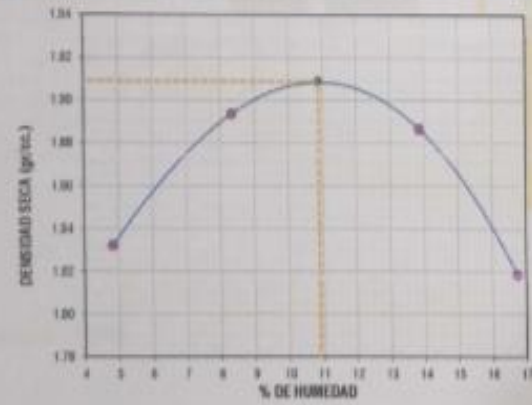
➤ Suelo + 0% caucho. C- 02.

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO											
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		RMC											
		REG. INDECOPI 029575-2020/0360											
		VERSIÓN 1.2											
PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECYCLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA HUAMACHICO - MARCAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021													
SOLICITANTE : DAVID VILCA MORAÑA		FECHA : 21/10/2021											
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN	CALCULO : CA-002 - 05											
DISTRITO : HUAMACHICO	MATERIAL : SUPERFICIE	ESTADO : --											
	COTIZACION : --	REGION : --											
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Muestra	A02		B02		C02								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	25		25		25								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12 079	12 720	12 510	12 500	12 400	12 374							
Peso molde (gr.)	4 308	4 308	4 180	4 180	4 240	4 240							
Peso suelo compactado (gr.)	4 370	4 414	4 327	4 402	4 160	4 334							
Volumen del molde (cm ³)	2 131	2 131	2 144	2 144	2 138	2 178							
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2 051	2 071	2 018	2 081	1 940	1 980							
Densidad seca (gr./cm ³)	1 867	1 896	1 827	1 830	1 730	1 722							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de agua (gr.)	13 81	792 00	14 27	780 10	13 03	792 30							
Peso + sustrato húmedo (gr.)	201 81	1092 10	200 14	1640 00	195 42	1092 30							
Peso + sustrato seco (gr.)	201 80	1092 80	201 20	1638 10	182 80	1092 20							
Peso de agua (gr.)	19 81	90 30	28 94	106 90	18 40	138 50							
Peso de sustrato seco (gr.)	187 99	776 50	276 03	770 00	167 30	787 10							
Humedad (%)	10 43	11 81	10 45	13 72	11 01	15 45							
EXPANSION													
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Diámetro (mm)	Expansión (%)	Diámetro (mm)	Expansión (%)							
27/10/2021	03:50	0	0	0.00	0	0.00							
28/10/2021	03:50	24	10	0.25	10	0.30							
29/10/2021	03:50	48	16	0.41	19	0.48							
30/10/2021	03:50	72	20	0.51	22	0.56							
31/10/2021	03:50	96	25	0.51	24	0.61							
PENETRACION													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	A56				B5				C12			
		Carga (kg)	kg/cm ²	Corrección (kg/cm ²)	CBR %	Carga (kg)	kg/cm ²	Corrección (kg/cm ²)	CBR %	Carga (kg)	kg/cm ²	Corrección (kg/cm ²)	CBR %
0.025		127	5.5			114	5.9			71	3.0		
0.050		257	11.7			223	12.0			116	6.0		
0.075		387	17.7			335	18.8			172	8.1		
0.100	70 360	486	25.2	53.0	75.3	460	25.2	26.0	39.5	200	10.1	10.1	14.4
0.150		1233	63.3			792	36.0			296	13.6		
0.200	105 201	1810	90.9	110.0	184.7	857	44.0	44.0	41.8	319	16.4	16.7	15.4
0.300		2541	140.7			1114	57.2			420	21.0		
0.400		3015	180.5			1304	71.1			457	28.0		
0.500		4007	240.7			1614	82.8			497	33.7		
OBSERVACIONES:													
TERRASLAB E.I.R.L.													
Técnico de Laboratorio EM		Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos		CGC - Laboratorio de Estudios Mecánicos									
													

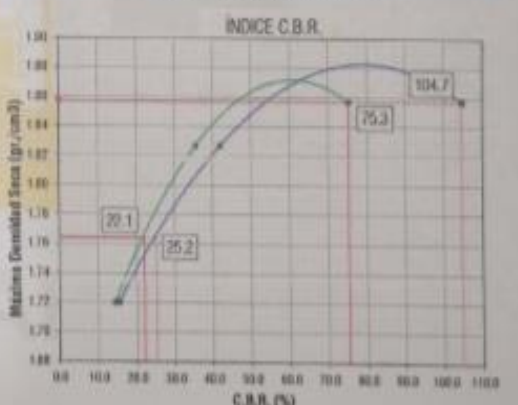
Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1.509 gr/cm ³
Máxima Densidad Seca - al 95%	1.314 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	10.90 %



CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio I/M	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CDO - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

➤ Suelo + 20% caucho. C- 02.

		TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-CBR-001									
		ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RBC	20605832688								
		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/CLO								
				VERSIÓN	1.2								
PREFECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMCHUCO - MARCA/SAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021													
SOLICITANTE : DAVID VELCA MIRANDA		FECHA : 31/10/2021		CALCATA : CA-002 - 20%									
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD		PROVINCIA : SANCHEZ CARBON		SECTOR : MARCA/SAMACHUCO									
DISTRITO : HUAMCHUCO		MATERIAL : SUBRASANTE		COTA : --									
				ESTE : --									
				NORTE : --									
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Módulo N°	A05		B05		C10								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	25		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO								
Peso curso + molde (gr.)	12,378	12,508	12,308	12,440	11,502	12,254							
Peso molde (gr.)	8,358	8,208	8,186	8,186	8,242	8,242							
Peso suelo compactado (gr.)	4,020	4,198	4,117	4,254	3,660	4,012							
Volumen del molde (cm³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,178	2,173							
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,910	1,970	1,920	1,984	1,680	1,842							
Densidad Seca (gr./cm³)	1,720	1,727	1,726	1,729	1,561	1,579							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de lata (gr.)	12,91	751,80	14,27	750,10	13,63	752,10							
Lata + suelo húmedo (gr.)	221,51	1660,80	320,14	1646,95	190,42	1637,70							
Lata + suelo seco (gr.)	205,90	1547,80	289,25	1533,10	170,70	1511,30							
Peso de agua (gr.)	20,61	112,00	30,84	113,85	19,83	126,50							
Peso de suelo seco (gr.)	186,90	794,00	274,90	772,00	185,96	759,10							
Humedad (%)	11,02	14,10	11,25	14,75	11,95	16,66							
EXPANSION													
Fecha	Hora	Tempo hr	Diel 0,01"	Expansión		Expansión		Diel	Expansión				
				mm	%	mm	%		mm	%			
27/10/2021	09:50	8	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		
28/10/2021	09:50	24	36	0,91	0,79	29	0,74	0,62	4	0,10	0,09		
29/10/2021	09:50	48	38	0,97	0,83	31	0,79	0,68	5	0,13	0,11		
30/10/2021	09:50	72	42	1,07	0,92	31	0,79	0,68	5	0,13	0,11		
31/10/2021	09:50	96	42	1,07	0,92	32	0,81	0,70	6	0,15	0,13		
PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	A05				B05				C10			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0,025		80	4,4			76	3,9			44	2,3		
0,050		178	9,1			155	8,0			79	3,7		
0,075		325	16,8			311	12,5			155	5,1		
0,100	70,900	497	23,4	35,0	49,7	380	18,8	17,0	24,2	120	6,4	6,5	9,2
0,150		822	42,2			468	24,0			185	8,5		
0,200	105,031	1267	62,0	72,0	68,6	571	29,1	29,5	27,8	190	10,2	10,0	8,5
0,300		1827	93,8			740	38,1			267	13,7		
0,400		2344	123,3			903	47,4			348	17,9		
0,500		3064	153,1			1105	56,2			418	22,5		
OBSERVACIONES:													
													
Técnico de Laboratorio TM		Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos			CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos								
													



TERRASLAB E.I.R.L.
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FORMATO	T-CBR-001
RUC	20005432640
REG. INDIACOPI	027575-2021000
VERSION	1.2

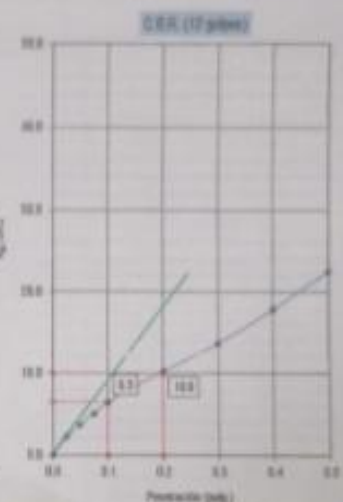
Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1.716 g/cm ³
Máxima Densidad Seca a 95%	1.701 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	12.30 %



C.B.R. (50% M.D.S.) 0.1": 49.7 %

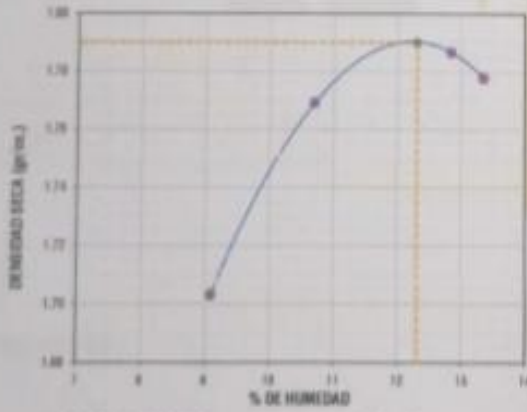


C.B.R. (10% M.D.S.) 0.2": 24.2%



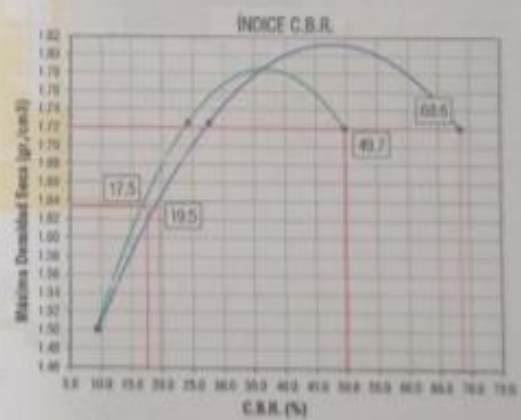
C.B.R. (10% M.D.S.) 0.2": 32%

CURVA DE COMPACTACION - ASTM D1557



C.B.R. (10% M.D.S.) 0.1": 49.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 17.8 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (10% M.D.S.) 0.2": 49.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 10.3 %

OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio TM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CDO - Laboratorio de Estudios Mecánicos

➤ Suelo + 30% caucho. C- 02.

		TERRASLAB E.I.R.L.				FORMATO: C-001 (01)	
		ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1553				NOC: 000000000	
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y FUNDAMENTOS				RES. INBOCOP: 000075-0000000	
						VERSION: 7.2	
PROYECTO: VIAL DE GRUPO UNIMARIL RECALZADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA VIVIENDA DE LA CARRETERA HUAMACHED - MARCAHAMBUECO - LA LIBERTAD - 2021							
SOLICITANTE: GRUPO VILLA MARIANA			FECHA: 11/09/2021		CALCULO: CA-007 - 30%		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD		PROVINCIA: SAN CARLOS		MUNICIPIO: MARCAHAMBUECO		DIRE: -	
DISTRITO: HUAMACHACO		MATERIAL: SUBGRANITO		COTA: -		NORTE: -	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Módulo W	30%		60%		90%	
	S	W	S	W	S	W
Norma de agua						
Norma de gases						
Condición de humedad	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso seco + humedad (gr)	17.180	17.254	17.200	17.118	17.807	17.774
Peso humedad (gr)	8.300	8.300	8.180	8.180	8.340	8.240
Peso seco corregido (gr)	8.874	8.954	9.020	8.938	9.467	9.534
Volumen del molde (cm ³)	2.101		2.144		2.144	
Densidad aparente (gr/cm ³)	4.224		4.168		4.419	
Densidad seca (gr/cm ³)	4.180		4.161		4.404	
Densidad seca (gr/cm ³)	4.180		4.161		4.404	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de base (gr)	14.27	703.70	14.20	700.10	11.07	702.10
Peso + agua humedad (gr)	247.20	1091.70	260.20	1030.70	230.20	1000.30
Peso + agua seco (gr)	233.00	737.00	235.00	720.00	219.00	730.00
Peso de agua (gr)	14.20	254.70	25.20	180.70	11.20	170.30
Peso de suelo seco (gr)	200.80	712.00	210.00	539.30	207.80	560.00
Humedad (%)	7.04	35.74	11.25	25.86	5.29	24.47

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo hr	Diel 0.01"	Expansión		Diel	Expansión		Diel	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/02/2021	00:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/02/2021	00:50	24	164	4.17	5.52	182	4.62	3.07	202	5.13	4.41
29/02/2021	00:50	48	180	4.58	3.93	213	5.41	4.85	260	6.90	5.07
30/02/2021	00:50	72	200	5.31	4.50	240	6.30	5.41	273	6.99	5.90
11/02/2021	00:50	96	210	5.40	4.69	252	6.40	5.50	281	7.14	6.13

PENETRACION													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	ASB				ES				C10			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025	3.1	3.1	2.5		3.1	2.7			3.1	1.9			
0.050	6.2	6.2	5.5		6.2	5.0			6.2	3.0			
0.075	9.3	9.3	8.5		9.3	7.5			9.3	4.1			
0.100	12.4	12.4	11.1	22.0	31.3	12.4	11.8	12.0	17.1	10.0	5.1	7.8	
0.150	18.6	18.6	16.7	44.0	41.8	18.6	17.8	21.0	29.8	15.0	8.2	7.8	
0.200	24.8	24.8	22.3			24.8	23.7			20.0	11.0		
0.300	37.2	37.2	33.8			37.2	35.7			30.0	14.3		
0.400	49.6	49.6	45.1			49.6	47.4			40.0	18.0		

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

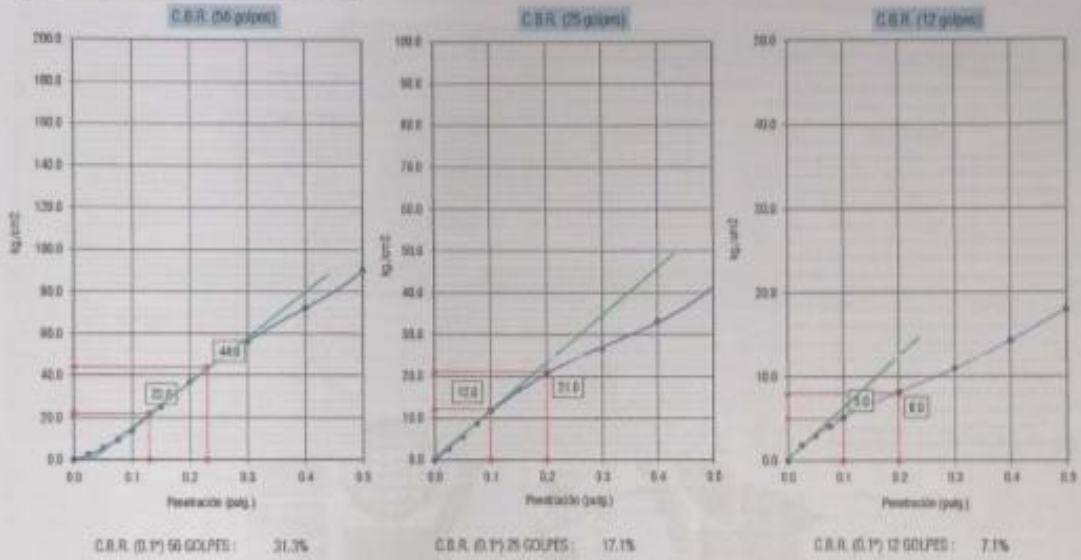
TERRASLAB E.I.R.L.		
Firma de Laboratorio CM	Firma de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CCO - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		



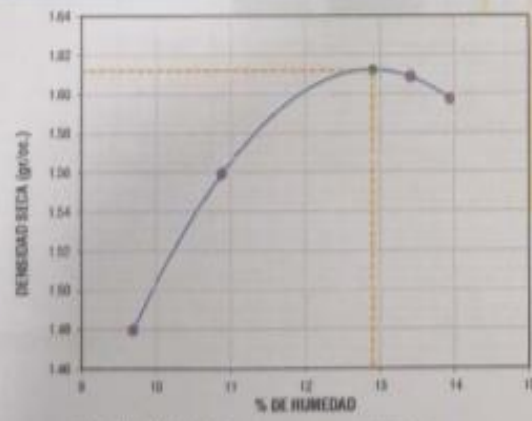
TERRASLAB E.I.R.L.
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FORMATO	F-CBR-001
RUC	20065322568
REG. INDECOPI	022575-2009/0750
VERSION	1.2

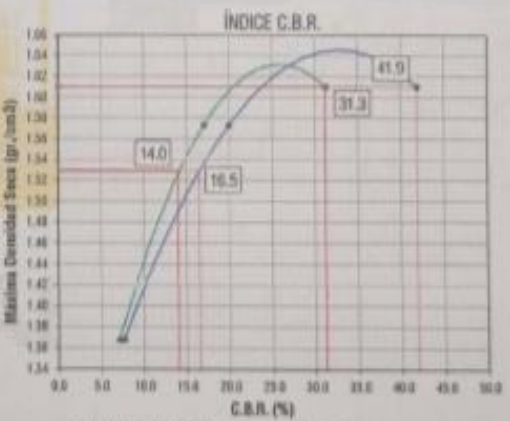
Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1.612 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 95%	1.531 g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	12.90 %



CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CSQ - Laboratorio de Estudios Mecánicos

➤ Suelo + 40% caucho. C- 02.

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	FORM-001
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RUC	2030427688
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		RES. INDECOPI	200875-2020/05/0
		VERSIÓN	1.2
PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMBUCHO - MARICAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID WILCA MIRANDA		FECHA : 31/10/2021	CALCATE : CA-002 - 475
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRON	SECTOR : MARICAHUAMACHICO	ESTE : -
DISTRITO : HUAMBUCHO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -	NORTE : -

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	A25		B25		C12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	25		25		25	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,248	11,325	11,415	11,508	11,292	11,386
Peso molde (gr.)	8,308	8,308	8,186	8,186	8,242	8,242
Peso suelo compactado (gr.)	2,940	3,017	3,227	3,412	2,960	3,144
Volumen del molde (cm ³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,178	2,178
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,381	1,396	1,505	1,581	1,359	1,443
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,426	1,441	1,339	1,346	1,264	1,276

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	13,91	761,30	14,27	790,30	13,90	767,90
Tara + suelo húmedo (gr.)	221,51	1823,13	325,14	1645,00	126,40	1827,70
Tara + suelo seco (gr.)	198,90	1402,30	285,40	1505,30	178,30	1458,30
Peso de agua (gr.)	22,61	130,80	39,74	139,70	21,12	139,40
Peso de suelo seco (gr.)	194,79	750,30	272,15	746,20	164,67	746,20
Humedad (%)	12,40	17,30	12,40	18,25	12,83	18,58

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Diel	Expansión		Diel	Expansión		Diel	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/10/2021	00:50	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
28/10/2021	00:50	24	180	4,80	4,12	220	5,79	4,98	246	6,25	5,37
29/10/2021	00:50	48	225	5,98	4,87	290	6,85	5,72	272	6,91	5,94
30/10/2021	00:50	72	245	6,22	5,35	280	7,16	6,15	285	7,24	6,22
31/10/2021	00:50	96	297	6,40	5,50	300	7,67	6,59	301	7,66	6,57

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	A25				B25				C12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		25	1,3			21	1,1			19	0,8		
0,050		50	2,7			44	2,2			28	1,3		
0,075		75	4,1			66	3,3			41	1,9		
0,100	70,365	137	7,0	11,0	15,8	92	4,7	4,6	6,5	43	2,2	2,2	3,1
0,150		247	12,7			131	6,7			59	2,9		
0,200	106,203	322	16,6	22,0	28,9	190	9,2	8,1	7,7	68	3,5	3,3	3,3
0,300		548	28,1			258	10,7			91	4,7		
0,400		733	36,1			358	13,3			118	6,1		
0,500		977	49,0			471	16,6			149	7,6		

OBSERVACIONES:

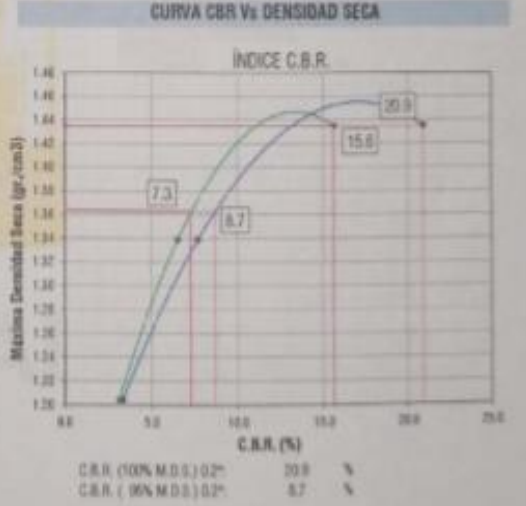
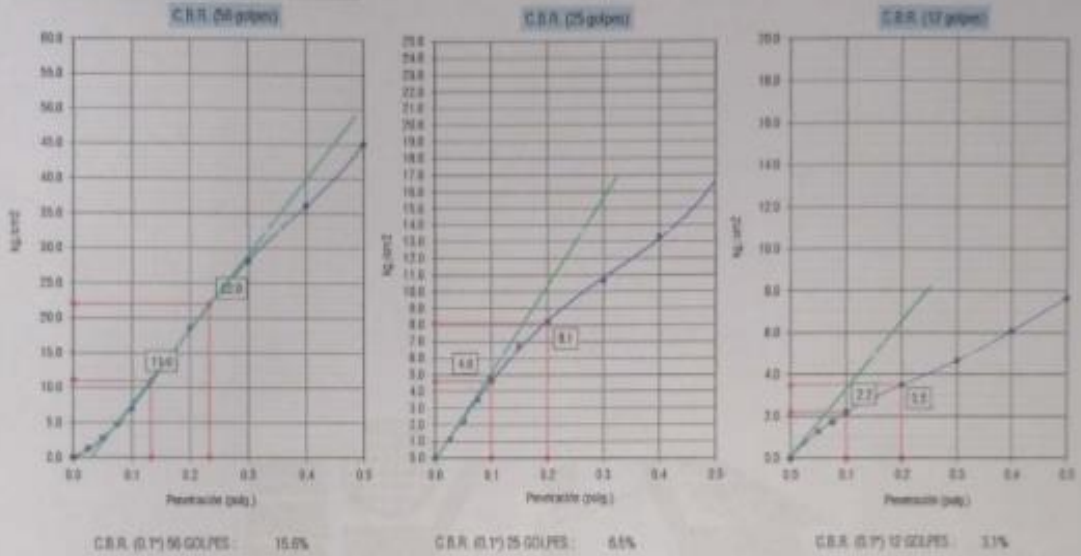
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos



TERRASLAB E.I.R.L.
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FORMATO	T-CBR-001
RIZ	2003-02588
REG. INDCOPI	02007-2006/03
VERSION	1.2

Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1.452 gr/cm ³
Máxima Densidad Seca al 95%	1.389 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	12.40 %



OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio TM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos

CBR

➤ **Suelo + 0% caucho. C- 04.**

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CBR-001
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RUC	20005832568
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		RES. INDECOPI	023575-2020/D50
		VERSION	1.2
PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUCO-MARCAHUAMACHUCO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VIRGA MIPANDA			
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD		FECHA : 31/10/2021	GALICATA : CA-004 - 00%
PROVINCIA : SANCHEZ CARRON		SECTOR : MARCAHUAMACHUCO	ESTE : --
DISTRITO : HUAMACHUCO		MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : --
		CORDENADAS :	NORTE : --

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	A56		B25		C12	
Numero de capas	5		5		5	
Numero de golpes	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13.045	13.098	12.877	13.028	12.470	12.566
Peso molde (gr.)	8.348	8.348	8.279	8.279	8.182	8.182
Peso suelo compactado (gr.)	4.698	4.752	4.698	4.749	4.288	4.384
Volumen del molde (cm ³)	2.131	2.131	2.144	2.144	2.178	2.178
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.205	2.230	2.191	2.215	1.968	2.012
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.034	2.036	2.013	2.020	1.811	1.815

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	13.54	637.00	15.01	756.70	15.96	702.50
Tara + suelo húmedo (gr.)	232.20	1717.30	245.80	1819.70	224.86	2096.30
Tara + suelo seco (gr.)	215.30	1641.30	227.10	1726.10	208.00	1959.30
Peso de agua (gr.)	17.90	76.00	18.70	93.60	16.86	137.00
Peso de suelo seco (gr.)	201.56	804.30	212.09	969.40	192.94	1256.80
Humedad (%)	8.43	9.45	8.82	9.66	8.71	10.90

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/10/2021	03:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/10/2021	03:50	24	1	0.03	0.02	4	0.18	0.09	3	0.08	0.07
29/10/2021	03:50	48	2	0.05	0.04	4	0.13	0.11	7	0.18	0.15
30/10/2021	03:50	72	2	0.05	0.04	5	0.13	0.11	7	0.18	0.15
31/10/2021	03:50	96	3	0.08	0.07	6	0.13	0.11	8	0.20	0.17

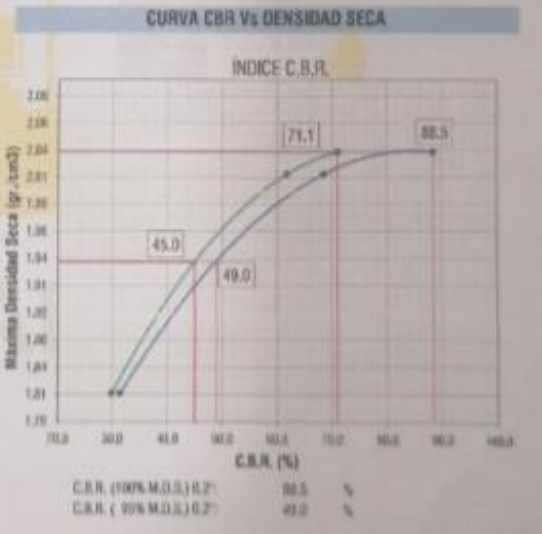
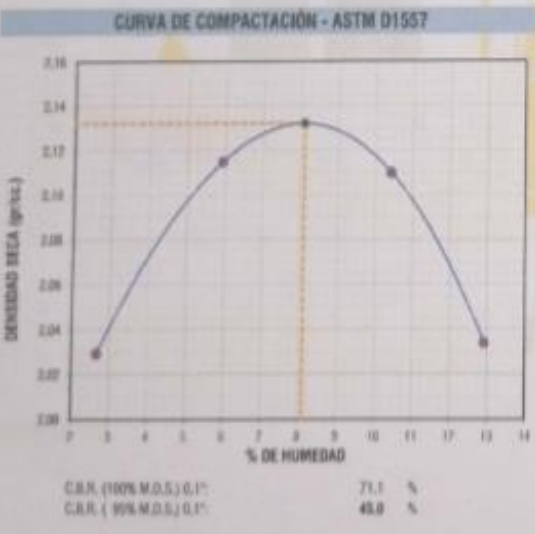
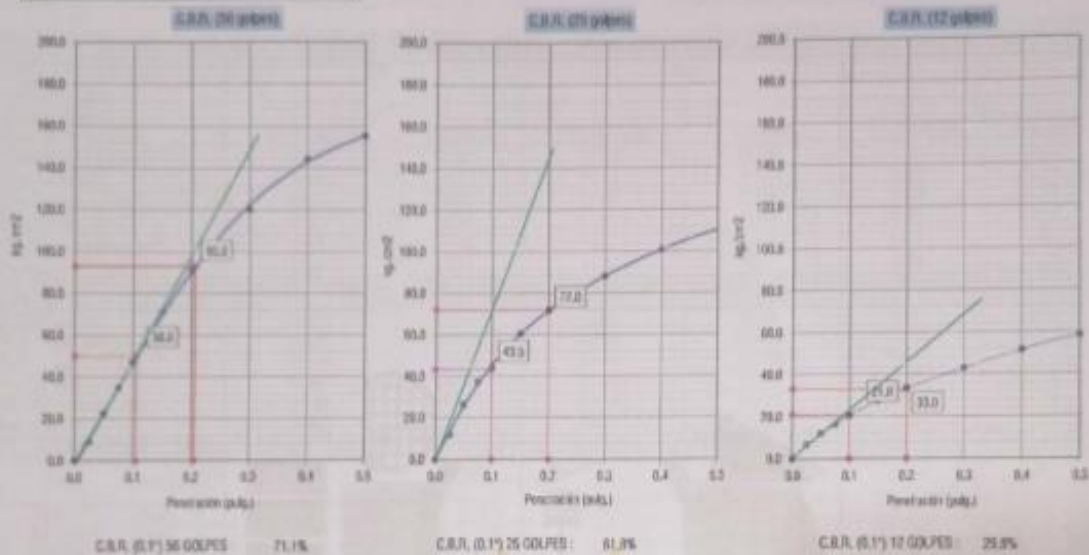
PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	A56				B25				C12			
		Carga (kg)	kg/cm ²	Corrección (kg/cm ²)	CBR %	Carga (kg)	kg/cm ²	Corrección (kg/cm ²)	CBR %	Carga (kg)	kg/cm ²	Corrección (kg/cm ²)	CBR %
0.025		175	9.0			232	11.9			127	6.5		
0.050		434	22.3			514	26.4			331	11.9		
0.075		680	34.9			728	37.3			519	18.4		
0.100	70.360	922	47.3	50.0	71.1	866	44.5	43.5	81.8	397	20.4	21.0	29.8
0.150		1383	71.0			1175	60.3			533	27.4		
0.200	105.031	1775	91.1	93.0	88.5	1395	71.6	72.0	84.6	650	33.6	33.0	31.4
0.300		2345	120.4			1711	87.9			832	42.7		
0.400		2811	144.3			1961	100.7			909	51.3		
0.500		3024	155.3			2143	110.0			1124	58.2		

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CUC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
  TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD CALLE DEL COMERCIO 1208 CHICLA, HUAMACHUCO	  TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD CALLE DEL COMERCIO 1208 CHICLA, HUAMACHUCO	

Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	2.132 gr/cm ³
Máxima Densidad Seca al 95%	2.025 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	8.10 %

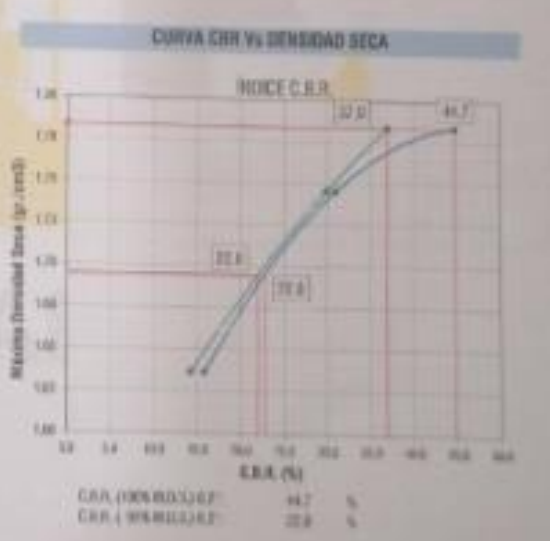
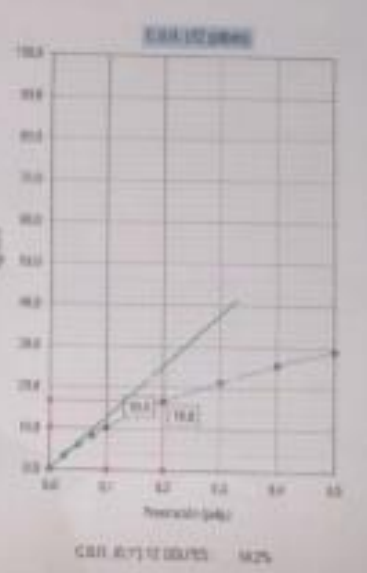
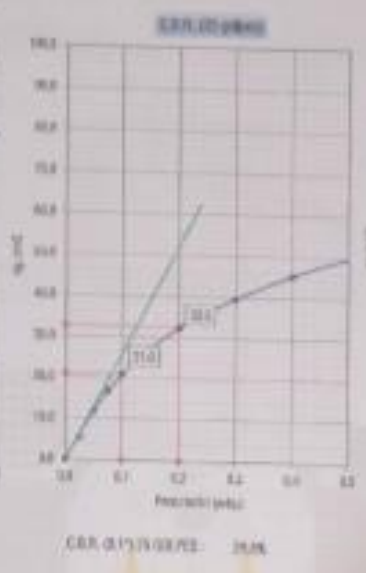
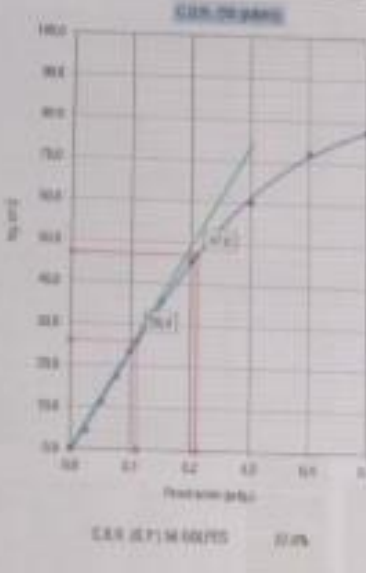


OBSERVACIONES:

➤ Suelo + 20% caucho. C- 04.

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CBR-001								
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RUC	2005832088								
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/050								
		VERSION	1.2								
PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO-MARCHAMARUCHO - LA LIBERTAD - 2021											
SOLICITANTE : DAVID VELCA MIRANDA		FECHA : 31/10/2021	CALICATA : CA-004 - 30%								
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARBON	SECTOR : MARCHAMARUCHO	ESTE : -								
DISTRITO : HUAMACHICO	NATURALEZA : SUBRASANTE	COTA : -	NORTE : -								
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)											
Molde Nº	A56		B25		C12						
Numero de capas	5		5		5						
Numero de golpes	56		25		12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	12,550	12,906	12,418	12,488	12,122	12,236					
Peso molde (gr.)	8,348	8,346	8,279	8,279	8,182	8,182					
Peso suelo compactado (gr.)	4,204	4,260	4,137	4,209	3,940	4,054					
Volumen del molde (cm ³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,176	2,176					
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,973	1,999	1,929	1,963	1,809	1,861					
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,764	1,787	1,746	1,750	1,636	1,639					
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Peso de tara (gr.)	13,64	837,00	15,01	756,70	15,06	792,50					
Tara + suelo húmedo (gr.)	243,20	1458,70	247,20	1828,50	236,20	1624,30					
Tara + suelo seco (gr.)	221,20	1392,20	225,10	1712,30	214,20	1600,20					
Peso de agua (gr.)	22,00	66,00	22,10	116,20	21,90	124,10					
Peso de suelo seco (gr.)	207,56	555,20	210,09	955,60	199,14	987,70					
Humedad (%)	10,60	11,89	10,52	12,16	10,95	13,58					
EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/10/2021	03:50	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
28/10/2021	03:50	24	16	0,43	0,35	23	0,58	0,50	32	0,81	0,70
29/10/2021	03:50	48	21	0,53	0,46	35	0,89	0,76	47	1,07	0,90
30/10/2021	03:50	72	24	0,61	0,52	56	1,42	1,22	48	1,22	1,06
31/10/2021	03:50	96	25	0,64	0,55	58	1,47	1,27	50	1,27	1,09
PENETRACION											
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	A56		B25		C12					
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
0,025		88	4,5	129	5,4	64	3,3				
0,050		217	11,1	211	11,9	115	5,9				
0,075		340	17,5	327	16,8	159	8,2				
0,100	70,360	467	23,7	400	20,8	210	29,8				
0,150		692	35,5	579	27,1	266	13,7				
0,200	106,621	888	45,6	628	32,2	325	16,7				
0,300		1172	60,2	770	38,5	418	21,4				
0,400		1425	72,1	953	45,3	498	25,6				
0,500		1512	77,6	964	49,5	567	29,1				
TERRASLAB E.I.R.L.											
OBSERVACIONES:											
TERRASLAB E.I.R.L.											
Tecnico de Laboratorio FM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos		CGC - Laboratorio de Estudios Mecánicos								

Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1.857 (g/cm ³)
Máxima Densidad Seca @ 55%	1.704 (g/cm ³)
Otros Controles de Humedad	10.00 %



OBSERVACIONES:

➤ Suelo + 30% caucho. C- 04.

TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-CSP-001
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RUC	20605632688
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/050
		VERSION	1.2
PROYECTO : USO DE CAUCHO GRANULAR REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHICO-MARCAHUAMACHICO - LA LIBERTAD - 2021			
SOLICITANTE : DAVID VILCA MIRANDA		FECHA :	31/10/2021
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD		PROVINCIA :	SANJUAN DE LOS RIOS
DISTRITO : HUAMACHICO		NACIONAL :	SUBRASANTE
		SECTOR :	MARCAHUAMACHICO
		ESTADO :	--
		COTA :	--
		MONTE :	--

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	A56		B25		C12	
Numero de capas	5		5		5	
Numero de golpes	56		25		13	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde (gr.)	11,346	12,508	11,777	11,806	11,270	11,396
Peso suelo (gr.)	8,346	8,346	8,279	8,279	8,182	8,182
Peso suelo compactado (gr.)	3,589	3,602	3,498	3,619	3,088	3,104
Volumen del molde (cm ³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,176	2,176
Densidad hmeda (gr./cm ³)	1,689	1,719	1,631	1,688	1,418	1,462
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,523	1,518	1,472	1,477	1,283	1,270

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	15,24	870,00	15,45	858,00	15,35	864,00
Tara + suelo hmedo (gr.)	248,50	1584,50	249,50	1354,20	237,30	1584,50
Tara + suelo seco (gr.)	225,60	1580,20	226,60	1292,30	216,20	1490,30
Peso de agua (gr.)	22,90	84,30	22,90	61,90	21,10	94,20
Peso de suelo seco (gr.)	210,36	630,20	211,15	434,30	200,85	626,20
Humedad (%)	10,89	13,38	10,85	14,25	10,51	15,06

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/10/2021	03:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/10/2021	03:50	24	86	2.18	1.88	92	2.34	2.01	101	2.57	2.20
29/10/2021	03:50	48	92	2.34	2.01	125	3.10	2.73	129	3.28	2.81
30/10/2021	03:50	72	102	2.50	2.23	132	3.35	2.88	135	3.43	2.95
31/10/2021	03:50	96	105	2.67	2.29	136	3.45	2.97	137	3.48	2.99

PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	A56				B25				C12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		43	2.2			50	2.6			32	1.7		
0.050		106	5.3			110	5.7			58	3.0		
0.075		167	8.6			156	8.0			81	4.2		
0.100	70.360	226	11.6	12.0	17.1	194	10.0	10.0	14.2	101	5.2	5.2	7.4
0.150		359	17.4			253	13.0			130	7.0		
0.200	105.001	535	27.3	23.0	21.8	300	15.4	15.8	15.0	155	8.5	8.8	8.4
0.300		874	44.5			388	19.9			212	10.9		
0.400		1144	59.5			472	24.6			235	13.1		
0.500		1411	73.0			481	24.7			289	14.0		

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

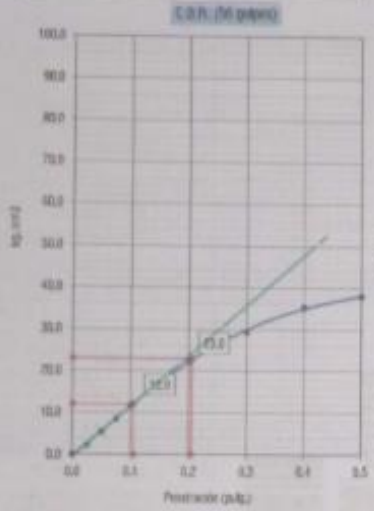
TERRASLAB E.I.R.L.		
Tercero de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS AV. LOS ANDES 1050 BARRIO SAN JUAN DE LOS RIOS HUAMACHICO - LA LIBERTAD	 TERRASLAB E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS AV. LOS ANDES 1050 BARRIO SAN JUAN DE LOS RIOS HUAMACHICO - LA LIBERTAD	



TERRASLAB E.L.R.L.
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FORMATO	S-CBR-001
RUC	20005032668
REG. INDECOPI	073575-2020-030
VERSION	1.2

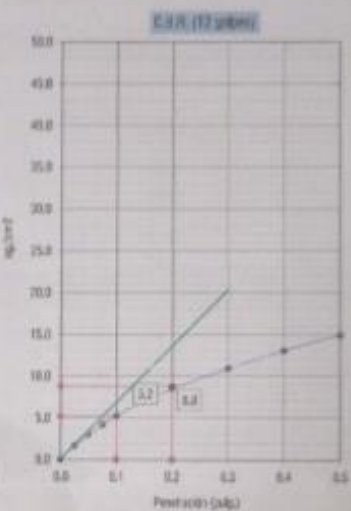
Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1.558 gr/cm ³
Máxima Densidad Seca al 55%	1.480 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	10.90 %



C.B.R. (0.1') 50 GOLPES: 17.1%



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 14.2%



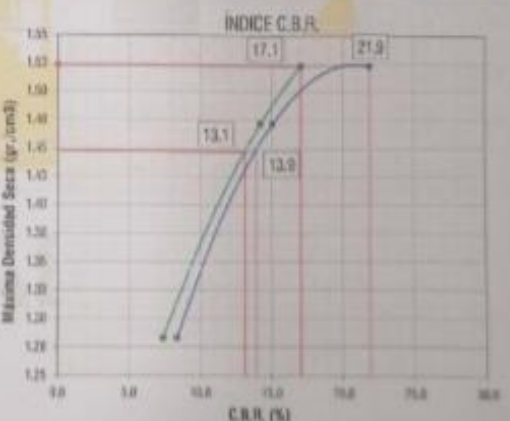
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES: 2.4%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 17.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 13.1 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 21.9 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 13.1 %

OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.L.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos

➤ Suelo + 40% caucho. C- 04.

	TERRASLAB E.I.R.L.			FORMATO: F-CBR-001	
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883			RUC: 20605832998	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			REG. INDECOP: 023575-2020/050	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
VERSION: 1.2					
PROYECTO: USO DE CAUCHO GRANULAR RECELADO PARA EL MEJORAMIENTO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAMACHUO-MARCHAQUACHICO - LA LIBERTAD - 2021					
SOLICITANTE: DAVID VELAZQUEZ		FECHA: 21/10/2021		CALLETA: CA-404 - 40%	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRION	SECTOR: MARCHAQUACHICO		ESTE: -	
DISTRICTO: HUAMACHUO	MATERIAL: SUBRASANTE	OTRA: -		NORTE: -	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Módulo N°	A56		B5		C13	
Número de capas	3		3		3	
Número de golpes	96		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11.340	11.422	11.084	11.268	10.970	11.136
Peso molde (gr.)	8.348	8.348	8.275	8.275	8.182	8.182
Peso suelo compactado (gr.)	2.994	3.076	2.809	2.993	2.788	2.954
Volumen del molde (cm³)	2.131	2.131	2.144	2.144	2.178	2.178
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.398	1.444	1.308	1.394	1.280	1.358
Densidad Seca (gr./cm³)	1.230	1.236	1.145	1.197	1.156	1.185

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	14.07	873.20	14.79	943.50	15.03	868.20
Tara + suelo húmedo (gr.)	312.90	1748.20	302.30	1632.30	307.80	1711.30
Tara + suelo seco (gr.)	284.70	1623.50	275.30	1526.70	279.50	1582.20
Peso de agua (gr.)	28.20	125.70	27.00	111.50	28.30	119.00
Peso de suelo seco (gr.)	288.83	750.30	260.51	677.20	264.27	724.06
Humedad (%)	10.45	16.75	10.36	16.45	10.71	16.44

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo hr	Diat 0.01"	Expansión		Diat	Expansión		Diat	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/10/2021	03:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/10/2021	03:50	24	96	2.44	2.09	116	2.95	2.53	126	3.29	2.75
29/10/2021	03:50	48	107	2.58	2.23	136	3.45	2.97	135	3.43	2.96
30/10/2021	03:50	72	108	2.69	2.31	140	3.78	3.25	145	3.68	3.16
31/10/2021	03:50	96	108	2.74	2.38	153	3.89	3.34	152	3.86	3.32

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	A56				B5				C13			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.075		32	1.6			36	1.5			24	1.2		
0.150		75	4.0			67	3.4			44	2.3		
0.375		122	6.3			94	4.8			61	3.1		
0.100	70.300	160	8.5	4.6	12.2	117	6.0	6.0	8.9	75	3.9	4.0	5.7
0.150		240	12.8			153	7.8			101	5.2		
0.200	105.031	300	16.4	10.5	15.7	191	9.3	9.5	8.0	123	6.3	6.3	6.8
0.300		422	21.7			222	11.4			158	8.1		
0.400		505	26.8			235	13.1			190	9.7		
0.500		541	27.9			279	14.3			215	11.1		

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

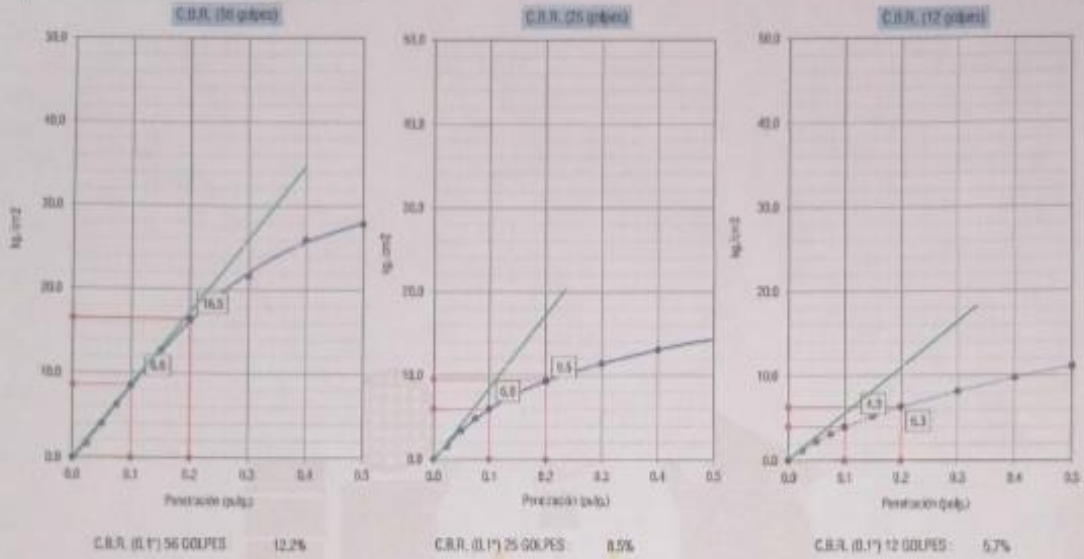
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CCG - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	



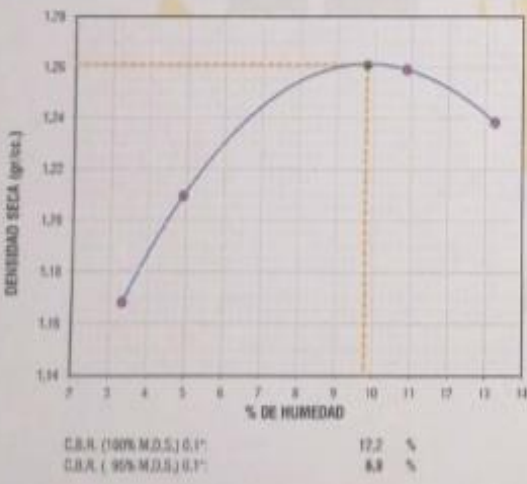
TERRASLAB E.I.R.L.
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FORMATO	T-CBR-001
RUC	20605532668
REG. INDECOPI	023575-2020/D50
VERSION	1.2

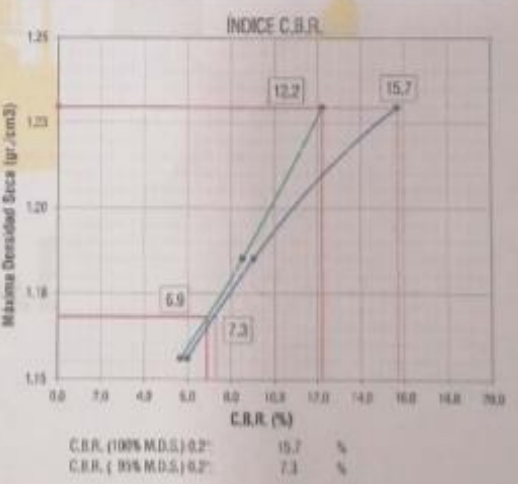
Datos de muestra	
Máxima Densidad Seca	1,261 gr/cm ³
Máxima Densidad Seca al 05%	1,198 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	9,80 %



CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

Técnico de Laboratorio EM TERRASLAB E.I.R.L. <small>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</small>	Jefe de Laboratorio de Ensayos Mecánicos TERRASLAB E.I.R.L. <small>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</small>	C.C.C. - Laboratorio de Estudios Mecánicos
---	--	--

Anexo 2.8. (Análisis de varianza) ANOVA, para validar Hipótesis en Microsoft Excel.

FORMATOS DE ANALISIS - Excel David Vilca Miranda

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

RESULTADOS CBR + DOSIFICACIONES DE CAUCHO C-02				RESULTADOS CBR + DOSIFICACIONES DE CAUCHO C-04			
CBR	DOSIFICACIONE S	PENETRACIÓN		CBR	DOSIFICACIONE S	PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"			0.1"	0.2"
95%	Suelo natural	22.1	25.2	95%	Suelo natural	45	49
	Suelo + 20% caucho	17.5	19.5		Suelo + 20% caucho	22	22.8
	Suelo + 30% caucho	14	16.5		Suelo + 30% caucho	13.1	13.9
	Suelo + 40% caucho	7.3	8.7		Suelo + 40% caucho	6.9	7.3

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suelo natural	2	47.3	23.65	4.805
Suelo + 20% caucho	2	37	18.5	2
Suelo + 30% caucho	2	30.5	15.25	3.125
Suelo + 40% caucho	2	16	8	0.98

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	257.69	3	85.89667	31.49282	0.00305	6.59138
Dentro de los grupos	10.91	4	2.7275			
Total:	268.6	7				

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suelo natural	2	94	47	8
Suelo + 20% caucho	2	44.8	22.4	0.32
Suelo + 30% caucho	2	27	13.5	0.32
Suelo + 40% caucho	2	14.2	7.1	0.08

ANÁLISIS DE VARIANZA

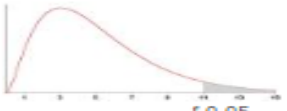
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1836.84	3	612.28	280.86239	0.00004	6.59138
Dentro de los grupos	8.72	4	2.18			
Total:	1845.56	7				

Anexo 2.9. Tabla de valores Críticos de la distribución F (0.05).

Cátedra: Probabilidad y Estadística
Facultad Regional Mendoza
UTN

Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCION F (0,05)

área a la derecha del valor crítico = 0,05

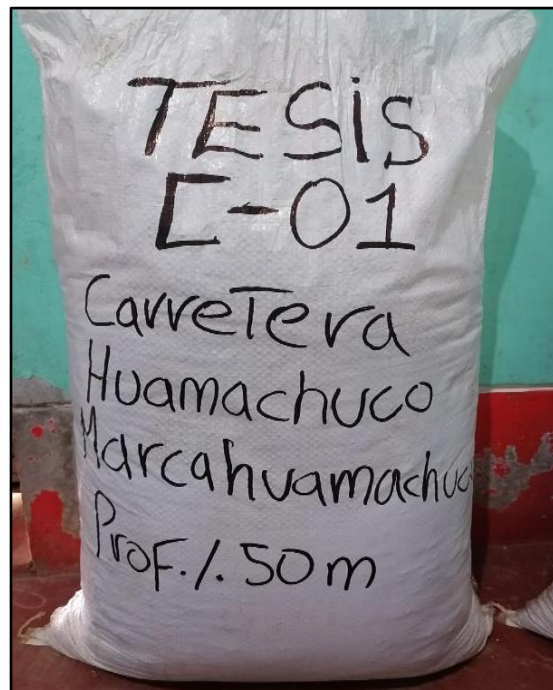


g.d.l.	Grados de libertad del Numerador															g.d.l.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,133	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,830	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,885	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.

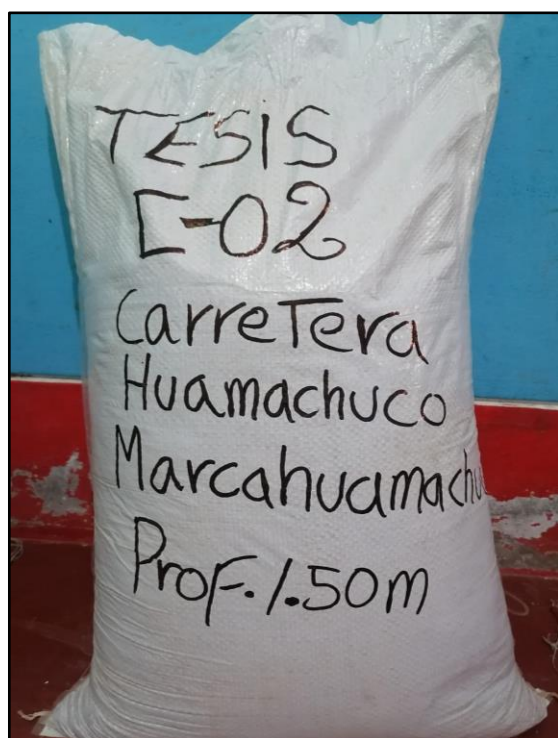
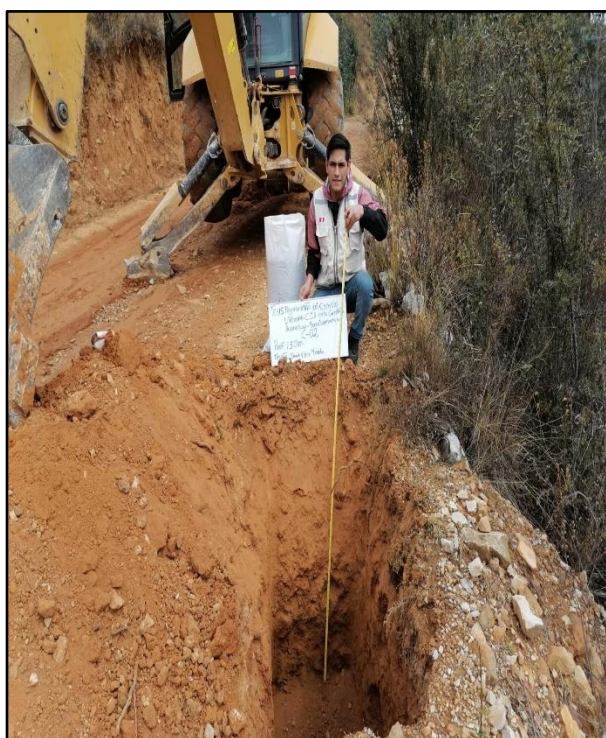
Distribución F (0,05) - Pág. 1

Anexo. 3. Panel fotográfico.

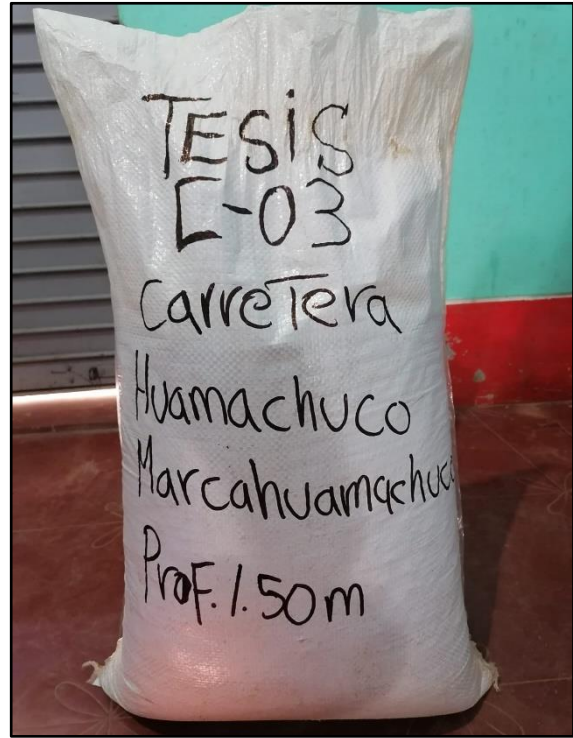
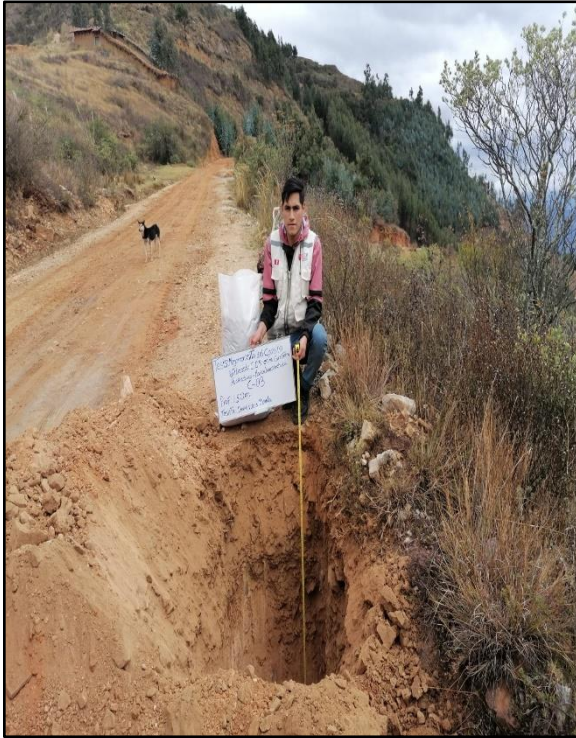
3.1. Calicatas para estudios de suelos.



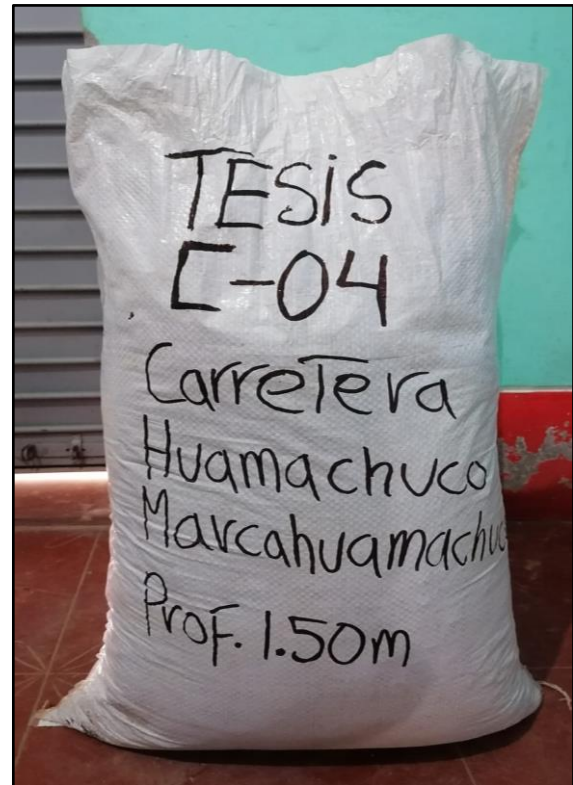
C - N°1: Excavación de calicata y muestreo



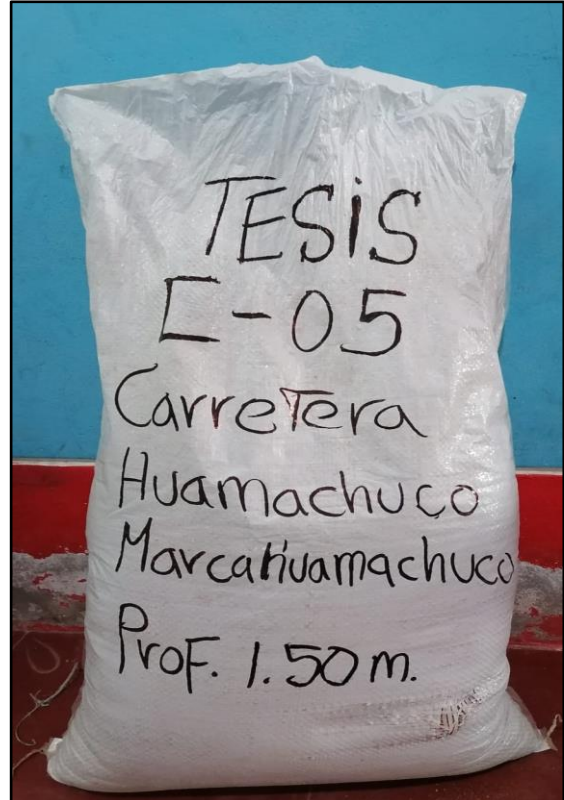
C - N°2: Excavación de calicata y muestreo



C - N°3: Excavación de calicata y muestreo



C - N°4: Excavación de calicata y muestreo



C - N°5: Excavación de calicata y muestreo.



Figura 1. Materiales para los ensayos.



Figura 2. Tamizado del suelo.



Figura 3. Lavado del suelo por tamiz N°200.



Figura 4. Contenido de humedad.



Figura 5. Ensayo limite líquido.



Figura 6. Ensayo limite plástico.

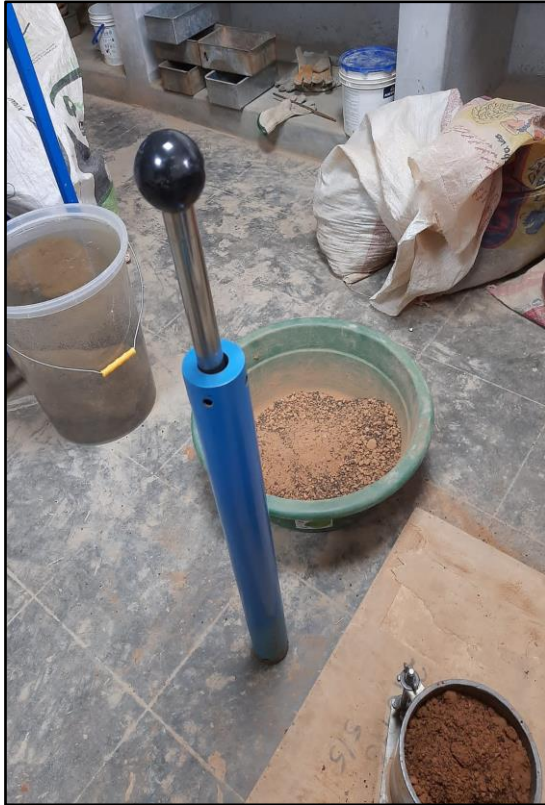


Figura 7. Pisón y molde de compactación Proctor. **Figura 8.** Homogenización suelo + caucho.

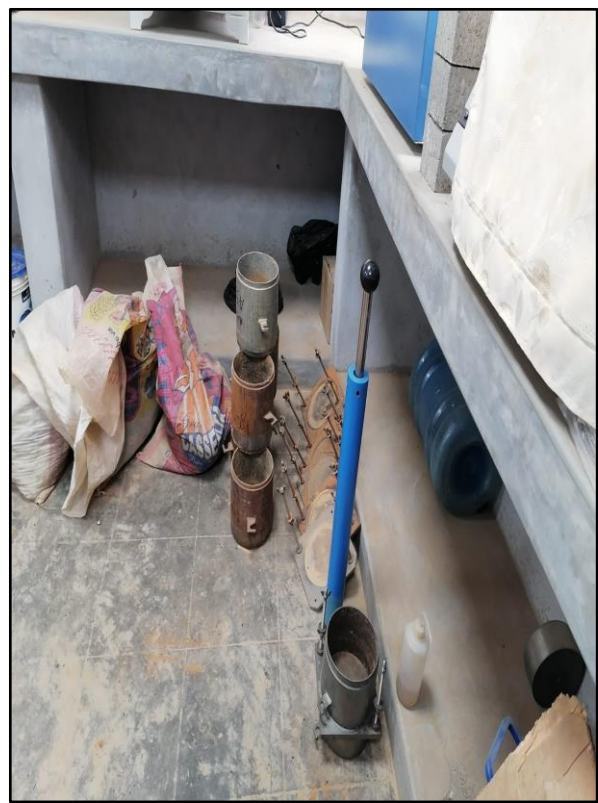


Figura 9. Suelo + caucho compactado. **Figura 10.** Herramientas para ensayo CBR.

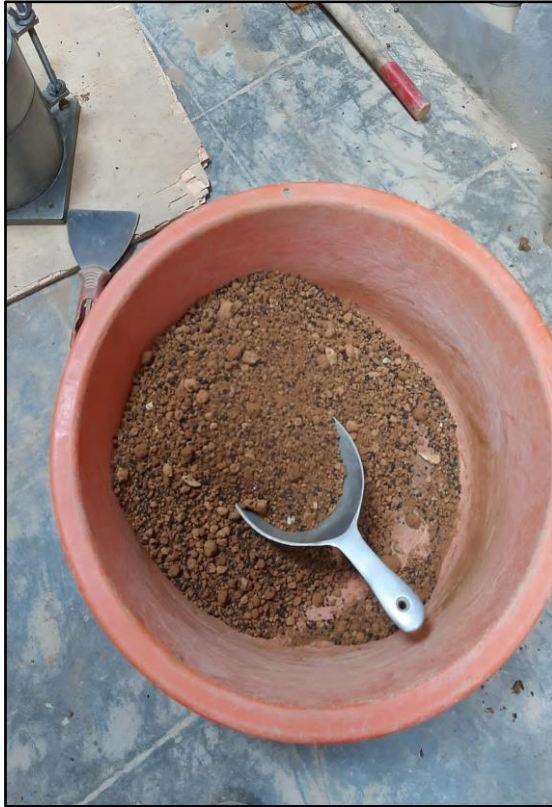


Figura 11. Preparación de muestra para CBR.



Figura 12. Compactación en molde 6" para CBR.



Figura 13. Penetración ensayo CBR.