



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio
Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca –
Ayacucho, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Arango Fernández, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-4754-5396)

Marín Falconi, Koke (ORCID: 0000-0001-8052-1540)

ASESOR:

Mag. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA:

Dedicamos de todo corazón esta tesis a cada uno de nuestros familiares quienes nos apoyaron incondicionalmente.

A los compañeros de estudio por la motivación en seguir y terminar nuestra investigación.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecimiento a las personas que nos apoyaron con sus conocimientos experimentales, para realizar el proyecto de investigación.

Al asesor de tesis, por orientación continuo y encaminar la investigación.

A la Empresa Ayadel Ingenieros S.R.L. por brindarnos todas las facilidades para realizar ensayos en su laboratorio de suelos.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Diseño De Investigación y Tipos.	27
3.2. Variables y Operacionalización.	28
3.3. Población, Muestra, Muestreo.....	29
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos.	30
3.5. Procedimientos.	30
3.6. Método de los Análisis de Datos.	36
3.7. Aspectos Éticos.....	37
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	54

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Muestra Representativa al A.H. Villa Hermosa</i>	9
Tabla 2	<i>Máxima Densidad Seca de Suelo con Adición de Vidrio Reciclado</i>	10
Tabla 3	<i>Humedad Óptima (%) de suelo con adición de V.R.</i>	10
Tabla 4	<i>CBR al 95% Vs. CBR al 100% de suelo con adición de V.R.</i>	10
Tabla 5:	<i>Valores Promedio de los Resultados Obtenidos</i>	11
Tabla 6	<i>Composición Química (óxidos), de Puzolanas Naturales.</i>	15
Tabla 7:	<i>Fabricación de Envases de vidrio OWENS ILLINOIS PERÚ S.A</i>	16
Tabla 8:	<i>Composición Química por peso de vidrio reciclado y polvorizado</i>	17
Tabla 9	<i>Clasificación de suelos según tamaño de partículas</i>	20
Tabla 10	<i>Tabla de Plasticidad de Suelos</i>	21
Tabla 11	<i>Clasificación de Suelos AASHTO - SUCS</i>	21
Tabla 12	<i>Numero de calicatas para exploración de suelos</i>	22
Tabla 13	<i>Categorías de Subrasante Segú C.B.R.</i>	23
Tabla 14	<i>tabla de dimensiones e indicadores</i>	28
Tabla 15.	<i>tabla de dimensión e indicadores</i>	29
Tabla 16.	<i>tabla de penetraciones</i>	36
Tabla 17.	<i>tabla general de grava, arena y arcilla de calicatas</i>	39
Tabla 18	<i>Plasticidad de la muestra Critica combinada con Puzolana (PZ) y Vidrio Reciclado (VR)</i>	40
Tabla 19	<i>CBR al 95% Vs. CBR al 100% de suelo con adición de PZ y V.R.</i>	41
Tabla 20	<i>Máxima Densidad Seca de Suelo(gr/cm³) con Adición de Puzolana y Vidrio Reciclado</i>	42
Tabla 21	<i>Humedad Óptima (%) de suelo con adición de PZ y V.R.</i>	43
Tabla 22:	<i>Resultados resumidas en Genera de la muestra critica, puzolana y vidrio reciclado</i>	44

Índice de figuras

Figura 1: Proceso para la identificación del suelo.	18
Figura 2: Estructura de un pavimento rígido de concreto.	23
Figura 3: Proceso de selección del tipo de estabilización.	25
Figura 4: Procedimiento de Diseño Experimento (etapa 01 y 02).	31
Figura 5: Grafica de comparación de calicatas según componentes de grava, arena y arcilla.	39
Figura 6: Gráfica Comparativa según Índice de Plasticidad.	40
Figura 7: Gráfica Comparativa según C.B.R.	41
Figura 8: Gráfica Comparativa según Densidad Máxima Seca.	42
Figura 9: Gráfica Comparativa según Contenido de Humedad Óptima.	43
Figura 10: Mapa de ubicación.	56
Figura 11: Centro poblado de Viñaca.	56
Figura 13: Señalización para realizar Calicata C-2.	56
Figura 12: Señalización para realizar Calicata C-1.	56
Figura 14: Señalización para realizar Calicata C-3.	56
Figura 15: Extrayendo muestras de Calicata C-1.	56
Figura 16: Calicata C-1 visibilizando cantidad de capas.	56
Figura 17: Calicata C-2 extrayendo la muestra	56
Figura 18: Calicata C-2 visibilizando cantidad de capas.	56
Figura 20: Calicata C-3 visibilizando cantidad de capas.	56
Figura 19: Calicata C-3 extrayendo muestra.	56
Figura 21: Recolección de botellas de vidrio.	56
Figura 22: Recolección de puzolana.	56
Figura 23: Limpieza de botellas recolectadas.	56
Figura 24: Secado de botella reciclado después de lavado.	56
Figura 25: Trituración de las botellas.	56
Figura 26: Tamizado de botella triturado con el tamiz #10.	56
Figura 28: Ensayo de limite plástico.	56
Figura 27: Ensayo de límite líquido.	56
Figura 29: Cuarteo con la CC-01 de igual manera las demás calicatas.	56
Figura 30: Pesado de cada muestra de calicata.	56
Figura 31: Lavado de cada muestra en cada calicata, pasante el tamiz #200	56

Figura 32: Secado de cada muestra lavada.....	56
Figura 33: Tamizado de la CC-01.	56
Figura 34: Tamizado de la CC-02.	56
Figura 35: Tamizado de la CC-03.	56
Figura 36: Tamizado de puzolana.	56
Figura 37: Trabajo de tamizado de todas las calicatas.	56
Figura 38: CC-02, pesado de material natural para el Proctor modificado.....	56
Figura 39: CC-02, Preparación de material para el Proctor modificado.	56
Figura 40: CC-02, 56 martillos en cada capa.	56
Figura 41: CC-02, pesado de molde más la muestra del Proctor modificado.	56
Figura 42: CC-02, extracción de la muestra para determinar la humedad de la muestra crítica.....	56
Figura 43: CC-02, muestra para el secado.....	56
Figura 44: CC-02, preparación del material para el CBR.	56
Figura 45: CC-02, realizado a 56 golpes, 25 golpes y 12 golpes en muestra crítica (ensayo de CBR).....	56
Figura 46: CC-02 muestra natural + puzolana + vidrio polvorizado para el CBR.	56
Figura 47: CC-02 muestra natural + puzolana + vidrio polvorizado + agua para el CBR.	56
Figura 48: Pesado del molde con la muestra.	56
Figura 49: Inmersión de muestra, en H ₂ O para determinar expansión.....	56
Figura 50: Medición de expansión a las 96 horas (4 días).	56
Figura 51: Ensayo de penetración.....	56

RESUMEN

Con el objeto de estudiar la determinación la solución que existe para la Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para Subrasante en Pavimentos Rígidos, Viñaca – Ayacucho, 2021. Los experimentos resultaron favorables, la estabilización de suelos arcillosos con puzolana y vidrio reciclado combinando al 30%PZ y 10%VR alcanzan aumentar el CBR, de un CBR 4.9% a 14.1% al 95% de CBR. De esta manera sintetiza que las propiedades de suelos mejoran al ser añadidos componentes de puzolana y vidrio. La Metodología son de tipo aplicada y también de tipo experimental, por ello se realizó varios ensayos en un

laboratorio de suelos. Los resultados muestran que la máxima densidad seca (M.D.S) reducen al añadir porcentajes de puzolana y vidrio reciclado, la muestra crítica inicialmente se determinó con M.D.S. 1.81 gr/cm³, estas al agregar 30%PZ y 10% V.R. aumentaron a 1.94 gr/cm³, y la humedad óptima redujeron de 17.0% hasta 14.0% y a la vez bajó su índice de plasticidad de 15.7 hasta 11.9, con lo que concluye que los materiales de puzolana y vidrio reciclados son materiales estabilizantes para subrasante para pavimentos rígidos.

Palabras claves:

Puzolana

Vidrio reciclado

Estabilizante

ABSTRACT

In order to study the determination of the existing solution for the stabilization of clayey soils using pozzolan and recycled glass for subgrade in rigid pavements, Viñaca - Ayacucho, 2021. The experiments were favorable, the stabilization of clayey soils with pozzolan and recycled glass combined at 30%PZ and 10%VR achieved an increase in the CBR, from a CBR of 4.9% to 14.1% at 95% CBR. In this way, it synthesizes that the properties of soils improve with the addition of pozzolan and glass components. The Methodology is applied and also of experimental type, therefore several tests were carried out, for which the result show that the maximum dry density (M.D.S) reduce when adding percentages of pozzolan and recycled glass, the critical sample initially was determined with M.D.S. 1. 81 gr/cm³, these with the addition of 30%PZ and 10% V.R. increased to 1.94 gr/cm³, and the optimum moisture reduced from 17.0% to 14.0% and at the same time lowered its plasticity index from 15.7 to 11.9, which concludes that recycled pozzolan and glass materials are stabilizing materials for subgrade for rigid pavements.

Keywords:

Pozzolana

Recycled glass

Stabilizer

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú cuentan con proyectos de infraestructura vial, dentro del cual existen proyectos de pavimentación que sufren problemas después de su construcción, ya que las estructuras que compone sufren cambios por falta de estudios geotécnicos, lo que conlleva estropearse en menor tiempo sin cumplir la vida útil del proyecto, estas situaciones suceden por estudios geotécnicos inadecuados o desconocimiento en el comportamiento de los suelos malos, estas ocurren que en algunos regiones del país se encuentran proyectos que se construirán en zonas con presencia de suelos arcillosos, que estas por su propiedad de plasticidad ocasionan charcos y fallas geológicas en épocas de alta precipitación, por lo que, ocasionan la baja transitabilidad y problemas en el transporte de los recursos que producen en diferentes centros poblados.

En la región de Ayacucho cuenta con recursos no metálicos de Material puzolánico en grandes volúmenes, que por sus propiedades mineralógicas cementantes son aprovechables, que por su desconocimiento y falta de estudio del recurso no son aprovechables ni incluidas en el mercado.

Las empresas productoras de envases de vidrio han dejado la conciencia del cuidado del medio ambiente, estas resultan por la competitividad de las demás empresas, por lo que, se enfocan en producir botellas de vidrio con una velocidad y volumen sin consideración del medio ambiente, por la magnitud de producción de botellas, frascos de vidrio, no recuperan la totalidad de fabricación después de su distribución, por lo que, la mayor cantidad de tal material lo reciclan y botan al medio ambiente, estas producen un impacto ambiental, que causaran daños a las futuras generaciones.

Por lo dispuesto párrafos arriba, se plantea formular como principal problema:

¿Cuál es la Solución que Existe para Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021?

Justificación de Problema: La presente labor de la investigación tiene la finalidad de mejorar y contribuir a los proyectos de pavimentación, buscando alternativas para estabilización de la subrasante, lo que conlleva elegir teniendo en cuenta la economía y materiales que causan preocupación a la sociedad por ocasionar contaminación al medio ambiente.

El presente trabajo pretende utilizar dos materiales con diferentes propiedades, puzolana y vidrio polvorizado para poder utilizar como estabilización y mejoramiento de suelos arcillosos. Como justificación **Económica**: Los yacimientos y reservas de material de puzolana se encuentran en diversas extensiones en su forma natural en la región de Ayacucho. Como justificación **Ambiental**: Utilización de vidrios reciclados polvorizados, se consigue reducir y cuidar el medio ambiente y la adaptación de este material en dicho proyecto de investigación será un enfoque ecológico.

El proyecto consiste en utilización de material puzolánico en forma natural y vidrios reciclado polvorizados con sus respectivos propiedades, por ello se pretende realizar ensayos de laboratorio geotécnicos a los dos materiales, para determinar sus características físico-mecánicas y en base a ello estabilizar a un modelo de suelo arcilloso y obtener la capacidad de resistencia de suelo a la mezcla binaria de los materiales, cumpliendo las normas de M.T.C. y parámetros estipulados por las normas técnicas peruanas para mejorar la calidad del material. Como justificación **social**: que contribuya a la durabilidad de la capa de rodadura viabilizando el tráfico vehicular y mejorando el intercambio comercial en camino vecinal en la zona.

Como **objetivo general** se tiene. **Determinar la Solución que Existe para Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.**

De la misma forma, se plantean los **objetivos específicos**: **(1)** Determinar la Influencia de Puzolanas Naturales y Vidrio Molido en Subrasantes con presencia de arcillas, para el Diseño de Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021. **(2)** Determinar el CBR adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca –Ayacucho,2021. **(3)** Determinar la Máxima Densidad Seca adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca –Ayacucho,2021. **(4)** Determinar la Humedad Óptima adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca –Ayacucho,2021.

Para la cual se plantea como **hipótesis** de investigación, **Existe una Solución para Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.**

II. MARCO TEÓRICO

Recolectando las investigaciones dadas a las tesis, se dará los **Antecedentes nacionales**, para materia de nuestra indagación con datos favorables e informaciones que contribuya a nuestra investigación.

Villalta y Chang (2020) realizó trabajo de investigación en lo que determinaron que uno de las propiedades mecánicas de suelos Arcillosos con el uso de puzolana natural, con el nombre del proyecto titulado: Estudio experimental de las Propiedades Físicas, Mecánicas y de Resistencia de Suelos Arcillosos Mediante el Uso de Puzolana Natural, Polvo de Ladrillo y Goma guar en San Cristóbal-Huancavelica. En lo cual, la labor de averiguar fue realizada con el **objetivo** de Identificar la influencia de la puzolana, polvo de ladrillo, y goma guar para mejorar el comportamiento físico, mecánico y resistencia de suelos arcillosos. **Muestra y Diseño:** La estrategia para responder al problema planteado es de tipo experimental, y nivel de investigación de tipo descriptivo. **Instrumentos:** para lo cual se busca obtener mediante los ensayos mecánicos, físicos y de resistencia los parámetros que permitan medir los efectos que se producirán, todo estas con ensayos de laboratorio, como también del comportamiento producido a partir de las dosificaciones paulatinamente efectuadas en dichas muestras de suelo que se evaluó el comportamiento del suelo frente a la adición de 10% de ladrillo y 5%, 10% y 15% de puzolana natural, del mismo modo se efectuará con la goma guar a un 1%, 2% y 3%. **Resultados:** Se llegó a la conclusión que el resarcimiento es talante al suelos arcillosos al debilitar el cinta de la plasticidad, incrementa el etapa de compactación y mejorar los parámetros geotécnicos. Las adiciones propuestas es mejoraron las propiedades físicas del pavimento arenoso, cuyo serie de plasticidad auténtico correspondía al 17.4%. En el evento de la adhesión de puzolana inductivo y polvo de ladrillo, se determinó que el índice de plasticidad se redujo a $IP=6.33\%$.

Sánchez y Terrones (2020) se realizó trabajo de investigación en Lima, Perú determinaron la estabilización de suelos con vidrio reciclado con título del proyecto de investigación reconocido: Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorrall, en la ciudad de Lima del país Perú. En lo cual, el incumbencia de averiguación fue realizada con el **objetivo** de evaluar el efecto de la estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha

de abanico y vidrio reciclado, en el CP Huacacorrall en el año 2021. La **muestra** estuvo determinado de Suelo arcilloso del CP Huacacorrall, distrito Guadalupito, provincia de Virú, obtenidas de tres (03) calicatas a 1.50 m de profundidad. El **diseño** que se utilizó fue experimental puro y de tipo aplicada correspondiente a 04 tratamientos de estímulo creciente 0%, 10%, 15% y 20%, **instrumentos** que se utilizaron fueron Guía de observación, de ensayos de Laboratorio, basados en las normas: ASTM. (2018). D-1557, ASTM. (2018). D-1883, STM. (2018). D-7263. Y los **resultados** Obtenidos fueron que El híbrido estabilizante por el polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, ha inmovilizado la superficie gredosa del pavimento del CP Huacacorrall.

Carhuapoma y Tito (2021) en su proyecto de averiguación en Amazonas determinaron el físico mecánico de subrasante arcillosa con estudio de fibra de cristal reciclado con título de la investigación: Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú. En la que tiene como **objetivo**. Evaluar el proporción óptimo de polvo de fibra de vidrio que incrementa el osadía de CBR del pavimento arcilloso de la subrasante a partir de ilustraciones previos, Determinar la resonancia portante del suelo según su escalón de compactación, en modelos estabilizados con polvo de fibra de cristal reciclado. El proyecto y el altitud de la rememoración sondeo es de tipo práctico y nivel discriptivo, ya que se realizan pruebas de laboratorio a suelos estabilizados con polvo de cristal reciclado mediante ensayos físicos y mecánicos. **Metodología:** La primera metodología ofrece documentos técnicos de giro sistemático a lucubrar durante la ejecución de pruebas de laboratorio. La segunda metodología brinda novedad de criterios de boceto de espesores de pavimentos flexibles y tomando en parecer las características y disposición de materiales soez condiciones de travesía y brisa. Finalmente, el tercer corporación está variado de cálculos e iteraciones realizadas para determinar el postura instintivo de la estructura del piso flexible bajo un modelado del piso en condiciones estabilizadas con los softwares 3D Move. **Instrumentos** utilizados fueron: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC y la Metodología AASHTO 1993. Y los **resultados** obtenidos fueron que el espléndido de extensión de polvo de fibra de vidrio a combinar con el

carretera **arcilloso** de baja plasticidad es de 10%. Esta dosificación logra mejorar la adagio densidad sequía de 1.727 g/cm³ a 1.782 g/cm³ y aumenta el valor de CBR al 95% de 3.7% a 12.81%. Con esto se logra recategorizar el piso investigador, pasando de ser un piso no aparejado como para subrasante de un firme, a ser un adoquinado muy feroz para para subrasante según el Manual de Carreteras del MTC, (2014). Además la añadidura de polvo de hebra de lentilla reduce el inventario de poros del calle, dando una mejor densificación del calle teniendo como resultado postrar un crecimiento de la magnitud portante.

Mamani y Ramirez (2019) en su estudio de investigación en Cuzco determinaron la estabilización de suelos arcillosos con puzolana titulado: Análisis y Evaluación de la Estabilización de Suelos Arcillosos en la apv. Pícol orcompugio mediante la adición de Cal al 10% y Puzolana Volcánica de la Cantera de Raqchi al 15, 25 y 30% para sub Rasante de Vías Pavimentadas según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Cuyo **objetivo** es realizar el “Análisis y estimación de la estabilización de suelos arcillosos en la APV. Pícol Orcompugio mediante la conexión de cal al 10% y puzolana volcánica de la venereo de Raqchi al 15, 25 y 30% para la sub rasante de vías pavimentadas según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” cuyo **objetivo** es determinar cómo varían las propiedades físico, mecánicas y químicas del suelo arcilloso mediante la estabilización química al adicionarse cal al 10% y puzolana volcánica al 15%, 25% y 30% para mejorar la calidad de la sub rasante de vías pavimentadas en la APV. Pícol Orcompugio. Tipo y **diseño** aplicado en este presente trabajo de investigación tiene enfoque de tipo cuantitativo, el nivel de indagación es de tipo correlacional, teniendo método de investigación hipotética deductiva. **Resultados** al abarrotar el suelo con las combinaciones de cal al 10% y puzolana volcánica al 15%, 25% y 30%; se verificó un acrecentamiento del porcentaje de CBR de esta representación se obtuvo una dosificación con el material con el porcentaje de CBR al 95% máximo al 6% del CBR. Solo en las combinaciones de asfalto inmóvil con cal 10% con puzolana volcánica al 25 y 30%; el cual es aparejado para el uso en sub rasante según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Los resultados obtenidos con la combinación del estabilizante de cal al 10% y puzolana al 15%, 25% y 30% se pudo compulsar el incremento de la densidad máxima seca del tierra calizo, en la primera

estabilización con puzolana volcánica al 15% se incrementó en un 6.67%, con la estabilización con puzolana volcánica al 25% se incrementó en 8.48% y con la estabilización de puzolana volcánica al 30% se incrementó en un 10.3%. Con los resultados obtenidos con la combinado del estabilizante de cal al 10% y puzolana al 15%, 25% y 30% se observa que el borde deducido, limite polímero e relación de plasticidad disminuye. Se pudo revisar que el ajuar estabilizante al instante de la manía química con el asfalto provoca que nuestro pavimento calizo se vuelva cada vez más alcalino.

Haro(2021) en su proyecto de investigación en Nuevo Chimbote en Perú, determina estabilización de suelos gredoso con cristal reciclado, con el monbre titulado: Efecto de la Adición de Vidrio Reciclado en la Estabilización de Suelo Arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote, con el **objetivo** de Determinar el resultado con el incremento de vidrio reciclado en el A.H. Villa Hermosa en el año 2021. Diseño: Es verdadero, porque consiste en la apreciación de muestras obtenidas en el área para posteriormente ser procesadas mediante ensayos de laboratorio y de clase aplicada y explicativa porque es necesario a los ensayos obtenidos en la cual sera de vital aprovechamiento para dar las soluciones adecuadas. **Muestra:** Se tomó la una porcion de muestra para que sea representada al A.H. Villa Hermosa.

Tabla 1

Muestra Representativa al A.H. Villa Hermosa.

Muestra	Profundidad (ml.)	Ubicación	Clasificación	Clasificación
			AASHTO	SUCS
Muestra 01	1.50	Calle 1	A-1-b (0)	SP
Muestra 02	1.50	Calle 3 y Calle 6	A-1-b (0)	SP
Muestra 03	1.50	Calle 7 y Calle 61	A-1-b (0)	SP
Muestra 04	1.50	Calle 1 y Calle 8	A-1-b (0)	SP

Fuente: Investigación de tesis de Haro.

Instrumentos: se empleó los protocolos de seguridad y las fichas técnicas de registro: protocolos, fichas de registro de datos, validez y confiabilidad.

Resultados: En siguiente acontecimiento para lograr las respuestas de la practica del proctor modificado y CBR según las normas (ASTM – D 1557), pavimento con la adicionado al 6%, 8%, 10 % de polvo de cristal reciclado.

Tabla 2*Máxima Densidad Seca de Suelo con Adición de Vidrio Reciclado.*

Máxima Densidad Seca de suelo con adición de V.R.			
	Suelo Patron	Vidrio Reciclado (V.R.)	
		6%	8%
Muestra 01	1.895	1.969	1.951
Muestra 02	1.94	1.961	1.952
Muestra 03	1.934	1.955	1.890
Muestra 04	1.973	1.920	1.990

Fuente: Investigación de tesis de Haro.

Tabla 3*Humedad Óptima (%) de suelo con adición de V.R.*

Humedad Óptima (%) de suelo con adición de V.R.			
	Suelo Patron	Vidrio Reciclado (V.R.)	
		6%	8%
Muestra 01	10.60	10.60	11.10
Muestra 02	10.75	11.25	12.80
Muestra 03	9.90	10.20	9.60
Muestra 04	10.80	10.60	11.20

Fuente: Investigación de tesis de Haro.

Tabla 4*CBR al 95% Vs. CBR al 100% de suelo con adición de V.R.*

CBR al 95% Vs. CBR al 100% de suelo con adición de V.R.						
	Suelo Patron		Vidrio Reciclado (V.R.)			
			6%		8%	
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Muestra 01	17.20	30.00	29.35	34.00	22.60	30.20
Muestra 02	15.62	29.20	28.10	32.00	18.80	29.20
Muestra 03	19.60	30.00	28.20	32.50	21.90	29.10
Muestra 04	20.50	29.00	28.20	33.80	22.20	29.80

Fuente: Investigación de tesis de Haro.

Valores promedio de los resultados obtenidos

Tabla 5

Valores Promedio de los Resultados Obtenidos.

Muestra	Patrón	6% V.R.	6% V.R.
Humedad Óptima (%)	10.51	10.66	11.18
M.D.S. (gr/cm ³)	1.936	1.951	1.946
CBR (95%)	18.24	28.46	25.78
CBR (100%)	29.55	33.08	29.58

Fuente: Investigación de tesis de Haro.

Por lo que, en este proyecto de investigación, al agregar mayor porcentaje de vidrios reciclados a la muestra o suelo patron, estas mejoraran en sus propiedades mecanicas.

Recolectando las investigaciones dadas a las tesis, se dará los **Antecedentes internacionales**, para materia de nuestra indagación con datos favorables e informaciones que contribuya a nuestra investigación.

Licuy y Román (2020), en el investigación determinaron estabilización de arcillas expansivas con puzolanas, en la que el proyecto se titula: Estudio de la Estabilizacion de Arcillas Expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en Peso, de Puzolanas de Ceniza del Volcan Tungurahua y Ceniza de la Cascarilla de Arroz en Composiciones Iguales.

Baldovino, Izzo, Rose y Avanci (2020), en su investigación determinaron estabilizacion de suelos con polvo de vidrio reciclado, en la localidad de Curitiba en Brasil, titulado: Geopolymers Based on Recycled Glass Powder for Soil Stabilization, donde tuvo como **objetivo** el estudio del rendimiento del uso sostenible de polvo de vidrio reciclado (GP) en la mejora del suelo. En este artículo investiga la mejora de la resistencia a la tracción dividida (qt) y la durabilidad frente a los ciclos húmedo-seco de suelo-cemento compactado mezclas agregando polvo de vidrio reciclado (GP) en tres cantidades en peso: 5%, 15% y 30%. **Muestra:** El programa experimental se dividió en dos etapas. La primera etapa comprendió la caracterización pruebas de la muestra de suelo, PC y polvo de vidrio (GP) desperdicio. La segunda etapa consistió en moldear, curar, y ensayar las probetas

para determinar la resistencia a la tracción dividida y durabilidad [usando 12 ciclos húmedo-seco (ciclos W-D)].

Las características de las materias primas y la metodología utilizada en este estudio se describe a continuación. **Diseño:** es de tipo experimental. **Instrumentos:** Microanálisis químicos de muestras de suelo-cemento-GP después de 7, 28 y 90 días de curado fueron determinados por espectroscopía de energía dispersiva (EDS) con un Oxford X-ACT (Penta FET125 Precision) y por micro-masa análisis utilizando un analizador de micromasas láser (LAMMA 1000, modelo X-ACT).

Resultados: Los resultados demostraron que polvo de cristal reciclado (GP) es un adherente sostenible, que prospera las propiedades de suelos pobres y los hace adecuados para su uso permisible para construcción de capas para pavimentos.

Yongzhen Cheng, Shuang Wang, Xiaoming Huang, Chang Li y Jingke Wua (2018) en sus artículos de indagación en morro determinaron la estabilización de suelos expansivos con puzolanas naturales o ceniza volcánica en su borrador: Engineering and mineralogical properties of stabilized expansive soil compositing lime and sensato pozzolans. Con el **objetivo** de evaluar la influencia de los estabilizadores en las propiedades físico-mecánicas de suelo de algodón negro (BCS). Y como

Muestra: El suelo de algodón negro (BCS) utilizado en esta investigación fue muestreado en el sur Bypass ubicado en la región suroeste de Nairobi, Kenia.

Diseño: es de tipo experimental y como **Instrumentos:** Patrón de difracción de rayos X de BCS obtenido según las normas de la industria china del petróleo y el gas natural.

Resultados: Suelos de algodón oscuro (BCS) invariable con ceniza volcánica (VA) o puzolana, presentó una rápida empequeñecimiento en el relación de plasticidad y el porcentaje de hinchamiento, y un atolondrado incremento en CBR y UCS.

La aguachirle de cal y puzolana en estamento metódico o ceniza volcánica (VA) mejoraron significativamente las propiedades de los suelos, estable con 6% de cal puede obrar los requisitos de Materiales para rasantes según JTG D30-2015. El uso de ceniza volcánica (VA) por si mismo, no puede conservarse el resultado deseado, sin embargo, la adherencia de VA juntamente con Cal puede ser cabal para no requerir mayores porcentaje de cal en estabilización de suelos BCS, en representación el uso de 3% de cal + 15% puzolanas (VA) presenta resultados superiores que los resultados con 6% de cal.

Los estabilizadores añadidos aumentaron el pH de suelos BCS, especialmente en Lima. Las combinaciones de cal y VA aumentaron el pH de BCS más que un romanza estabilizador. El PH de suelos BCS disminuyó gradualmente con el legislatura de curado necesario a los estabilizadores.

Licuy e Román, (2019) Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en contrapeso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la librado de arroz en composiciones iguales. **Objetivo:** Determinar el comportamiento físico y mecánico de muestras de arcilla expansiva combinadas con puzolanas de la ceniza volcánica y ceniza de la cascarilla de arroz, en un 10%, 20% y 30%, en proporciones iguales de puzolanas.

Elaborar un análisis comparativo de la compactación Proctor con muestra natural y muestra dosificada al 95% de Proctor modificado. **Dimensiones:** los porcentajes definidos de reemplazo son: 10, 20 y 30%, los mismos que se obtuvieron de investigaciones recopiladas (Buitrón & Enríquez, 2018) y (Chicaiza & Oña, 2018), para llevar a cabo esta metodología se usarán ambas puzolanas para cada combinación, 50% de puzolana de CV y 50% de la puzolana de CCA. De esta manera se examinará el comportamiento del suelo expansivo estabilizado en un rango establecido de variabilidad de composiciones. **muestra** utilizada para este proyecto de investigación fue especímenes compuestos de suelo y porcentajes de puzolanas de CCA y CV. **Instrumentos:** se utilizó laboratorio de suelos para distintos resultados. **Diseño:** es de tipo experimental y descriptivo. **Resumen:** Se evidenció que al reemplazar el 10, 20 y 30% de composición en peso de suelo por puzolana proveniente de la ceniza de la cascarilla de arroz y puzolana de ceniza volcánica, varios parámetros físicos y mecánicos cambiaron en las muestras de arcilla, reduciendo su límite líquido y plástico, menor expansión volumétrica, gravedad específica, densidad seca máxima; e incrementando su resistencia a la deformación y al deslizamiento, dando como **resultado** La estabilización de estas arcillas con aspecto afectuoso. Por lo que, al 20% se obtuvo mejores resultados para estabilización de suelos arcillosos.

Los porcentajes de humedad óptima obtenidos en los ensayos de compactación Proctor, se encuentran en los rangos de 18% a 21% aproximadamente, títulos muy cercanos al aforo de humedad inductivo con el que se extrajeron las muestras, por lo que, se recomienda efectuar la ligazón de puzolanas y suelo realizando un

prueba de humedad que fluctúe en esos rangos. En categoría a esta encuesta, se tiene el persiana teórico subsiguiente:

Definiciones:

Puzolanas.

Se define como: “un material silíceo o silico-aluminoso que, por sí mismo, posee poco o ningún valor cementicio pero finamente molido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido cálcico, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, a temperatura ordinaria y forma compuestos de propiedades cementantes” (American Society for Testing and Materials [ASTM]. s/f).

Salazar (s/f) menciona que “Es un material que principalmente silicosa que si es finamente dividida no posee ninguna propiedad hidráulica, este material posee esencialmente sílice y alúmina, que son capaces a temperatura ambiente hidróxido de calcio para brindar algunas propiedades hidráulicas” (p.1).

Según Alejandro Salazar J. determina que las puzolanas pueden clasificarse en:

Puzolanas naturales:

- Materias de origen volcánico.
- Materias sedimentarias de origen animal o vegetal.
- Puzolanas artificiales:
- Materias tratadas (tratamiento térmico 600 y 900°C.
- Subproductos de fabricación industrial.
- Cenizas volantes.
- Humo de sílice.
- Arcillas naturales (subproductos de la industria del ladrillo cocido).
- Ceniza de cascarilla de arroz.
- Escorias granuladas de industrias metálicas no ferrosas.

Puzolanas Naturales.

Son rocas que existen en la naturaleza, que componen las cenizas volcánicas, tufos o tobas volcánicas (zeolitas) y Tierras de Diatomeas (diatomitas).

Cenizas volcánicas: son producto de erupciones volcánicas, que por la influencia de temperatura del ambiente se origina la formación del estado vítreo.

Tufos o tobas volcánicas (zeolitas): son producto de la acción de hidrotermal en cenizas volcánicas, y posterior origen a la cimentación diagenética.

Tierras de diatomeas (diatomitas): son puzolanas de origen orgánico. Son depósitos de caparazones silíceos que componen de algas acuáticas unicelulares.

Propiedades Fundamentales de Puzolana.

La actividad puzolánica se refiere al guarismo de hidróxido de calcio que posee con la que la puzolana y el apesuramiento a la cual se dan esta oposición:

Puzolana + Cal + Agua → Silicatos y Aluminatos de calcio hidratados.

La batalla puzolánica se dará de pacto a la mercancías y armonía de las fases activas que están presentes en la puzolana (pagaré mineralógico), del rechazo entre la cal – puzolana de la coalición, de las partículas finas (envoltorio específica) de la puzolana y de la temperatura de la reacción que se tenga. Las existencias de la repulsa cal – puzolana generalmente son los mismos que suceden en la hidratación del cemento portland los cuales son los silicatos cálcicos hidratados (CSH), aluminatos cálcicos hidratados (CAH) y sílico – aluminatos cálcicos hidratados (CSAH). (Salazar, s/f).

Tabla 6

Composición Química (óxidos), de Puzolanas Naturales.

Óxidos	Cantidad (%)
CaO	10.69
MgO	11.69
Fe ₂ O ₃	12.43
Al ₂ O ₃	13.35
SiO ₂	43.26
K ₂ O	1.29
Na ₂ O	2.76
SO ₃	0.07
P ₂ O ₅	0.54
MnO	0.17
TiO ₂	2.85
Pérdida por Ignición	0.32

Fuente: *Jair de Jesús Arrieta Baldovino*1; *Ronaldo Luis dos Santos Izzo*, D.Sc.2; *Érico Rafael da Silva*, P.E.3; and *Júliana Lundgren Rose*, D.Sc.4.

Vidrio:

Se define como Compuesto por materiales primas como, arena de sílice, carbonato sódico y la cal.

Tipos de Vidrio.**Vidrio sódico:**

Compuesto por carbonato sódico, suele componerse de la sal común y cal, que reduce energía en la fabricación de vidrio.

Vidrio Reciclado:

Son botellas de vidrio reciclados, que es favorable para reducir contaminación ambiental, este tipo de actividad busca la sostenibilidad y conciencia ecológica de la población.

Vidrio Molido:

Son botellas de vidrio reciclado, que pasarán por proceso de trituración manual, hasta su polvorización que pasarán en su totalidad la malla N°200.

Cal en el vidrio:

Son propiedades que ayuda a estabilizar el suelo malo con características de vidrio polvorizado y hace insoluble con el contacto con el agua y incita la resistencia a los productos químicos.

Tabla 7

Fabricación de Envases de vidrio OWENS ILLINOIS PERÚ S.A.

Producción Obtenida de Botellas de Vidrio (ton/mes)				
Mes	2009	2015	2017	2018
Enero	6929	12957	13375	12643
Febrero	6030	11205	11782	12711
Marzo	6720	12958	14056	14113
Abril	7795	9432	12954	14029
Mayo	8147	8099	14386	13686
Junio	7989	13901	13434	14096
Julio	5445	13481	13361	12666
Agosto	5485	14074	14185	13637
Setiembre	7527	13044	12198	13180

Octubre	7146	13958	6537	13173
Noviembre	7172	13881	4850	13239
Diciembre	7329	13516	12102	14183
Total (ton/año)	83714	150506	143220	161356

Fuente: Evaluación de la Actualización del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) (2020)

Según la tabla 07 indica que cada año la fabricación de envases de vidrio aumenta considerablemente, por lo que aumenta la contaminación ambiental.

Propiedades Fundamentales de Vidrio Reciclado.

Tabla 8

Composición Química por peso de vidrio reciclado y polvorizado.

Óxidos	Cantidad (%)
SiO ₂	74.22
Al ₂ O ₃	1.83
Fe ₂ O ₃	0.21
K ₂ O	
TiO ₂	
SO ₃	
CaO	10.62
Na ₂ O	11.28
MgO	1.18
Pérdida por Ignición	0.66

Fuente: . Strength, durability, and microstructure of geopolymers based on recycled-glass powder waste and dolomitic lime for soil stabilization.

Suelos.

El suelo es la corteza terrestre constituido por porciones de partículas minerales en la superficie en su mayoría de sus conjunto de residuos que están formados por rocas que provienen de erosiones y otras por alteraciones físicas y químicas, también el suelo esta formado por materiales orgánicos, animales, vegetales, aire, agua, todo eso se ah formado con el pasar del tiempo los cuales fueron con la desintegración de las rocas superficiales todo eso fue causado por la acción del agua, cambios de temperatura y el viento.

Proceso para la identificación la clasificación del suelo.

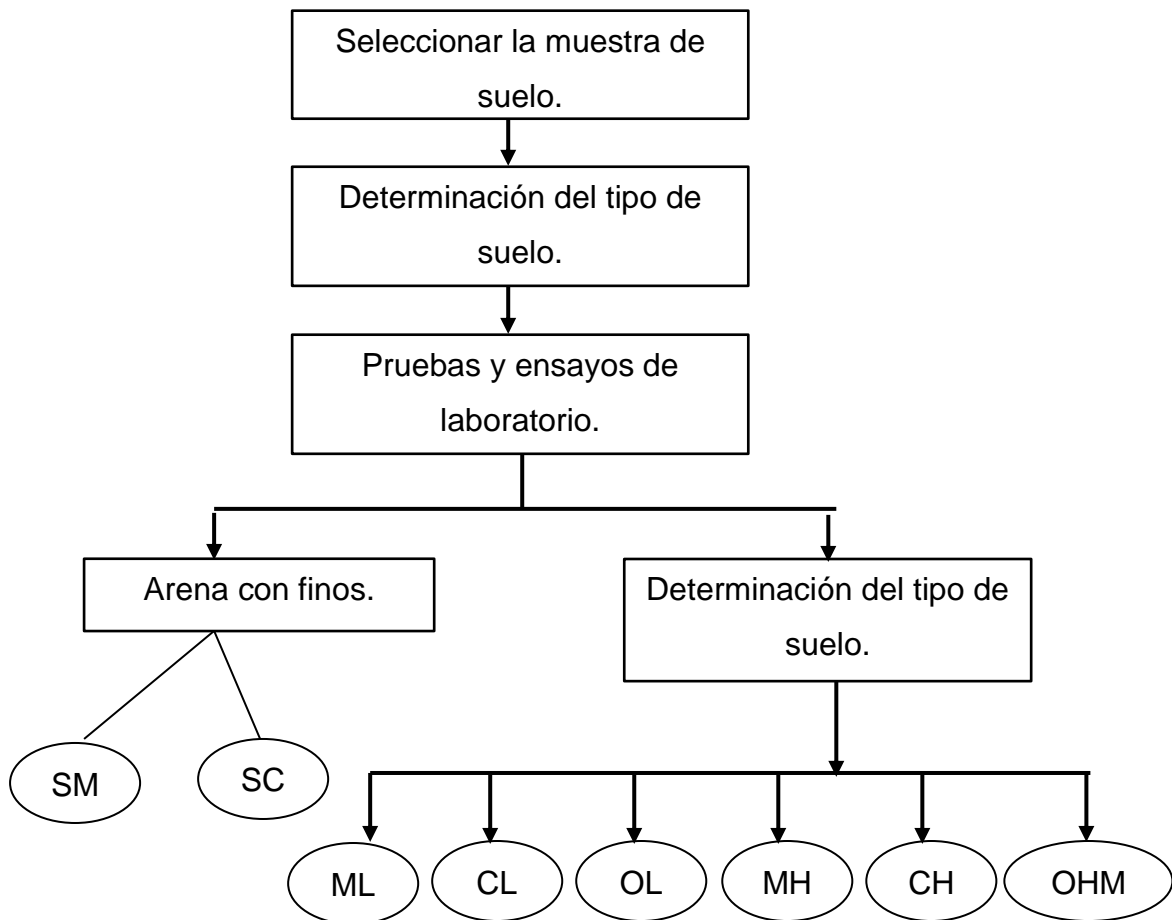


Figura 1: Proceso para la identificación del suelo.

Son procedimientos con los cuales tienen que tomar en cuenta para determinar las clasificaciones de los suelos.

Clasificación de Suelos.

Es un régimen de tipos de suelos que se proporcionan a un lenguaje común que se puede expresar de una manera directa, la cualidad más frecuente son los tipos de suelos que son innumerablemente diversos sin ninguna explicación minuciosa, lo cual consiste en juntar los que poseen la misma característica iguales ah cuanto sea las propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas similares.

Según tamaño de partículas, se puede determinar los siguientes:

- Gravas
- Arenas

- Limos
- Arcillas

Suelos Arcillosos.

La arcilla son sedimentos que están depositados de partículas muy pequeñas que el tamaño es menor o pasante a la malla número 200, su composición química que tiene de mayor cantidad de silicato de aluminio.

Se caracterizan mayormente por su plasticidad cuando esta humedecidas, pero al mismo tiempo cuando se secan son duras, pero cuando se llegan a calentar superior a los 800 °C.

Se forma por las alteraciones físico-químicos, principalmente por el agua ya que altera sus composiciones químicas, de manera que forma porción de distintas rocas anteriores (micas, feldspatos y piroxenos), de tal manera que surge el mineral de arcilla.

Se sabe que en el suelo o lugares donde se ubica la arcilla de acuerdo a su magnitud puede causar riesgos en una subrasante o a la estructuración de un pavimento rígido, debido a las reacciones que tiene la arcilla ante el posible llegada del agua de acuerdo a su magnitud.

Composición Cristal o química de Arcilla.

La arcilla tiene una particularidad ya que contiene una cierta cantidad de silicatos, se podría decir como material casi fino ya que pertenece al grupo de los filosilicatos o silicatos.

Componentes de Arcilla.

- Caolinita
- Halloysita
- Illita
- Montmorillonita

Arcillas Expansivas.

Las arcillas expansivas son aquellas que tienen una saturación parcial o total ya que aumentan de manera asidental (mínima cantidad) el volumen cuando tiene una fusión con el agua, eso también refiera la descendencia del volumen siempre en cuando la humedad se reduzca, pero hay que tener en cuenta la contracción se da cuando el proceso es inverso a la expansión.

Todo el cambio que suceden en la estructura es por la presencia de los esmectitas (monmorillonita, nontronita y saponita).

Angelone & Zapata (2018) mencionan las Características de arcillas expansivas.

- Tienen propiedades coloidales.
- Tiene en su gran mayoría minerales arcillosos.
- Rose suave.
- Menor permeabilidad.
- Se secan paulatinamente y se tienen una adherencia a los dedos.
- Pueden ser expansivas.

Ensayos geotécnicos.

Análisis Granulométrico.

Se define el analisis granulometrico como la distribucion de medidas de los granos que posee el sedmento y particulas presentes en una muestra.

El ensayo especifica la aproximacion de dimensiones de las propiedades mediante el tamizaje que son de tamaños decrecientes de los cuales se extrae de las que pudieran importar según la investigacion ah realizar.

Clasificacion de suelos según tamaño de partículas.

Tabla 9

Clasificación de suelos según tamaño de partículas.

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Gravas	75mm a 4.75mm
Arena	Arena Gruesa: 4.75mm – 2.00mm
	Arena Media: 2.00mm – 0.425mm
	Arena Fina: 0.425mm – 0.075mm
Material Fino	Limos 0.075mm – 0.005mm
	Arcillas Menor a 0.005 mm

Fuente: M.T.C.

Plasticidad.

Son propiedad de los suelos que dependerá del contenido de finos, mas no depende de sus elementos pruesos.

Índice de plasticidad: se dise que es un porcentaje de la muestra del suelo y el peso del suelo seco el cual indica el tamaño del intervalo del contenido de humedad lo cual permite clasificar de manera adecuada el suelo, si el IP se mantiene elevado se puede decir que tiene un exeso de arcilla, si el IP es bajo se puede decir que es un suelo que contiene en minima cantidad de arcilla.

Tabla 10

Tabla de Plasticidad de Suelos.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos.
IP < = 20 IP < 7	Media	Suelos Arcillosos.
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos.
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla.

Fuente: MT.C.

Humedad Natural.

La humedad natural es una de las propiedades fisica del suelo, puesto que la resistencia del suelos de la subrasante, en su gran mayoria los finos se asocian directamente con la humedad y densidad que estos suelos representan.

Clasificación de los suelos.

La categorización del suelos dependerá de algunos participaciones como: granulometria, plasticidad y indice de grupo etc.

Tabla 11

Clasificación de Suelos AASHTO – SUCS.

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

Fuente: M.T.C.

Perfil estratigrafico.

El perfil estratigrafico es representado por graficas con una continuidad de acuerdo a las capas de la superficie (suelo), los trabajos realizados en campo para obtener las pruebas correspondiente para el ensayo de laboratorio se detallara a continuacion los diferentes tipos de suelo ubicados en la calicata o hueco, realizado en situ. Lo cual se tendra que clasificar mediante el tamizado de acuerdo a la norma AASHTO, para poder eleborar las graficas estratigraficos para cada uno de ellos de acuerdo a las capas de estudio, realizado los siguientes pruebas se determinara el suelo para controlar el diseño de acuerdo a los resultados de CBR.

Tabla 12

Numero de calicatas para exploración de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de respecto de nivel de subrasante calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m	· Calzada 2 carriles al por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 4 carriles por sent	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Fuente: M.T.C. (2013)

CBR del suelo.

Se selecciona los suelos para poder clasificar de acuerdo a las normas AASHTO Y SUCS, lo cual nos guiara para poder obtener un resultado mas cercano a lo necesario, en cada uno de las calicatas realizadas se tendra que elaborar el cuadro estratigrafico para cada sectores o tramos que se realizo el estudio, apartir de ellos de determinara los valores reales del CBR que refiera a la resistencia y soporte de las capas del suelo que se tendra como referencia el 95% de la Maxima Densidad Seca.

Tabla 13

Categorías de Subrasante Según C.B.R.

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada.	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre.	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular.	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ . Subrasante Buena.	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena.	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente.	CBR ≥ 30%

Fuente: M.T.C.

Pavimento.

Son capas de distintas propiedades mecánicas que recubre el suelo con fines de transporte. “El Pavimento rígido están formados por varias capas los cuales ayudan a distribuir las cargas originados de los vehículos para mejorar la seguridad y condiciones para el buen tránsito de los vehículos, En ese contexto necesariamente se requiere estudio de suelos adecuado, por la que se decide la estabilización adecuada hasta alcanzar densidad adecuada para pavimentación rígidos.

Tipos de Pavimentos.

Tenemos 3 tipos de pavimentos los cuales son:

- Pavimentos flexibles o asfáltico.
- Pavimentos semirrígidos.
- Pavimentos rígidos de concreto.

Pavimento rígido de concreto.

El pavimento rígido es una estructura formada por capas, base o sub base, subrasante y el pavimento rígido, los cuales tiene que ser estabilizados con diferentes tipos de aditivos para una larga duración y buen desempeño de la

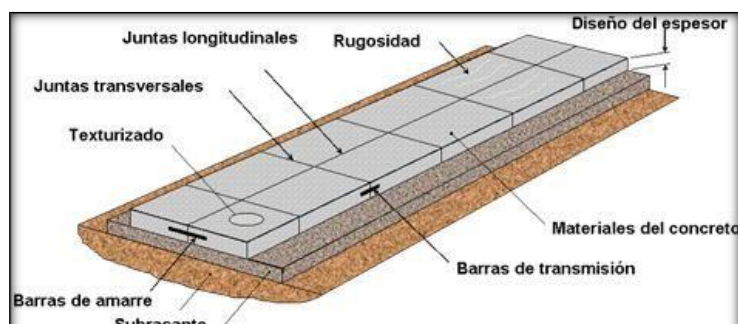


Figura 2: Estructura de un pavimento rígido de concreto.

subrasante en ese sentido se determinará estabilizar con puzulana y vidrio pulverizado, para cumplir con parametro establecido que exige el reglameto.

Fuente: M.T.C.

La Subrasante.

La subrasante cumple una función muy importante por lo que es el asiendo directo de toda estructura o plataforma que va sobre ella como el pavimento o el afirmado, lo cual tiene que tener una buena resistencia, también en la ubicación de la carretera se realiza diferentes tipos de frentes de trabajo como movimiento de tierra, cortes y rellenos

Por lo que estas deberán tener un adecuado tratamiento o estabilización con materiales y estudios geotécnicos que cumplen según la norma, para que la estructura no presente fallas posteriores.

Estabilización de suelos.

Consiste en alcanzar una densidad adecuada, cumplir la resistencia mecánica y que el comportamiento de sus propiedades no pierda con el tiempo, por lo expuesto es un proceso que se somete al suelo natural que mayormente tiene una mala calidad y se tiene que mejorar sus propiedades para que pueda acrecentar su resistencia, por lo general se estabiliza en subrasantes inadecuados, que son inferiores al CBR de 6%.

La estabilizacion de un suelo natural se busca mejorar sus propiedades mecanicas y/o fisicas, el prencipal factor es la resistencia a los esfuerzos cortantes, lo cual se tiene que buscar a todo los casos un buen proceder ante toda deformacion que puede ser sometido la estructura, en el tiempo de su vida util.

Estabilización mecánica de suelos:

Son conjunto de mecanismos que busca la finalidad de aumentar las propiedades de un suelo sin adición de ningún material ni cambios a la estructura y composición del mismo, todo ello a base de compactación.

Cerna (2020) cita a firoozi, guney y mojtaba (2019) los cuales dicen que la estabilización de la superficie son condiciones o métodos, que se tiene que mezclarse con diferentes materiales para mejorar las características del suelo con el fin de subir la resistencia de sus propiedades. (p.12).

Calicatas:

Según reglamento de Ministerio de Transportes para el estudio de suelos para carreteras determina 1.5 metros, proyectado para el estudio de la subrasante, estas pueden variar según sea el caso.

Determinación de subrasante estabilizada.

Para determinar que la estructura de pavimento rígido está estabilizada, se necesita para el últimos 60cm de profundidad de la superficie de cada fase del suelos o subrasante que comprenda un CBR $\geq 6\%$. Si los suelos que comprenden no satisfacen las condiciones se deberán estabilizar o decir que son suelos no aptos ya que son inferiores al CBR $< 6\%$, menores al 6% comprende tener la presencia de material orgánica, suelos arcillosos o suelos pobres e inadecuados para pavimentación rígido.

Proceso de selección del tipo de estabilización.

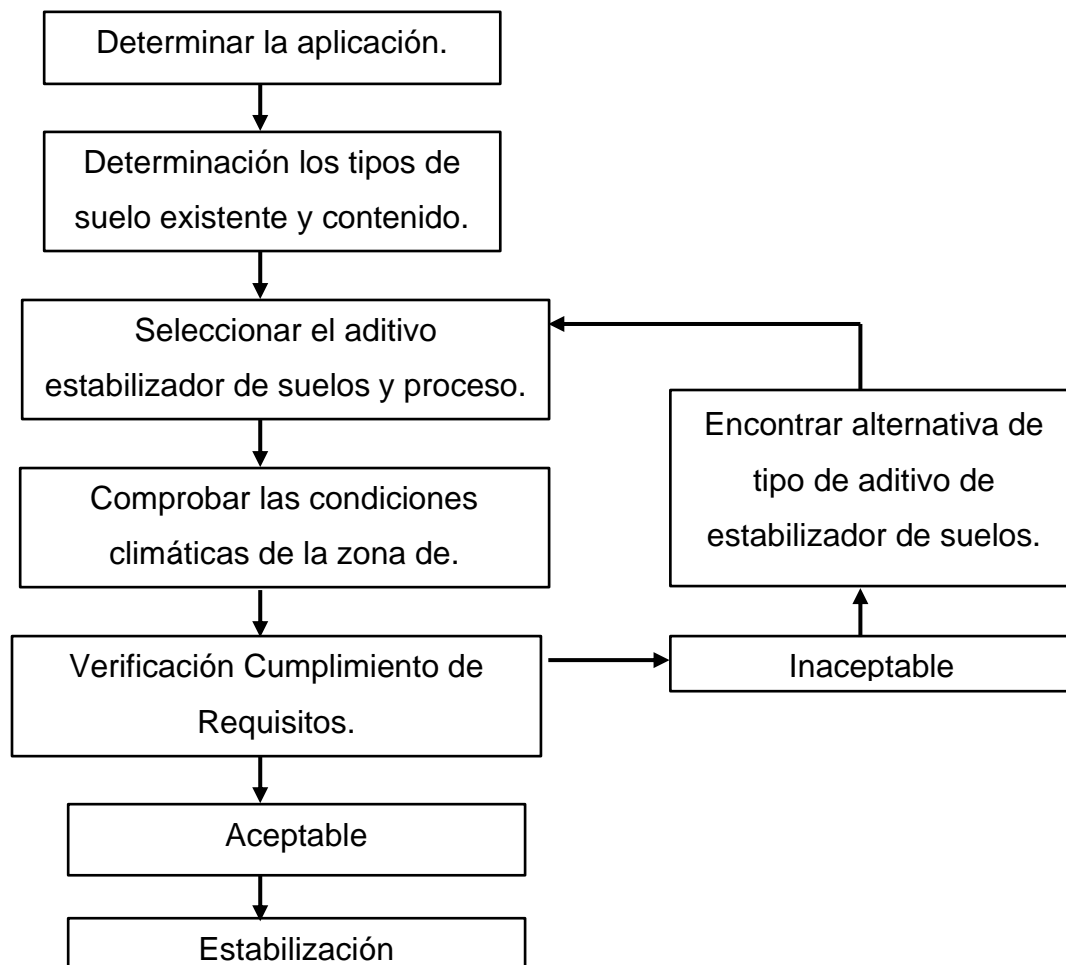


Figura 3: Proceso de selección del tipo de estabilización.

Fuente: M.T.C. (2013)

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño De Investigación y Tipos.

Tipo de investigación:

El modelo es de Tipo **aplicada**, utilizaremos teorías para realizarlo a la práctica, en este caso determinaremos el verdadero interés de la teórica que es la estabilización de la rasante de pavimentos rígidos compuesto con arcilla, con materiales de puzolana y vidrio reciclado, si cumple con la normatividad se llevará a construcciones de pavimentos reales, los cuales conllevan estos procedimientos a un laboratorio de suelos para un estudio minucioso

Diseño de investigación:

El diseño es tipo cuantitativo y **diseño experimental**: experimento puro, porque para determinar la estabilidad de la rasante de pavimentos rígidos con materiales puzolana y vidrio polvorizado, se realizará varios ensayos con diferentes proporciones Y porcentajes, hasta cumplir con la norma.

Diseño de Investigación.

MC2		O1
MC2	X1 + Y1	O2
MC2	X2 + Y2	O3
MC2	X3 + Y3	O4

Nota: Elaboración Propia.

MG1: Muestra de Suelo Grupo 1 (calicatas).

MG2: Muestra de Suelo Grupo 2 (calicatas).

MG3: Muestra de Suelo Grupo 3 (calicatas).

} Muestra Crítica (**MC2**).

MC2: Es la muestra compuesta por muestra Crítica (**MC2**), Puzolana (**PZ**) y Vidrio Reciclado (**VR**).

X1: Adición de Puzolana 15% (**PZ15%**).

X2: Adición de Puzolana 25% (**PZ25%**).

X3: Adición de Puzolana 30% (**PZ30%**).

Y1: Adición de Vidrio Reciclado Molido 6% (**VR6%**).

Y2: Adición de Vidrio Reciclado Molido 8% (**VR8%**).

Y3: Adición de Vidrio Reciclado Molido 10% (**VR10%**).

O1: Observación Grupo 1, después de aplicación **PZ0%** y **VR0%**.

O2: Observación Grupo 2, después de aplicación **PZ15%** y **VR6%**.

O3: Observación Grupo 3, después de aplicación **PZ25%** y **VR8%**.

O4: Observación Grupo 4, después de aplicación **PZ30%** y **VR10%**.

3.2. Variables y Operacionalización.

Variable dependiente: Estabilización de Subrasante.

- **Definición Conceptual:**

Cerna (2020) cita a Firoozi, Guney y Mojtaba (2019): según ellos sustentaron que la estabilidad se realiza según el método que se tiene que combinar los materiales para mejorar las características con el objetivo de mejorar sus propiedades (p.12).

- **Definición Operacional:**

Se realizarán mediante ensayos de laboratorio de suelos, donde al adicionar puzolana y vidrio molido al suelo arcilloso con diferentes cantidades, se obtendrá densidades mayores al 6% de CBR., con lo que se cumplirá con la investigación.

- **Indicadores:**

Tabla 14

Tabla de dimensiones e indicadores.

DIMENSIÓN	INDICADORES
	Pobre: Ensayos con CBR. De $CBR \geq 3\%$ A $CBR < 6\%$
1.- CBR (California Bearing Ratio)	Regular: Ensayos con CBR. De $CBR \geq 6\%$ A $CBR < 10\%$
	Bueno: Ensayos con CBR. De $CBR \geq 10\%$ A $CBR < 20\%$
2.- Máxima Densidad Seca	
3.- Humedad Óptima	Alta Plasticidad de $14\% < (CH) < 22.5\%$ Baja Plasticidad (CL) $< 14.0\%$

Fuente: M.T.C.

- **Escala de medición:**

Tamaño de medida por intervalos.

Variable Independiente: Puzolana y Vidrio Reciclado.

- **Definición.**

Vidrio:

El vidrio es un material cerámico no cristalino e inorgánico, formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. (Poveda, Granja, Hidalgo y Avila, 2015, p.1)

Puzolana:

Materia esencialmente silicosa que finamente dividida no posee ninguna propiedad hidráulica, pero posee constituyentes sílice - alúmina (Salazar, s.f., p.1)

Definición Operacional:

Se realizarán mediante recolección de materiales de puzolana en lugar in situ y vidrios reciclados de zona Urbana y posteriormente triturados para luego realizar experimentos en el laboratorio de suelos, por lo que se realizará ensayos con cantidades de diferentes porcentajes.

- **Indicadores según dimensión:**

Tabla 15

Tabla de dimensión e indicadores.

DIMENSIÓN	INDICADORES
Puzolanas Naturales	Material con capacidad de reaccionar con hidróxido de calcio (cal hidratada).
Vidrio Molido	Finamente Molido, Pasante tamiz N°10

Fuente: propia.

- **Escala de medición:**

Escalas de Proporción.

3.3. Población, Muestra, Muestreo.

Población.

Para lo cual el proyecto de investigación, Se consideró de referencia proyectos de pavimentación en zonas con presencia de arcilla, Distrito de Pacaycasa, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

- **Criterios de Inclusión:** Forman parte de este estudio Suelos con presencia de materiales arcillosos.
- **Criterios de Exclusión:** no forman parte de este estudio los Suelos que contienen arcillas en menores porcentajes.

Muestra.

Se ha considerado el proyecto de Pavimentación en localidad de Viñaca, que se encuentra en centro poblado de Compañía.

Muestreo.

Se realizó 3 calicatas de 1.50m de profundidad, de donde se obtuvo la muestra representativa, para nuestro proyecto de investigación experimental.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos.

Técnica: Para este trabajo de investigación se basa en estudio experimental, por lo que es de tipo experimental, con la que incluye técnicas de:

- Observación.
- Análisis documental.

Instrumentos de recolección de datos: las informaciones son obtenidas de otras investigaciones y analizadas.

- Guía de observación de campo.
- Guía de Análisis documental.
- Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

3.5. Procedimientos.

Muestreo y obtención del material.

Primera Etapa.

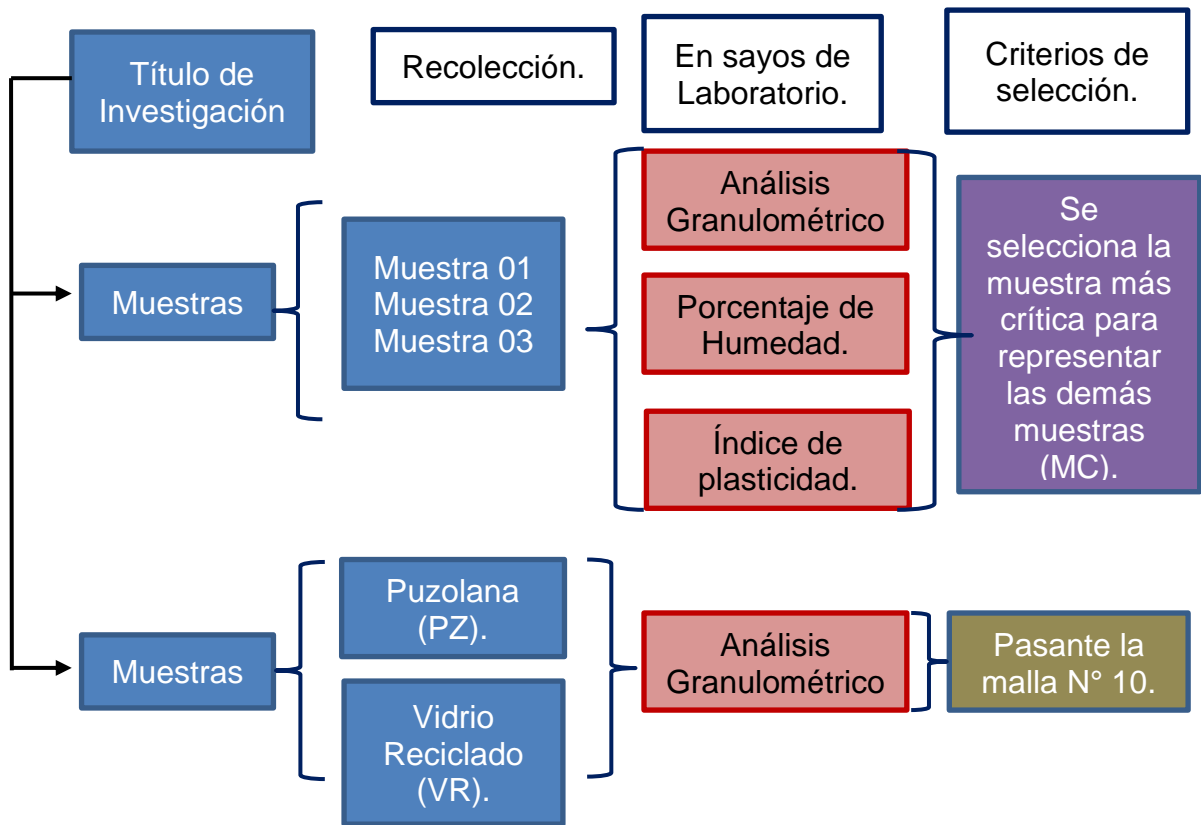
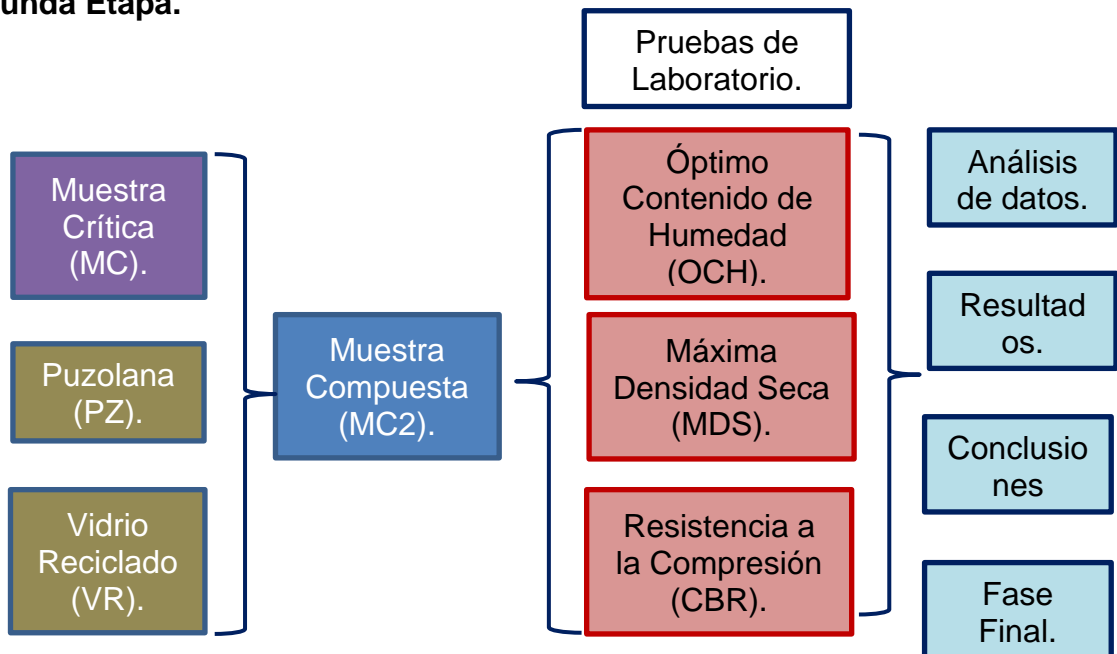


Figura 4: Procedimiento de Diseño Experimento (etapa 01 y 02).

Fuente: propia

Segunda Etapa.



Fuente: propia

Recolección de materia prima.

Para realizar esta actividad, primeramente, se recolectó informaciones documentales del lugar a estudiar y reservas de materiales que compone el lugar in situ, consecuentemente se realizó viajes, con fines de determinar y confirmar la existencia por método de observaciones y posibles pruebas de existencia del material o área de estudio.

Del vidrio reciclado (VR).

Consiste en la recolección de botellas de vidrio en zonas urbanas y rurales en la ciudad de Ayacucho y en el centro poblado de Viñaca, para lo cual se seleccionó botellas que están expuestas al medio ambiente como contaminantes, son botellas no retornables y cristalinas. Estas ya seleccionadas son trasladadas al laboratorio para su posterior limpieza.

De la puzolana (PZ).

Se obtuvo de una cantera que por accesibilidad y lugar de adecuación que está al borde de la vía principal (Ayacucho – compañía - Viñaca).

Antes de acumular en una bolsa, se dejó orear y secar hasta 2.00pm, por lo que se recopiló la parte superficial aproximadamente 10.00cm de capa y trabajar en laboratorio. Ver fotografía N°12 de anexos. Posteriormente son trasladados al gabinete para su siguiente proceso.

De la muestra.

Consiste en la determinación de los lugares, y posterior marcado para realizar calicatas de 1.50ml de profundidad, por lo que se trata de estabilización de la subrasante. Por ende, se realizó 03 calicatas en partes laterales de la carretera con

distancias separadas a 300 m.l. aproximadamente, sin obstaculizar el continuo transitabilidad de los carros.

Consecuentemente se recopiló muestras en 2 bolsas de 50 kg de cada calicata, en este caso C-1, C-2 y C-3, y estas se transportaron al gabinete de suelos para su estudio respectivo.

Preparación de la materia prima.

Para el vidrio reciclado:

Tratándose de primera etapa: las botellas reciclables son limpiados interna y externamente hasta eliminar la presencia de suciedades. Ver fotografía N°13 de anexos.

Consecuentemente se dejó secar en forma invertida las botellas, con fines que estas no contengan agua en el interior. Luego se empezó a triturar (pre trituración) mecanizada mente a base de martillos en un recipiente de balde de 20 lt. Con aberturas en ambos extremos, que por uno de los agujeros asienta con base de concreto, para que estas se trituren más rápido y el balde se utilizó para que no se pierdan material por el chancado. Ver fotografía N°14 de anexos.

Consecuentemente se realizó trituración con máquina Molinillo para especias, con fines de obtener granular adecuada, en este caso se realizó un tamizado en malla N°10. Por lo que, para el ensayo se realizó pasantes a la malla N°10. Ver fotografía N°15 de anexos.

Para puzolana.

Antes de saquear en una bolsa, se dejó orear y secar hasta 2.00pm, por lo que se recopiló la parte superficial aproximadamente 10.00cm de capa y trabajar en laboratorio.

Consecuentemente se realizó cuarteos para determinar granulometría y la humedad natural, para este último se realizó lavados con el fin de limpiar finos en el material.

Ensayo granulométrico (AASHTO T88, ASTM D-422).

Como primera actividad se realizó cuarteos de la calicata C-1, C-2, C-3 y puzolana

(PZ) y después se realizó el lavado de cada muestra en una tina, hasta obtener el último lavado que se puede observar medio transparente, lo que significa que ya no contiene finos la muestra. Y posteriormente se llevó a secarla cada muestra en destintos bandejas en una cocina eléctrica, todo este último para obtener muestras secas. Seguidamente se vertió al tamizado en distintos tamices como en las mallas de 1/2", 3/8", N°4, N° 10, N° 40, N°200, realizando movimientos manualmente se obtuvo diferentes granulares, lo que se llevó a pesar cada muestra retenida en cada malla, en la balanza eléctrica. Todo este proceso se realizó para C-1, C-2, C-3 y Puzolana (PZ). Ver fotografía N°25 de anexos.

Humedad natural (MTC E 108-2000, ASTM D-2216).

En este proceso, se determinó porciones de muestras de cada calicata y puzolana, consecuentemente se anotó el peso de cada espécimen en estado húmedo, y lo se llevó a secarla en una cocina eléctrica, con el fin de obtener el peso seco, posteriormente se vertió en una balanza eléctrica, donde se anotó peso seco de cada muestra y puzolana (PZ). Este procedimiento se realizó para cada muestra como C-1, C-2, C-3 y puzolana (PZ).

Ensayo Proctor (MTC E 115, ASTM D-1557).

En este proceso, se realizó por el método "C" de esta norma, lo que indica que el trabajo se realizó con molde de 6plg. y muestras pasantes a tamiz 3/4plg (19.0mm) con 5 capas con 56 golpes por capa. con fines de obtener la curva de compactación, en la que los valores de óptimo contenido de agua y máximo peso unitario seco modificado son determinados de la curva de compactación.

Primeramente, se realizó pesado de muestras aproximadamente 15kg pasantes a malla de 3/4plg. y luego se distribuyó a 5 kg. En 3 bandejas para agregar agua en porcentajes 0%, 3% y 5% según la muestra requiera, luego se realizó mezclado con una espátula y uniformizar la humedad, seguidamente se señaló molde de 6 pulg. (Molde de Proctor) a 5 capas para compactar con pisón manual a 56 golpes a cada capa aproximadamente de una altura 457mm. Luego terminado el masado de 56 golpes se retira el collarín del molde para obtener la fracción o porción interna de la muestra en el molde, se obtiene la parte central y luego se determina el peso de muestra en recipiente para humedades, pero antes de invertir la muestra, cada

recipiente ha sido pesados. Este procedimiento se realiza en los tres estados de agua 0%, 3% y 5% y se repite los siguientes pasos para las tres muestras C-1, C-2 y C-3. Ver figura N°27 de anexos.

Se repitió los pasos anteriores para muestras de observación 01 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ0% más VR0%), observación 02 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ15% más VR6%), observación 03 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ25% más VR8%), observación 04 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ30% más VR10%), se realizó respectivamente el óptimo contenido de humedad para poder obtener su máxima densidad seca.

Ensayo CBR (MTC e 132-2000 •ASTM d-1883 • AASHTO t-193).

Son procesos que se realizan para evaluar la capacidad de soporte de suelos de la subrasante y las demás capas que compone la estructura de un pavimento.

En esta actividad se realizó sólo la calicata más crítica y que componen con mayores cantidades de arcillas, que estas representan a las demás calicatas.

Primeramente, se realizó pesado de muestra más crítico aproximadamente 15kg en cada tina, pasantes a malla de 3/4plg. y luego se distribuyó porcentajes de agua 0%, 3% y 5% según la muestra requiera, luego se realizó mezclado con una espátula y uniformizar la humedad, seguidamente se pesó los moldes de 6 pulg. (Molde de CBR) y se señaló en 5 capas para compactar con pisón manual con diferencia que en este procedimiento se realizó a (56 golpes, 25 golpes y 12 golpes a muestras que contiene en cada tina preparada), después de haber terminado el apisonado estas se quitan el collar y se engrasan y luego se invierten sin disco espaciador, colocando un papel entre el molde y la base y se pesan como en el inicio. Este procedimiento es repetitivo y aplicable a las 3 tinas que compone con diferentes porcentajes de agua.

Consecuentemente la muestra invertida se completa con anillos necesarios para completar una sobrecarga que produzca presión, simulando que las capas de materiales hayan encima de suelo. Luego se toma la primera lectura con dial para medir la expansión colocando con trípode en los bordes del molde y luego hacer lectura en cero y se anota la fecha y hora, a continuación, se sumerge el molde a una tina con agua dejando la parte superior del molde para acceso del agua. Luego se midieron para determinar expansión de las muestras cada 24 horas por 96 horas

(4 días), con nivel de agua constantes, después del completado el periodo de 96 horas se sacó el molde de la tina y se vierte para evacuar el agua reteniendo la placa firmemente, se deja escurrir la muestra aproximadamente 15 minutos en su posición y luego se procede al ensayo de penetración.

Consecuentemente se aplica una sobrecarga y se llevó a una prensa para determinar las siguientes mediciones con diales y anillo dinamométrico.

Se repitió los pasos anteriores para muestras de observación 01 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ0% más VR0%), observación 02 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ15% más VR6%), observación 03 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ25% más VR8%), observación 04 (muestra compuesta MC2, que incluye PZ30% más VR10%), respectivamente para poder obtener las penetraciones.

Tabla de penetraciones.

Tabla 16

Tabla de penetraciones.

Milímetros (mm)	Pulgadas (plg.)
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente. Manual de carreteras, norma MTC.

3.6. Método de los Análisis de Datos.

Para lo cual se desarrolló el trabajo de investigación, para relacionar el hipotisis inicialmente planteados y procedimientos que se realizaron según las normas que pide cada ensayo de la norma técnica peruana.

Cada dato obtenido de cada ensayo se procesó en hojas de cálculo, diseños gráficos y analizados respectivamente según las normas que pide la norma M.T.C. para cumplir los requerimientos para estabilización de la subrasante en pavimentos rígidos.

Los resultados obtenidos se analizaron con apoyo del personal capacitado y verificado con jefe personal de laboratorio, con fines de obtener resultados con mayor veracidad. La adición de porcentajes de puzolana y vidrio reciclados son aditivos importantes para estabilización de subrasantes en pavimentos rígidos.

3.7. Aspectos Éticos.

Según la **RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0262-2020/UCV**, en la que aprueba el **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**.

Por principios de ética profesional en este proyecto de investigación se compromete a.

- No distorsionar a fuentes matrices, es decir al recopilar informaciones se tendrá respeto por sus ideas y serán citados adecuadamente.
- Se respetó la recomendación de la población que actuó en realizar el trabajo de investigación.
- Se consignó ideas de los resultados de las personas con conocimientos en la parte de laboratorio (mecánica de suelo).
- Se compromete en esta investigación no contar con plagio, sin embargo, al haber tomado ideas se realizó previo citación en.
- En esta investigación se realizó con veracidad con ideas propias del autor respectivo.
- Se cumplió con procedimientos que las normas exigen en cada ensayo de laboratorio de suelos y parámetros es según el manual de carreteras: MTC.

IV. RESULTADOS

Clasificación de suelos.

Para la presente investigación se consideraron 03 muestras obtenidas de 03 calicatas que se realizaron a una profundidad de 1.50 m, consiguientemente se muestran resultados:

Análisis Granulométrico.

Tabla 17

Tabla general de grava, arena y arcilla de las calicatas.

Muestra	GRAVA	ARENA	ARCILLA
Calicata C-1.	15.2%	68.50%	16.30%
Calicata C-2.	1.2%	15.10%	83.70%
Calicata C-3.	4.2%	29.20%	66.60%

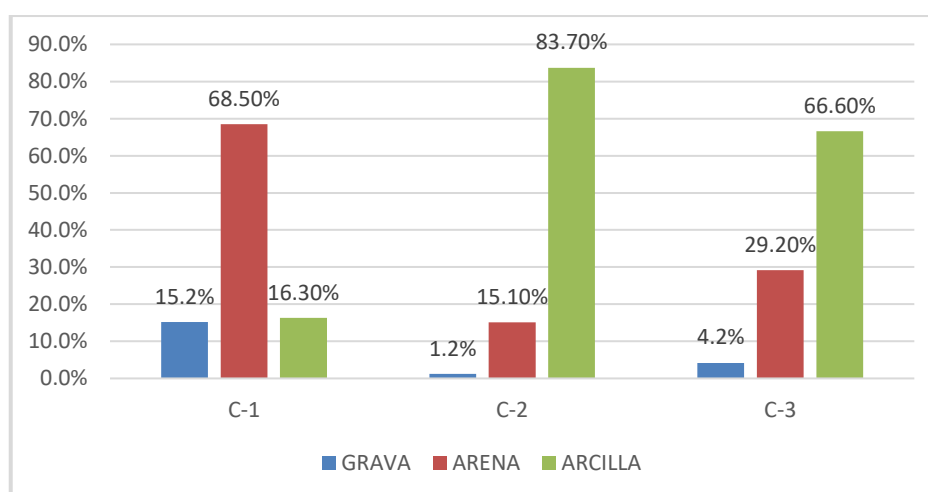


Figura 5: Grafica de comparación de calicatas según componentes de grava, arena y arcilla.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran la cantidad elevada de arcillas en la calicata C-2 y cantidad mínima en arena, por tales características se identificó como la muestra más crítica (MC2), por ende, la calicata se utilizó como muestra patrón para los demás

ensayos, que posteriormente se combinó con diferentes porcentajes de puzolana (PZ) y vidrio molido (VR).

Para evaluar la Influencia de Puzolanas Naturales y Vidrio Molido en Subrasantes con presencia de arcillas, se muestran en la siguiente tabla y figura.

Tabla 18

Plasticidad de la muestra Crítica combinada con Puzolana (PZ) y Vidrio Reciclado (VR).

	I.P.
MC2	15.70
MC2+15%PZ+ 6%VR.	13.70
MC2+25%PZ+ 8%VR.	12.6
MC2+30%PZ+ 10%VR.	11.90

Fuente: propia.

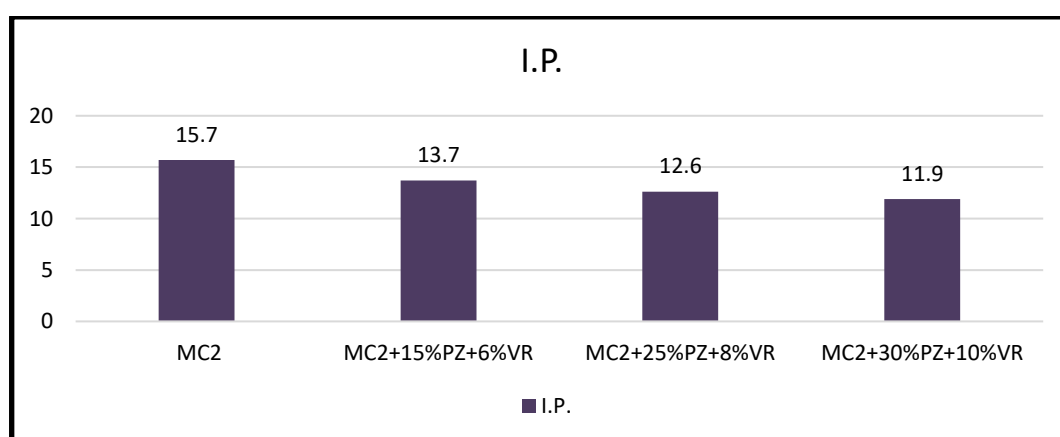


Figura 6: Gráfica Comparativa según Índice de Plasticidad.

Fuente. Propia.

Se determinó que la muestra crítica pertenece estar en plasticidad media al tratarse de 15.7 de índice de plasticidad, que indica ser un suelo arcilloso según las normas M.T.C.

Al determinar la plasticidad de la muestra crítica, añadiendo diferentes porcentajes de puzolana y vidrio molido, se verificó que plasticidad disminuye a medida que se añade estos componentes, con la que se supuso las futuras mejoras de la estabilización de la subrasante.

Para evaluar los resultados del CBR adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido se determinó la siguiente figura y tabla.

Tabla 19

CBR al 95% Vs. CBR al 100% de suelo con adición de PZ y V.R.

CBR al 95% Vs. CBR al 100% de suelo con adición de Puzolana(PZ) y Vidrio Reciclado(V.R.)		
	95%CBR	100%CBR
MC2	4.9	7.5
MC2+15%PZ+ 6%VR.	8.7	13.4
MC2+25%PZ+ 8%VR.	12.4	18.2
MC2+30%PZ+ 10%VR.	14.1	24.3

Fuente: propia.

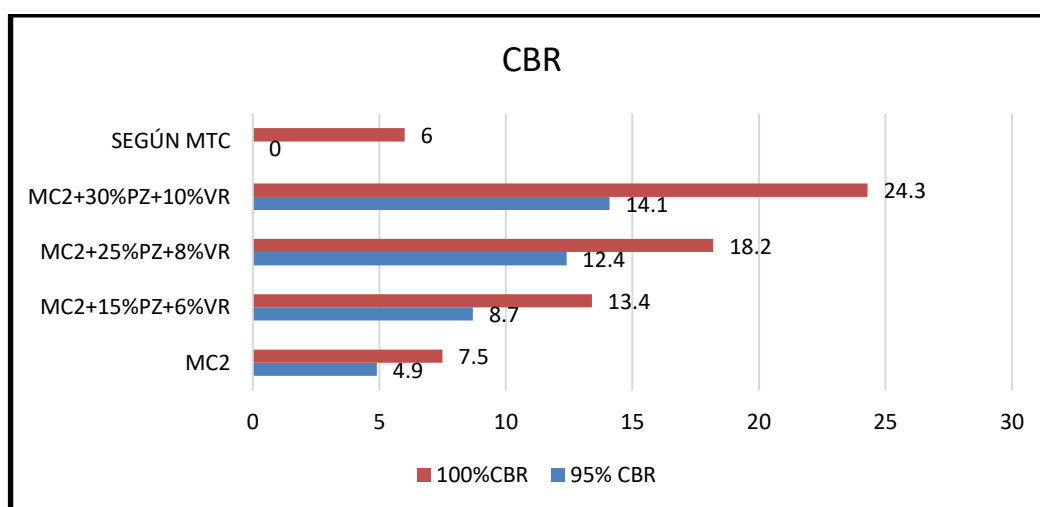


Figura 7: Gráfica Comparativa según C.B.R.

Fuente. Propia.

Al determinar el CBR del suelo patrón o muestra crítica resultó 4.9% al 95%D.M.S., en la que se determinó estar por debajo de 6%, lo que indica que se trata de un suelo malo o pobre. Estas al ser añadidos con porcentajes de puzolana y vidrio, aumentaron el valor en CBR., llegando a estar en rango de suelo bueno, con la que, la subrasante indica ser bueno en construcciones de pavimentos.

Determinación de la Máxima Densidad Seca adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20

Máxima Densidad Seca de Suelo(gr/cm³) con Adición de Puzolana y Vidrio Reciclado.

	M.D.S. (gr/cm ³)
MC2	1.81
MC2+15%PZ+ 6%VR.	1.86
MC2+25%PZ+ 8%VR.	1.9
MC2+30%PZ+ 10%VR.	1.94

Fuente: Propia.

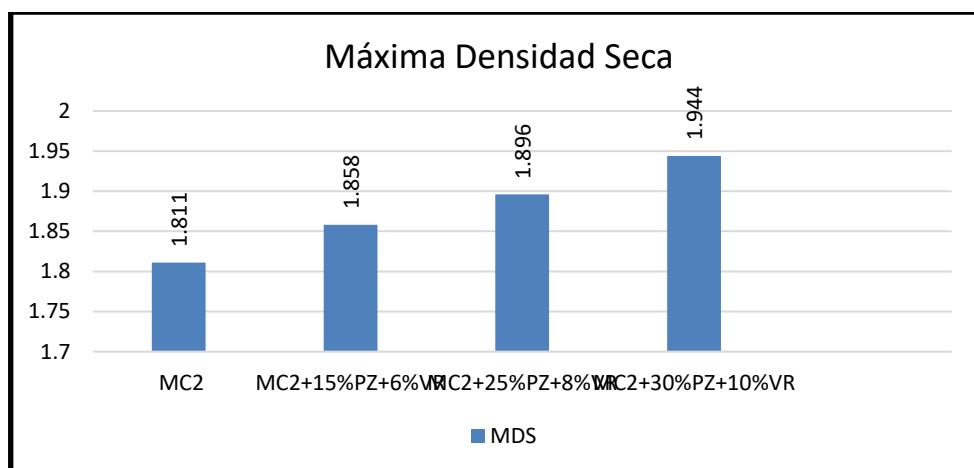


Figura 8: Gráfica Comparativa según Densidad Máxima Seca.

Fuente. Propia.

En el ensayo Densidad Máxima Seca, resultó que a medida se añade porcentajes de puzolana y vidrio, estas aumentan. Estas indicaron que los componentes de puzolana y vidrio ayudan a mejorar los suelos arcillosos.

La Humedad Óptima adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, se verificó en la siguiente tabla.

Tabla 21

Humedad Óptima (%) de suelo con adición de PZ y V.R.

	C.H.O. (%)
MC2.	17.0
MC2+15%PZ+ 6%VR.	15.9
MC2+25%PZ+ 8%VR.	15.1
MC2+30%PZ+ 10%VR.	14.0

Fuente: Propia.

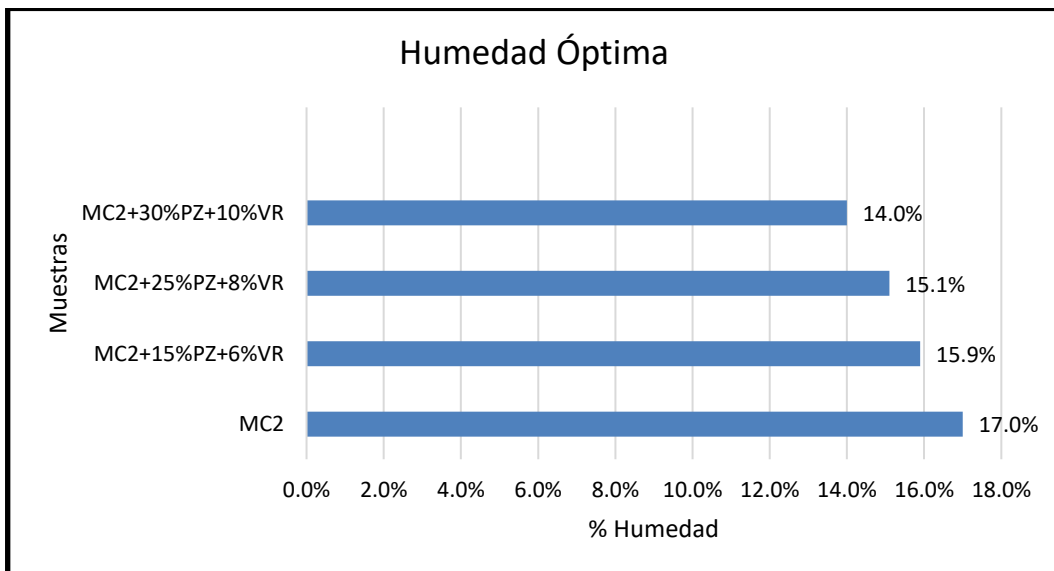


Figura 9: Gráfica Comparativa según Contenido de Humedad Óptima.

Fuente. Propia.

Se determinó que contenido de humedad óptima de la muestra crítica disminuye al añadir diferentes porcentajes de puzolana y vidrio molido. En la que la puzolana y vidrio altera la estructura de la muestra crítica, por ende, la construcción con componentes de puzolana y vidrio polvorizado son beneficiosos para mejorar la subrasante.

Para determinar la Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado se verificó en los siguientes resultados resumidas en la siguiente tabla.

Tabla 22

Resultados resumidas en Genera de la muestra crítica, puzolana y vidrio reciclado.

Muestra	Patrón	15%PZ+6%VR	25%PZ+8%VR	30%PZ+10%VR
Humedad Óptima (%).	17.0	15.9	15.1	14.0
M.D.S. (gr/cm ³).	1.81	1.86	1.90	1.94
CBR (95%).	4.9	8.7	12.40	14.10
CBR (100%).	7.5	13.4	18.20	24.30

Fuente: Propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos al adicionar puzolana y el vidrio polvorizado mediante experimentos en laboratorio, resultaron favorables para estabilizar un suelo arcilloso. suelos con componentes arcillosos tienden a presentar diferentes tipos de fallas, charcos de agua, acolchonamientos, entre otros. En la C.P. de Viñaca, pero al mezclar con componentes de puzolana y vidrio en polvo, ayuda a mejorar el suelo dando a la comunidad tener un mejor transitabilidad vehicular, esta investigación se puede aplicar en cualquier otro lugar donde se presenta terrenos arcillosos, en una cantidad considerado ya que se ha cumplido con los parámetros según norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC.

En la investigación de **Villalta y Chang** llegaron a un resultado, que al agregar porcentajes diferentes de puzolana y ladrillo la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptima de la muestra reduce, con la que en esta investigación se comprueba también que los componentes de puzolana también reducen en contenido de humedad óptima y aumentan la máxima densidad seca, por la que, se puede determinar que la puzolana es un componente importante para estabilización de subrasantes.

Yongzhen Cheng, Shuang Wang, Xiaoming Huang, Chang Li y Jingke Wua, similarmente, resultaron que las puzolanas naturales ayudan a mejorar el suelo. En lo que nuestra investigación llegó a comprobarse que las puzolanas ayudan a estabilizar al mezclar con vidrio reciclado.

En el proyecto de investigación de **Sánchez y Terrones**, llegaron a determinar que el vidrio reciclado en suelos arcillosos llega a mejorar la densidad máxima seca y el CBR de suelos. En este proyecto de investigación se determinó que al agregar el vidrio molido a la muestra más crítica en diferentes porcentajes aumentan CBR y la Densidad máxima, que indica favorablemente para estabilización de la subrasante en pavimentos rígidos.

En la investigación experimental de **Mamani y Ramírez**, determinó estabilización de suelos arcillosos con puzolana, donde indica que al agregar cal al 10% y puzolana en 15%, 25% y 30%, la muestra se vuelve más alcalino. En esta investigación resultó ser un componente favorable para la estabilización de subrasantes al mezclar con vidrio polvorizado.

En proyecto de Baldovino, Izzo, Rose y Avanci, realizaron estabilización de suelos con vidrio reciclado, en la que resultó que los suelos pobres se puede mejorar, para

construcciones de capas de pavimentos. En nuestra investigación experimental también resultaron buenos al mezclar un suelo pobre con características arcillosas, con componentes de puzolana y vidrio reciclado, hasta alcanzar CBR 14.1, adecuados para construir capas de subrasante en pavimentos rígidos.

En proyecto de **Haro**, en efecto de suelos arenosos con la adición de vidrio reciclado en porcentajes de 6% y 8%, resultaron favorables en mejorar el suelo arenoso, pero la investigación se inició con suelo CBR 17.20, que indica suelo bueno. En nuestra investigación se empezó con suelo pobre con CBR 4.9, según su IP. Se tratándose de suelos arcillosos que resultaron a mejorar favorablemente al adicionar puzolana y vidrio molido en diferentes porcentajes, que en síntesis se puede indicar que es bueno para estabilizar subrasantes con suelos arcillosos en pavimentos rígidos.

Teniendo una investigación parecida de **Carhuapoma y Tito (2021)** se determinaron el comportamiento mecánico de subrasante arcillosa con aplicación de fibra de vidrio reciclado mediante pruebas de laboratorio se a llegado al resultado de la mejora de la máxima densidad seca del suelo patrón 1.782g/cm³ agregando el fibra de vidrio reciclado a 1.782 g/cm³ con un CBR de suelo patrón 3.7 agregando 10% de fibra de vidrio reciclado a un 12.81%.

Con respecto a nuestra investigación se obtuvo una máxima densidad seca de manera ascendente lo cual se obtuvo de la muestra patrón de 1.81 g/cm³ y agregándole la puzolana más el vidrio polvorizado se llegó a un 1.94 g/cm³ y el CBR con el suelo patrón con 95 % CBR se obtuvo 4.9% de capacidad de carga agregándole la puzolana y el vidrio polvorizado se obtuvo hasta un 14% de capacidad de carga.

VI. CONCLUSIONES

La solución para estabilización de un subrasante pobre, es añadiendo porcentajes de puzolana y vidrio polvorizado en diferentes porcentajes, con la aplicación con dichos materiales las hipótesis fueron comprobados, en la que los materiales son de gran importancia para estabilizar un suelo arcilloso con índice de plasticidad alta, al agregar los componentes aumentan la densidad de suelo, hasta llegar a pertenecer al rango de suelo bueno según la norma M.T.C., que serán de gran importancia para la construcción de subrasantes para pavimentos rígidos.

La influencia de puzolanas y vidrio molido resultan mejorar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos en construcción de proyectos de pavimentos rígidos en zonas donde existen materiales muy arcillosos que obstaculizan la construcción. Habiéndose realizado con material más crítico que compone mayor cantidad arcilla 83.70%, en arena en baja proporción 15.10% con índice de plasticidad 15.2, que indica pertenecer a un suelo arcilloso, con CBR 4.9% que indica pertenecer al grupo subrasante pobre. Al adicionar puzolana al 30%PZ y Vidrio Reciclado 6%VR, donde el CBR de la muestra crítica surgieron cambios, observándose que hay aumento de CBR 14.1% al 95%MDS., que indica a pertenecer al grupo de subrasante bueno según la norma M.T.C. todo ello implica a ser aplicable en construcciones de subrasantes en pavimentos rígidos.

La muestra crítica inicialmente se obtuvo con máxima densidad seca 1.811 (gr/cm³), que al añadir puzolana 30%PZ y vidrio reciclado 10%VR, resultan a tener aumento en la M.D.S. en 1.944(gr/cm³), que indica la influencia de puzolana y vidrio en suelos arcillosos.

La muestra crítica representa al suelo malo, al determinar inicialmente el contenido humedad óptima se halló 17%, a medida que se añadió porcentajes de puzolana y vidrio, estas resultan a bajar, al adicionar puzolana 30%PZ y 10%VR se notó que la nueva humedad óptima es 14.0%, que indica la influencia de componentes de puzolana y vidrio en suelos arcillosos.

VII. RECOMENDACIONES

Al haber determinado la influencia de componentes de puzolana y vidrio reciclado en la estabilización de suelos arcillosos, las puzolanas y vidrios son materiales aprovechables para proyectos de pavimentación. Estas por su uso o aplicabilidad se pueden utilizar en distintos proyectos, y no permitir la contaminación ambiental en caso de botellas de vidrio, que estas por su exposición provoca producir un impacto ambiental y conllevan a terminar con la vida de todo ser vivo.

Económicamente es factible realizarlo en proyectos, ya que los materiales de puzolana no tienen costo en la provincia de Huamanga y se encuentran en grandes volúmenes en diferentes distritos de la provincia. Los vidrios utilizados son reciclados que por su consumo del contenido fueron expandidos en el medio ambiente en diferentes distritos sea Urbano y Rural por no tener costo y no retornable.

Al adicionar demasiados porcentajes de puzolana y vidrio molido, probablemente se puede incurrir convertir suelos arcillosos a suelos alcalinos que estas ya no serían factibles para pavimentaciones, que conlleva estabilizar con otro material cal, cementos, etc.

Por el uso de vidrios polvorizados en esta investigación, tuvo complicaciones en proceso de trituración, lo que indica que en la ciudad de Ayacucho no cuenta con empresas dedicadas a tales actividades, conlleva a estudiar o investigar el mercado para este tipo de empresas.

En este proyecto se realizó experimentos con puzolana en estado natural, lo que indica o recomienda realizar otros tipos de proyectos con puzolanas en estado seco en horno, con características similares para la fabricación de cementos.

REFERENCIAS

- 360 En Concreto. (2020). Puzolana. Obtenido de Argos: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/category/cemento/191qu233-es-la-puzolana>
- Angelone, S., & Zapata, R. (2018). *Tipos de Suelo: Caracterización de Suelos Arcillosos y Limosos*. Argentina.
- Carhuapoma Najarro, C. S., & Tito Sánchez, J. B. (2021). *Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú*. Amazonas.
- Curitomay Najarro, C. J. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos*. Huamanga.
- Estudio de la Estabilización de Arcillas Expansivas Utilizando el 10%, 20% y 30% en Peso, de Puzolanas de Ceniza del Volcán Tungurahua y Ceniza de la Cascarilla de Arroz en Composiciones Iguales*. (2020). Quito.
- Fonseca Sanchez, K., Becerra Eneque, Y., & Muñoz Perez, S. (2020). USO DE ESTABILIZADORES PARA SUELOS ARCILLOSOS UNA REVISIÓN LITERARIA. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, 16.
- Haro Marchena, L. M. (2021). *Efecto de la Adición de Vidrio Reciclado en la Estabilización de Suelo Arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote*. Lima.
- Hurtado Sánchez, E., & Ricra Leguía, R. (2020). *Aplicación de Cal para Mejorar la Estabilidad de Subrasante en la Calle Wiracocha, distrito y provincia de Andahuaylas, 2020*. Lima.
- Licuy Ordóñez, C. A., & Román Solórzano, K. E. (2019). *Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales*. Quito: Quito.
- M.T.C. (2013). *Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.
- M.T.C. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.

- Maraví Rodríguez, J. F. (2021). *Estabilización de suelo arcilloso con vidrio y PET, en el Jr. 9 de diciembre, distrito de Quinua - Ayacucho, 2021*. Ayacucho.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública de Carreteras*. Lima.
- Neyra León, M. L. (2020). *Efecto de la Incorporación de las Cenizas de Caña de Azúcar en Subrasantes areno-limosas*. Piura.
- Quispe Huaman, R. J., & Rodríguez, H. L. (2020). *Mejoramiento del suelo Arenoso y Limoso con Cloruro de Sodio y Cal para Sub rasante con pruebas de CBR-Cusco 2020*. Lima.
- Rivera, J., Aguirre Guerrero, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales Convencionales y Activados Alcalinamente. *Dialnet*, 25.
- Salazar J., A. (s/f). *Puzolana*.
- Sánchez Pérez, C. J., & Terrones García, R. A. (2020). *Estabilización de Suelos Utilizando Híbrido de polvo de Concha de Abanico y Vidrio Reciclado, Huacacorral*. Lima.
- UNE-EN ISO 14688-1. (2019). *Investigación y Ensayos Geotécnicos. Normalización Española*, 1-4.
- Villalta Vergara, J. C., & Chang Bernal, E. M. (2020). *Estudio Experimental de las Propiedades Físicas, Mecánicas y de Resistencia de Suelos Arcillosos Mediante el Uso de Puzolana Natural, Polvo de Ladrillo y Goma Guar en San Cristóbal - Huancavelica*. Lima.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente
<p>¿Cuál es la Solución que Existe para Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021??</p>	<p>Determinar la Solución que Existe para Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.</p>	<p>Existe una Solución para Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.</p>	<p><i>Puzolana y Vidrio Reciclado</i> Puzolanas Naturales. Vidrio Molido.</p>
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicos	V. Dependiente
<p>1) ¿Cómo Influye Puzolanas Naturales y Vidrio Molido en Subrasantes con presencia de Arcillas, para el Diseño de Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021??</p>	<p>1) Determinar la Influencia de Puzolanas Naturales y Vidrio Molido en Subrasantes con presencia de arcillas, para el Diseño de Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.</p>	<p>Existe la Influencia de Puzolanas Naturales y Vidrio Molido en Subrasantes con presencia de arcillas, para el Diseño de Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.?</p>	<p><i>Estabilización de la Rasante.</i></p>
<p>2) ¿Cuál es el CBR adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021??</p>	<p>2) Determinar el CBR adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.</p>	<p>Existe el CBR adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021.</p>	<p>CBR (California Bearing Ratio). Máxima Densidad Seca. Humedad Óptima.</p>

<p>3) ¿Cuál es la Máxima Densidad Seca adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021??</p>	<p>3) Determinar la Máxima Densidad Seca adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca –Ayacucho,2021.</p>	<p>Existe la Máxima Densidad Seca adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho,2021.</p>	
<p>4) ¿Cuál es la Humedad Óptima adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021??</p>	<p>4) Determinar la Humedad Óptima adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca –Ayacucho,2021.</p>	<p>Existe la Humedad Óptima adecuado para subrasantes, en suelos malos Utilizando Puzolanas Naturales y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho,2021.</p>	

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	PUZOLANA Y VIDRIO RECICLADO	<p>Vidrio: El vidrio es un material cerámico no cristalino e inorgánico, formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. (Poveda, Granja, Hidalgo y Ávila, 2015, p.1)</p>	<p>Se realizarán mediante recolección de materiales de puzolana en lugar en situ y vidrios reciclados de zona Urbana y posteriormente triturados para luego realizar experimentos en el laboratorio de suelos, por lo que se realizará ensayos con cantidades de diferentes porcentajes.</p>	1). Puzolanas Naturales:	Material con capacidad de reaccionar con hidróxido de calcio (cal hidratada).	Escalas de proporción.
		<p>Puzolana: Materia esencialmente silicosa que finamente dividida no posee ninguna propiedad hidráulica, pero posee constituyentes sílice - alúmina (Salazar, s.f., p.1)</p>		2). Vidrio Molido:	Finamente Molido, Pasante tamiz N°200	Escalas de proporción.

VARIABLE DEPENDIENTE	ESTABILIZACIÓN DE LA RASANTE	Cerna (2020) cita a Firoozi, Guney y Mojtaba (2019): sustentaron que la estabilización del suelo es un método que se basa en mejorar las condiciones y características del suelo al mezclarse con otros materiales, con la finalidad de aumentar sus propiedades (p.12).	Se realizarán mediante ensayos de laboratorio de suelos, donde al adicionar puzolana y vidrio molido a la rasante con suelo arcilloso en diferentes cantidades, para obtener propiedades adecuados para pavimentos rígidos.	1). CBR (California Bearing Ratio).	Bueno: Ensayos con CBR. De CBR \geq 10% A CBR < 20%	Intervalos.
					Regular: Ensayos con CBR. De CBR \geq 6% A CBR < 10%	
					Pobre: Ensayos con CBR. De CBR \geq 3% A CBR < 6%	
				2). Máxima Densidad Seca:		Intervalos.
				3). Humedad Óptima.	Alta Plasticidad de 14% < (CH) < 22.5%	Intervalos.
					Baja Plasticidad (CL) < 14.0%	

ANEXOS 02:

Mapa de Ubicación del Proyecto de Investigación.

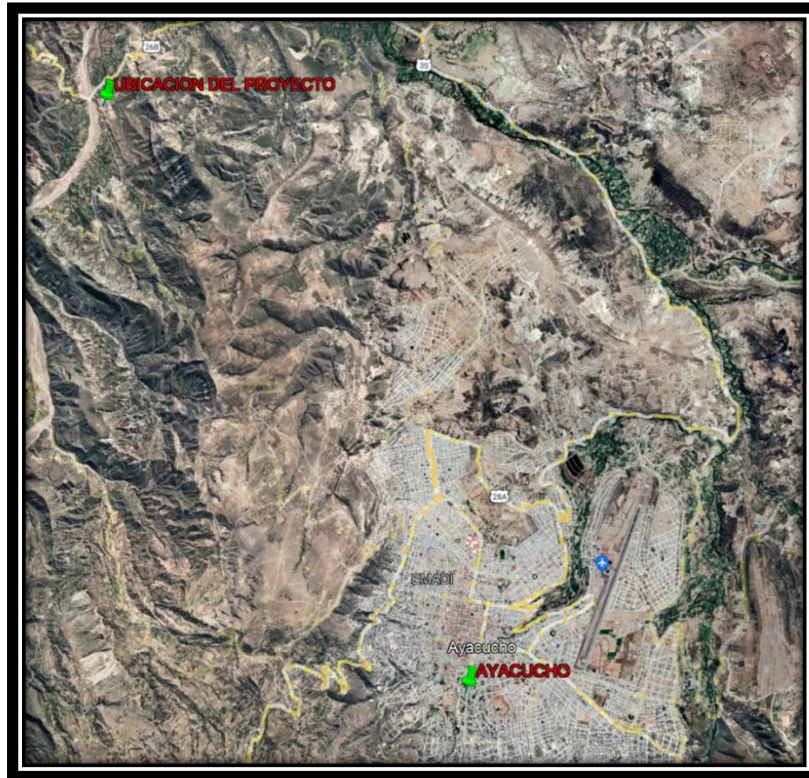


Figura 10: Mapa de ubicación.



Figura 11: Centro poblado de Viñaca.

Anexo 03:

Proceso de Recolección de Muestras del suelo (calicatas).



Figura 12: Señalización para realizar Calicata C-1.

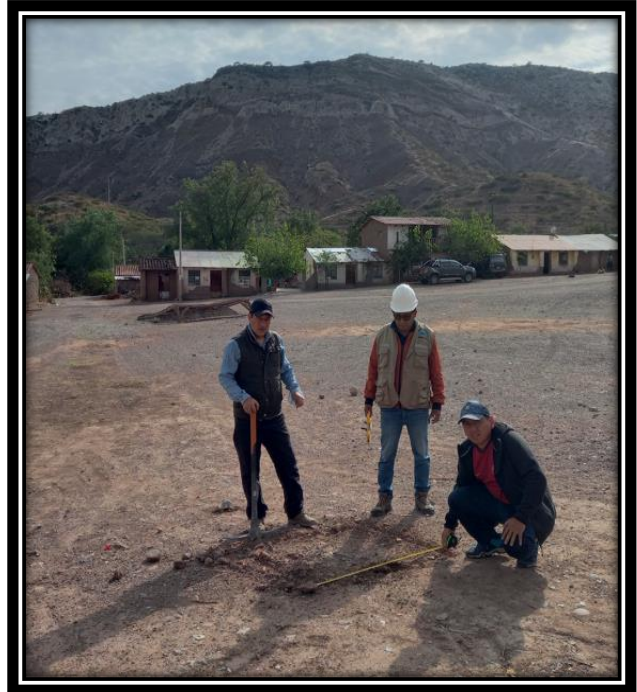


Figura 13: Señalización para realizar Calicata C-2.



Figura 14: Señalización para realizar Calicata C-3.



Figura 15: Extrayendo muestras de Calicata C-1.



Figura 16: Calicata C-1 visibilizando cantidad de capas.



Figura 17: Calicata C-2 extrayendo la muestra



Figura 18: Calicata C-2 visibilizando cantidad de capas.



Figura 20: Calicata C-3 visibilizando cantidad de capas.



Figura 19: Calicata C-3 extrayendo muestra.

Anexo 04:

Recolección de Materiales de Vidrio y Puzolana (PZ).



Figura 21: Recolección de botellas de vidrio.



Figura 22: Recolección de puzolana.

Anexo 05:
Preparación de materiales



Figura 23: Limpieza de botellas recolectadas.



Figura 24: Secado de botella reciclado después de lavado.



Figura 25: Trituración de las botellas.



Figura 26: Tamizado de botella triturado con el tamiz #10.

Anexo 06:
Ensayos de Límites de Consistencia, Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad.



Figura 27: Ensayo de límite líquido.



Figura 28: Ensayo de limite plástico.

Anexo 07:

Ensayos de granulometría de cada calicata.



Figura 29: Cuarteo con la CC-01 de igual manera las demás calicatas.



Figura 30: Pesado de cada muestra de calicata.



Figura 31: Lavado de cada muestra en cada calicata, pasante el tamiz #200



Figura 32: Secado de cada muestra lavada.



Figura 33: Tamizado de la CC-01.



Figura 34: Tamizado de la CC-02.



Figura 35: Tamizado de la CC-03.



Figura 36: Tamizado de puzolana.



Figura 37: Trabajo de tamizado de todas las calicatas.

Anexo 08:
Ensayos de Proctor y CBR



Figura 38: CC-02, pesado de material natural para el Proctor modificado.



Figura 39: CC-02, Preparación de material para el Proctor modificado.

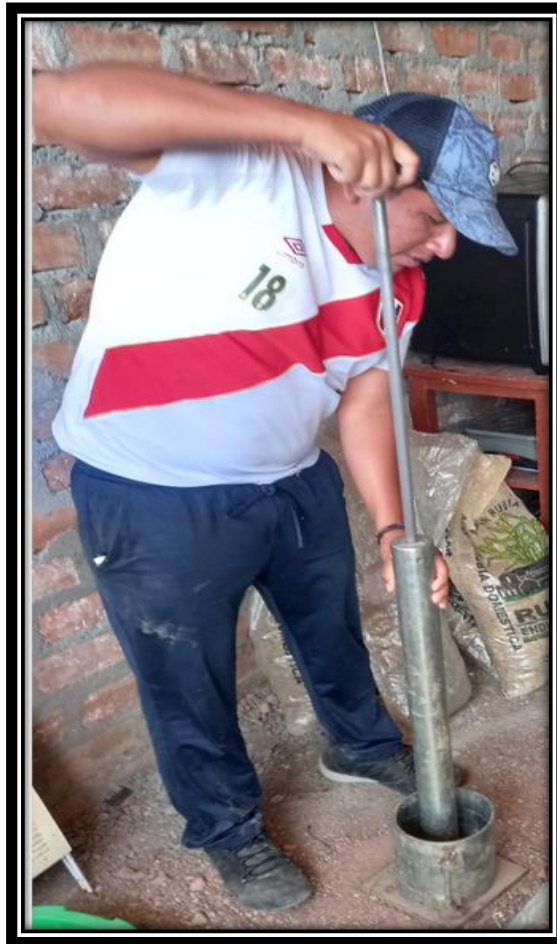


Figura 40: CC-02, 56 martillos en cada capa.



Figura 41: CC-02, pesado de molde más la muestra del Proctor modificado.



Figura 42: CC-02, extracción de la muestra para determinar la humedad de la muestra crítica.

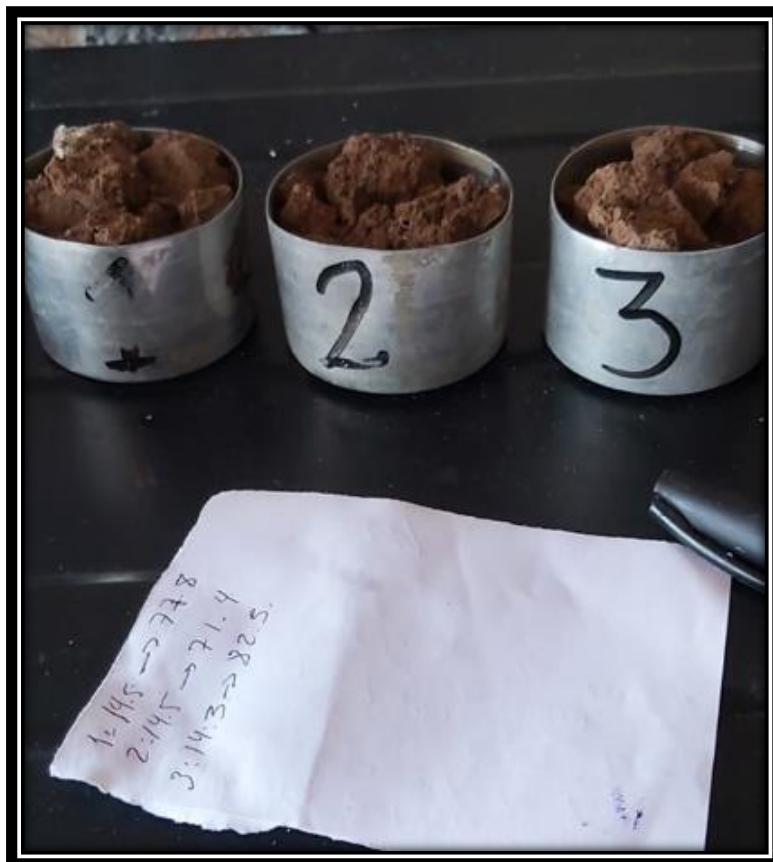


Figura 43: CC-02. muestra para el secado.



Figura 44: CC-02, preparación del material para el CBR.



Figura 45: CC-02, realizado a 56 golpes, 25 golpes y 12 golpes en muestra crítica (ensayo de CBR).



Figura 46: CC-02 muestra natural + puzolana + vidrio polvorizado para el CBR.



Figura 47: CC-02 muestra natural + puzolana + vidrio polvorizado + agua para el CBR.



Figura 48: *Pesado del molde con la muestra.*



Figura 49: *Inmersión de muestra, en H₂O para determinar expansión.*



Figura 50: Medición de expansión a las 96 horas (4 días).



Figura 51: Ensayo de penetración.

Anexo 09:
Resultados De Laboratorio



AYADEL INGENIEROS
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

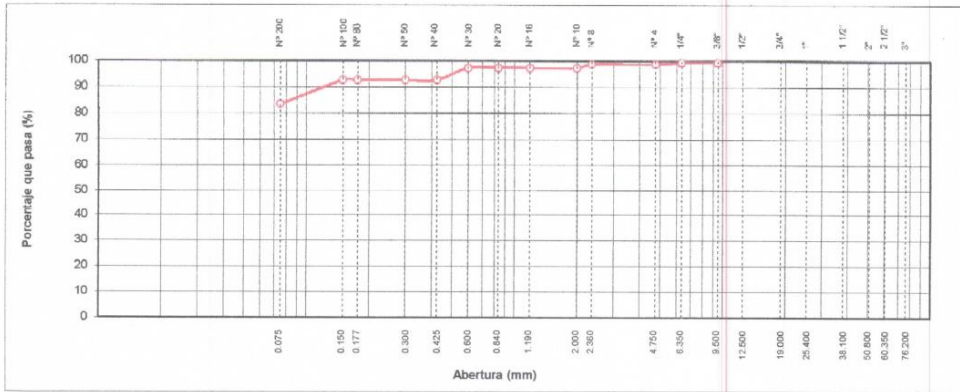
LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : C.02 (Muestra Crítica)	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Peso inicial seco : 3108.0 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 15.7
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						Límite Líquido (LL): 32.4
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP): 16.7
1"	25.400						Índice Plástico (IP): 15.7
3/4"	19.000				100.0		Clasificación (SUCS) : CL
1/2"	12.500	9.2	0.3	0.3	99.7		Clasificación (AASHTO) : A-6 (11)
3/8"	9.500	11.0	0.4	0.6	99.4		Índice de Consistencia : 1.06
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	18.2	0.6	1.2	98.8		Descripción (AASHTO): MALO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS): Arolla de baja plasticidad con arena
N° 10	2.000	12.7	1.4	2.7	97.3		Materia Orgánica : -
N° 16	1.190						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 20	0.840						
N° 30	0.600						Material > 3" : -
N° 40	0.425	41.1	4.7	7.3	92.7		Material > N°04 - < 3" : 1.2
N° 50	0.300						Material > N°200 - < N°04 : 15.1
N° 80	0.177						Material < N°200 : 83.7
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	79.1	9.0	18.3	83.7		
< N° 200	FONDO	738.1	83.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIÓN: -

<p>Tec. Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: <u>RUSSELL AYALA DELGADO</u></p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p> <p>ÁREA: GEOTECNIA</p>	<p>Aprobado por Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: <u>RICARDO ALVARADO POMA</u></p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p> <p>ÁREA: GEOTECNIA</p>	<p>Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>	<p>Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II; PERIODO : octubre-2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASANTE MALLA N° 40 (ASTM D 4318)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: C-02 (Muestra Crítica)	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO		31	21	29
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		40.72	40.77	41.04
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		35.57	35.24	35.28
PESO DE AGUA (g)		5.15	5.53	5.76
PESO DEL TARRO (g)		18.81	18.15	18.47
PESO DEL SUELO SECO (g)		16.96	17.09	16.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30.37	32.36	34.27
NUMERO DE GOLPES		34	26	18

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)			
N° TARRO		116	103
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		13.02	13.10
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		12.08	12.13
PESO DE AGUA (g)		0.94	0.97
PESO DEL TARRO (g)		6.41	6.37
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.67	5.76
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		16.58	16.84



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	32.4
LIMITE PLASTICO	16.7
INDICE DE PLASTICIDAD	15.7

OBSERVACIONES

<p>Tec. Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: ROSSELY E. AYALA DELGADO</p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p> <p>INGENIERA EN GEOTECNIA</p>	<p>Aprobado Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: RICARDO ALVARADO DOMA</p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p> <p>INGENIERO QUIMICO INGENIERO CIVIL</p>	<p>Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>	<p>Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021

TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)

PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : C-02 (Muestra Crítica)	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° TARA	-		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	632.5		
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	546.7		
PESO TARA (gr.)	0.0		
PESO AGUA (gr.)	85.8		
PESO SUELO SECO (gr.)	546.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr.)	15.69		
PROMEDIO (%)	15.70		

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: AYADEL INGENIEROS</p> <p>D.:</p> <p>M.:</p> <p>R.:</p> <p>Firma: ROSSELL AYALA DELGADO</p> <p>AREA: GEOTECNIA</p> <p>LABORATORISTA</p>	<p>Aprobado Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</p> <p>D.:</p> <p>M.:</p> <p>R.:</p> <p>Firma: RICARDO ALVARADO PONZA</p> <p>INGENIERO QUIMICO INGENIERO CIVIL</p> <p>Exp. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 9489</p> <p>INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GRAFICACIÓN</p> <p>LABORATORIO</p>	<p>Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre:</p> <p>D.:</p> <p>M.:</p> <p>R.:</p> <p>Firma:</p>	<p>Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre:</p> <p>D.:</p> <p>M.:</p> <p>R.:</p> <p>Firma:</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

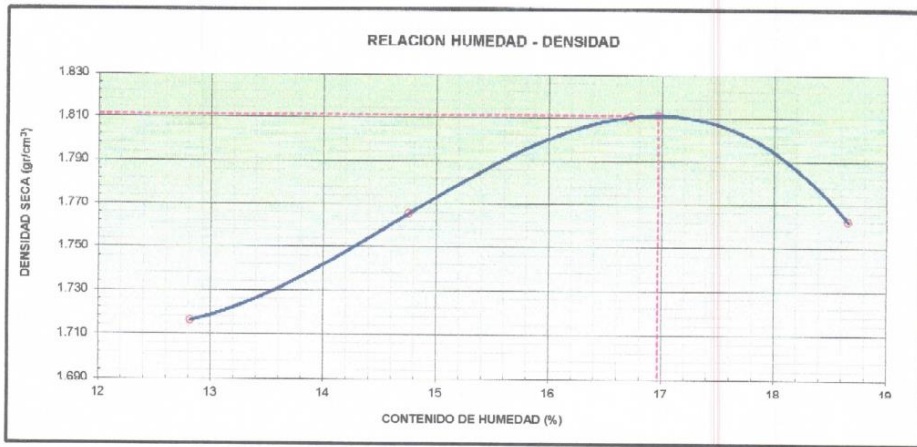
LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MITC-115)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: C-02 (Muestra Crítica)	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

METODO "C"						
NUMERO DE ENSAYO		1	2	3	4	6
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	10027	10218	10403	10356	
PESO MOLDE	gr	5917	5917	5917	5917	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4110	4301	4486	4439	
VOLUMEN MOLDE	cm ³	2123	2123	2123	2123	
DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.936	2.026	2.113	2.091	
N° TARA		-	-	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr	226.3	244.0	208.5	186.7	
PESO TARA + SUELO SECO	gr	204.3	217.1	182.0	147.6	
PESO TARA	gr	32.29	34.76	35.10	34.55	
PESO AGUA	gr	22.05	26.91	24.55	21.10	
PESO SUELO SECO	gr	172.00	182.34	146.76	113.08	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	12.82	14.76	16.73	18.66	
DENSIDAD SUELO SECO	gr/cm ³	1.716	1.785	1.810	1.762	
DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm³)					1.811	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					17.0	



<p style="text-align: center;">Tec. Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: RUSSELL E. AYALA DELGADO</p> <p style="text-align: right;">D. _____</p> <p style="text-align: right;">M. _____</p> <p style="text-align: right;">A. _____</p> <p>Firma: <i>[Signature]</i></p> <p style="font-size: small;">AYADEL INGENIEROS CONSULTORÍA Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. INGENIERO EN GEOTECNIA TÉCNICO LABORATORISTA</p>	<p style="text-align: center;">Aprobado Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: RICARDO ALVARADO PRIMA</p> <p style="text-align: right;">D. _____</p> <p style="text-align: right;">M. _____</p> <p style="text-align: right;">A. _____</p> <p>Firma: <i>[Signature]</i></p> <p style="font-size: small;">LABORATORIO DE MECÁNICA DE CONCRETOS Y ASFALTOS INGENIERO ESPECIALISTA EN INGENIERO C.VII Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 9494 TÉCNICO LABORATORISTA</p>	<p style="text-align: center;">Aprobado por: Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre: _____</p> <p style="text-align: right;">D. _____</p> <p style="text-align: right;">M. _____</p> <p style="text-align: right;">A. _____</p> <p>Firma: _____</p>	<p style="text-align: center;">Aprobado por: Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre: _____</p> <p style="text-align: right;">D. _____</p> <p style="text-align: right;">M. _____</p> <p style="text-align: right;">A. _____</p> <p>Firma: _____</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vifaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: C-02 (Muestra Crítica)	REALIZADO : K.M.F y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

MOLDEO						
Molde N°	63		65		60	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12515		12219		12136	
Peso de molde (g)	7885		7970		8065	
Peso del suelo húmedo (g)	4630		4249		4041	
Volumen del molde (cm ³)	2185		2109		2119	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.119		2.015		1.907	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	637.4		529.8		611.2	
Peso suelo seco + tara (g)	544.8		452.3		522.4	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	92.60		77.50		88.80	
Peso de suelo seco (g)	544.80		452.30		522.40	
Contenido de humedad (%)	17.00		17.13		17.00	
Densidad seca (g/cm ³)	1.811		1.720		1.630	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
01/11/2021	10:21	0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	
02/11/2021	10:27	24	155.0	3.937	3.36	173.0	4.394	3.78	201.0	5.105	4.39	
03/11/2021	10:33	48	205.0	5.207	4.47	228.0	5.791	4.98	259.0	6.579	5.65	
04/11/2021	10:39	72	220.0	5.588	4.80	259.0	6.579	5.85	294.0	7.468	6.42	
05/11/2021	10:45	84	225.0	5.715	4.91	264.0	6.706	5.78	299.0	7.595	6.52	

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 63				MOLDE N° 65				MOLDE N° 60			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	Pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.00	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.63	0.025			13.8				10.8				7.1		
1.27	0.050			38.1				28.2				17.6		
1.90	0.075			72.2				49.9				26.1		
2.54	0.100	70.5		112.1	106.1	7.5		73.6	69.0	4.9		27.4	30.0	2.1
3.81	0.150			158.0				98.6				39.1		
5.08	0.200	105.7		200.0	187.5	8.8		123.9	120.5	5.6		46.6	46.0	2.2
7.62	0.300			234.0				155.7				52.0		
10.16	0.400			318.3				194.1				65.5		
12.70	0.500			394.8				239.2				79.9		

Tec. Laboratorio - CCP
Nombre: _____ D. _____
Firma:

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
Nombre: _____ D. _____
Firma:

Aprobado por:
Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
Nombre: _____ D. _____
Firma: _____

Aprobado por:
Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH
Nombre: _____ D. _____
Firma: _____



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

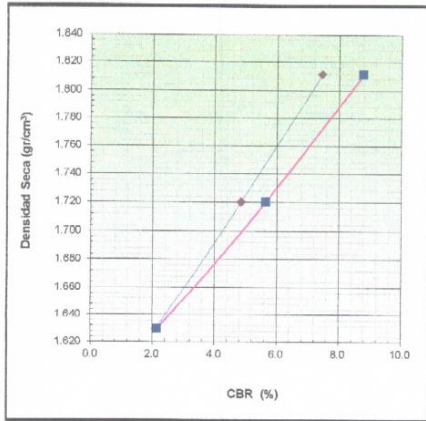
PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vifaca – Ayacucho, 2021

TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)

PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: C-02 (Muestra Crítica)	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.



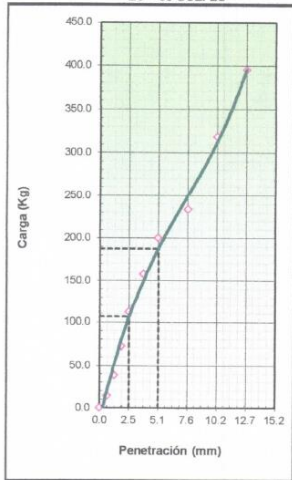
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SEGA (g/cm³) : 1.811
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 17.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.720
 DENSIDAD INSITU (g/cm³) : -

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.5	0.2"	8.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.9	0.2"	5.6

RESULTADOS CBR a 0.1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.8 (%)

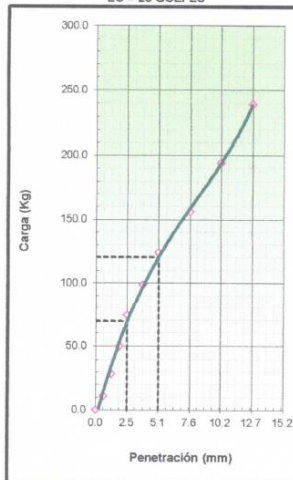
OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



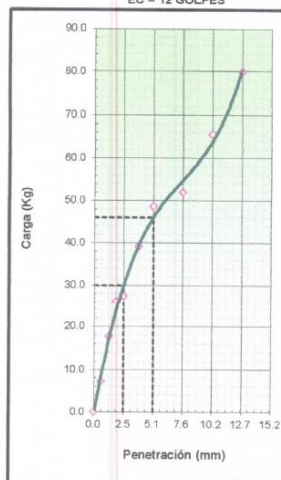
CBR (0.1")	7.5%
CBR (0.2")	8.8%

EC = 25 GOLPES



CBR (0.1")	4.9%
CBR (0.2")	5.6%

EC = 12 GOLPES



CBR (0.1")	2.1%
CBR (0.2")	2.2%

Tec. Laboratorio - CCP
 Nombre: *[Firma]*
 D:
 M:
 A:
 RUSSELL RIVERA BELGARDI
 INGENIERO QUÍMICO
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 LABORATORISTA

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
 Nombre: *[Firma]*
 D:
 M:
 A:
 RICARDO ALVARADO POLO
 INGENIERO QUÍMICO
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 JEFE DE LABORATORIO

Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
 Nombre:
 D:
 M:
 A:
 Firma:

Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH
 Nombre:
 D:
 M:
 A:
 Firma:



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

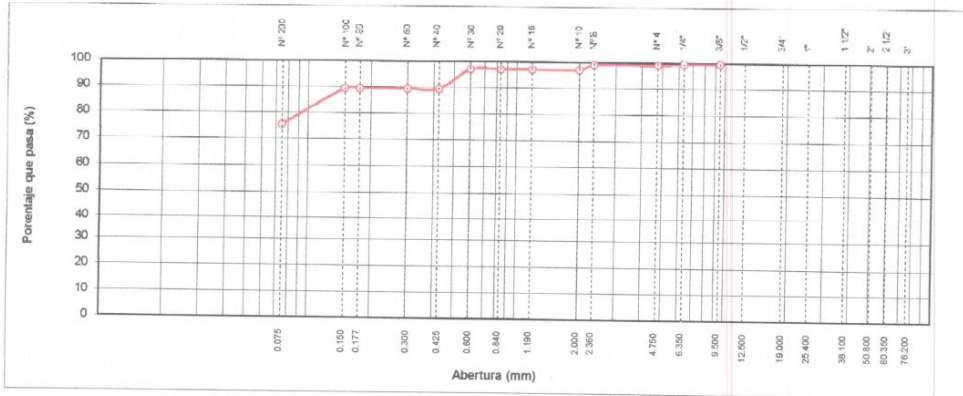
LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2 + 15%PZ + 6%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Peso inicial seco : 3136.0 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 15.7
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						Límite Líquido (LL): 30.2
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP): 16.5
1"	25.400						Índice Plástico (IP): 13.7
3/4"	19.000				100.0		Clasificación (SUCS) : CL
1/2"	12.500	7.3	0.2	0.2	99.8		Clasificación (AASHTO) : A-6 (10)
3/8"	9.500	8.8	0.3	0.5	99.5		Índice de Consistencia : 1.06
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	14.3	0.5	1.0	99.0		Descripción (AASHTO): MALO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
N° 10	2.000	17.2	2.0	2.9	97.1		
N° 16	1.190						Materia Orgánica : -
N° 20	0.840						CU : 0.000 CG : 0.000
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	69.2	7.9	10.8	89.2		Material > 3" : -
N° 50	0.300						Material > N°04 - < 3" : 1.0
N° 60	0.177						Material > N°200 - < N°04 : 23.5
N° 100	0.150						Material < N°200 : 75.5
N° 200	0.075	120.3	13.7	24.5	75.5		
< N° 200	FONDO	864.3	75.5	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIÓN: -

Tec. Laboratorio - CCP Nombre: RUSSELL E. AYALA DE OJEDA Firma: <i>[Firma]</i> INGENIERO EN GEOTECNIA LABORATORISTA	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: RICARDO ALVARADO FOMBA Firma: <i>[Firma]</i> INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Resp. del Laboratorio de Pav. y Geotecnia	Aprobado por: Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ Firma: _____	Aprobado por: Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ Firma: _____
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASANTE MALLA N° 40
(ASTM D 4318)

PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : MC2 + 15%PZ + 6%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

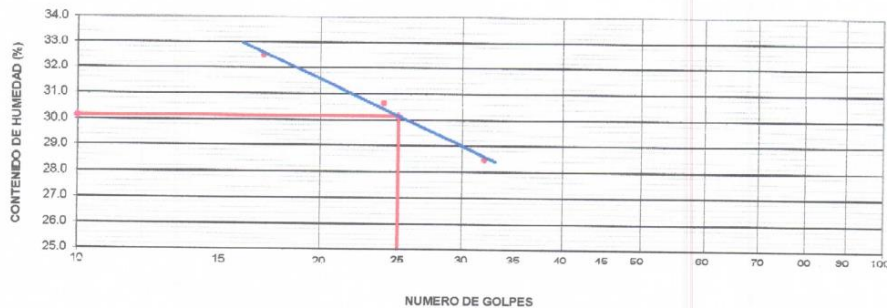
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

N° TARRO		22	23	24
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	42.39	42.55	43.37
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	37.29	37.23	37.46
PESO DE AGUA	(g)	5.10	5.32	5.91
PESO DEL TARRO	(g)	19.37	19.87	19.27
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.92	17.36	18.19
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.48	30.66	32.49
NUMERO DE GOLPES		32	24	17

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

N° TARRO		19	20
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.25	23.29
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	20.28	22.33
PESO DE AGUA	(g)	0.97	0.96
PESO DEL TARRO	(g)	14.36	16.56
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.92	5.77
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.39	16.64

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	30.2
LIMITE PLASTICO	16.5
INDICE DE PLASTICIDAD	13.7

OBSERVACIONES

--

Tec. Laboratorio - CCP Nombre: AYADEL INGENIEROS Firma: <i>[Firma]</i>	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO Firma: <i>[Firma]</i>	Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: RICARDO ALVARADO POZA Firma: <i>[Firma]</i>	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: RICARDO ALVARADO POZA Firma: <i>[Firma]</i>
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2 + 15%PZ + 8%V	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° TARA	-		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	632.5		
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	546.7		
PESO TARA (gr.)	0.0		
PESO AGUA (gr.)	05.8		
PESO SUELO SECO (gr.)	546.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr.)	15.69		
PROMEDIO (%)	15.70		

OBSERVACIONES:

Tec. Laboratorio - CCP	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP	Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH
Nombre: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES	Nombre: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre:	Nombre:
Firma: RUSSELL E. AYALA DELGADO BACH. EN INGENIERIA DE MINAS AREA DE GEOTECNIA TECNICO LABORATORISTA	Firma: RICARDO SALVADOR POZA INGENIERO QUIMICO REG. DE INGENIEROS DE PAVIMENTO DEL PERU N° 1000 SPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA JEFE DE LABORATORIO	Firma:	Firma:



AYADEL INGENIEROS

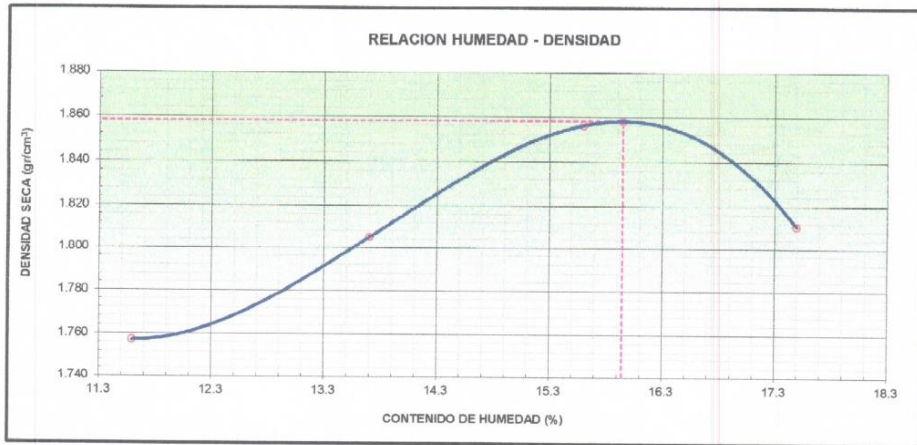
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2 + 15%PZ + 6%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

METODO "C"						
NUMERO DE ENSAYO		1	2	3	4	5
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	10080	10274	10472	10433	
PESO MOLDE	gr	5917	5917	5917	5917	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4163	4357	4555	4516	
VOLUMEN MOLDE	cm ³	2123	2123	2123	2123	
DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.961	2.052	2.146	2.127	
N° TARA		-	-	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr	256.0	220.9	243.4	262.7	
PESO TARA + SUELO SECO	gr	233.0	198.3	214.9	229.2	
PESO TARA	gr	34.70	33.62	32.64	38.01	
PESO AGUA	gr	23.00	22.57	28.44	33.46	
PESO SUELO SECO	gr	198.30	164.71	182.30	191.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.60	13.70	15.80	17.60	
DENSIDAD SUELO SECO	gr/cm ³	1.757	1.805	1.866	1.810	
					DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	1.868
					ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.9



<p>Tec. Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: AYADEL INGENIEROS</p> <p>Firma: <i>RUSSELL E. AYALA DEL OLIDO</i></p> <p>ÁREA DE GEOTECNIA - LABORATORISTA</p>	<p>Aprobado Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</p> <p>Firma: <i>RICARDO ALVARADO POMA</i></p> <p>ESPECIALISTA EN MEZCLAS DE PAVIMENTO</p>	<p>Aprobado por: Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>	<p>Aprobado por: Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)			
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -	
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021	
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2 + 15%PZ + 6%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F	
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.	

MOLDEO						
Molde N°	2		10		13	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	66		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11716		12046		12031	
Peso de molde (g)	7158		7719		7920	
Peso del suelo húmedo (g)	4558		4327		4111	
Volumen del molde (cm ³)	2118		2115		2121	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.152		2.046		1.938	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	621.8		592.7		629.0	
Peso suelo seco + tara (g)	537.0		511.4		542.7	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	84.80		81.31		86.30	
Peso de suelo seco (g)	537.00		511.39		542.70	
Contenido de humedad (%)	15.79		15.90		15.90	
Densidad seca (g/cm ³)	1.859		1.766		1.672	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/11/2021	08:21	0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
02/11/2021	08:27	24	119.0	3.023	2.80	143.0	3.632	3.12	187.0	4.750	4.08
03/11/2021	08:33	48	190.0	4.064	3.49	195.0	4.953	4.26	221.0	5.613	4.82
04/11/2021	08:39	72	183.0	4.648	3.99	217.0	5.512	4.74	256.0	6.502	5.59
05/11/2021	08:45	84	195.0	4.699	4.04	219.0	5.563	4.78	258.0	6.553	5.63

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 2				MOLDE N° 10				MOLDE N° 13			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	Pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.00	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.63	0.025			25.3				19.7				13.5		
1.27	0.050			69.7				52.4				33.4		
1.90	0.075			129.9				90.5				45.5		
2.54	0.100	70.5		202.1	191.7	13.5		133.0	123.8	8.7		50.3	53.9	3.8
3.81	0.150			285.5				175.7				71.5		
5.08	0.200	105.7		361.6	338.8	15.9		221.7	216.8	10.2		85.5	83.2	3.9
7.62	0.300			422.9				282.1				95.6		
10.16	0.400			576.2				352.5				120.1		
12.70	0.500			715.1				433.2				145.2		

Tec. Laboratorio - CCP Nombre: _____ D: _____ RUSSELL E. AYALA DELGADO INGENIERO EN GEOTECNIA AREA DE GEOTECNIA TECNICO LABORATORISTA	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: _____ D: _____ RICARDO ALVARADO POMA INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA JEFE DE LABORATORIO	Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ D: _____ Firma: _____	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ D: _____ Firma: _____
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------



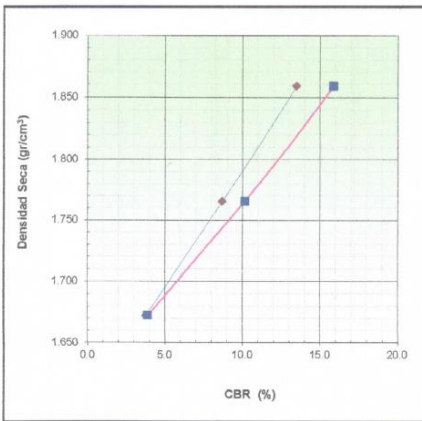
AYADEL INGENIEROS

ÁREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2 + 15%PZ + 8%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-2	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

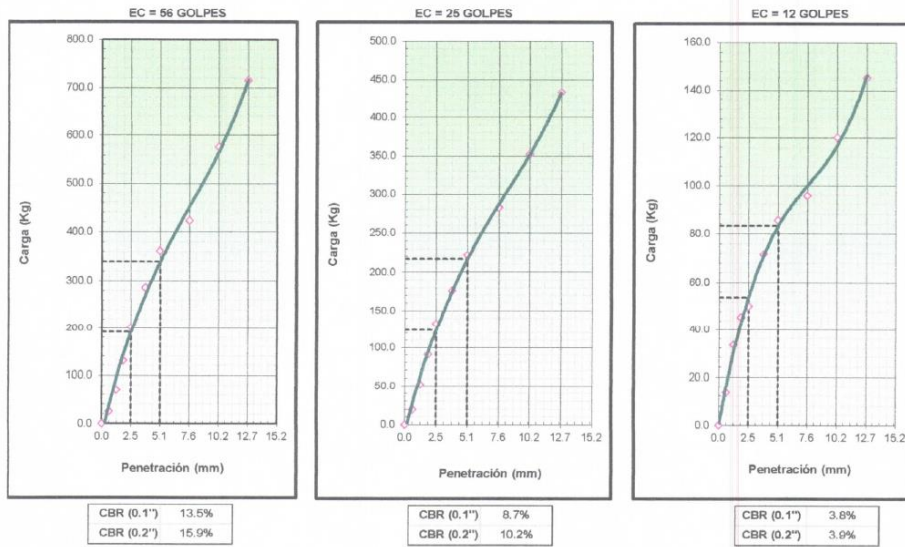


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.858
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.9
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.765
 DENSIDAD INSITU (g/cm³) : -

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 13.4	0.2": 15.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 8.7	0.2": 10.1

RESULTADOS CBR a 0.1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.7 (%)

OBSERVACIONES:



Tec. Laboratorio - CCP Nombre: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. EMPRESA Firma: RUSSELL E. AYALA DELGADO INGENIERO EN GEOTECNIA TÉCNICO LABORATORISTA		Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: LABORATORIO DE MECÁNICA DE CONCRETOS Y ASFALTOS Firma: RICARDO ALVARADO ROMA INGENIERO QUÍMICO INGENIERO CIVIL INGENIERO EN GEOTECNIA ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA JEFE DE LABORATORIO		Aprobado por: Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ Firma: _____		Aprobado por: Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ Firma: _____	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

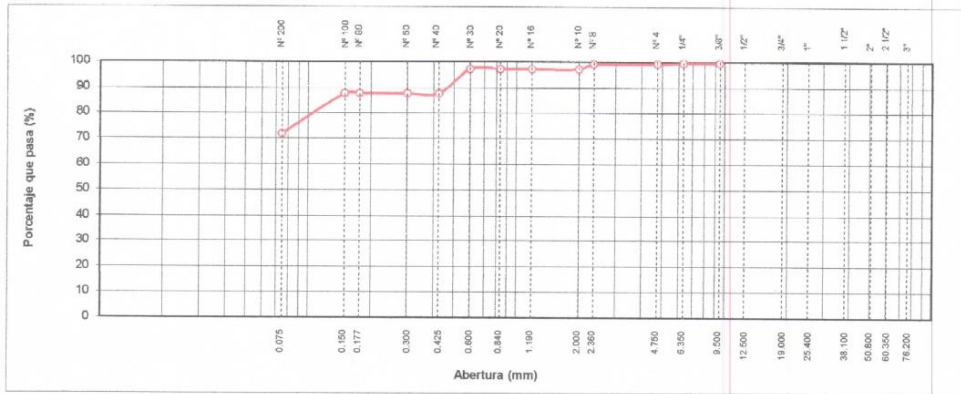
LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vifaca - Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)			
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -	
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021	
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : MC2+ 25%PZ+8%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F	
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-3	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Peso inicial seco : 2093.0 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						Contenido de Humedad (%) : 15.1
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						Límite Líquido (LL): 28.3
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP): 15.7
1"	25.400						Índice Plástico (IP): 12.6
3/4"	19.000				100.0		Clasificación (SUCS) : CL
1/2"	12.500	6.1	0.2	0.2	99.8		Clasificación (AASHTO) : A-6 (9)
3/8"	9.500	7.3	0.2	0.4	99.6		Índice de Consistencia : 1.05
1/4"	6.350						Descripción (AASHTO): MALO
N° 4	4.750	12.6	0.4	0.9	99.1		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
N° 6	2.380						Materia Orgánica : -
N° 10	2.000	17.6	2.0	2.9	97.1		CU : 0.000 CC : 0.000
N° 15	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	83.6	9.5	12.4	87.6		Material > 3" : 0.9
N° 50	0.300						Material > N°04 - < 3" : 27.4
N° 80	0.177						Material > N°200 - < N°04 : 71.7
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	139.6	15.9	28.3	71.7		Material < N°200 : 71.7
< N° 200	FONDO	630.2	71.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIÓN: -

Tec. Laboratorio - CCP Nombre: AYADEL INGENIEROS Firma: <i>[Firma]</i> RUSSELL AYALDE ALARCO INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO AREA DE GEOTECNIA Y CONCRETO TECNICO LABORATORISTA	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO Firma: <i>[Firma]</i> RICARDO ALVARADO PERAZA INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO Mag. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 1004 AREA DE LABORATORIO	Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ Firma: _____	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ Firma: _____
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viriaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASANTE MALLA N° 40 (ASTM D 4318)

PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 25%PZ+8%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-3	ING. RESPONSABLE : C H P H

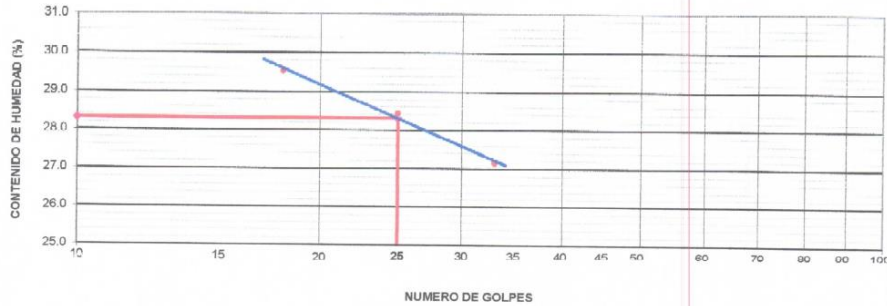
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

N° TARRO		112	104	109
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		40.55	41.80	43.26
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		35.81	36.62	37.97
PESO DE AGUA (g)		4.74	5.18	5.29
PESO DEL TARRO (g)		18.35	18.40	20.06
PESO DEL SUELO SECO (g)		17.46	18.22	17.91
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		27.16	28.43	29.54
NUMERO DE GOLPES		33	25	18

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

N° TARRO		104	112
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		13.21	13.37
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		12.28	12.45
PESO DE AGUA (g)		0.93	0.92
PESO DEL TARRO (g)		6.36	6.56
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.92	5.89
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.71	15.62

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	28.3
LIMITE PLASTICO	15.7
INDICE DE PLASTICIDAD	12.6

OBSERVACIONES

--

Tec. Laboratorio - CCP	
Nombre	D:
AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	
Firma	M:
RUSSELL WATA DEIGADO INGENIERO EN GEOTECNIA T. INGENIERO REGISTRADO	

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP	
Nombre	D:
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO	
Firma	M:
CARDO ALVARADO INGENIERO EN GEOTECNIA T. INGENIERO REGISTRADO	

Aprobado por: Especialista en Suelos y Pavimento - CCP	
Nombre	D:
Firma	M:

Aprobado por: Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH	
Nombre	D:
Firma	M:



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 10B)		
PROCEDECENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 25%PZ+0%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-3	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° TARA	-		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	731.8		
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	635.8		
PESO TARA (gr.)	0.0		
PESO AGUA (gr.)	96.0		
PESO SUELO SECO (gr.)	635.8		
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr.)	15.10		
PROMEDIO (%)		15.10	

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Laboratorio- CCP</p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL</p> <p>Firma: <i>Russell E. Ayala Delgado</i></p> <p>RUSSELL E. AYALA DELGADO BACH. EN INGENIERIA DE PONTES ARQUITECTO EN GEOTECNIA TECNICO LABORATORISTA</p>	<p>Aprobado Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</p> <p>Firma: <i>Ricardo Alvarado Poma</i></p> <p>RICARDO ALVARADO POMA INGENIERO QUIMICO, INGENIERO CIVIL Especialista en Pavimentos de Puz. y VR Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Asfalto UPSA DE LABORATORIO</p>	<p>Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>Firma: _____</p>	<p>Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>Firma: _____</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

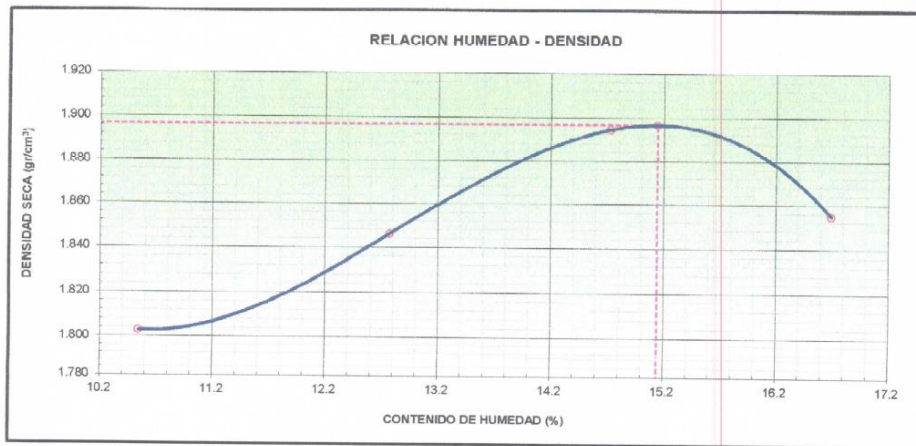
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viriaca - Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 14200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 25%PZ+8%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-3	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

NUMERO DE ENSAYO	METODO "C"				
	1	2	3	4	5
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr 10148	10337	10531	10512	
PESO MOLDE	gr 5917	5917	5917	5917	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr 4231	4420	4614	4595	
VOLUMEN MOLDE	cm ³ 2123	2123	2123	2123	
DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm ³ 1.993	2.082	2.173	2.164	
N° TARA	-	-	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr 214.5	229.6	217.5	236.3	
PESO TARA + SUELO SECO	gr 197.1	207.5	194.1	207.4	
PESO TARA	gr 32.29	34.76	35.19	34.55	
PESO AGUA	gr 17.36	22.07	23.41	28.86	
PESO SUELO SECO	gr 164.83	172.77	158.94	172.87	
CONTENIDO DE HUMEDAD	% 10.54	12.77	14.73	16.69	
DENSIDAD SUELO SECO	gr/cm ³ 1.803	1.846	1.894	1.855	
DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm³)					1.896
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					15.1



Tec. Laboratorio - CCP Nombre: AYADEL INGENIEROS CONSULTORIOS Y CONTRATOS GENERALES S.R.L. Calle: RUSSELL E. AYALA DELgado AREA DE GEOLOGIA - GEOTECNIA TECNICO LABORATORISTA	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: RICARDO ALVARADO POMA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS INGENIERO CIVIL REG. DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 1494 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA I.P.R. DE LABORATORIO	Aprobado por, Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ Firma: _____	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ Firma: _____
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vifaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 25%PZ+8%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-3	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

MOLDEO						
Molde N°	6		9		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12387		12057		12006	
Peso de molde (g)	7720		7681		7837	
Peso del suelo húmedo (g)	4647		4376		4169	
Volumen del molde (cm ³)	2127		2110		2120	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.185		2.074		1.967	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	602.3		616.2		574.5	
Peso suelo seco + tara (g)	523.3		535.8		499.1	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	79.00		80.40		75.40	
Peso de suelo seco (g)	523.30		535.80		499.10	
Contenido de humedad (%)	15.10		15.01		15.11	
Densidad seca (g/cm ³)	1.888		1.803		1.708	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/11/2021	10:21	0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
02/11/2021	10:27	24	91.0	2.311	1.99	109.0	2.769	2.38	122.0	3.099	2.66
03/11/2021	10:33	48	111.0	2.819	2.42	126.0	3.200	2.75	147.0	3.734	3.21
04/11/2021	10:39	72	129.0	3.277	2.81	147.0	3.734	3.21	172.0	4.369	3.75
05/11/2021	10:45	84	129.0	3.277	2.81	147.0	3.734	3.21	173.0	4.394	3.78

PENETRACION													
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 6				MOLDE N° 9				MOLDE N° 15		
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION
mm	Pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.00	0.000			0.0				0.0				0.0	
0.63	0.025			33.8				27.5				18.5	
1.27	0.050			98.3				72.5				46.9	
1.90	0.075			175.6				124.7				64.4	
2.54	0.100	70.5		273.3	260.7	18.3		181.8	178.1	12.5		75.3	78.5
3.81	0.150			385.9				242.9				105.3	
5.08	0.200	105.7		495.3	461.2	21.6		301.3	284.8	13.4		119.0	115.5
7.62	0.300			576.5				380.5				122.6	
10.16	0.400			781.7				485.3				163.5	
12.70	0.500			969.3				785.0				205.3	

Tec. Laboratorio- CCP
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____
AYADEL INGENIEROS
CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
RUSSELL E. AYALA DEL PIAO
SAC DE INGENIERIA DE MINAS
AREA DE GEOTECNIA - GEOTECNIA
TECNICO LABORATORISTA

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____
LABORATORIO DE MECANICA DE
CONCRETOS Y ASFALTOS
CARDO ALVARADO POMA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
E# DE LABORATORIO: _____

Aprobado por:
Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____

Aprobado por:
Especialista de Suelos y Pavimento - CSCCH
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

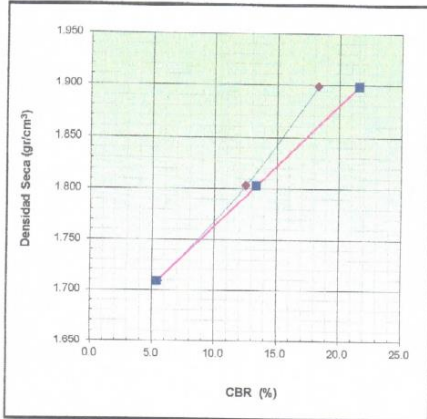
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E.132)

PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : MC2+ 25%PZ+8%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-3	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H

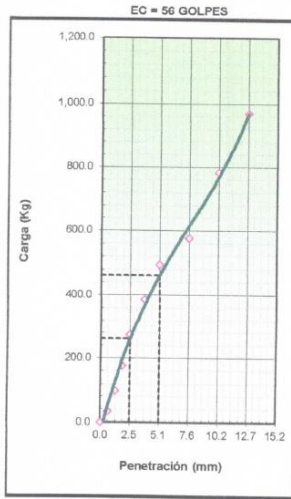


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.896
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.602
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) : -

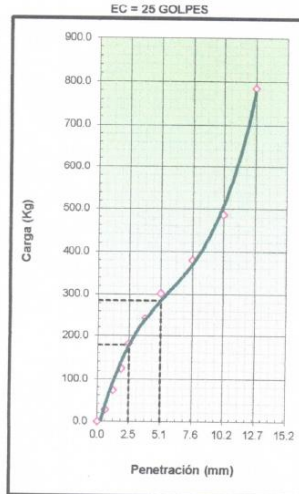
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.2	0.2"	21.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.4	0.2"	13.2

RESULTADOS CBR a 0.1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.4 (%)

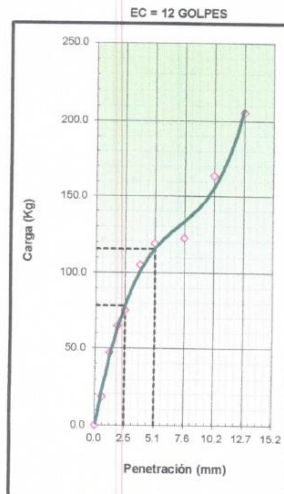
OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	18.3%
CBR (0.2")	21.6%



CBR (0.1")	12.5%
CBR (0.2")	13.4%



CBR (0.1")	5.5%
CBR (0.2")	5.4%

Tec. Laboratorio - CCP
 Nombre: _____ D: _____
 M: _____
 A: _____
 Firma: *Russel P. Pala Delgado*
 RUSSEL P. PALA DELGADO
 INGENIERO CIVIL
 TECNICO LABORATORISTA

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
 Nombre: _____ D: _____
 M: _____
 A: _____
 Firma: *Gerardo Alvarado Poma*
 GERARDO ALVARADO POMA
 INGENIERO CIVIL
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
 AREA DE LABORATORIO

Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
 Nombre: _____ D: _____
 M: _____
 A: _____
 Firma: _____

Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH
 Nombre: _____ D: _____
 M: _____
 A: _____
 Firma: _____



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

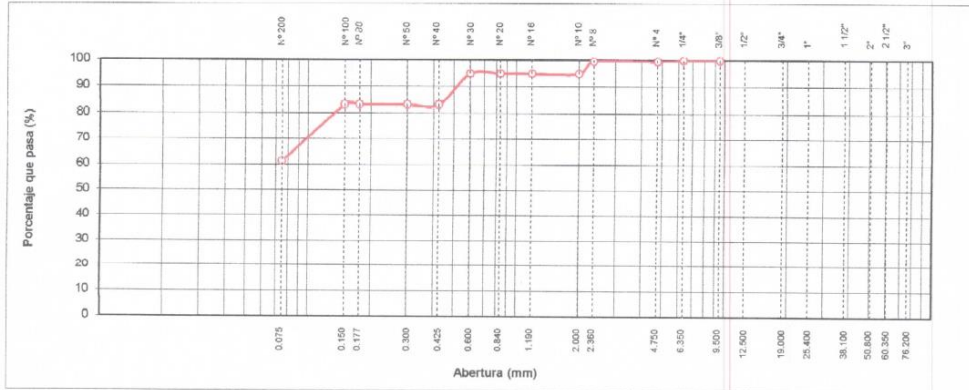
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : MC2+ 30%PZ+10%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-4	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE		RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)		RETENIDO	RETENIDO				
10"	254.000							
6"	152.400							Peso inicial seco : 3200.0 gr.
5"	127.000							
4"	101.600							
3"	76.200							Contenido de Humedad (%) : 13.9
2 1/2"	60.350							
2"	50.800							Límite Líquido (LL): 27.0
1 1/2"	38.100							Límite Plástico (LP): 15.1
1"	25.400							Índice Plástico (IP): 11.9
3/4"	19.000					100.0		Clasificación (SUCS) : CL
1/2"	12.500	2.3	0.1	0.1	99.9			Clasificación (AASHTO) : A-6 (6)
3/8"	9.500	4.7	0.1	0.2	99.8			Índice de Consistencia : 1.10
1/4"	6.350							
N° 4	4.750	9.6	0.3	0.5	99.5			Descripción (AASHTO): MALO
N° 6	2.360							Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de baja plasticidad
N° 10	2.000	40.7	4.6	5.2	94.8			
N° 16	1.190							Materia Orgánica : -
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	101.9	11.6	16.8	83.2			
N° 50	0.300							Material > 3" : -
N° 80	0.177							Material > N°04 - < 3" : 0.5
N° 100	0.150							Material > N°200 - < N°04 : 38.2
N° 200	0.075	191.8	21.9	38.7	61.3			Material < N°200 : 61.3
< N° 200	FONDO	536.6	61.3	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIÓN: -

Tec. Laboratorio - CCP Nombre: RUSSELL E. APALA DELGADO Firma: <i>[Firma]</i> INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO	Aprobado por Jefe Laboratorio - CCP Nombre: RICARDO ALVARADO POMA Firma: <i>[Firma]</i> INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO	Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ Firma: _____	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ Firma: _____
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASANTE MALLA N° 40 (ASTM D 4318)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMANO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+30%PZ+10%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-4	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO		101	106	30
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	41.80	41.10	41.94
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	37.10	36.24	36.63
PESO DE AGUA	(g)	4.70	4.86	5.11
PESO DEL TARRO	(g)	19.08	18.38	18.72
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.02	17.66	18.11
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		26.08	27.21	28.22
NUMERO DE GOLPES		32	24	17

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO		107	111	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	13.28	13.48	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	12.36	12.55	
PESO DE AGUA	(g)	0.90	0.91	
PESO DEL TARRO	(g)	6.38	6.56	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.00	5.99	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		15.00	16.19	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.0
LIMITE PLASTICO	15.1
INDICE DE PLASTICIDAD	11.9

OBSERVACIONES

Tec. Laboratorio- CCP
 Nombre: *Russell E. Ayala Delgado*
 D:
 M:
 A:
 Firma: *Russell E. Ayala Delgado*
RUSSELL E. AYALA DELGADO
 DADO EN AYACUCHO, PERU, EL 01/11/2021
 AREA DE GEOTECNIA
 TECNICO LABORATORISTA

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
 Nombre: *Ricardo Alvarado Poma*
 D:
 M:
 A:
 Firma: *Ricardo Alvarado Poma*
RICARDO ALVARADO POMA
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 INGENIERO EN PAVIMENTOS
 INGENIERO EN CONTROL DE CALIDAD
 INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACION
 INGENIERO EN LOGISTICA

Aprobado por:
 Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
 Nombre:
 D:
 M:
 A:
 Firma:

Aprobado por:
 Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH
 Nombre:
 D:
 M:
 A:
 Firma:



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021

TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 30%PZ+10%VI	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-4	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° TARA	-		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	819.3		
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	543.7		
PESO TARA (gr.)	0.0		
PESO AGUA (gr.)	75.6		
PESO SUELO SECO (gr.)	543.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr.)	13.90		
PROMEDIO (%)	13.90		

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Laboratorio- CCP</p> <p>Nombre: AYADEL INGENIEROS</p> <p>D. CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.</p> <p>Firma: RUSSELL E. AYALA DELGADO</p> <p>INGENIERO CIVIL</p> <p>AREA DE GEOTECNIA</p> <p>TECNICO LABORATORISTA</p>	<p>Aprobado Jefe Laboratorio - CCP</p> <p>Nombre: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p> <p>D. J.C.A.F.</p> <p>Firma: RICARDO ALVARADO POMA</p> <p>INGENIERO CIVIL</p> <p>Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 1184</p> <p>ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA</p> <p>TIPO DE LABORATORIO</p>	<p>Aprobado por: Especialista en Suelos y Pavimento - CCP</p> <p>Nombre:</p> <p>D.:</p> <p>M.:</p> <p>K.:</p> <p>Firma:</p>	<p>Aprobado por: Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH</p> <p>Nombre:</p> <p>D.:</p> <p>M.:</p> <p>A.:</p> <p>Firma:</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

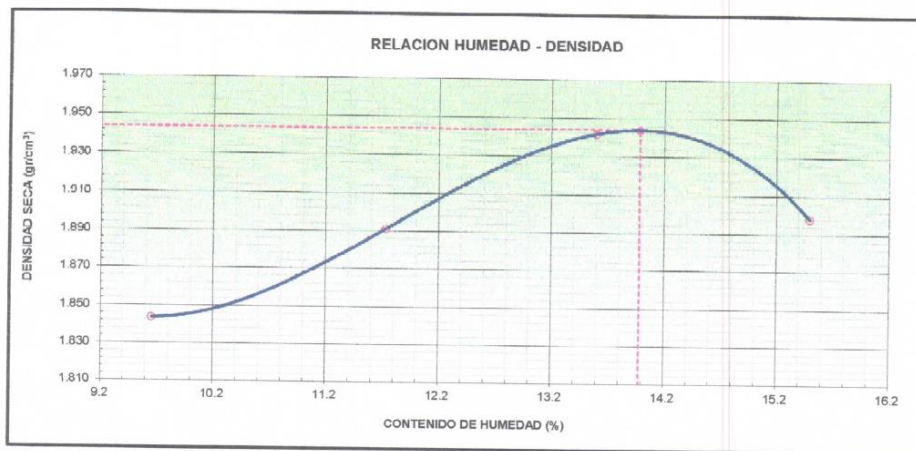
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vifilca – Ayacucho, 2021
 TRAMO : TRAMO II: PERIODO : octubre-2021

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MAXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA : MC2+ 30%PZ+10%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-4	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

NUMERO DE ENSAYO	METODO "C"				
	1	2	3	4	5
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr 10209	10403	10600	10571	
PESO MOLDE	gr 5917	5917	5917	5917	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr 4292	4486	4683	4654	
VOLUMEN MOLDE	cm ³ 2123	2123	2123	2123	
DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm ³ 2.022	2.113	2.206	2.192	
N° TARA	-	-	-	-	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr 200.3	233.2	242.9	184.8	
PESO TARA + SUELO SECO	gr 185.8	212.5	217.9	184.8	
PESO TARA	gr 34.81	36.26	34.32	34.61	
PESO AGUA	gr 14.58	20.80	24.97	20.15	
PESO SUELO SECO	gr 150.85	177.28	183.61	129.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD	% 9.86	11.73	13.80	15.60	
DENSIDAD SUELO SECO	gr/cm ³ 1.844	1.891	1.942	1.898	
DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm ³)					1.944
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					14.0



Tec. Laboratorio - CCP Nombre: _____ D. _____ M. _____ A. _____ Firma: _____ RUSSELL E. C. VILA DENADO INGENIERO EN GEOTECNIA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA DE OBRAS DE TERRAZAS Y LABORATORISTA	Aprobado Jefe Laboratorio - CCP Nombre: _____ D. _____ M. _____ A. _____ Firma: _____ RICARDO ALVARADO PERAZA INGENIERO EN GEOTECNIA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA DE OBRAS DE TERRAZAS Y LABORATORISTA	Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP Nombre: _____ D. _____ M. _____ A. _____ Firma: _____	Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH Nombre: _____ D. _____ M. _____ A. _____ Firma: _____
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



AYADEL INGENIEROS

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vihaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1893 - MTC E 132)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 30%PZ+10%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA : M-4	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

MOLDEO						
Molde N°	21		24		28	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12548		12178		12535	
Peso de molde (g)	7847		7706		8296	
Peso del suelo húmedo (g)	4701		4472		4239	
Volumen del molde (cm ³)	2123		2124		2127	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.214		2.105		1.983	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	611.1		601.3		617.6	
Peso suelo seco + tara (g)	536.5		527.5		542.2	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	74.60		73.80		75.40	
Peso de suelo seco (g)	536.50		527.50		542.20	
Contenido de humedad (%)	13.90		13.90		13.91	
Densidad seca (g/cm ³)	1.944		1.847		1.750	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/11/2021	10:21	0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
02/11/2021	10:27	24	75.0	1.905	1.64	94.0	2.388	2.05	117.0	2.972	2.55
03/11/2021	10:33	48	90.0	2.286	1.96	116.0	2.946	2.53	142.0	3.607	3.10
04/11/2021	10:39	72	98.0	2.489	2.14	127.0	3.226	2.77	156.0	3.962	3.40
05/11/2021	10:45	84	98.0	2.489	2.14	127.0	3.226	2.77	156.0	3.962	3.40

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 21				MOLDE N° 24				MOLDE N° 28			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	Pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.00	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.63	0.025			45.8				32.7				22.5		
1.27	0.050			120.7				92.6				59.5		
1.90	0.075			234.7				161.9				85.9		
2.54	0.100	70.5		367.9	345.2	24.3		141.3	200.2	14.1		92.6	99.1	7.0
3.81	0.150			512.6				319.6				126.6		
5.08	0.200	105.7		652.5	610.7	28.6		403.5	373.6	17.5		157.6	150.7	7.1
7.62	0.300			760.5				506.0				166.8		
10.16	0.400			1038.7				633.6				214.4		
12.70	0.500			1284.7				776.5				262.5		

Tec. Laboratorio - CCP
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____
AYADEL INGENIEROS
CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.
RUSSELL E. AYALA DELgado
INGENIERO EN GEOTECNIA
AREA DE GEOTECNIA
LABORATORIO

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO EN MECÁNICA DE CONCRETOS
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 9884
REPÚBLICA DE PERÚ
AREA DE LABORATORIO

Aprobado por
Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____

Aprobado por
Especialista de Suelos y Pavimento - CCCCC
Nombre: _____ D: _____
Firma: _____



AYADEL INGENIEROS

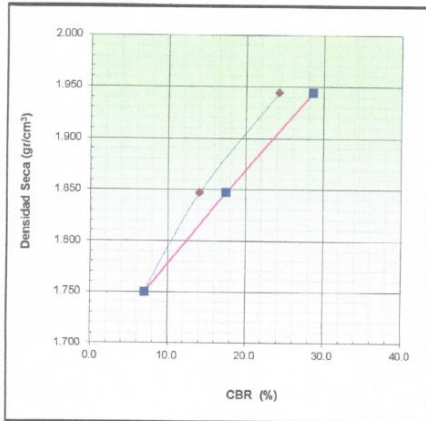
ÁREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y
ASFALTO

PROYECTO : Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Vihaca - Ayacucho, 2021
TRAMO : TRAMO II:

PERIODO : octubre-2021

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)		
PROCEDENCIA : PLATAFORMA	TAMAÑO MÁXIMO : 3"	N° REGISTRO : -
UBICACIÓN : KM. 1+200	LADO : DER	FECHA DE ENSAYO : 01/11/2021
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	CALICATA: MC2+ 30%PZ+10%VR	REALIZADO : K.M.F. y J.C.A.F
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50	MUESTRA: M-4	ING. RESPONSABLE : C.H.P.H.

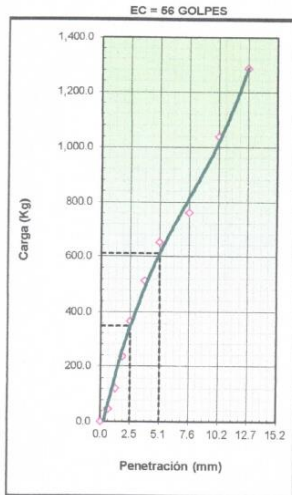


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.944
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.0
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.847
 DENSIDAD INSITU (g/cm³) : -

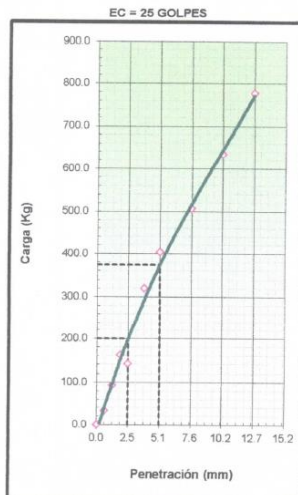
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	24.3	0.2"	28.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.1	0.2"	17.5

RESULTADOS CBR a 0.1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.1 (%)

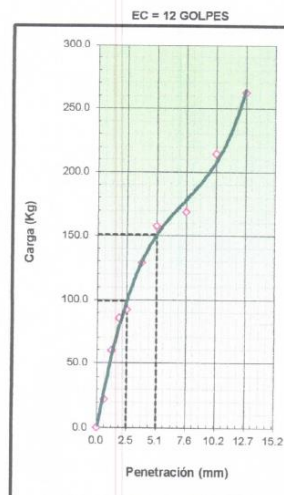
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") 24.3%
 CBR (0.2") 28.6%



CBR (0.1") 14.1%
 CBR (0.2") 17.5%



CBR (0.1") 7.0%
 CBR (0.2") 7.1%

Tec. Laboratorio - CCP
 Nombre: *[Firma]*
 D. *[Firma]*
 M. *[Firma]*
 A. *[Firma]*
AYADEL INGENIEROS
 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL
 RUSSEL E. AYALA DELGADO
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 TÉCNICO LABORATORISTA

Aprobado Jefe Laboratorio - CCP
 Nombre: *[Firma]*
 D. *[Firma]*
 M. *[Firma]*
 A. *[Firma]*
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETOS Y ASFALTOS
 RICARDO ALVARADO POMA
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE SUELOS
 JEFE DE LABORATORIO

Aprobado por Especialista en Suelos y Pavimento - CCP
 Nombre: *[Firma]*
 D. *[Firma]*
 M. *[Firma]*
 A. *[Firma]*

Aprobado por Especialista de Suelos y Pavimento - CSOCH
 Nombre: *[Firma]*
 D. *[Firma]*
 M. *[Firma]*
 A. *[Firma]*

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



Metrotest
E.I.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-010-2020

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA: MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.

Rangos 5 000 kgf
Dirección de carga Ascendente
FABRICANTE METROTEST
Modelo MS-9
Serie 506
Indicador Digital (Modelo/Serie) 315-X6 / HIW0272
Celda de Carga (Modelo/Serie) A-FED / AQJ9193
Ubicación Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.
Codigo Identificacion NO INDICA
Norma utilizada ASTM E4 // ISO 7500-1
Intervalo calibrado Escala (s) 5 000 kgf
De 500 a 4500 kgf 10% A 100%
Temperatura de prueba °C Inicial 18,2 Final 17,9
Inspección general La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento
Solicitante AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES E.I.R.L.
Dirección MZA. B1 INT. 101 BQ PIO MAX MEDINA - AYACUCHO - HUAMANGA -
AYACUCHO
Ciudad AYACUCHO
PATRON(ES) UTILIZADO(S) Tipo / Modelo CELDA "S"
No. serie J10CC13261
Certif. de calibr. INF-LE-283-17 A PUCP
Unidades de medida Sistema Internacional de Unidades (SI)
FECHA DE CALIBRACION 2020/03/04
FECHA DE EMISION 2020/03/04

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luiggi Aseño G.



Metrotest

E.I.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-010-2020

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 049 kN Resolución: 0,05 kN Dirección de la carga: Ascendente
5 000 kgf 0,005 kgf Factor de conversión: 0,00 98 kN/kgf

Indicación de la máquina (F.)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4,90	500	4,89	4,90	No aplica	4,90	No aplica
20	9,81	1 000	9,82	9,82	No aplica	9,82	No aplica
30	14,71	1 500	14,76	14,76	No aplica	14,76	No aplica
40	19,61	2 000	19,70	19,70	No aplica	19,70	No aplica
50	24,52	2 500	24,65	24,65	No aplica	24,65	No aplica
60	29,42	3 000	29,59	29,59	No aplica	29,59	No aplica
70	34,32	3 500	34,53	34,54	No aplica	34,54	No aplica
80	39,23	4 000	39,46	39,46	No aplica	39,43	No aplica
90	44,13	4 500	44,42	44,43	No aplica	44,43	No aplica
Indicación después de carga			0,00	0,00	0,00	0,00	No aplica

ESCALA : 049,03 kN Incertidumbre del patrón: ± 0,096 %

Indicación de la máquina (F.)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Acces. (%)	a (%)
			q (%)	b (%)	v (%)		
10	4,90	500	0,13	0,26	No aplica	No aplica	1,00
20	9,81	1 000	-0,15	0,05	No aplica	No aplica	0,50
30	14,71	1 500	-0,34	0,00	No aplica	No aplica	0,33
40	19,61	2 000	-0,46	0,00	No aplica	No aplica	0,25
50	24,52	2 500	-0,53	0,02	No aplica	No aplica	0,20
60	29,42	3 000	-0,58	0,01	No aplica	No aplica	0,17
70	34,32	3 500	-0,61	0,01	No aplica	No aplica	0,14
80	39,23	4 000	-0,57	0,09	No aplica	No aplica	0,13
90	44,13	4 500	-0,68	0,02	No aplica	No aplica	0,11
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx. (0) = 0,00

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luigi Aseño G.



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-010-2020

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	5 000	kgf			
Error de exactitud	-0,68	%	Error de cero	0	
Error de repetibilidad	0,26	%	Error por accesorio	0	%
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0,50	En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC – ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y a INACAL-DM

OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimientos y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrologia
Luiggi Aserjo G.



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-080-2020

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.
Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	5 000	kgf			
Error de exactitud		-0,68 %	Error de cero		0
Error de repetibilidad		0,26 %	Error por accesorio		0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución		0,50 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC - ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y a INACAL-DM

OBSERVACIONES.

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luigi Asorjo G.



CERTIFICO QUE LA PRESENTE FOTOCOPIA HA SIDO TOMADA DE SU ORIGINAL QUE HE TENIDO A LA VISTA, LA MISMA QUE LUEGO DE CONFRONTADA, ENCONTRE CONFORME.



AYACUCHO. 02 JUL 2020

JOSE HINOSTROZA AUCASIME
NOTARIO PUBLICO DE AYACUCHO
REG CNA N° 01



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 215

Fecha: 2019-06-21

Solicitante: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
Dirección: MZA. B1 INT. 101 BQ PIO MAX MEDINA (S.65047745 ESPALDA DE IE MERCEDES) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
Ciudad: AYACUCHO
Instrumento: RECIPIENTE CALIBRADO DE 1/3 PIE CÚBICO
Fabricante: Pinzuar Ltda.
Modelo: PC - 113
Serie: NO INDICA
Patrón de calibración: PIE DE REY
Trazabilidad: Certificado L-8833 Pinzuar Ltda.
Método de Calibración: Comparación Directa.

Se Realizaron las siguientes medidas:

TABLA DE RESULTADOS	
Valor nominal volumen del recipiente	Medición
9.44 Litros	9.47 Litros

Firmado


Henry Julio León Masgo
Metrólogo Laboratorio de Metrología
PINZUAR LTDA.

TRAZABILIDAD: Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO

CERTIFICADO DE MOLDE DE CBR



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 531

Solicitante: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES E.I.R.L
Direccion: MZA. B1 INT 101 BQ PIO MAX MEDINA (S.65047745 ESPALDA DE IE
MERCEDES) AYACUCHO- HUAMANGA - AYACUCHO

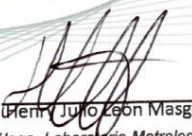
MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: PS23

Número de Serie	Diámetro inferior mm	Altura mm	Altura del Collar mm	Espesor de base mm	Número de Perforaciones und
0237872048-002	152,51	177,35	50,85	11,13	28
0237584043-015	152,73	178,11	50,84	11,40	28
0238125048-032	152,72	177,84	51,01	11,40	28
0238153050-012	153,01	177,35	50,85	11,13	28
0237584043-004	152,03	177,42	50,69	11,21	28
0238125048-036	152,22	177,39	50,72	11,13	28
0238153050-013	152,25	178,09	50,85	11,39	28
0237872048-006	152,58	177,82	51,11	11,41	28
0237502042-020	152,6	178,05	50,92	11,35	28
0238125048-046	152,08	177,77	51,04	11,39	28

Fecha: 2020-09-08

Firma: 
Henry Julio Leon Masgo
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 532

Solicitante: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES E.I.R.L
Direccion: MZA. B1 INT 101 BQ PIO MAX MEDINA (S.65047745 ESPALDA
DE IE MERCEDES) AYACUCHO- HUAMANGA - AYACUCHO

PESAS ABIERTAS PARA CBR


Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: PG161

Número de Serie	Peso de la Pesa g	Diametro Exterior mm	Diametro Interno mm
0087948023-007	2280,8	149,49	53,30
0087859022-001	2285,86	149,46	53,50
0087948023-032	2280,4	149,75	53,55
0087948023-031	2281,35	149,49	53,30
0087948023-049	2283,21	150,02	53,88
0087948023-042	2275,19	149,67	54,07
0087184020-001	2276,82	149,46	53,50
0087184020-049	2284,71	149,75	53,55
0087948023-029	2275,41	149,46	53,45
0087184020-029	2290,95	149,75	53,54

Fecha: 2020-09-08

Firma:


Henry Julio Leon Masgo
Metrologo Laboratorio Metrologia

AC-P-01-F-14/Rev 0// Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 533

Solicitante: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y
CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L
Direccion: MZA. B1 INT 101 BQ PIO MAX MEDINA (S.65047745 ESPALDA
DE IE MERCEDES) AYACUCHO- HUAMANGA - AYACUCHO

PESAS CERRADAS PARA CBR


Norma: ASTM D 1883

Referencia: PG162

Número de Serie	Peso de la Pesa g	Diametro Exterior mm	Diametro Interno mm
0077948026-019	2276,41	150,07	53,19
0077948026-036	2269,55	150,12	52,68
0077948026-040	2269,65	150,15	52,84
0077948026-045	2270,39	150,10	52,45
0077948026-035	2265,10	150,01	52,79
0077948026-043	2281,07	150,59	53,01
0077197023-014	2273,18	150,25	53,34
0077948026-049	2268,41	150,12	53,41
0077197023-012	2272,50	150,33	52,64
0077834025-022	2272,43	149,27	52,58

Fecha: 2020-09-08

Firma:


Henry Julio Leon Masgo
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 0// Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 988 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N°534

Solicitante: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
E.I.R.L
Direccion: MZA. B1 INT 101 BQ PIO MAX MEDINA (S.65047745 ESPALDA DE IE
MERCEDES) AYACUCHO- HUAMANGA - AYACUCHO


PLACA DE EXPANSIÓN EN BRONCE PARA CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: PS20

Diámetro inferior mm	Perforaciones und	Diámetro de Perforaciones mm	Espesor mm
150,09	42	1,68	6,4

Fecha: 2020-09-08

Firma: 
Héctor Julio León Masgo
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N°535


Solicitante: AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
E.I.R.L
Direccion: MZA. B1 INT 101 BQ PIO MAX MEDINA (S.65047745 ESPALDA DE IE
MERCEDES) AYACUCHO- HUAMANGA - AYACUCHO

RECIPIENTES PARA HUMEDAD

Referencia: PG-31

Diámetro interior mm	Altura mm
50,13	34,95

Fecha: 2020-09-08

Firma: 
Henry Julio Leon Masgo
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 0/1 Válido desde 2017-11-15

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO

CERTIFICADO DE BALANZA ELECTRÓNICA



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0167 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0764-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	P & J INGENIEROS CONSTRUCTORA CONSULTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. LL. LOTE. 10 ASC. SAN LUIS DE TINAJERAS AYACUCHO - HUAMANGA - SAN JUAN BAUTISTA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	VALTOX	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-0167	
5. Fecha de Calibración	2020-10-08	

Fecha de Emisión

2020-10-08

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0167 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz D Lote 25 Urb. Los Olivos - SMP - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0550-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0549-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0548-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0547-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0167 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	14,999	0.3	-0.8	29,999	0.3	-0.8
2	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0
5	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8
6	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0
7	15,000	0.8	-0.3	30,000	0.4	0.1
8	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.6	-0.1
9	15,000	0.6	-0.1	30,001	0.7	0.8
10	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.6	-0.1
	Diferencia Máxima	0.9		Diferencia Máxima	1.8	
	Error Máximo Permissible	± 2.0		Error Máximo Permissible	± 3.0	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
3	1
	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0.4	0.1	10,000	10,000	0.6	-0.1	-0.2
2		9	0.3	-0.8		10,000	0.6	-0.1	0.7
3		11	0.9	0.6		9,999	-0.2	-0.7	-1.3
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1
5		10	0.3	0.2		10,000	0.6	-0.1	-0.3
					Error máximo permisible				± 2.0

* Valor entre 0 y 10e



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0167 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.7	-0.2	0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	0.2	100	0.6	-0.1	0.2	1.0
500	500	0.5	0.0	0.3	500	0.6	-0.1	0.2	1.0
1,000	1,000	0.6	-0.1	0.2	1,000	0.8	-0.3	0.0	1.0
5,000	5,000	0.7	-0.2	0.1	5,000	0.4	0.1	0.4	2.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.6	-0.1	0.2	2.0
15,000	14,999	0.3	-0.8	-0.5	15,000	0.5	0.0	0.3	2.0
20,000	19,999	0.2	-0.7	-0.4	19,999	0.3	-0.8	-0.5	3.0
25,000	24,999	0.3	-0.8	-0.5	24,999	0.2	-0.7	-0.4	3.0
30,000	30,000	0.6	-0.1	0.2	30,000	0.5	0.0	0.3	3.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E_c: Error en cero.
E_c: Error corregido.

incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.4306667 \text{ g}^2 + 0.0000000131 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000091 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE BALANZAS PARA PESAS

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M - 203

Page / Pág 1 de 3

Equipo
Instrument

PESA NO NORMALIZADA

Fabricante
Manufacturer

PINZUAR

Modelo
Model

NO INDICA

Número de Serie
Serial Number

NO INDICA

Identificación Interna
Internal Identification

NO INDICA

Intervalo Calibrado
Calibrated Range

0,5 kg - 16 kg

Solicitante
Customer

P & J INGENIEROS CONSTRUCTORA
CONSULTORA Y SERVICIOS
GENERALES S.A.C.

Dirección
Address

MZA LL LOTE 10 ASC. SAN LUIS DE
TINAJERAS AYACUCHO - HUAMANGA -
SAN JUAN BAUTISTA

Ciudad
City

AYACUCHO

Fecha de Recepción
Date of Receipt

2019 - 12 - 17

Fecha de Calibración
Date of calibration

2019 - 12 - 18

Fecha de Emisión
Date of issue

2019 - 12 - 18

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproduzcan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized signatures



HENRY JOSÉ LEÓN MASGO
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-06-F-01 Rev. 7.0



DATOS TÉCNICOS

<i>Lugar de Calibración</i>	Laboratorio de Metrología PINZUAR Ltda. (Masa)
<i>Método Empleado</i>	Comparación directa, utilizando el esquema de pesaje ABBA.
<i>Número de Serie</i>	NO INDICA
<i>Identificación Interna</i>	NO INDICA
<i>Clase de Exactitud</i>	NO INDICA
<i>Número de Pesas</i>	9
<i>Almacenamiento</i>	NO INDICA
<i>Instrumentos de Referencia</i>	Pesas Cilíndricas F1
<i>Certificado No.</i>	M-1917 Unión Metrológica / M-5717 Pinzuar Ltda.
<i>Documento de Referencia</i>	NTC 1848:2007
<i>Procedimiento Interno</i>	

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

El valor de la masa convencional de cada pesa fue determinado por el método de comparación con pesas patrón, usando el esquema de doble sustitución de pesas, método ABBA. El error máximo permisible de la(s) pesa(s) calibrada(s) se establece de acuerdo a su clase de exactitud. La tabla 1 presenta la masa convencional encontrada.

1. TABLA DE RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Valor Nominal	Identificación / Marca	Masa Convencional	Material	Densidad	Error Máximo	Incertidumbre Expandida
500 g	Ninguna	500 g + 2979 mg	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	250 mg	83 mg
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,23 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,43 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,85 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 2,39 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	500 mg	0,17 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 0,13 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	2500 mg	0,83 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 1,52 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	2500 mg	0,83 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 1,46 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	2500 mg	0,83 g
16 kg	Ninguna	16 kg + 4,7 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m ³	10000 mg	3,33 g

LM-PC-08-F-01 Rev 7.0



CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se ejecutó dentro de las siguientes condiciones ambientales

Temperatura Máxima:	20,3 °C	Temperatura Mínima:	20,1 °C
Humedad Máxima:	60 %	Humedad Mínima:	59 %
Presión Máxima:	1000,0 hPa	Presión Mínima:	1000,0 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calculó con un $k=2$. Todo lo anterior basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008 y el anexo C de la norma NTC 1848:2007.

TRAZABILIDAD

Los patrones del laboratorio de metrología de Pinzuar Ltda. han sido trazados al Sistema Internacional de Unidades S.I.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. M - 203

Fin de Certificado

LM-PC-06-F-01 Rev. 7.0



AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES

E.I.R.L.

ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y SANEAMIENTO
CALIDAD E INNOVACIÓN EN PROYECTOS DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS
ESPECIALIZADOS



CERTIFICADO DE ENSAYO EN LABORATORIO

El que suscribe, **Ing. Ricardo Alvarado Poma**, hace constar por medio de la presente que el Sr. Arango Fernández, Juan Carlos identificado con el DNI. N° 45463939 y el Sr. Marín Falconi Koke identificado con el DNI. N° 45102849, ha realizado ensayos de granulometría, límite de consistencia, contenido de humedad, Proctor modificado, CBR, en las instalaciones del **Laboratorio De Suelos** "Ayadel Ingenieros Consultores y Contratistas Generales EIRL" área de laboratorio de geotecnia y concreto. Requerido para la tesis "Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021" los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestros archivos.

Se expide esta certificación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 25/11/2021



RESUMEN

Con el objeto de estudiar la determinación la solución que existe para la Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para Subrasante en Pavimentos Rígidos, Viñaca – Ayacucho, 2021. Los experimentos resultaron favorables, la estabilización de suelos arcillosos con puzolana y vidrio reciclado combinando al 30%PZ y 10%VR alcanzan aumentar el CBR, de un CBR 4.9% a 14.1% al 95% de CBR. De esta manera sintetiza que las propiedades de suelos mejoran al ser añadidos componentes de puzolana y vidrio. La Metodología son de tipo aplicada y también de tipo experimental, por ello se realizó varios ensayos en un laboratorio de suelos. Los resultados muestran que la máxima densidad seca (M.D.S) reducen al añadir porcentajes de puzolana y vidrio reciclado, la muestra crítica inicialmente se determinó con M.D.S. 1.81 gr/cm³, estas al agregar 30%PZ y 10% V.R. aumentaron a 1.94 gr/cm³, y la humedad óptima redujeron de 17.0% hasta 14.0% y a la vez bajó su índice de plasticidad de 15.7 hasta 11.9, con lo que concluye que los materiales de puzolana y vidrio reciclados son materiales estabilizantes para subrasante para pavimentos rígidos.

Palabras claves:

- Puzolana
- Vidrio reciclado
- Estabilizante









Resumen de coincidencias ✕

18 %

<	>		
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %	>
2	repositorioacademico.... Fuente de Internet	2 %	>
3	library.co Fuente de Internet	2 %	>
4	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 %	>
7	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %	>
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %	>
9	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
10	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>
11	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
12	repositorio.uandina.ed... Fuente de Internet	<1 %	>



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros:

- Arango Fernández, Juan Carlos
- Marín Falconi, Koke

Egresados de la Facultad Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, del taller de elaboración de tesis, Programa académico **titulación UCV**, de la Universidad César Vallejo (campus Lima Este), declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:


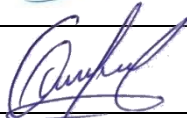
“Estabilización de la Subrasante Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para el Diseño del Pavimento Rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021”

Es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, nicopiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 2022,

Arango Fernández, Juan Carlos	
DNI: 45463939	Firma 
ORCID: 0000-0002-4754-5396	
Marín Falconi, Koke	
DNI: 45102849	Firma 
ORCID: 0000-0001-8052-1540	