



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha  
Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Padilla Tiburcio, Monica Yaquelin (ORCID: 0000-0003-1234-8023)

Romero Muñoz, Luis Angel (ORCID: 0000-0002-8316-8866)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, que nunca desampara a nadie, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograrlo.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios ponerlo siempre en lugar en todas las cosas porque siempre estuvo cuidándome y guiándome en cada paso que doy, a mis padres y hermano por no dejar de creer en mí.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ivi
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenido.....	ivi
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO: .....	5
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	13
3.2. Variables y operacionalización: .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	24
VI.DISCUSIÓN .....	40
VII.CONCLUSIONES.....	44
VII.RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS.....	88

## Índice de tablas

Tabla 1: Imagen número de calicatas para exploración de suelos.	16
Tabla 2: Número de ensayos CBR	17
Tabla 3: Detalle de cantidad de muestras	18
Tabla 4: Ensayos de Laboratorio	20
Tabla 5: tabla de granulometria	23
Tabla 6: clasificacion de suelos	23
Tabla 7: tabla de datos granulometricos	24
Tabla 8: clasificacion de suelos calicata 2	24
Tabla 9: tabla de datos granulometricos calicata 3	25
Tabla 10: clasificacion de suelos – calicata 3	26
Tabla 11: resumen de calicatas	27
Tabla 12: limites de atterberg	30
Tabla 13: proctor modificado calicata 3	31
Tabla 14: CBR calicata 3	33
Tabla 15: ensayo de limites de consistencia vs la aplicación de cal y ceniza de carbon	34
Tabla 16: proctor modificado con la aplicación de la cal y ceniza de carbon vegetal	35
Tabla 17: ensayo de cbr con la aplicación de la ceniza de carbon	38

## Índice de Figuras

Figura 1: Mapa del Perú	24
Figura 2: Provincias de Ancash de Ancash	24
Figura 3: calicata 1	25
Figura 4: calicata 2	25
Figura 5: calicata 3	26
Figura 6: analisis granulometrico por tamizado de la calicata 1	28
Figura 7: analisis granulometrico por tamizado de calicata 2	30
Figura 8: analisis granulometrico por tamizado de la calicata 3	31
Figura 9: limites de atterberg	32
Figura 10: proctor modificado calicata 3	32
Figura 11: curva relacion humedad y densidad seca	33
Figura 12: optimo contenido de humedad	35
Figura 13: maxima densidad seca	36
Figura 14: CBR vs MDS calicata 3	37
Figura 15: ensayo de och con la aplicación de cal y ceniza de carbon vegetal	38
Figura 16: proctor modificado con la aplicación de la cal y ceniza de carbon vegetal.	39
Figura 17: cbr incorporando cal y ceniza de carbon vegetal	40

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar de qué manera la aplicación de la cal y ceniza de carbón vegetal mejoran la estabilidad de la subrasante. La metodología aplicada fue de diseño cuasi-experimental. La población fueron todas las calicatas de la trocha Aramay – Tablagrande, Ancash y la muestra fueron las 3 calicatas. Asimismo se formularon ensayos de límites de Atterberg, Próctor Modificado y California Bearing Ratio. Los resultados generaron que al añadirse cal al 6% constante y de ceniza de carbón vegetal al 5%, 9% y 14%, el índice de Plasticidad disminuyó del 9% al 3%, la humedad óptima fue de un 6.25% a un 7.90% y su densidad seca máxima fue de un 2.22.gr/cm<sup>3</sup> a un 2.156 gr/cm<sup>3</sup>, para finalizar las muestras obtuvimos un California Bearing Ratio (CBR) de 37% al 95% y un 44.10% al 100% al que aumentó realizando los ensayos a un 99% al 100% y un 129% al 100% respectivamente. Concluyendo que la adición de cal y ceniza de carbón vegetal mejoran la estabilización del suelo de la zona de estudio mediante la mejora de sus propiedades mecánicas y físicas.

Palabras clave: subrasante, estabilización, trocha, compactación, resistencia, cal, ceniza de carbón vegetal.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine how the application of lime and charcoal ash improves the stability of the subgrade. The methodology applied was a quasi-experimental design. The population was all the pits of the Aramay - Tablagrande trail, Ancash, and the sample was the 3 pits. Atterberg, Modified Proctor and California Bearing Ratio limit tests were also formulated. The results showed that when lime was added at a constant 6% and charcoal ash at 5%, 9% and 14%, the Plasticity index decreased from 9% to 3%, the optimum humidity was from 6.25% to 7.90% and its maximum dry density was from 2.22 gr/cm<sup>3</sup> to 2.156 gr/cm<sup>3</sup>, to finish the samples we obtained a California Bearing Ratio (CBR) of 37% at 95% and 44.10% at 100%, which increased by performing the tests at 99% at 100% and 129% at 100% respectively. Concluding that the addition of lime and charcoal ash improve the stabilization of the soil in the study area by improving its mechanical and physical properties.

Keywords: subgrade, stabilization, rutting, compaction, strength, lime, charcoal ash.

## I. INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los elementos indispensables para el estudio de un proyecto de ingeniería, cualquiera sea la complejidad de la obra a ejecutar; para el caso de un proyecto en carreteras, lo que más influye es el tipo de terreno y su capacidad de soporte que tiene dicho terreno, siendo uno de los principales datos a usar para el estudio de la estabilización de las vías. Ciertas subrasantes dentro de sus características físicas y químicas poseen baja capacidad de soporte y es por ello que en su diseño de la base y sub base presentaban distintas medidas y en algunos casos de mayores a lo establecido. En el mundo las instrucciones de una estabilidad de algunos u otras superficies para un mejor resultado en la mejora en las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante. En diferentes países, por ejemplo: Colombia, Brasil y Costa Rica y demás; eligieron debido a múltiples factores de los residuos de reutilización a causa del medio ambiente, el económico y social, en el que se buscó levantar sus condiciones de plasticidad, durabilidad y su capacidad de resistencia. Siendo valioso señalar que, en otros países se han realizado diversos estudios para perfeccionar la capacidad de apoyo de la subrasante y los efectos que estos originaban en la vía de acceso de la subrasante o subrasante, hayan sido enmendados a una posible brevedad, puesto que estaba expuesto a sufrir grandes daños y deterioros en magnitudes incalculables. Hayan sido esto mediante estudios de investigación disminuidas con la incorporación de aditivos, cenizas pesadas y finos plásticos.

A nivel nacional, es primordial tener una buena base de subrasante por las diferentes variedades de sismos a la que nos sometíamos, siendo así importante también haber contado con una infraestructura vial de pavimentos en perfectas condiciones y también garantizando el transporte eficiente y seguro. Las averías del pavimento construido al nivel nacional se aumentaron por malos métodos constructivos, incremento de cargas solicitadas, ineficiente compactación del terreno, etc., siendo primordial que hayan evaluado los diferentes materiales que contengan mayor porción de sílice para la incorporación y el mejoramiento de sus propiedades de la subrasante. En estas últimas décadas, con la manifestación de técnicas transformadoras que permiten el mejoramientos con distintos insumos

incorporados de materiales o aditivos, una de estas mejoras es la implementación con ceniza de cascarilla de arroz en lo cual según los estudios sus propiedades son superiores por su elevado contenido de sílice. En diferentes áreas por ejemplo Piura, Huancayo y Chiclayo, donde se encontraron diversos tipos de suelos que estos fueron material de un estudio, habiendo añadido en cada investigación, grava-arcilla, bolsas de polietileno y Rocamix líquido, en el cual muchas veces estos terrenos arcillosos no presentaban propiedades acomodadas para su trabajabilidad de manera recta, para esto lo que conlleva a realizar para una mejora es un reemplazo de terreno base o una buena compactación y así lograr una adecuada estabilización físico mecánica con estos materiales incorporados y así suministren unas buenas condiciones. Este estudio ha sido favorable también al medio ambiente por que la contaminación se ha incrementado en este presente año, habiendo sido principalmente ocasionado por la manera incorrecta de eliminar estos materiales de residuos soberanamente dañino, en tal caso una de diversas alternativas para la descontaminación vendría a ser añadir estos restos en las diferentes procesos constructivos que se desarrollan en el progreso de una sociedad, en el cual se realizaron un correcto aprovechamiento de los residuos, como también en el agregado de la subrasante de las acceso de vías como estabilizantes de piso, como así mismo también recabar ganancias sociales y beneficios económicos.

A nivel local, en el departamento de Ancash, provincia de Huayllapampa se encuentra ubicada la vía vehicular Aramay – Tabla Grande, donde transitan los camiones con cultivos hacia los diferentes sectores y mercados de la zona, teniendo como vía una Trocha sin pavimentar, siendo así el terreno encontrado, observándose el tipo de suelo arcillosa, en circulación de carros sobre una subrasante desnivelada generando destrozos de las unidades y afectando las cargas de la carga agrícola que trasladan, se propuso la alternativa de incorporar la cal y ceniza de carbón en una determinada cantidad proporcional y también así poder determinar la influencia de los agregado y aditivo para el mejoramiento de la subrasante.

Formulación del problema. Con una cantidad de carreteras en Huayllapampa se encuentran trochas que alberga el componente arcilloso, debido a que los transportes son utilizados por pobladores, ante esta solicitud para su mejoramiento y estabilización, plantea este mejoramiento utilizando la Cal y la ceniza de carbón

y así propongamos reducir su C.H., también reducir su IP y por lo tanto levantar su capacidad portante.

Por consiguiente, esta investigación se estableció como Problema general: ¿De qué manera influye la cal y la ceniza de carbón en las propiedades físicas mecánicas en la trocha Aramay - tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022?, así mismo se planteó los problemas específicos: ¿cuánto influye la cal y la ceniza de carbón vegetal en los límites de consistencia en la trocha Aramay - tabla grande, huayllapampa, Ancash 2022?, ¿cuánto influye la cal y la ceniza de carbón vegetal en la compactación de la trocha Aramay-tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022?, ¿cuánto influye la cal y la ceniza de carbón vegetal en la resistencia de la trocha Aramay-tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022?

Justificación del Problema. La principal motivación de esta investigación, fue de resolver la inseguridad de caminos y pavimentos que dan ingreso a todos estos campos agrícolas, como también los centros de cultivo de la provincia de Huayllapampa, Áncash. La mejoría de la transitabilidad vial generará la facilidad de la traslado de los aldeanos que trabajan a día a día en las entidades agroindustriales, porque hasta la actualidad los empleados se trasportan en estos camiones o volquetas por medio de esta trocha inestable. Como Justificación técnica presentamos que la actual tesis, se plantea usar la cal(C) y ceniza de carbón (CC) en cantidades de 6%(C) + 5%(CC), 6%(C) + 9%(CC) y 6%(C) + 14(CC), con relación al peso del material y ver la contribución de la cal y la ceniza de carbón en las propiedades físico - mecánicas de esta subrasante en el distrito de Huayllapampa los terrenos arcillosos. Como Justificación metodológica mostramos que, en la actual investigación que es de carácter experimental explicativa aplicada que se constituye en el mejoramiento de la subrasante añadiendo cal y la ceniza de carbón vegetal para que de este modo se pueda perfeccionar cada una de sus propiedades en cuanto a la resistencia, compactación y plasticidad siendo esto estimado en un laboratorio con los instrumentos detalladamente calibrados que nos darán un resultado preciso y exacto de los ensayos para perfeccionar el CBR mediante los estabilizadores de cal y ceniza de carbón vegetal. Como justificación económica, puesto que se busca hallar un estabilizador que sea un poco más ahorrativo en el actual estudio al este ser necesariamente usado en tamañas cantidades de material para una estabilización de una carretera la moneda también modifica regularmente y viendo que el carbón es más barato en cantidad, el trabajo

de una pavimentación en carretera sería disminuida dando un ahorro a la entidad que ejecute el trabajo. La justificación ambiental, la utilización de los residuos hará un bien para el medio ambiente; al reutilizarlo y dándole un valor agregado para el bien nacional, esta proposición se busca la solución ecológica al gran problema de la estabilización en estas vías usando desechos contaminantes que afectan el medio ambiente y se puedan aplicar en diferentes obras.

En el actual proyecto de investigación, se proyecta esta Hipótesis General: La aplicación de la cal y ceniza de carbón vegetal mejora las propiedades físico mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos en Huayllapampa - Ancash 2022. Así mismo se plantea la hipótesis específica: La adhesión de la cal y ceniza de carbón vegetal disminuye el contenido de humedad en la subrasante del suelo arcilloso, Huayllapampa - Ancash 2022. La adhesión de la cal y ceniza de carbón vegetal disminuye el índice de plasticidad en la subrasante del suelo arcilloso, Huayllapampa - Ancash 2022. La adhesión de la cal y ceniza de carbón vegetal aumenta la capacidad portante en la subrasante del suelo arcilloso, Huayllapampa - Ancash 2022

En el actual proyecto de investigación, se proyecta este objetivo General: Analizar la influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Ancash 2022. Y los objetivos específicos de esta investigación son: Determinar la influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal sobre los límites de consistencia de la trocha en suelos arcillosos, Ancash 2022. Determinar la influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal sobre el nivel de compactación de la trocha en suelos arcillosos, Ancash 2022. Determinar la influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal sobre la capacidad portante de la trocha en suelos arcillosos, Ancash 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional se tiene a: Vasquez, A. (2019), cuyo principal objetivo viene a ser: estimar el efecto de la cal y el carbón mineral como estabilizante de la sub rasante de un terreno limoso para un perfeccionamiento de sus propiedades físicas y mecánicas por medio de guías normadas, con un estudio tipo cuasi experimental. La población extraída para el estudio se basó del terreno a la altura de la subrasante y el muestreo fue un tipo no probabilístico. El carbón mineral que fue utilizado en dicha tesis, sale de un producto extraído de la cantera llamada "La Galgada". Mediante esto se pudo obtener un porcentaje de 7% del estabilizante investigado carbón mineral y 4% del estabilizante cal, en el peso de la muestra del terreno a estudiar elaborando estos ensayos con métodos basada a la normativa y control en Laboratorio de Mecánica de Suelos. Entonces, como resultado final se extrajo que las calicatas N°01, N°02 y N°03 tienen su relación en SUCS es del tipo ML (Limo baja plasticidad arenosa) y un tipo de suelo limoso(A-4) de acuerdo a la clasificación AASHTO. Se efectuó el California Bearing Ratio(CBR) para unas 03 calicatas, recabando en la N°01 un valor de Patrón al 100% de 16.3% y 4% cal al 100% de 29.1% , en la N°02 se efectuó CBR Patrón al 100% de 15.4% y 4% de cal al 100% de 35.3% y en la N°03 se obtuvo un valor de California Bearing Ratio Patrón al 100% de 14.1% y agregando 7% de carbón y 4% cal al 100% de 32.3 y 4% cal, en conclusión se logro estabilizar la subrasante de suelo limoso de la Vía Cascajal Km15 a Km16- PERÚ.<sup>1</sup>

Según Huancoillo, Y. (2017), teniendo como objetivo principal: analizar el estudio mecánicos, físicos y costos al ejecutar el agregado de cal y cenizas de carbón en un suelo arcilloso según laboratorio, cabe mencionar que el material será base de la vía no pavimentada, perfeccionando su resistencia que le da firmeza, siendo el tipo de estudio cuasi experimental, la población ocupada para el estudio constaba del terreno a la altura de la subrasante y el muestreo fue un tipo no probabilístico. Los instrumentos ya aquí analizados son el límite plástico, límite líquido, densidad seca máxima, expansión, del proctor modificado y valor de soporte relativo California Bearing Ratio. Con el agregado de la cal y ceniza volante en distintas concentraciones genera una agradable conducta a diferencia del terreno puro. Cumpliendo de esta manera con las normas (EG-2013). Esta investigación concluyo que existe una viabilidad económica, como también una viabilidad técnica

para la elaboración de asfaltos añadiendo cenizas volantes de carbón como material para estabilizar de suelos.<sup>2</sup>

También tenemos a QUISPE, R (2019), su objetivo es: estimar las alteraciones verticales esta subrasante de un pavimento convencional de 7 a 21 días de cura durante el efecto que elabora la geomalla, cal y cemento y generalmente la ceniza de madera como componente perfeccionador de una subrasante arcillosa, siendo su tipo de estudio cuasi experimental. Esta ceniza de carbón viene a ser un residuo que viene de la quema de materiales orgánicos a altas temperaturas de unas ladrilleras artesanales presentes en el Perú, los cuales el aserrín, la madera y el carbón son los más usados. Mediante la disposición de este material, causa problemas ambientales. Para esto fueron empleados diferentes pruebas de laboratorio generando ceniza de madera, la mezcla de ceniza-arcilla, la combinación cemento-arcilla, cal-arcilla y como también el refuerzo con la geomalla para después modelarlo, con la ayuda de una herramienta computacional hacia el muestreo llamado Plaxis 8.2, llamado el software de elementos finitos, y recabar las deformaciones verticales. Como resultado tenemos que, mediante la geomalla bi-axial se obtuvieron unas menores deformaciones seguido por una combinación de arcilla-cemento. Como también a la ceniza-arcilla (21 días) se presentó un comportamiento igual a la combinación de cal-arcilla (7 días) siendo esto un resultado muy importante, ya que la ceniza siendo un material de desecho de las ladrilleras también puede llegar a un comportamiento mecánico trabajable tan igual como la cal.<sup>3</sup>

A nivel internacional tenemos a: Parra, M. (2018) cuyo objetivo principal es: evaluar la fortaleza mecánica bajo las cargas monotónicas a compresión y a tracción de muchos cuerpos de prueba del material Caolín, mediante las adiciones de ceniza volante y la incorporación de cal al 2%, 4%, 6% y 8%, obteniendo como base los ensayos del suelo de estudio (caolín) y proctor estándar, de un tipo de estudio cuasi experimental; la población extraída o ocupada para el estudio de laboratorio fue tomado del terreno a la altura de la subrasante y el muestreo resulto siendo de tipo no probabilístico. antes de esto, se hizo una caracterización de los materiales, y últimamente el objetivo fue hallar el mejoramiento del suelo a mediante comparaciones, en conclusión, permitió generar el resultado que la cal brinda una mejor resistencia a diferencia del caolín similar a deformaciones máximas y

esfuerzos, la ceniza no brindó una mejora al suelo, en otros términos, generales tuvo una mejor tracción sin superar las respuestas con la cal. Entonces, si se busca una rápida estabilización de suelo, los datos recabados perfilan a la cal como una perfecta opción de mejora para estos suelos. (Colombia).<sup>4</sup>

Según Pérez, R., Cañar, E., (2017) tiene como finalidad: una estabilización de 02 tipos de terreno de distintas propiedades tanto físicas como mecánicas, con la conjugación de 01 agregado siendo en este caso de la ceniza de carbón, la evaluación de la resistencia al corte y la capacidad de soporte y aplicación de ensayos en laboratorio siendo el tipo de estudio cuasi experimental, la población ocupada para el presente estudio constaba del suelo a la altura de la subrasante y el muestreo fue un tipo no probabilístico. Entonces una vez habiendo reconocido su ubicación se hizo la junta de las muestras para realizar los resultados como; límites de Atterberg. para así identificar el tipo de suelo según el (SUCS) y la granulometría. Entonces una vez determinamos con los instrumentos la capacidad de soporte (CBR) de cada uno de los suelos, luego se hizo las combinaciones en tres (%) de 20%, 23% y 25% de las CC. Y entonces el resultado de la resist. al corte se realizó el ensayo de compresión (no confinada) en terreno. Extrayendo como resultado que las cenizas de carbón influyen a favor a favor de los terrenos expansivos como es uno de los casos del suelo arcilloso, recabando una masa maciza y por lo tanto incrementando el grado de compactación para una mejor resistencia, por lo tanto, mejorando su CBR y la resist. al corte. La reutilización de la CC perfecciona las propiedades físicas de arenosos finos y suelos arcillosos, disminuyendo el porcentaje de vapor en las tierras arcillosas y aumentando su capacidad de soporte en estos terrenos arenosos, pero esto requiriendo de altas proporciones de estas cenizas. (Ecuador).<sup>5</sup>

Según Gavilanes, E (2016) siendo su principal objetivo es: alcanzar un material satisfactorio de cimentación para diferentes usos de obra civil. Entonces aquellos materiales más utilizados con el fin de estabilizar el suelo o subrasantes son: cal, el asfalto, la arena, cemento, de la ciudad de Quito - Ecuador, está presente tesis ha desarrollado recabando una metodología de salida a campo, documental y tipo experimental. Entonces el muestreo del tipo de suelo de esta subrasante, quedando en cuenta que originalmente examinaremos las prop. y el índice de los ya mencionados materiales (plasticidad y granulometría). Entonces como efecto se

examinó que hay una disminución del índice de Plasticidad con el aumento del porcentaje de cemento; causando un ligero aumento del límite de Plasticidad y disminución del límite Líquido.<sup>6</sup>

A nivel de Artículos se tienen a: Yadav Gaurav, Kishor, Suman (2017), este artículo de estudio siendo su principal objetivo es: informar sobre la estabilización del terreno aluvial para una subrasante usando la ceniza de caña de azúcar, la ceniza de cáscara de arroz, y ceniza de abono de becerra para caminos rústicos, con la mezcla de 0%, 2.5%, 5% , 7.5%, 10% y 12.5%, siendo de estudio experimental. El terreno se ubicó como arcilla plástica intermedia que disminuye la densidad seca del terreno y suma el contenido de humedad después de la estabilización. La predisposición de UCS y CBR está aumentando y luego reduciéndose, indicando el punto máximo que muestra un diferencial contenido óptimo de estas cenizas de 7,5%. Concluyendo el análisis indica que hay un aumento significativo en UCS, CBR.<sup>7</sup>

Como también según Navarro, Sanchez (2019). Este trabajo propone el uso de la prueba de Eades & Grimm una opción para determinar la proporción justa de cal necesaria para estabilizar un suelo arcilloso y hacer que los pavimentos sean más resistentes uso diario. Otro uso importante es en la producción de bloquetas de tierra ceñida, donde esta combinación proporciona mayor resistencia que los ladrillos secados al sol. En esta prueba, se puede medir el pH obtenido al mezclar el terreno con varias proporciones de cal para conseguir el valor más próximo al valor de 12,4. Este número sobresale cuando la cal varía su comportamiento químico de la arcilla en el momento de la mezcla, se observa los cambios físicos y mejora el comportamiento mecánico del terreno. El experimento de Eades & Grimm se realizó en una muestra específica de suelo arcilloso del lago de Zirahuen Michoacán, añadiendo un 5% de cal hidratada de construcción, y se pudo observar en los resultados inmediatos el cambio en su textura y color.<sup>8</sup>

Según Parra, Bastidas, Ruge (2019). El presente trabajo que se evaluó tuvo como objetivo su propuesta en este laboratorio la resist. mecánica bajo carga monotónica a compresión y tracción de un terreno caolín reformado con agregados de ceniza volante y cal al 2%, 4%, 6% y 8% de acuerdo a la muestra de la aglomeración. Para tal motivo, se realizó una caracterización del terreno y pruebas como (compactación, ensayos de caracterización y proctor). La población que fue

ocupada para el estudio constaba del terreno a la altura de la subrasante y el muestreo fue un tipo no probabilístico. Luego, se hicieron agregados de cenizas y cal, para llegar fin de estimar a la tracción indirecta y resist. a la compresión. Como conclusión, se evidencia que el añadir 4% de la cal brinda una adecuada y perfeccionada resistencia al caolín en lo cual, a deformaciones máximas y esfuerzos, durante que la ceniza presenta un aumento del terreno con porcentajes mayores al 2%. En fines generales estas muestras añadiéndole la ceniza brindaron una gran mejoría en el comportamiento del terreno y una tracción sin exceder los resultados obtenidos con cal.<sup>9</sup>

En otros idiomas tenemos a Adhikari, B. (2017) donde el objetivo principal de esta tesis en otro idioma (inglés) es: Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las combinaciones de cenizas volantes y geopolímeros del suelo. La población tomada para el presente estudio constaba del terreno a la altura de la subrasante y el muestreo fue un tipo no probabilístico. Para la población contamos con varias mezclas en base al diseño tipo experimental matriz con estudio descriptivo, fueron curadas a altas temperatura y ensayadas para así poder determinar la resistencia a la compresión libre. El resultado de dichas muestras mostró que las mezclas del terreno y cenizas volantes removidas con álcali cumplieron con los requisitos establecidos de resistencia a la compresión del diseño tratado con cemento (CTD) y el diseño estabilizado con cemento (CSD) de 150 psi y 300 psi, según lo recomienda LA DOTD. Como también los resultados indicaron que el Solo-Geopolímero se presentó de forma positiva en el experimento de soporte a la compresión y en los experimentos de carga dinámica. Se puede recomendar que las mezclas de suelo y geopolímero estudiadas en este estudio tienen un inmenso potencial para ser utilizadas como capas base de subrasante, subbase y pavimento.<sup>10</sup>

Como también a Odion, D. (2019) donde su objetivo principal de la tesis en otro idioma (inglés) es: probar la eficacia de cenizas volantes de geopolímero bajo en calcio y agregados de concreto reciclado (RCA) como un nuevo material aglomerante ecológico mejorando el soporte del suelo con alto y bajo contenido plástico tipo experimental, para la población tenemos las últimas pruebas de suelo diferentes y para muestras de suelo fueron estabilizados con ceniza volante y RCA al 5%, 15% y 25%, los equipos utilizados fueron materiales para ensayos y sus

propiedades mecánicas y el muestreo fue un tipo no probabilístico, en los resultados se pudo observar que la resistencia a la compresión no confinada del sistema suelo-geopolímero aumenta con la del material, aparentemente geopolímero con su super resistencia, menos costos, bajos uso de energías y emisiones de CO<sub>2</sub>.<sup>11</sup>

Según Adhikari, B. (2017) donde su objetivo inicial de la presente tesis en otro idioma (Inglés) es: evaluar el RAP-Geopolímero para la estabilización de cemento en base y subbase, ya que produce menos gases de efecto invernadero cemento siendo del tipo experimental, donde su población serían las diferentes muestras de suelo de Luisiana. El método estándar de estabilización de suelos es suelo-cemento, por lo que se seleccionaron 5% y 10% de suelo-cemento para comparar. Además de pruebas físico-mecánicas y pruebas de durabilidad para evaluar el desempeño a largo plazo de las mezclas Solo-RAP-Geopolímero. Como resultado se encontró que UCS, módulo de resiliencia, módulo dinámico y módulo de elasticidad de la mezcla óptima fueron mejores que el 5% y el 10% de las mezclas suelo-cemento. Las mezclas ideales de suelo, RAP y geopolímero superaron con éxito los criterios de resistencia mínima CSD y CTD usados por (DOTD). Las características de durabilidad también confirmaron que la mezcla de suelo-RAP-geopolímero desarrollada podría utilizarse en estabilizaciones de suelo. El análisis de microestructura y morfología de las mezclas óptimas confirmó que el geopolímero se formó con FA, RAP y suelo en presencia de álcali.<sup>12</sup>

Los fundamentos teóricos relacionados a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente: Estabilización de suelos con cal. El terreno con cal se logra por la mezcla única del suelo con cal y H<sub>2</sub>O. La cal que se usa es el óxido de calcio (cal viva o cal anhidra) extraído por la cremación de hidróxido cálcico o materiales calizos (cal apagada o cal hidratada).<sup>13</sup> Las calles o “áreas” por las propiedades de duro en el aire o medio ambiente, ya combinadas con H<sub>2</sub>O, por la acción del anhídrido carbónico.

La cal se utilizó en diferentes sitios con excelentes logros, revelando el cómo fabricar la grandiosa existente de diferentes cursos sin pavimentar, reduciendo la repetición de un mantenimiento a poco tiempo y con más gasto, que en un corto, pequeño y plazo largo acaban siendo unos arreglos monetarios regulares,

presentando más mejoras de la superficie móvil y inmejorablemente se obtiene la exposición en de tormenta y una adherencia extraordinaria.<sup>14</sup>

A causa de los aditivos de la cal que agrega positivamente a la sub-rasante y perfeccionarla de tal cosa en que le a poseer una mejor compactación y resistencia, mejorando a que el pavimento obtenga un aumentado tiempo de vida y como también con la economía de mantenimientos y como también las reconstrucciones de los pavimentos ya dañados. Al juntar la muestra del terreno y la cal se obtiene una respuesta de floculación e intercambio iónico, consecuente de otra demasiado despacio. La alúmina y la sílice de los pequeños fragmentos del terreno se mezclan con la cal en presencia de H<sub>2</sub>O para formar aluminatos cálcicos insolubles y silicatos. También suma a la humedad correcta de compactación lo que le accede a aplicar la densidad de suelos de alta humedad natural.

Tipos de cal. Según las presentes Clasificaciones: Cales de mayor contenido de calcio: Originario de un material de apoyo de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), con nada más del 6% de MgCO<sub>3</sub>. Contienen pues, principalmente óxidos de calcio. Cales dolomíticas: Originario del material de apoyo con contenidos de más del 5% de MgCO<sub>3</sub>. Se integran de magnesio y óxidos de calcio. Otras posibles clasificaciones son las que se deducen de los desarrollos de obtención y materiales en su origen. En este sentido se separan en:

Cales hidráulicas: Conseguidas mediante las calizas que ocupan arcillas (alúmina y sílice) por su cremación y prosiguiente hidratación. Así mismo como hidróxido cálcico añaden aluminatos y silicatos cálcicos. Teniendo propiedades hidráulicas , esto quiere decir que se endurecen con el H<sub>2</sub>O. Lo que contribuye al proceso de endurecimiento adicional es el dióxido de carbono atmosférico. Cales aéreas: Mezclas de magnesio, hidróxido de calcio e óxido que se ponen duro teniendo contacto directo con el aire. No copán propiedades hidráulicas, es decir, no se ponen duros con ella. Se consigue de rocas calizas con carbonatos del más del 95%.<sup>15</sup> Presentación de la cal:

Cal apagada: Proveniente de la humectación de la cal viva, con la mezcla de hidróxidos de Magnesio/calcio. Con ello es conveniente mostrarla en forma de pasta, en suspensión de cal en agua o lechada , o como también en forma de polvo seco.

Cal viva: Proveniente del proceso de cremación. Se lo muestra en forma de granos o molidos en polvo, puesto que esta forma supone que realmente se ha humectado el producto de la cremación.<sup>16</sup> Propiedades de cal en estabilización de suelos Se resumen las siguientes propiedades que se consiguen después de un perfeccionamiento con la cal o estabilización, en lo siguiente: Disminución del índ. de plasticidad, a causa de un aumento del límite plástico y disminución del límite líquido. Rebaja un importante porcentaje de elasticidad del terreno natural por acumulación de objetos(partículas). Por ende, es una materia prima más manejable y confiable, considerado como un producto que disminuye el contenido del H<sub>2</sub>O en el terreno (la ruptura fácil de grumos). La cal coopera al secar el material hidratado lo que implica un aceleramiento en su compactación. Disminución de gran notoriedad del hinchamiento y de contracción. Aumento de la cap. de soporte del terreno (CBR) Aumento de la resist. a la tracción del terreno. Se forma también una capa impermeable que impide la inyección de lluvia y la inyección de las aguas subterráneas en filtraciones. <sup>17</sup>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de Investigación**

Según Tam, et al. (2008), Existe una multiplicidad de clasificaciones de tipos y métodos de investigación, e incluso ambigüedad. Clasificándose en diferentes criterios: i) con el propósito de la investigación: investigación e aplicada básica, ii) distintos medios usados para la obtención de datos: de campo, experimental, investigación documental; iii) un nivel de conocimiento: exploratoria, explicativa y descriptiva; y iv) la aplicación de la investigación: descriptiva, experimental y histórica (p.145).<sup>18</sup>

La investigación del proyecto era de tipo aplicada, razón en la que se buscaba poner en campo los conocimientos ya dados para un perfeccionamiento de la subrasante aplicando de la ceniza de carbón vegetal, nos basamos a los antecedentes de los problemas similares de otras investigaciones, con el fin de una mejor selección del material, para una mejor adherencia de los insumos y así mejorar la compactación de la subrasante con los diferentes cantidades seleccionadas de la cal y ceniza de carbón en base a los efectos obtenidos en el laboratorio y los criterios del Próctor modificado, la disminución del cont. de humedad (CH) y el Ensayo California Bearing Ratio (CBR).

##### **3.1.2 Diseño de Investigación:**

Según Encalada, J. (2020), La investigación experimental tiene mecanismo que se centra en imponer o implantar una acción a un grupo de personas o una cosa, donde el planteador dirige o controla una variable a algunas condiciones (var.indep.) y determina las reacciones que se originan (var. depen.) (p.12).<sup>19</sup>

El enfoque de investigación cuantitativo específicamente en la técnica donde se sugirió que los análisis de dichos fenómenos solicita ser “científico” dicho en otro modo, dispuesto a la aplicación del mismo

sistema científico que se planteaba con grandes logros en la ciencia natural afirman que los elementos pueden medirse.<sup>20</sup>

Los diseños cuasiexperimentales reconocen un equipo de similitud lo más semejante al conjunto de procedimientos en cuanto a la particularidad del estudio base (antes de la intervención). El equipo de comparación capta los efectos que se obtendrán si ese programa no se aplicase, entonces, se establece si el experimento ha causado alguna diferencia en los resultados de estos tratamientos y los del grupo de comparación (Howardm Shagun, 2014, p.3).<sup>21</sup>

Considerándose el proyecto como enfoque cuasiexperimental, ya que se manipularon las siguientes cantidades intencionalmente de cal en 6% constante y la ceniza de carbón (5%, 9% y 14%) en el terreno, con el único fin de examinar su variación en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante; asimismo, se clasificó como cuasi-experimental, contabilizando con 4 ensayos diferentes que corresponden a la muestra patrón que es la menos apropiada de las 03 calicatas y a los ensayos con cal al 6% para las diferentes y ceniza de carbón vegetal en (5%, 9% y 14%) del peso de la muestra; las dosificaciones seleccionadas con fundamentos y en base a distintos estudios previos de diferentes autores (TESIS: Maquera, C. y Aquino, Y.: cal 3% constante y 10%, 13% y 16%; Huancoillo: cal 5% constante y ceniza: 10%, 20% y 30%) realizados con estabilizadores en subrasantes, el agregado de cal y ceniza depende del contenido adecuado de selecto que genera la máxima densidad combinada con la muestra del terreno. En un inicio se aconseja usar un porcentaje de cenizas del 10% al 20%.<sup>22</sup>

### **3.2. Variable y operacionalización.**

Variables Independientes: Cal y Ceniza de carbón

Se delimita al carbón conforme a la norma ASTM C593-95 como un residuo terminante compartido que como resultante de la combustión de carbón en polvo siendo trasladado por los gases de combustión desde la caldera. Las

propiedades químicas y físicas de estas vol. Modifican gradualmente depende del modo de forma de las partículas de estas y combustión.<sup>23</sup>

La cal es el producto adquirido mediante la cremación de las rocas calizas a altas temperaturas que oscilan entre 880 y 900°C, constituido principalmente por el componente Óxido de calcio (CaO) y otros.<sup>24</sup>

Definición operacional: Para poder realizar el análisis de influencia al incorporar cal y ceniza de carbón a la subrasante y mejorar sus propiedades físico mecánicas, se utiliza diferentes porcentajes de ambos agregados, los cuales se incorporaron en un 6% (constante) de cal para todas las muestras y 5%, 9% y 14% de ceniza de carbón relativamente para posteriormente realizar los ensayos respectivos de laboratorio.

Indicadores: Cal 6% (constante) y ceniza de carbón vegetal, respecto al peso de la muestra (subrasantes) o volumen.

Escala de medición: Razón.

Variable dependiente: Propiedades de la subrasante

El suelo que se necesita como muestra para este diseño estructural del asfalto es conocido como subrasante, en los años XL (40) el diseño de un suelo tenía como fundamento principal a las propiedades de la ingeniería en la subrasante, de las cuales estaban escogidas en plasticidad, suelos, susceptibilidad a las heladas, drenaje y resistencia al corte.<sup>25</sup>

Las calicatas se mezclan con cal y ceniza de carbón para así poder mejorar las propiedades físico mecánicas de la subrasante, para todos estos casos se evalúa su calidad mediante pruebas o ensayos en un determinado laboratorio para poder aumentar la capacidad de carga, de la misma manera para reducir el IP y disminuir el contenido de humedad. De acuerdo a los resultados obtenidos, los datos son ingresados en formato y fichas técnicas según la NTP y el ASTM.

Definición operacional:

Para una mejoría de la subrasante se realizara la adición de cal (6% constante) y ceniza de carbon vegetal (5%, 9% y 14%) y buscaremos medir sus variaciones a partir del IP, compactación y resistencia al suelo.

Indicadores: Cont. De hum. (%), Cap. Portante (kg/cm<sup>2</sup>), CBR(%).

Escala de medición: Razón.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Población: Según Tapia (2010) Esto viene a formarse por una globalización de un equipo o equipo de cosas y elementos que se quieran estudiar, entonces el grupo de estos casos corrobora en el que se tendría que estudiar y esta muestra es una parte de estas. Que como cuando se elige los elementos de estudio sobre un grupo o población requerida con ello nos relacionamos a este equipo como un elemento de muestra (p.10).<sup>26</sup>

Entonces, a lo anterior seleccionado, el equipo para esta investigación son 03 calicatas obtenidas en la trocha Aramay – Tablagrande, Ancash. De acuerdo al tipo de carretera de este presente estudio, siendo considerada una carretera con un volumen bajo de tránsito (tabla1), con un IMDA < 200 veh/día para una carretera de 1 carril, está conformada por las diferentes calicatas de 1.5 m y sus ensayos físicos-mecánicos, que se salga como resultado las pruebas de Capacidad portante, CBR, contenido de humedad y las diferentes combinaciones con la cal y la ceniza de carbón aplicado en los tres diseños adicionales que se ejecutan en la trocha Aramay- Tabla Grande, Ancash.

#### **3.3.2. Muestra**

Robles (2020) En global es un diminuto pedazo que es sacado de la antes mencionada población y esto es dependiente del investigador a las características y la cantidad. Esta diminuta parte de una muestra o un universo se saca de la población para elaborarse sólo con una porción para después generalizar y así dar los resultados al estudio planteado(investigación) (p.25).<sup>27</sup>

**Tabla 1:** *Imagen Número de Calicatas para Exploración de Suelos*

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

**Fuente:** Sección de Suelos y Pavimentos - Manual de Carreteras

Cabe mencionar que el estudio vendría a ser de segunda clase, calculado con I.M.D.A. < 200 veh./ día para 01 calzada de 1 solo carril, de la TABLA N°1 de la del manual o guía de carreteras- Pavimentos y Sección de Suelos, señalando la fabricación de tres calicatas por cada Km a una profundidad establecida no menos de 1.5 m del nivel de la subrasante.

De la misma forma resaltar que el tipo o modelo de carretera de este trabajo y en conformidad con la TABLA<sup>02</sup>; cuadro 4.2 Número de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras - Sección de Suelos y Pavimentos, se señala hacer (01) Ensayo por cada 3 km como mínimo, lo cual usamos 1 ensayo por cada kilómetro porque la carretera cuenta con 3.5 km.

A ello, esta situación por tener 1 km (1 CBR) y nos señalan también que 3 km para 3 calicatas, en este caso se tomará en 1 km para todo resultado de calicatas de esta muestra, por ende lo cual, se realizarán (03) calicatas para efectos de la muestra, de ese total, luego de ello se realizará la Clasificación de suelos, primando las Arcillas y extrayendo una cantidad

determinada y suficiente para poder realizar (04) ensayos CBR, (04) Atterberg (Límite líquido y Límite Plástico), (04)Próctor Modificado, y así poder definir las propiedades físico mecánicas, añadiendo los agregados según las proporciones indicadas (SN+6%C+5%CC, N+ 6%C+9%CC, N+6%C+14%CC).

**Tabla N°2:** Cuadro 4.2 Imagen de Número de Ensayos CBR.

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

**Fuente:** Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Cal 1 – h=1.5 mt ----- Arcilla arenosa

Cal 2 – h=1.5 mt ----- Arcilla limosa

Cal 3 – h=1.5 mt ----- Arcilla

(MAS DESFAVORABLE)

Entonces, de la calicata N°3 siendo la más desfavorable (arcillosa) trabajamos las 4 muestras de cada una, añadiendo los componentes para ver sus propiedades físico mecánicas.

**Tabla N°3: Detalle de cantidad de muestras**

<b>4 muestras</b>	<b>CBR</b>	<b>Próctor Modificado</b>	<b>L. Atterberg</b>
<b>N</b>	1	1	1
<b>N+5%C+10% CC</b>	1	1	1
<b>N+ 5%C+18%C C</b>	1	1	1
<b>N+5%C+25% CC</b>	1	1	1
	4	4	4

**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.3.3 Muestreo**

Muestreo. Según Hernandez, Fernandez y Bautista (2018) El muestreo No Probabilístico, este conceptualiza como un técnica de una elección dirigido por las propiedades de la investigación. Para esta ventaja desde el punto de la visión cuantitativa, viene a ser el rendimiento para estas puntuales propuestas de análisis que se requieren no tanto a estas concretas unidades de una determinada población. En el estudio el muestreo, viene a ser un tipo no probabilístico intencional, puesto que no se aplican los métodos estadísticos y la muestra no ha sido determinada al azar, de tal forma que se ha realizado la elección de la muestra (p.189).<sup>28</sup>

El muestreo se relaciona a la técnica de elección, en el cual el muestreo es NO PROBABILÍSTICO, pues no es dependiente de aquella fórmula estadística, sino de los principios de elección del investigador, y de aquellas características propias de la investigación (manual de carreteras) y del tipo de carretera, siendo una derivación a la mejora en la toma de decisiones del investigador.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección de datos**

Técnica de recolección de datos. El estudio cuantitativo usa por lo común los siguientes instrumentos e técnicas haciéndolo de aquello una junta de datos: análisis de información encuesta, entrevista o de contenido, observación sistemática, equipos que realizan la discusión y equipos focales, prueba de rendimiento, experimentos, fichas que sirven para cotejar, las famosas pruebas estadísticas y técnica proyectiva.<sup>29</sup>

Por lo tanto, el método utilizado para recoger esta información es la observación para aportar algunas posibles soluciones a un problema dado y poder contrastar las hipótesis formuladas. Las fuentes, por otro lado, se utilizan como base teórica para las variables individuales, la información bibliográfica y, finalmente, existe un método cuasi-experimental.

Como también al mismo tiempo se utilizan las normativas establecidas por el Ministerio de Transportes: MTC E-115, MTC E-132, MTC E-118, MTC E-107, MTC E-110/E-111

Instrumentos de recolección de datos. Todos los instrumentos de recopilación de datos tienen una sistemática estructura, ordenada, secuencial, en una gran relación con la variable e indicadores de la hipótesis.<sup>30</sup>

La herramienta es una herramienta que soporta todas las necesidades del investigador para poder capturar y recopilar el conjunto de datos que captura, incluidos archivos, listas y encuestas.<sup>31</sup>

De tal modo que para la siguiente investigación se llevara a cabo la realización de ensayos para la obtención de los resultados, por lo tanto, se menciona lo siguiente:

Por lo que, para esta investigación se desarrollaron ensayos y así obtener resultados, con respecto a ello se hace mención de la observación, fichas y ensayos de laboratorio.

**Tabla N°4:** *Ensayos de laboratorio*

	<b>ENSAYO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>ENSAYOS</b>	Ensayo de análisis granulométrico	Ficha, de Resultados de Laboratorio NTP 339.128
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha, Resultados de Laboratorio NTP 339.134
	Ensayo Límites de Consistencia	Ficha, Resultados de Laboratorio NTP 339.129
	Ensayo Proctor Modificado	Ficha, Resultados de Laboratorio NTP 339.128
	Ensayo de CBR	Ficha, Resultados de Laboratorio ASTM 1883

**Fuente:** Elaboración Propia

En principio a los materiales será la recopilación de los datos dentro del análisis de mec. de suelos, según sus siguientes indicadores (SN+6%C+5%CC, SN+ 6%C+9%CC, N+6%C+14%CC).

Confiabilidad. Según Alan y Cortez (2018) La directa observación, que por lo tanto su fenómeno u objeto de investigación por el caso que el indagador tiene una relación directa, lo cual, se persuade con sus propias inspecciones la conducta del fenómeno, siendo el deber que otro personal lo reporten, por el investigador científico que lo guía y lidera la observación (p. 74).<sup>32</sup>

Se utilizaron para ello la confianza apoyada en los diferentes laboratorios de mecánica de suelos de la zona.

Validez. Según Alan y Cortez (2018) Es la congruencia del instrumento a utilizar para medir lo que en verdad se necesita medir y lo que interesa para la investigación, indicando la precisión con la que la herramienta mide, es decir, la eficacia del equipo para ejecutar, prediciendo o describiendo el atributo de la herramienta de interés para el que está investigando (p.76).<sup>33</sup>

Todo ello, estará sujeto a la eficacia de las normas del NTP y ASTM usadas y mandadas para cada tipo de prueba.

### **3.5. Procedimientos**

Se procedió con la ubicación de las calicatas: Ubicadas en cierto tramo de la Trocha Arama - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash.

Toma de muestra y registro: La muestra que se toma o coge es de 03 calicatas a 1.5 metros a nivel de la subrasante.

La entrega de la muestra al laboratorio: Para llevar a cabo estos respectivos ensayos de un determinado laboratorio escogido por el investigador se transporta en un automóvil la muestra, obtenidas de las calicatas realizadas en la zona de investigación.

Se procede a la recolección de materiales de investigación para las diferentes cantidades de pruebas: Cal 6% y ceniza de carbón 5%, 9%, 14%.

Se procede a hacer las combinaciones en los ensayos de CBR, Próctor Mod. y Cont. de hum, (Atterberg: Lím. Líquido y Lím. Plástico)

Teniendo listo el anterior proceso se evalúa y se escogió la mejor opción de los resultados, agarrándose en cuenta el número de ensayos y la diferente cantidad de calicatas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según García (2015) Conocimiento del desarrollo del trabajo o una estudio y en la mayoría de casos algunas de estas técnicas son variadas. En global este método se sobresale porque mete a un iterativo proceso recabando parámetros y patrones, en la mayor parte de los casos, aquellos son nuevos,

innovadores y útil para la generación por lo que es útil hacer la evaluación de la confiabilidad, la validez y el simple entendimiento de los patrones por lo que se tiene que tener de dato que el principal objetivo del estudio es añadir el conocimiento adquirido al alcance de los demás para ello los conocimientos deben ser verídicos o reales(p.2).<sup>34</sup>

Entonces, para la elección de datos estos se ejecutan mediante la observación directa de las calicatas, por medio de ello se permitió visualizar cada prueba de la subrasante tomando los apuntes necesarios de los resultados correspondientes al mismo tiempo ensayando en el laboratorio, los cuales se constataron con los objetivos y las hipótesis.

### **3.7 Aspectos éticos**

Puesto que somos estudiantes de Ing. Civil, el proyecto de estudio se ha desarrollado con total respeto, honradez, honestidad y confianza de no haber hecho plagio parte de la tesis de otros autores, citándose mediante la Norma ISO-690-2010, respetándose sus aportes indicando todos los manuales, instrumentos y normas que se usaron en el presente proyecto de investigación con sus respectivas resoluciones, los cuales en el final serán cotejados por el uso de Turnitin que indica el grado de similitud en porcentajes.

#### IV. RESULTADOS

##### Nombre de la tesis:

Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022

##### Ubicación:

La zona de Ubicación se encuentra en el Departamento de Ancash, Provincia de Recuay y el tramo queda en el Distrito Huayllapampa de Aramay a Huayllapampa.

**LATITUD:** 9°25'16.39" Sur

**LONGITUD:** 77°41'31.60" Oeste.



**Figura N°01:** Mapa del Perú

FUENTE: Municipalidad de Ancash



Provincias del departamento de Ancash

**Figura N°02:** Provincias Ancash

FUENTE: Google Search

El proyecto se realizó en la carretera Aramay a Huayllapampa, está a 40 minutos de la del centro de la provincia, donde se realizaron 3 cal. en las siguientes progresivas:

**DESCRIPCIÓN:**  
**CALICATA 1**  
Progresiva: 0+200  
km



**DESCRIPCIÓN:**  
**CALICATA 2**  
Progresiva: 1+200  
km



**FIGURA 03: CALICATA -1**  
**FUENTE: ELABORACION**

**FIGURA 04: CALICATA -2**  
**FUENTE: ELABORACION**

**DESCRIPCIÓN:**  
**CALICATA 3**  
Progresiva: 3+200  
km



**FIGURA 05: CALICATA -3**  
**FUENTE: ELABORACION**

## TRABAJO DE LABORATORIO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

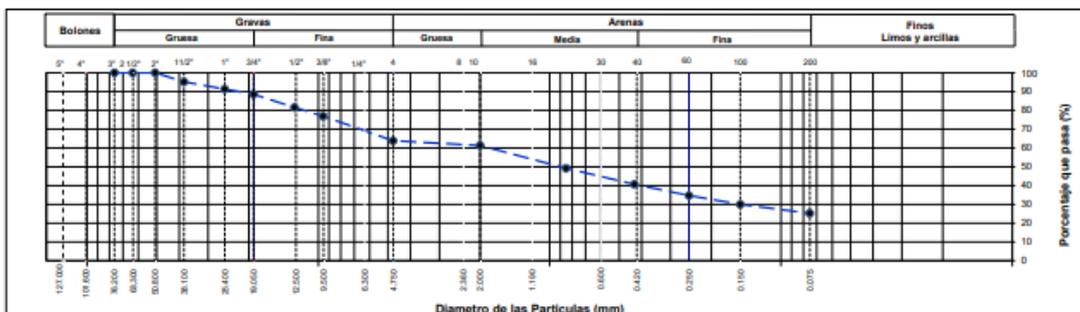
Se hizo un total de 3 calicatas en variedades de progresivas, esto se debe a que el Man.de Carretera en la parte de suelos y pavimentos, nos señala que la trocha pertenece a un nivel bajo vol. de tránsito, por ello se realiza una calicata por kilómetro, es por eso que, se genera 3 ensayos granulometricos para identificar el la tierra más des favorable y así poder realizar sus respectivos ensayos para su mejoramiento con nuestros aditivos propuestos.

#### CALICATA 1

**TABLA N°05:** *Tabla de datos granulometricos.*

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	TIPO DE SUELO
	(mm)		
3"	76.200	100.00	GRAVA
2 ½"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 ½"	38.100	95.18	
1"	25.400	91.27	
¾"	19.050	88.53	
½"	12.700	81.53	
3/8"	9.530	76.90	
N°4	4.750	63.86	
N°10	2.000	61.31	ARENA
N°20	0.850	49.22	
N°40	0.430	40.68	
N°60	0.250	34.74	
N°100	0.150	29.95	
N°200	0.075	25.22	FINOS

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA N°06:** *ANÁL. GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LA CALICATA 1*

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N°06:** Clasificación de suelos (SUCS, AASHTO) – calicata 1.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SC
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b(0)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo con el ensayo de granulometría por tamizado y la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO se demuestra que el material recabado de la CAL. 01, logró pasar el 25.22 % a la malla N°200 siendo un material con reducida cantidad de finos, como también un 38.64 % de material que logro pasar por la malla N° 4 siendo considerado un material arenoso y finalmente un 36.1% de grava.

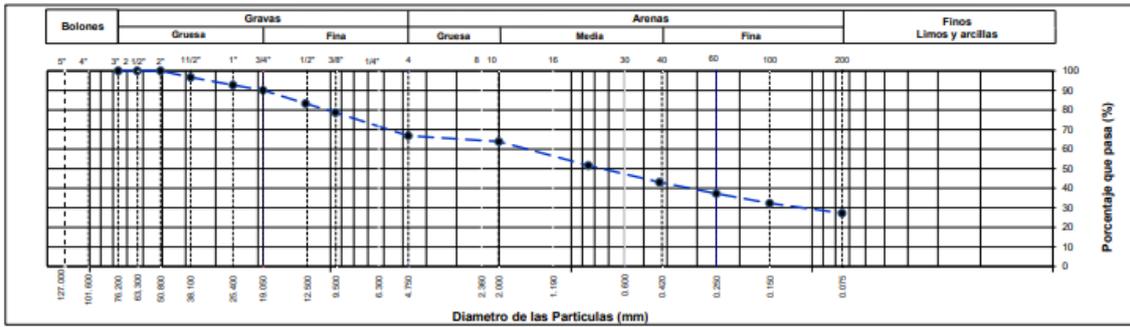
De acuerdo al suelo extraído del suelo ubicada en el km 0+200 de la carretera Aramay – Tabla Grande, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (JVG ingeniería y geotecnia) que la muestr. es una ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) y mediante la clasif. AASHTOO es perteneciente al grupo A-1-b(0).

## CALICATA 2

**TABLA N°07:** Tabla de datos granulométricos.

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	TIPO DE SUELO
	(mm)		
3"	76.200	100.00	GRAVA
2 ½"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 ½"	38.100	96.71	
1"	25.400	92.77	
¾"	19.050	90.11	
½"	12.700	83.33	
3/8"	9.530	78.69	
N°4	4.750	66.83	
N°10	2.000	63.86	
N°20	0.850	51.66	ARENA
N°40	0.430	43.03	
N°60	0.250	37.18	
N°100	0.150	32.23	
N°200	0.075	27.20	

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA N°07:** Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 2.

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA N°08:** Clasificación de suelos (SUCS, AASHTO) – calicata 2.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SC
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo con el ensayo de granulometría por tamiz y la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO se demuestra que este material recabado de la CALICATA 02, logró pasar el 27.2 % a la malla N°200 siendo un material con poca cantidad de finos, como también un 39.6 % de material que logro pasar por la malla N° 4 siendo considerado un mat. arenoso y finalmente un 33.2% de grava.

De acuerdo a la muestra extraída de la C. ubicada en el km 1+200 de la carretera Aramay – Tabla Grande, se pudo comprobar según la clasificacinn SUCS en el laboratorio (JVG ingeniería y geotecnia) que la muestra es una ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) y mediante la clasif. AASHTOO pertenece al grupo A-2-4(0).

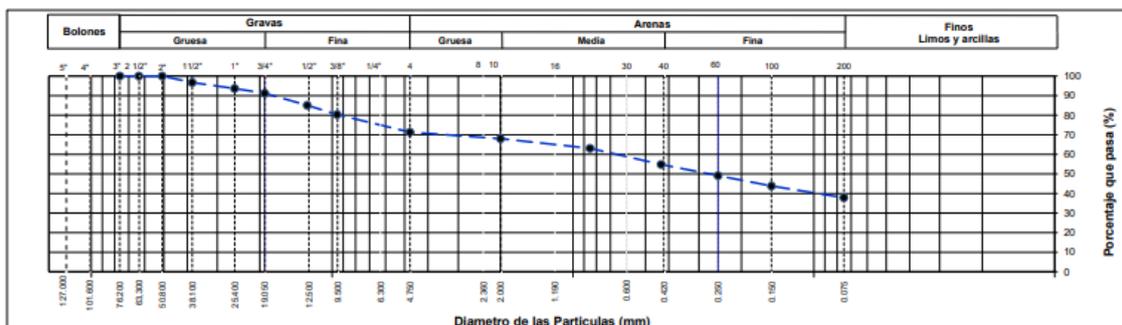
### CALICATA 3

**TABLA N°09:** Tabla de datos granulométricos.

TAMIZ	AASHTO T-27	POR. QUE PASA	TIPO DE SUELO
	(mm)		
3"	76.200	100.00	GRAVA
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	96.71	
1"	25.400	93.63	

¾	19.050	91.17	
½	12.700	85.09	
3/8"	9.530	80.30	
Nº4	4.750	71.28	
Nº10	2.000	68.01	ARENA
Nº20	0.850	63.10	
Nº40	0.430	54.77	
Nº60	0.250	49.13	
Nº100	0.150	43.86	
Nº200	0.075	37.84	
			FINOS

Fuente: Elaboracion propia



**FIGURA Nº08:** Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 3.

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA Nº10:** Clasificación de suelos (SUCS, AASHTO) – calicata 3.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SC
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De tal forma el ensayo de granulometría por tamizado y la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO se demuestra que el material recabado de la C 03, logró pasar el 37.8 % a la malla Nº200 siendo un material con poca cantidad de finos, como también un 33.4 % de material que logro pasar por la malla Nº 4 siendo considerado un material arenosa y finalmente un 28.7% de grava.

De acuerdo a la muestra extraída de la calicata ubicada en el km 2+200 de la carretera Aramay – Tabla Grande, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (JVJ ingeniería y geotecnia) que la muestra es una ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) y mediante la clasif. AASHTOO pertenece al grup. A-2-4(0).

**TABLA N°11:** *Resumen de calicatas.*

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA SUBRASANTE						
MUESTRA S	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	HUMEDA D (%)	CLASIF. SUCS	CLASIF. ASSHTO
C1	36.1	38.64	25.22	1.8	SC	A-1-b
C2	33.2	39.6	27.2	2.9	SC	A-2-4
C3	28.7	33.4	37.8	3.1	SC	A-2-4

Fuente: Elaboración propia

Resumiendo según la TABLA 10, después de hacer el análisis de las muestras de las 03 unidades de calicatas a cada kilómetro, concluimos que las dos primeras muestras tienen similitud en sus componentes, a eso optamos por utilizar la calicata más desfavorable siendo la número 03, que contiene menos porcentaje de grava y más porcentaje de fino siendo un material más desfavorable y a ello se realizaron los siguientes ensayos: Lím de Atterberg para obtener el Límite líquido, L. Plástico y el I. de Plasticidad, Próc. Modif. para determinar su Máx dens Sec (MDS) y su Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y por consiguiente hacer la tercera prueba de California Bearing Ratio (CBR) para obtener la resistencia de la muestra.

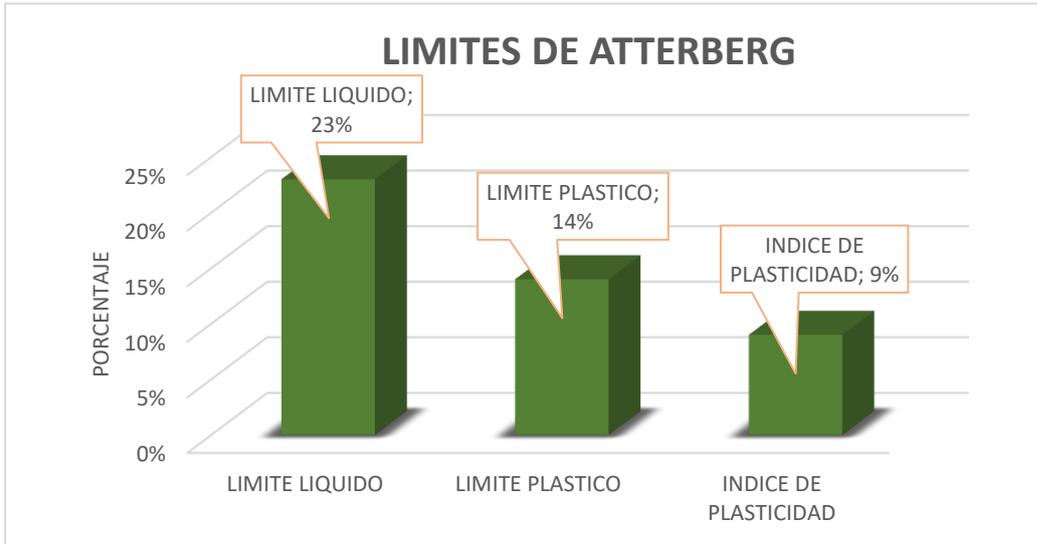
#### LÍMITES DE ATTERBERG - CALICATA N°03, MUESTRA PATRON

Se generaron los ensayos de límites de Atterberg a la calicata N°03 para observar los valores de limite líquido, limite plástico así como también se calculo su índice de plasticidad para poder conocer las características de la muestra.

**TABLA N°12:** *Límites de atterberg.*

CALICATA	LÍMITES DE ATTERBERG	
C-03	L. liquido	23%
	L. plástico	14%
	I. de plasticidad	9%

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA N°09:** *Limites de atterberg.*

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la TABLA 12 y FIGURA 9 se verifica que el ensayo de la CAL. 03 presenta un limite liquido de 23%, lim. Plás. de 14% y su índice de plasticidad de 9%.

Haciendo un análisis de la muestra del suelo que es una ARENA ARCILLOSA CON GRAVA, podemos deducir que tenemos un suelo medianamente plástico según Inacap (2020), “Suel. disgregables o desmenuzables ( $IP < 1$ ), suel. débilmente plásticos ( $1 < IP < 7$ ), suelos medianamente plásticos ( $7 < IP < 15$ ), suelos altamente plásticos ( $IP > 15$ )” (p.6).<sup>35</sup>

PROCTOR MODIFICADO (ASTMD1557) – CALICATA N°03, MUESTRA PATRON

Relación humedad – La densidad del Proctor, esta prueba añade procedimientos de presión para hallar la relación entre el contenido de agua (%) y peso unitario seco ( $gr/cm^3$ ), comprimida en el molde de 4 pulgadas, recordamos que la muestra escogida según los ensayos realizados que se realizo fue la CALICATA N°03, se estimó como muestra representante con la denominación de (M-1).



**FIGURA N°10:** *Proctor modificado calicata 03.*

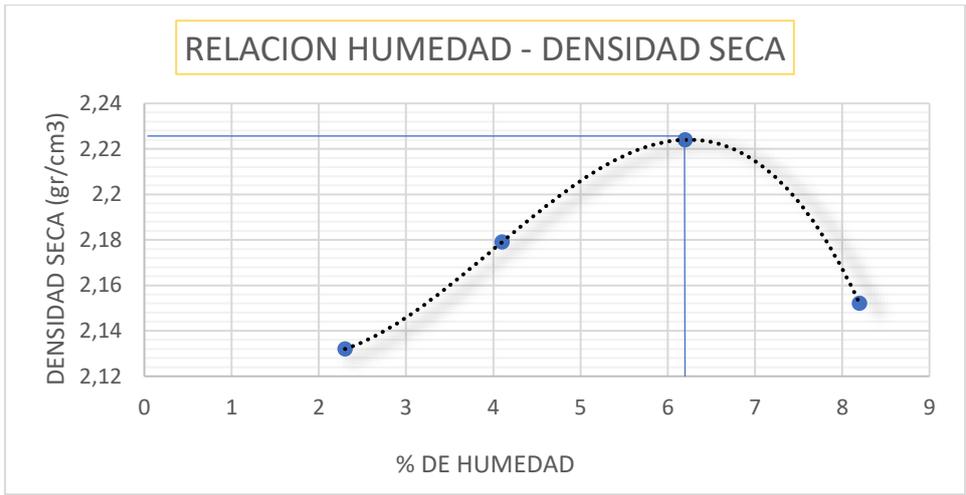
Fuente: Elaboración propia.

Se usó los métodos de prueba estándar para las características de compactación del suelo, esto quiere decir que es una muestra húmeda preparada en el laboratorio usando el esfuerzo modificado (2700 kN-m/m<sup>3</sup>). Como también usando un tipo de apisonador manual, un molde de volumen 2111 cm<sup>3</sup> y con su peso de molde de 7010 gramos.

**TABLA N°13:** *Proctor modificado calicata 03.*

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Dens. Húm.	gr/cm <sup>3</sup>	2.181	2.269	2.361	2.329
Contenido de agua	%	2.3	4.1	6.2	8.2
Dens. Seca	Gr/cm <sup>3</sup>	2.132	2.179	2.224	2.152
Dens. Máx. sec.(gr/cm <sup>3</sup> )			2.223 gr/cm <sup>3</sup>		
Humedad óptima (%)			6.25%		

Fuente: Elaboración propia.

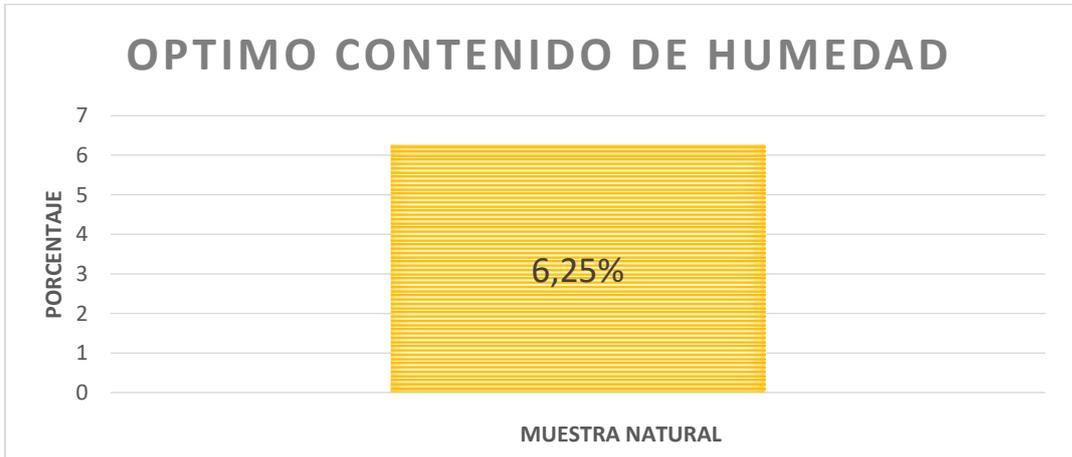


**FIGURA N°11:** Curva relacion humedad y densidad seca

Fuente: Elaboración propia.

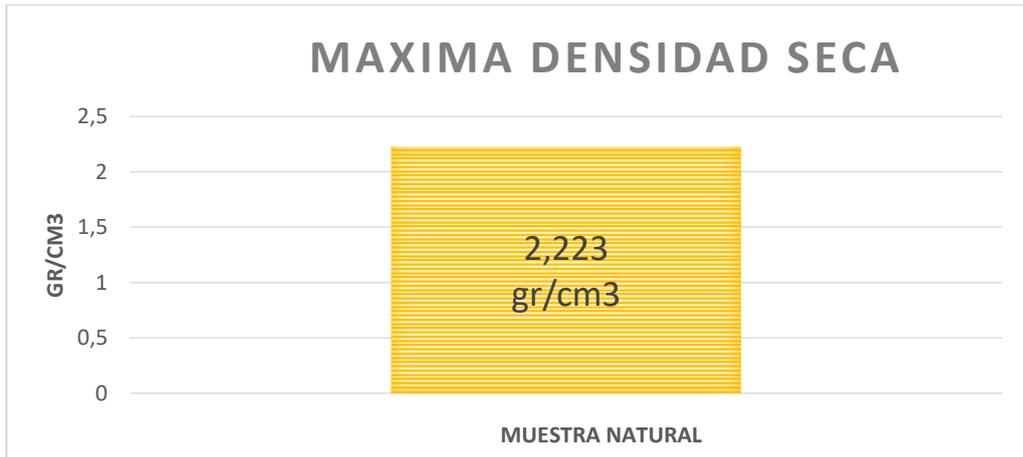
Interpretación

En la TABLA 13 y la FIGURA 11 se aprecian los resultados del Proctor modif. realizado a la muestra en su estado natural con respecto a la CALICATA 03, el cual nos esta brindando como resultado el optimo contenido de hum. de 6.25% en relación a su máxima dens. seca siendo 2,223 gr/cm<sup>3</sup>.



**FIGURA N°12:** Opt. contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA N°13:** Máx densidad seca.

Fuente: Elaboración propia.

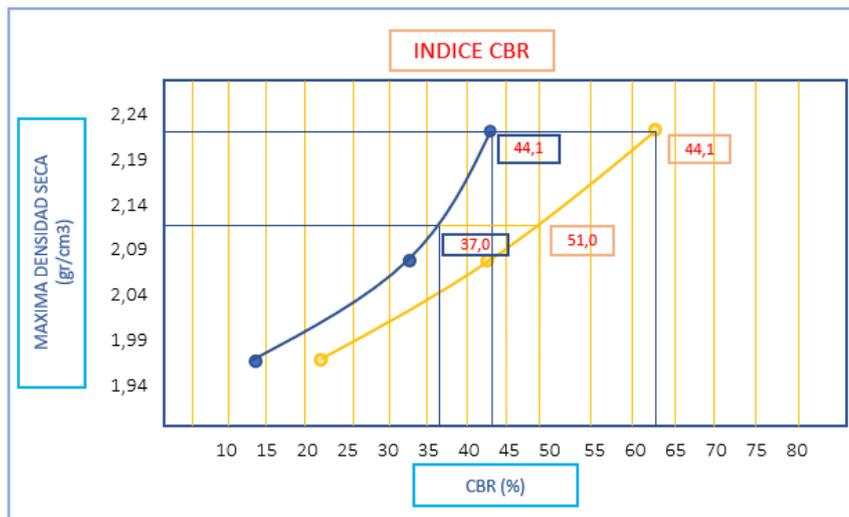
**CALIFORNIAN BEARING RATIO (CBR) – CALICATA N° 03 MUESTRA PATRON**

Para descubrir la capacidad portante inicial de la Calicata N° 03 se realizó la prueba CBR

**TABLA N°14:** CBR calicata 03.

CBR Para el 100% de la M.D.S. 0.1"	44.4%
CBR Para el 95% de la M.D.S. 0.1"	37.0%
CBR Para el 100% de la M.D.S. 0.2"	63.5%
CBR Para el 95% de la M.D.S. 0.2"	51.0%

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA N°14:** Californian Bearing Ratio (CBR) vs La máxima densidad seca de la Calicata 03 en su estado inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En lo indicado en la TABLA N°14 y la FIGURA N° 14 se puede verificar en el ensayo de CBR de la calicata N°03, el ensayo al 100% de la MDS a 0.1” de penetración es de 44.4% y en el ensayo al 95% de la MDS a 0.1” de penetración es el 37%. Por otro lado tenemos también acompañando en el ensayo de California Bearing Ratio al 100% de la Max. Dens. Seca a 0.2” de penetración arrojándonos un dato de 63.5% y en el CBR al 95% de la MDS a 0.2” de penetración es de 51.0%.

Habiendo culminado los ensayos Individuales de las calicatas pasamos a ensayar las influencias con los objetivos

Objetivo1:

Determinar cuánto influye la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en la disminución de la plasticidad de la trocha Aramay - tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022.

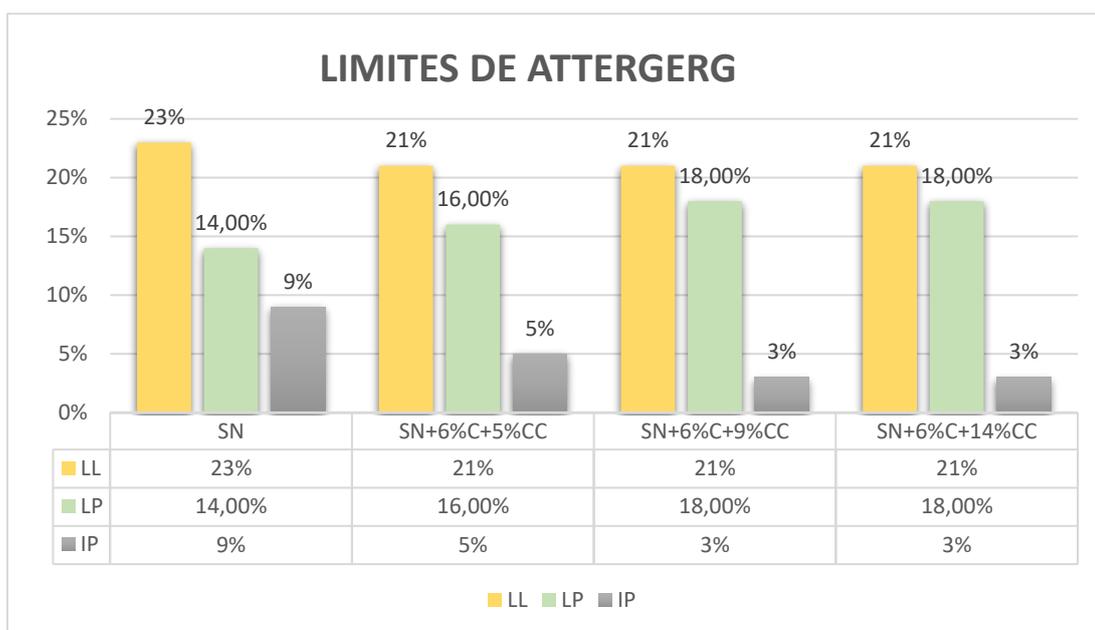
Para poder conseguir estos estudios y por ende lograr el objetivo propuesto, se tuvo que realizar los ensayos de Límites de consistencia, el cual nos relacionó el Lim. líquido, Lim. Plástico y el Índ. de Plasticidad de la muestra de la CALICATA N°03 incorporando la cal y la ceniza de carbón (SN, 6%(C) + 5%(CC), 6%(C) + 9%(CC) y 6%(C) + 14(CC)).

Procedemos a empezar con los ensayos iniciales para obtener los límites líquidos, plásticos y su respectivo índice de plasticidad.

**TABLA N°15:** *Ensayo de Límites de Consistencia con la aplicación de cal y ceniza de carbón vegetal.*

CALICATA N°03	LL%	LP%	IP%
Suelo natural (SN)	23	14	9
SN + 6%C+ 5% CC	21	16	5
SN + 6%C + 9% CC	21	18	3
SN + 6% C+ 14% CC	21	18	3

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA N°15:** *Ensayo de Opt. Cont. de Humedad con la aplicación de cal y ceniza de carbón vegetal.*

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

Visto en la TABLA N°15 y en la FIGURA N°15 podemos verificar que para nuestro ensayo de Sue. Natural obtenemos un 23% de Lim Liq, 14% de Lim Plast. y un Índice de Plasticidad de 9% y con los agregados tenemos 21% de Limite Liquido, 16% de Lim Plástico y un Índice de Plasticidad de 5%, también 21% de Limite Liquido, 18% de Limite Plástico y un Índice de Plasticidad de 3% y por ultimo 21% de LL, 18% de Lim. Plástico y un Ind. de Plasticidad de 3% respectivamente.

Objetivo 2:

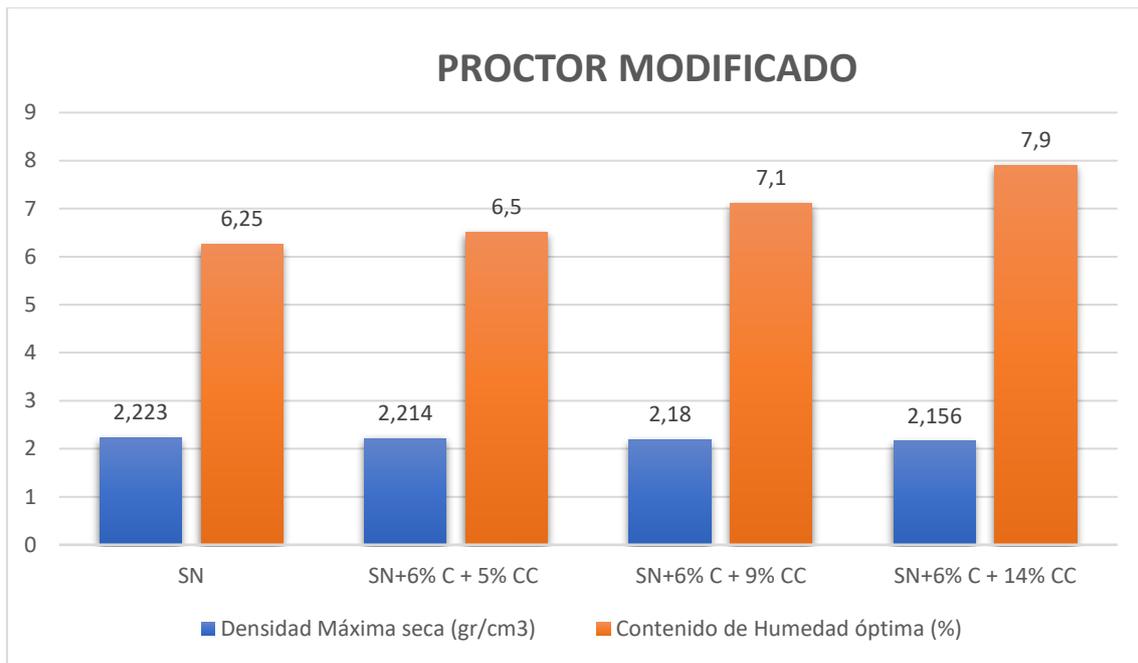
Determinar la influencia en la aplicación de cal y ceniza de carbón vegetal en el mejoramiento de la compactación en la trocha Aramay – Tablagrande, Ancash 2022.

Para alcanzar este objetivo se realizaron los ensayos de Proc. Mod., aquello nos permitió conocer la semejanza que hay entre el contenido de humedad y la densidad seca de la muestra agregándole la cal y la ceniza de carbón (SN, 6%(C) + 5%(CC), 6%(C) + 9%(CC) y 6%(C) + 14(CC)).

**TABLA N°16:** Proctor modificado con la aplicación de la cal y ceniza de carbón vegetal.

CALICATA N°03	DEN MAX SECA (gr/cm3)	CONT DE HUM OPTIMA (%)
Suelo Natural (SN)	2.223	6.25
6% C + 5% CC	2.214	6.50
6% C + 9% CC	2.180	7.10
6% C + 14% CC	2.156	7.90

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA N°16:** Proctor modificado con la aplicación de la cal y ceniza de carbón.

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación.

En la TABLA N°16 y la FIGURA N°17 se puede observar que la muestra del terreno natural con respecto al resultado de laboratorio respecto al de Proctor modificado de la calicata N°3 en su natural, obtenemos un 2.223 gr/cm<sup>3</sup> y su contenido de humedad óptima generada según la muestra es 6.25% del suelo natural, al reemplazar la cal y la ceniza de carbón a un 6% de cal y 5% de ceniza de carbón obtenemos un 2,214 gr/cm<sup>3</sup> y su contenido de humedad óptima generada según la aplicación es 6,50%. Luego tenemos la siguiente aplicación de un porcentaje conservado de cal 6% y un porcentaje más elevado de ceniza de carbón siendo un

9% de ceniza de carbón vegetal, por último, tenemos la aplicación conservada de cal 6% y un 14% de ceniza de carbón vegetal.

Como también verificamos el del contenido de humedad óptima siendo leve ante la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal, obteniendo en el suelo natural un 6.25% de humedad optima a diferencia ya de la aplicación en un 6% de cal y 5% de ceniza de carbón vegetal que es 6.50% de OCH, siguiendo con el proceso de aumento de proporción tenemos porcentaje el aumento de 6% de cal y 9% de ceniza de carbón vegetal en un 7.10% OCH y por ultimo tenemos la proporción de 6% de cal y 14% de ceniza de carbón vegetal con un 7.90% de optimo contenido de humedad respectivamente.

Objetivo 3:

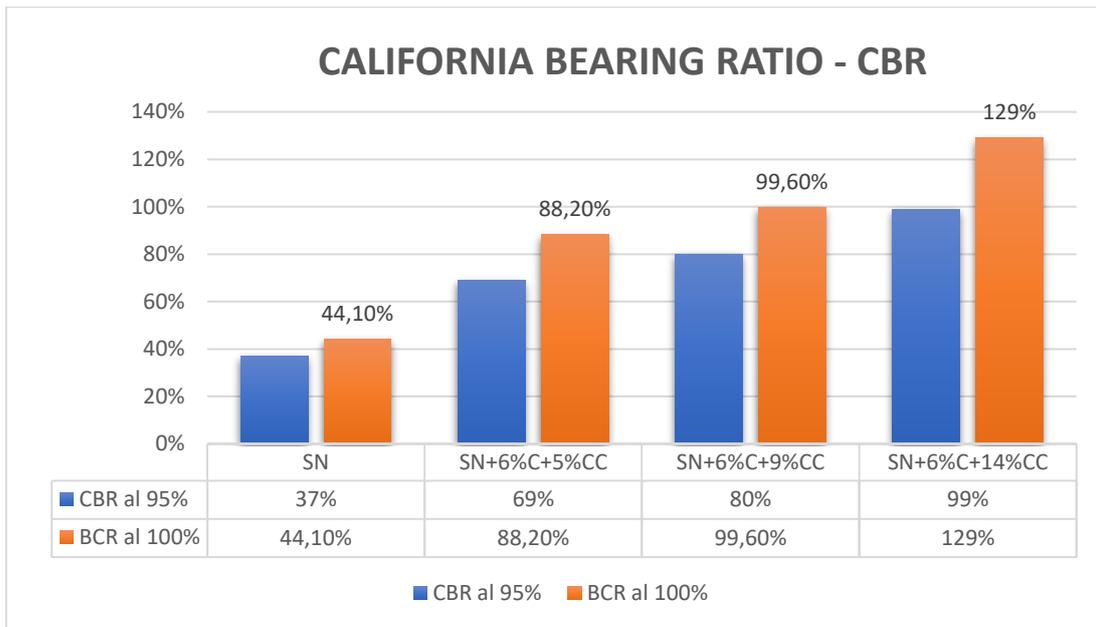
Determinar la influencia en la aplicación de cal y ceniza de carbón vegetal en el mejoramiento de la resistencia del suelo de la trocha Aramay – Tablagrande, Ancash 2022.

Con el objetivo de alcanzar esta aplicación de cal y ceniza de carbón se llevaron a cabo los ensayos de CBR por ello nos dio a conocer la medida de resis. al esfuerzo de corte del suelo para poder así obtener su resistencia incorporando los porcentajes de cal y ceniza de carbón (SN, 6%(C) + 5%(CC), 6%(C) + 9%(CC) y 6%(C) + 14(CC).

**TABLA N°17:** *Ensayo de C.B.R. con la aplicación de cal y ceniza de carbón*

CALICATA N°3	CBR al 95%	CBR al 100%
Suelo Natural (SN)	37	44.1
6% C + 5% CC	69	88.2
6% C + 9% CC	80	99.6
6% C + 14% CC	99	129

Fuente: Elaboración propia.



**FIGURA N°17:** California Bearing Ratio incorporando cal y ceniza de carbón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

En la TABLA N°17 y en la FIGURA N°18 se apreciaron los distintos ensayos resumidos en tabla y gráfico, observando el cambio de su estado natural a la aplicación de la cal y ceniza de carbón, llevando a conocer que añadiendo estos 6% de cal y ceniza de carbón mejora el valor de CBR mostrando que el suelo tenía inicialmente sus valores de CBR de 37% al 95% y un 44.10% al 100%, que después de haber mezclado el 6% de cal y 5% de ceniza de carbón incrementó a un 69% al 95% y un 88.20% al 100%, como también incremento añadiendo el 6% de cal y 9% de ceniza de carbón a un 80% al 95% y un 99.60% al 100%. También cuando se agrego al suelo natural un 6% de cal y 14% de ceniza de carbón se revelo que el índice aumento a un 99% al 95% y 129% al 100% respectivamente. Demostrando ahí su determinación a partir de el agregado del 6% de cal sucesivamente y el 5%, 9% y 14% de ceniza de carbón, pues se obtuvo una subrasante con buena capacidad para no ser mejorado con aditivos según lo planteado por el MTC, puesto que el porcentaje superó el 20%.

## V. DISCUSIÓN

### Objetivo 1:

Establecer cuánto influye la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en la disminución de la plasticidad de la trocha Aramay - tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022.

Antecedente: Maquera y Aquino (2021), Para su estudio añadió porcentajes de cal y ceniza volante en diferentes porcentajes comenzando con el suelo natural con un LL de 36.44%, un LP de 20.88% y con su IP de 15.56%, luego prosiguió a añadirle los objetos de estudios hallando en (5%C+ 10%CV) obteniendo su LL de 33.61%, un LP de 22.39% y con su Índice de Plasticidad de 11.22%, con (5%C+ 13%CV) obteniendo su Limite liquido de 30.60%, un Limite Plástico de 22.70% y con su Índice de Plasticidad de 7.90%, (5%C+ 16%CV) obteniendo su Limite liquido de 28.03%, un Limite Plástico de 22.89% y con su Índice de Plasticidad de 5.14% respectivamente.

Resultados: Para nuestra investigación tenemos el Suelo Natural un 23% de LL, 14% de Limite Plástico y un Índice de Plasticidad de 9% y con los agregados tenemos 21% de Limite Liquido, 16% de Limite Plástico y un Índice de Plasticidad de 5%, también 21% de Limite Liquido, 18% de Limite Plástico y un índice de Plasticidad de 3% y por ultimo 21% de Limite Liquido, 18% de LP y un IP de 3% respectivamente.

Comparación: Como podemos observar con la cal y la ceniza de carbon vegetal lograron resultados semejantes al reducirse el índice de plasticidad, en ese sentido, se demuestra que en nuestra investigación al incorporar la cal en porcentajes de 6% (constante) y ceniza de carbon vegetal (5%, 9% y 14%) respectivamente a la subrasante, ayuda a disminuir la plasticidad, igualando los antecedentes por medio de estos ensayos de limites de consistencia.

### Objetivo 2:

Establecer cuánto influye la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en la compactación en la trocha Aramay – Tablagrande, Ancash 2022.

Antecedente: Huaycollo (2017), Se presenta los resultados del Ensayo de Compactación (Proc. Mod.), y obtenemos los siguientes ensayos, (Suelo Natural) con 2,092 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Dens. Sec., (5%C+5CV) con 1.837 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Dens. Sec., (5%C+15CV) con 1.737 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Dens. Sec., (5%C+25CV) con gr/cm<sup>3</sup> de Max. Den. seca. Donde indica los valores de MDS y su OCH. De los resultados se aprecia la MDS que disminuye con la adición de la ceniza y la cal constante al 5% respectivamente.

Resultados: En el presente estudio se consiguió obtener (Suelo Natural) con 2.223 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Dens. Sec., (6%C+5CC) con 2.214 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Dens. Sec., (6%C+9CV) con 2.180 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Dens. Sec., (6%C+14CV) con 2.156 gr/cm<sup>3</sup> de Max. Den. Seca respectivamente.

Comparación: Como se puede observar en los estudios expuestos en la presente investigación, se determino que la cal y ceniza de carbón mejoro en la compactación del suelo al tener un porcentaje de reducción en la máxima densidad seca logrando resultados asimilados al antecedente ya antes mencionado.

Objetivo 2.1:

Establecer cuánto influye la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en la cantidad optima de humedad de la trocha Aramay - tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022.

Antecedente: Maquera y Aquino (2021), para su estudio añadió porcentajes de cal y ceniza volante en las dosificaciones de (0%C + 0%CV) lo cual resultó un 11.5% de humedad óptima, (5%C + 10%CV) le resulto un 15.5% de humedad óptima, (5%C + 13%) con su resultante de 15.10% de humedad optima, (5%C + 16%) con su resultante que es 14.9% de humedad optima. Esto indica que al añadir la ceniza volante le llego a aumentar hasta un % de la humedad optima y luego empezó a bajar.

Resultados: En esta investigación, aplicando nuestras dosificaciones observamos que en (0%C + 0%CC) resultó un 6.25%, (6%C + 5%CC) nos resulto un 6.50% de

humedad óptima de compactación, para la dosificación (6%C + 9%CC) obtenemos 7.10% de humedad óptima de compactación, finalmente para la dosificación (6%C + 5%CC) obtuvimos un 7.90% de humedad óptima.

Comparación: Como observamos, se lograron los resultados semejantes al reducirse la humedad óptima de compactación, según estudios, la cal se requiere no mayor al 15% de mezcla, es por ello que cuando se empieza a asemejar el porcentaje de cal y ceniza de carbón al 15%, empieza a reducirse el nivel de contenido de humedad, con esto se afirma que la cal y la ceniza de carbón influye hasta un cierto porcentaje de adición.

Objetivo 3:

Establecer cuánto influye la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en mejoramiento de la resistencia de la trocha Aramay - tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022

Antecedentes: Huarcoillo, Yuniur (2017), Se presentan los resultados de resistencia al suelo este ensayo de CBR, en cual nos brinda los datos de (SN) con 20% al 100% de CBR, (5C + 5CV) con 103% al 100% de CBR, (5C + 15CV) con 123% de CBR, y por último (5C + 25CV) con 80% al 100% respectivamente.

Resultados: Mostrando el CBR de la muestra que tenía inicialmente en el suelo natural valores de 37% al 95% y un 44.10% al 100%, que después de haber mezclado el 6% de cal y 5% de ceniza de carbón incrementó a un 69% al 95% y un 88.20% al 100%, como también incremento añadiendo el 6% de cal y 9% de ceniza de carbón a un 80% al 95% y un 99.60% al 100%. También cuando se agregó al suelo natural un 6% de cal y 14% de ceniza de carbón se reveló que el índice aumento a un 99% al 95% y 129% al 100% respectivamente.

Comparación: De acuerdo a nuestro antecedente, la aplicación de la cal en nuestras muestras y del tesista, tuvo excelentes resultados, mejorando la capacidad portante de la subrasante, a diferencia que la muestra del tesista realizó un contenido más proporcionado el índice de ceniza que no pasó el (5%, 15%, 25%)

a comparación de nuestra investigación (5%, 9% y 14%), llegando a un tope de diferencia donde el excesivo uso de cal y ceniza de carbón empieza a decaer con respecto a la resistencia.

## VI. CONCLUSIONES

Objetivo General, se analizó que la estab. de la sub rasante con cal y ceniza de carbón vegetal realmente apporto mejoras en las diferentes características del terreno natural en la trocha Aramay – Tablagrande, Ancash, verificando su evaluación en las importantes propiedades físico mecánicas: 1) al reducir en Índice de Plast. en los lím. de Consistencia. 2) al mejorar la compactación de la subrasante, 3) y por último a mejorar la resistencia a la subrasante aumentando el CBR.

Objetivo Especifico 1, se demando la influencia del porcentaje de cal y ceniza de carbón vegetal en los ensayos de limites de consistencia, ya que con la adición de 6% de cal y en suelo natural contenía un 9% de índice de Plasticidad, pasando de 5% al 3% mediante la adición de estas proporciones. Afirmando de esta manera que la adición de cal y ceniza de carbón vegetal disminuyen la plasticidad de la subrasante.

Objetivo Especifico 2, No comprobamos la dependencia de la cal y la ceniza de carbón vegetal en el ensayo del Proctor Modificado, por el contrario, su optimo contenido de humedad creció de la muestra del suelo natural de un 6.25% al 7.9%, lo que vendría a ser un aumento de 1.65% respectivamente del suelo natural. En consecuencia, el impacto de la cal (6%) constante y ceniza de carbón vegetal (5%, 9% y 14%) es opuesto para el contenido optimo de humedad de la subrasante. Por otro modo, en relación a la densidad máxima seca (DMS) del suelo natural de un 2.223% disminuyó de igual manera al 2.156 % con las adiciones ya antes mencionadas un 0.067%.

Objetivo Especifico 3, Se implanto la dependencia de porcentaje de cal y ceniza de carbón vegetal en la resistencia del suelo, sabiendo que incremento el C.B.R. de un 37% al 100% a 129% al 100%. Confirmando que la aplicación de la cal y ceniza de carbón vegetal mejoran o incrementan la resistencia del suelo medio el California Bearing Ratio (CBR).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Objetivo Especifico 1: En la investigación al adicionar dosificaciones de cal en la proporción de 6% (constante) y ceniza de carbón vegetal al (5%, 9% y 14%), en las muestras realizadas se logró reducir el índice de plasticidad de la subrasante, para las futuras investigaciones se recomienda analizar con un porcentaje mayor a un 14% de ceniza de carbón.

Objetivo Especifico 2: En el actual estudio se recomienda seguir con la línea de investigación, el cual se deberá analizar el porcentaje de humedad optima a mayor escala de lo estudiado, por lo que al adicionar de manera constante la ceniza de carbon vegetal en mayores cantidades al 14% llegará a un tope de declive.

Objetivo Especifico 3: En la presente investigación al adicionar las dosificaciones de cal en 6% constante y ceniza de carbón vegetal en 6%, 9% y 14%, en todas las muestras realizadas se logró aumentar la capacidad portante a un nivel alto. Para las futuras investigaciones se recomienda seguir a mayor escala a fines de investigación.

## REFERENCIAS

1. Vasques A. "Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante", provincia de Santa - Ancash, Universidad San Pedro, 2018.
2. Huancoillo Y. "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huanané - Chupa - Puno", Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
3. Quispe. R "Estudio experimental y numérico del comportamiento mecánico de una arcilla mejorada con métodos tradicionales y ceniza de madera" Lima - Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
4. Parra, M "Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante", Bogotá - Colombia, Universidad Católica de Colombia, 2018.
5. Pérez R y Cañar E. "Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón" Ambato - Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, 2017.
6. Gavilanes, E. "Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur" Quito - Ecuador, Universidad Internacional de Ecuador, 2016.
7. Kumar, A., Gaurav, K., Kishor, R., y Suman, S. 2017. Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. International Journal of Pavement Research and Technology. Vol. 10 (3), pp. 254 - 261. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493> ISSN 1996-6814.
9. PARRA G., BASTIDAS J., RUGE J. 2019. Soil stabilization with lime and fly ash Estabilización de suelos con cal y ceniza volante.[en línea].. Colombia.ISBN: 978-1-7281-4746-8. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ruge-3/publication/338654025\\_Soil\\_stabilization\\_with\\_lime\\_and\\_fly\\_ash\\_Estabilizacion\\_de\\_suelos\\_con\\_cal\\_y\\_ceniza\\_volante/links/5f1e12292851cd5fa4b11d4/Soil-stabilization-with-lime-and-fly-ash-Estabilizacion-de-suelos-con-cal-y-ceniza-volante.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ruge-3/publication/338654025_Soil_stabilization_with_lime_and_fly_ash_Estabilizacion_de_suelos_con_cal_y_ceniza_volante/links/5f1e12292851cd5fa4b11d4/Soil-stabilization-with-lime-and-fly-ash-Estabilizacion-de-suelos-con-cal-y-ceniza-volante.pdf)
10. Adhikari, B. "Mechanical and Durability Characteristics of Fly Ash Based Soil-Geopolymer Mixtures for Road Base and Subbase Layers", University of Louisiana at Lafayette, Estados Unidos, 2017.
11. Odion, D. "Soil-Geopolymer Mixtures Using Fly Ash and Recycled Concrete Aggregates (RCA) for Road Base and Subbase Layers", University of Louisiana at Lafayette, Estados Unidos, 2019.

12. Adhikari, S. "Mechanical Properties of Soil-RAP-Geopolymer for the Stabilization of Road Base/Subbase", University of Louisiana at Lafayette, Estados Unidos, 2017.
13. Vasquez A. "Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante", provincia de Santa - Ancash, Universidad San Pedro, 2018.(p.10).
14. Robles, R. "Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la sub rasante en la Av. Canta Callao- 2020", Universidad César Vallejo, Lima - Perú, 2020. (p. 25).
15. Bauza, D "Estabilización de suelos con cal" (libro de investigación). Madrid - España, 2003.(p.23).  
Recuperado: <https://civilgeeks.com/2014/09/04/guiapara-la-estabilizacion-de-suelos-con-cal-juan-diego-bauza-castello/>
16. Bauza, D "Estabilización de suelos con cal" (libro de investigación). Madrid - España, 2003.(p.25).  
Recuperado: <https://civilgeeks.com/2014/09/04/guiapara-la-estabilizacion-de-suelos-con-cal-juan-diego-bauza-castello/>
17. Vasquez A. "Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante", provincia de Santa - Ancash, Universidad San Pedro, 2018.(p.12).
- 18 Tam, J., Vera G. y Oliveros R. "Tipos, métodos y estrategias de investigación" Revista, Escuela de postgrado, 2008.(p.145)  
Disponible en:  
[http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj\\_mod\\_ela\\_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_mod_ela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf)
19. Encalada, J., "Aplicación de cenizas volantes de carbón y cal para mejorar la estabilización de suelos arenosos en la ciudad de Pachacútec, Ventanilla, Callao", Universidad César Vallejo, 2020. (p.12)
20. Encalada, J., "Aplicación de cenizas volantes de carbón y cal para mejorar la estabilización de suelos arenosos en la ciudad de Pachacútec, Ventanilla, Callao", Universidad César Vallejo, 2020. (p.12)
21. Ankit, T. "Study of the shear strength parameters of Yamuna sand mixed with pond ash and lime" [ed.] Tesis. Yamuna- India. Delhi Technological University. ISBN:10.5402/2011/310742, Civil engineering school, 2016. 9 p.  
Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/archive/2011/310742.pdf>
22. Suarez J. "Estabilización de suelos", Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia, 2012.(p.14)
23. Huancoillo, Y. "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huanané – Chupa – Puno", Universidad Nacional del Altiplano, 2017. (pag. 63)

24. Huancoillo, Y. "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno", Universidad Nacional del Altiplano, 2017. (pag. 53)
25. BARDALES, H. "Característica de la Subrasante". Perú: Libro de Pavimentos Subrasante, 2017.(pág 1), [consultado 9 de mayo 2021].publicación disponible en: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/03/caracteristicas-de-lasubrasante.html#:~:text=Subrasante%20se%20denomina%20al%20suelo,paquete%20estructural%20de%20un%20pavimento.&text=Desde%20las%20postrimer%203%ADas%20de%20la,caracterizar%20mejor%20a%20estos%20suelos>
26. Tapia, M., "Metodología de Investigación", Temuco- Chile, Ingeniería en Gestión Informática, 2000.(pag.10)
27. Robles, R. "Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la sub rasante en la Av. Canta Callao- 2020", Universidad César Vallejo, Lima - Perú, 2020. (p. 25).
28. Hernández R., Fernández C. y Bautista M. "Metodología de la Investigación". Mexico, Mc Graw Hill, 2014. (pag. 189)
29. Tapia, M., "Metodología de Investigación", Temuco- Chile, Ingeniería en Gestión Informática, 2000.(pag.5)
30. Ñaupas, H., y otros. "Metodología de la investigación", Bogotá-Colombia, De U-Carrera27, 2018.(pag. 274)
31. Zumarán, O. "Estadísticas para la investigación".Trujillo - Perú, Universidad César Vallejo, Fondo Editorial UCV, 2017.(pag. 75)
32. Alan, D y Cortez, L., "Procesos y Fundamentos de la Investigación", Machala - Ecuador, Utmach, 2018. (pag.74)
33. Alan, D y Cortez, L., "Procesos y Fundamentos de la Investigación", Machala - Ecuador, Utmach, 2018. (pag.76)
34. GARCIA, A., "Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca". Cajamarca, Universidad Privada del Norte, 2015.(pag.2)  
Disponible en:  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7327/Garc%C3%ada%20Gonzales%20Anabel%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. INACAP. Propiedades índices de los suelos y características del hormigon fresco y endurecido. [en línea]. 2020, 6. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022]. Disponible en: [http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Construccion/G01\\_Limites\\_de\\_Atterberg.pdf](http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Construccion/G01_Limites_de_Atterberg.pdf)

# **ANEXOS**

## ANEXO Nº 01

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
CAL Y CENIZA DE CARBÓN	HUANCOILLO, Y. (2017) La cal es el producto de la calcinación de las rocas calizas a temperaturas que oscilan entre 880 y 900°C, constituido principalmente por el componente Óxido de calcio (CaO) y otros. Por otro lado se define a la ceniza mediante la norma ASTM C593-95 como el residuo finamente dividido que resulta de la combustión de carbón en polvo que es transportado desde la caldera por los gases de combustión.	Para determinar qué porcentaje logra aumentar la capacidad de soporte se elaboró 3 experimentales.	DOSIFICACIÓN de la cal y ceniza de cabon vegetal	MUESTRA CON 6%C + 5%CC	FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS
				MUESTRA CON 6%C + 9%CC	
				MUESTRA CON 6%C + 14%CC	
DEPENDIENTE					
SUBRASANTE	Según AQUINO (2017) define que: Es el proceso que se somete a los suelos naturales arcillosos para mejorar las cualidades, aumentar la resistencia, reducir la plasticidad para así facilitar los trabajos en obras viales.	Para determinar el estudio de suelos se realizarán actividades de recojo de procesamiento de muestras que son realizadas con fichas o protocolos de laboratorio.	PROPIEDADES FISICAS	LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	Ficha de resultados de laboratorio según Ensayo de Límites de Atterberg (ASTM D 4318)
			PROPIEDADES MECANICAS	PROCTOR MODIFICADO KG/CM3	Ficha de resultados de laboratorio según Ensayo de Próctor modificado (ASTM D 1557)
				Ensayo California Bearing Ratio (CBR) %	Ficha de resultados de laboratorio según Ensayo de California Bearing Ratio CBR (ASTM D 1883)

**ANEXO Nº 02**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION METODOLOGIA
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>				
¿De qué manera influye la cal y la ceniza de carbón en las propiedades físico mecánicas en la trocha Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa Ancash 2022?	Analizar la influencia de la cal y ceniza de carbon vegetal en las propiedades físico - mecanicas de la trocha en suelos arcillosos, Ancash 2022	La aplicación de la cal y ceniza de carbón vegetal mejora las propiedades físico mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos en Huayllapampa - Ancash 2022	<b>CAL Y CENIZA DE CARBÓN</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b> del cal y ceniza de carbon vegetal	MUESTRA CON 6%C + 5%CC  MUESTRA CON 6%C + 9%CC  MUESTRA CON 6%C + 14%CC	<b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</b>	<b>Método:</b> (Científico) <b>Tipo:</b> (Aplicada) <b>Nivel:</b> (Explicativo) <b>Diseño:</b> (Cuasi-Experimental) <b>Enfoque:</b> (Cuantitativo) <b>Población:</b> El suelo trocha Aramay - Tablagrande, Ancash. <b>Muestra:</b> 3 calicatas de la trocha Aramay - Tablagrande. <b>Muestreo:</b> No probabilístico <b>Técnica:</b> Observación directa y experimental <b>Instrumentos:</b> Formatos de los ensayos realizados
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
¿cuánto influye la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en la disminucion de la plasticidad en la trocha Aramay - tabla grande, huayllapampa, Ancash 2022?	Determinar la influencia en la aplicacion de la cal y ceniza de carbón vegetal en la disminucion de la plasticidad de la trocha Aramay - Tablagrande, Ancash 2022.	La adhesión de la cal y ceniza de carbón vegetal disminuye la plasticidad en la subrasante en la trocha Aramay - Tablagrande, Ancash 2022.	<b>PROPIEDADES FISICO - MECANICAS</b>	<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	LÍMITE DE CONSISTENCIA (%)	<b>Ficha Resultado de Laboratorio según Ensayo de Límites de Atterberg (ASTM D 4318)</b>	
¿cuánto influye en la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en la compactacion del suelo de la trocha Aramay-tabla grande, Huayllapampa, Ancash 2022?	Determinar la influencia en la aplicacion de la cal y ceniza de carbón vegetal en el mejoramiento de la compactación en la trocha Aramay - Tablagrande, Ancash 2022.	La adhesión de la cal y ceniza de carbón vegetal incrementara la compactacion del suelo en la trocha Aramay - Tablagrande, Ancash 2022.		<b>PROPIEDADES MECANICAS</b>	PROCTOR MODIFICADO (KG/CM3)	<b>Ficha Resultado de Laboratorio Según Ensayo de Próctor modificado (ASTM D 1557)</b>	
¿Cuánto influye en la aplicación de la cal y la ceniza de carbón vegetal en el mejoramiento en la resistencia del suelo de la trocha Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa Ancash 2022?	Determinar la influencia en la aplicación de la cal y ceniza de carbón vegetal en el mejoramiento de la resistencia del suelo de la trocha Aramay - Tablagrande, Ancash 2022.	La adhesión de la cal y ceniza de carbón vegetal incrementara la resistencia del suelo en la trocha Aramay - Tablagrande, Ancash 2022.			CBR (%)	<b>Ficha Resultado de Laboratorio Según Ensayo de California Bearing Ratio CBR (ASTM D 1883)</b>	

## ANEXO N° 03 – Ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cal y ceniza de carbon vegetal.

Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tabla Grande,  
Huayllapampa, Ancash 2022

### Parte A:

Tesista 01: Romero Muñoz Luis Angel

Tesista 02: Padilla Tiburcio Monica

Fecha: Lima 2022

### Dosificación de cal y ceniza de carbon vegetal

6%cal y 5% ceniza de carbon
6%cal y 9% ceniza de carbon
6%cal y 14% ceniza de carbon

Tesis: Huaycollo, Y(2017) Dosificación de cal y ceniza volante: 5%C constante y 5%, 15%  
25% ceniza volante

Tesis: Maquera y Aquino (2021), Dosificación de cal y ceniza de carbon: 5% constante y 10%,  
13% y 16% ceniza volante.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
<b>Apellidos:</b> Robles Rivadeneira <b>Nombres:</b> Jhon Renato <b>Título:</b> Ing Civil <b>Grado:</b> Magíster Ingeniero <b>N° Reg. CIP:</b> 264189 <b>Firma:</b> 	<b>Apellidos:</b> Urrieta Milla <b>Nombres:</b> Katherine Geraldine <b>Título:</b> ING. CIVIL <b>Grado:</b> INGENIERA <b>N° Reg. CIP:</b> 288544 <b>Firma:</b>  <small>REG. MUNICIPALIDAD DISTRITO DE COLQUIQUE ING. KATHERINE GERALDINE URRIETA MILLA Reg. CIP. N° 288544 Jefe de Desarrollo Urbano y Ambiental</small>	<b>Apellidos:</b> Luis Junior <b>Nombres:</b> Alayo Velasquez <b>Título:</b> ING. CIVIL <b>Grado:</b> INGENIERO <b>N° Reg. CIP:</b> 268447 <b>Firma:</b> 

**ANEXO N°4: LIMITES DE ATTERBERG – CALICATA 1**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima,  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACION DE SUELOS</b>	Código	FOR-L8R-M9-001
		Revisión	2.1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	14/02/2020

<b>PROYECTO</b> : Influencia de la sal y cenizas de carbón vegetal en la trocha Arequipa - Tabladura, Huaylasampa, Arecaat 2022	
<b>SOLICITANTE</b> : Milton Padilla / Luis Romero	
<b>CÓDIGO</b> : -	
<b>UBICACIÓN</b> : Distrito de Huaylasampa	
<b>REGISTRO N°</b> : SLE-02050220AM	
<b>Calicatas</b> : C-01	<b>Ilustrado por:</b> CLIENTE
<b>Muestra</b> : M-01	<b>Ensayado por:</b> Y.M.A.B
<b>Profundidad</b> : --- m	<b>Fecha de ensayo:</b> 3/05/2020

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 1.8
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) 21 Límite Plástico (LP) 14 Índice Plástico (IP) 7
1 1/2"	38.100	95.18		
1"	25.400	91.27		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> Grava (%) 35.1 Arena (%) 35.6 Fines (%) 25.2
3/4"	19.050	88.53		
1/2"	12.700	81.53		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SC Clasificación AASHTO (ASTM D2822) A-1-b (0)
3/8"	9.530	76.90		
N° 4	4.750	63.86		<b>Nombre del Grupo</b> Arena arcillosa con grava
N° 10	2.000	61.31		
N° 20	0.850	49.22		
N° 40	0.430	45.88		
N° 60	0.250	34.74		
N° 100	0.150	23.95		
N° 200	0.075	23.22		

**DESCRIPCION VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488 SC- Arena arcillosa con presencia de grava en condición de humedad a seco

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el D y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secado al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.
  - El método de secado para la obtención del Límite Plástico es a temperatura ambiente.



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra prevista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC.

<b>Elaborado por:</b>  Técnico de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  ELMER MOHENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210905 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. Suelos-Concreto-Arquitecto Control de Calidad Control de Calidad JVG SAC
---	--	---

**ANEXO N°5: LIMITES DE ATTERBERG – CALICATA 2 - DATOS**



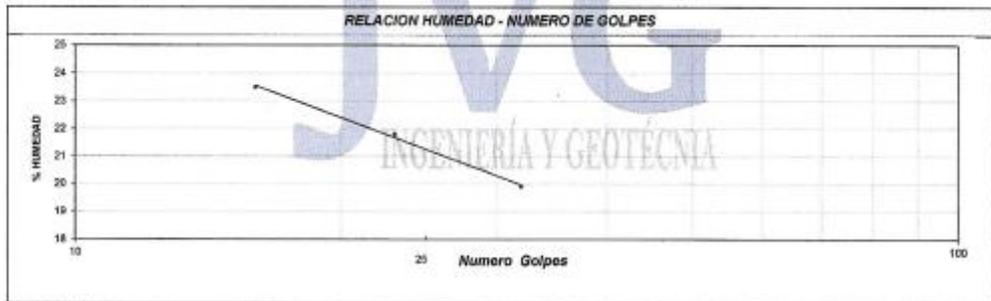
JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Monica Padilla / Luis Romero		
OBRA	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huaytapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huaytapampa		Fecha de ensayo: 03/05/2022
SONDEO	: C-1		
PROGRESIVA	: —		
MUESTRA	: M-1		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		15	14	3	15	1	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	41.10	44.54	39.04	19.76	20.58	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	39.20	41.50	37.20	19.40	19.80	
Peso de Recipiente (C)	gr.	39.63	27.96	29.36	16.85	14.52	
Peso del Agua (A-B)	gr.	1.90	3.04	1.84	0.36	0.78	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	0.57	13.94	7.84	2.55	5.28	
Contenido Humedad (W)=(A-B)/(B-C)*100	%	18.90	21.85	23.50	14.10	14.70	
N° De Golpes		52	23	15			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	23.0	14.0	9.0



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG GEOTECNIA SAC
- \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

<b>Elaborado por:</b>  	<b>Revisado por:</b>  <b>ELMER LORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	<b>Aprobado por:</b>  JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. Suelos y Cimentación Control de Calidad
Tecnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

# ANEXO N°6: LIMITES DE ATTERBERG – CALICATA 2



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LBR-MS-001
		Revisión	2.1
		Aprobado	OC-JVG SAC
		Fecha	14/02/2020

PROYECTO	Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la fricción Ancestry - Tabla Grande, Huaylipampa, Arequipa 2022.		
SOLICITANTE	Marisa Padilla / Luis Romero		
CÓDIGO	---		
UBICACIÓN	Distrito de Huaylipampa		
REGISTRO N°	SUE-02052022SAM		
Calicata	C-02	Muestreo por:	CLIENTE
Muestra	M-01	Ensayado por:	Y.M.R.B
Profundidad	---	Fecha de ensayo:	3/05/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)				
2 1/2"	63.500	100.00			Contenido Humedad (%)	2.9		
2"	60.000	100.00		LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	Límite Líquido (LL)	23		
1 1/2"	38.100	95.71			Límite Plástico (LP)	16		
1"	25.400	92.77			Índice Plástico (IP)	7		
3/4"	19.050	90.11		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	
1/2"	12.700	83.33			33.2	39.6	27.2	
3/8"	9.530	78.69		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Clasificación SUCS (ASTM D2487)			SC
N° 4	4.750	66.83			Clasificación AASHTO (ASTM D5222)			A-2-4 (3)
N° 10	2.000	63.86			Nombre del Grupo			Arena arcillosa con grava
N° 20	0.850	61.06						
N° 40	0.430	43.03						
N° 60	0.250	37.18						
N° 100	0.150	32.23						
N° 200	0.075	27.20						

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: Arena arcillosa con grava de color beige en condición húmeda  
 ASTM 2486

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 a 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 a 5°C. Se realizó en tambor Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 a 5°C.
  - El método de secado para la obtención del Límite Plástico es a temperatura ambiente.



OBSERVACIONES:  
 \* Muestra prevista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JVG GEOTECNIA S.A.C.

<b>Elaborado por:</b>  <b>Técnico de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.</b> Suelos-Concreto-Asfalto Control de Calidad <b>Control de Calidad JVG SAC</b>
--	--	--

**ANEXO Nº7: LIMITES DE ATTERBERG – CALICATA 2 - DATOS**



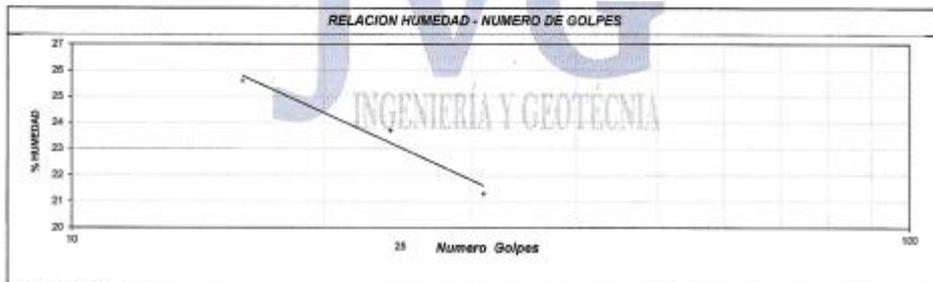
JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Monica Padilla / Luis Romero		
OBRA	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huayllapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa		Fecha de ensayo: 03/05/2022
SONDEO	: C-2		
PROGRESIVA	: --		
MUESTRA	: M-7		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pesante Tamiz Nº 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	9	6	8	15	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	61.18	44.15	39.45	25.18	20.35	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	39.20	41.50	37.20	19.71	19.66	
Peso de Recipiente (C)	gr.	29.80	30.33	28.40	15.78	16.86	
Peso del Agua (A-B)	gr.	1.98	2.65	2.25	5.47	0.69	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	9.31	11.17	9.80	2.93	3.00	
Contenido Humedad $(W)=(A-B)/(B-C)*100$	%	21.30	23.70	23.80	18.20	16.60	
Nº De Golpes		31	24	16			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	23.0	16.0	7.0



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

Elaborado por:  VPB INGENIERO DE MATERIALES	Revisado por:  ELMER HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. GIP Nº 210906	Aprobado por:  JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. Sucesos Huancayo, Asilallo Control de Calidad
Técnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

**ANEXO N°8: LIMITES DE ATTERBERG – CALICATA 3**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FORLSR-M8-001
		Revisión	2.1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	14/02/2020

**PROYECTO** : Influencia de la cel y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aremitú - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022.  
**SOLICITANTE** : Monica Padilla / Luis Romero  
**CÓDIGO** : --  
**UBICACIÓN** : Distrito de Huayllapampa  
**REGISTRO N°** : SUE-02002022SAM  
**Cáticula** : C-03 **Muestreado por:** CLIENTE  
**Muestra** : M-01 **Ensayado por:** Y.M.R.B  
**Profundidad** : -- m **Fecha de ensayo:** 3/05/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.200	100.00		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 3.1 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) 23 Límite Plástico (LP) 14 Índice Plástico (IP) 9 <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> Grava (%) 28.7    Arena (%) 35.4    Finos (%) 37.8 <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SC Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-2-4 (0) Nombre del Grupo: Arena arcillosa con grava
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	96.71		
1"	25.400	93.63		
3/4"	19.050	91.17		
1/2"	12.700	85.09		
3/8"	9.530	80.30		
N° 4	4.750	71.28		
N° 10	2.000	68.01		
N° 20	0.850	63.10		
N° 40	0.430	54.77		
N° 60	0.250	49.13		
N° 100	0.150	43.86		
N° 200	0.075	37.84		

**DESCRIPCION VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2489    Arena arcillosa con grava de color beige en condición húmeda

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 a 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 a 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Livipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.
  - El método de secado para la obtención del Límite Plástico es a temperatura ambiente.

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC.

 <b>Elaborado por:</b> Técnico de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. GIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. Suelos-Concreto-Afalla Control de calidad Control de Calidad JVG SAC
---	--	---

**ANEXO N°9: LIMITES DE ATTERBERG – CALICATA 3 – DATOS.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima,  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	Monica Padilla / Luis Romero		
OBRA	Influencia de la ceniza y carbón vegetal en la trocha Aramay - Tabligrande, Huaylapampa, Ancash 2022		
UBICACIÓN	Distrito de Huaylapampa	Fecha de ensayo:	03/05/2022
SONDEO	C-3		
PROGRESIVA	---		
MUESTRA	M-1		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nro. de Recipiente		1	9	6	2	7	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	gr.	41.85	43.73	40.15	20.82	20.85	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	36.90	41.18	37.75	19.74	19.93	
Peso de Recipiente (C)	gr.	29.89	30.33	29.40	13.57	13.66	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.05	2.55	2.40	0.86	0.92	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	9.71	10.85	9.35	6.17	6.27	
Contenido Humedad (W)=(A-B)/(B-C)*100	%	21.10	23.90	25.70	14.30	14.80	
N° De Golpes		32	24	17			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	23.0	14.0	9.0



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 TECNICO DE LABORATORIO	 EURIEN HUARENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. Suelos-Concreto-Asfalto Centro de Calidad
Tecnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

**ANEXO N°10: LIMITES DE ATTERBERG – 6% CAL Y 5% CENIZA DE CARBON VEGETAL**



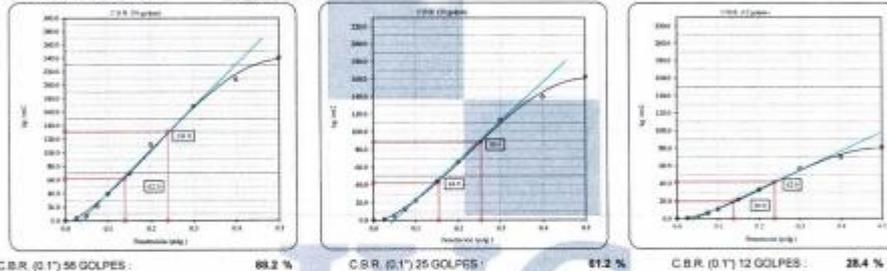
JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima,  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Mónica Padilla / Luis Romero		
PROYECTO	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huayllapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa	Fecha de ensayo:	23/05/2022
SONDEO	: C-3		
MUESTRA	: 5% de CAL Y 5% de CCV		
MATERIAL	: TERRENO NATURAL		

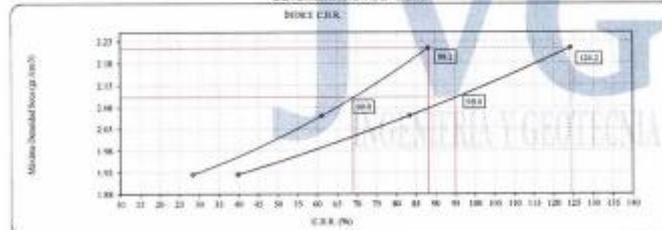
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca: 2,214 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95%: 2,103 gr/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad: 6,50 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES: 88.2 %      C.B.R. (0.1') 35 GOLPES: 61.2 %      C.B.R. (0.1') 12 GOLPES: 28.4 %

**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 88.2 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 69.0 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 124.2 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 95.0 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIAL	 Eithier Moreno Huartan INGENIERO CIVIL C.F. N° 210906	 JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C. Suelos y Concreto, Asfalto Control de Calidad
<b>Tecnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

**ANEXO N°11: LIMITES DE ATTERBERG – 6% CAL Y 5% CENIZA DE CARBON VEGETAL.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923792919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.c

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Monica Padilla / Luis Romero		
OBRA	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huayllapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa		Fecha de ensayo: 03/05/2022
SONDEO	: 5% CAL Y 5% CCH		
PROGRESIVA	: ---		
MUESTRA	: M-1		

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.
Peso de Recipiente (C)	gr.
Peso del Agua (A-B)	gr.
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.
Contenido Humedad $(W)=(A-B)/(B-C)*100$	%
N° De Golpes	

Material Pasante Tamiz N° 40					
LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
1	9	6	5	9	
41.25	43.73	40.10	20.62	20.85	
36.44	41.36	37.88	19.89	20.27	
29.89	30.33	28.40	15.28	16.71	
1.81	2.37	2.22	0.73	0.58	
0.35	11.03	9.48	4.81	3.56	
18.90	21.50	23.40	15.90	16.20	
31	23	17			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	21.0	16.0	5.0



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

Elaborado por:  Tecnico de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JVG SAC
---	--	--

**ANEXO Nº12: LIMITES DE ATTERBERG – 6% CAL Y 9% CENIZA DE CARBON VEGETAL.**



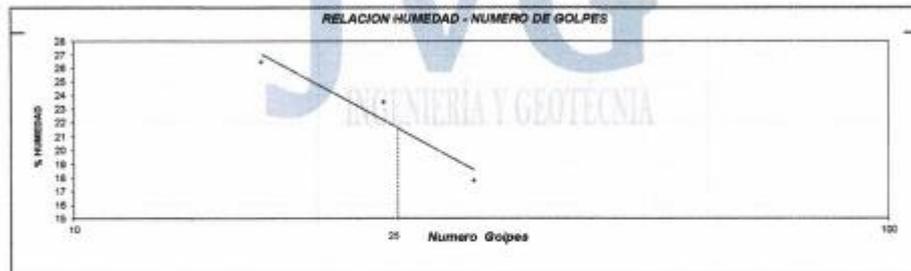
JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/08/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Morisca Padilla / Luis Romero		
OBRA	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Arequipa - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa		Fecha de ensayo: 03/05/2022
SONDEO	: 5% CAL Y 9% CCH		
PROGRESIVA	: --		
MUESTRA	: M-1		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nro. de Recipiente		3	7	15	4	15	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	41.24	44.76	40.10	20.42	20.85	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	38.44	41.38	37.88	19.89	20.22	
Peso de Recipiente (C)	gr.	29.36	26.80	29.50	16.97	16.89	
Peso del Agua (A-B)	gr.	1.78	3.40	2.22	0.53	0.60	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	10.08	14.49	8.38	2.92	3.37	
Contenido Humedad (W)=(A-B)/(B-C)*100	%	17.80	23.50	26.47	18.28	18.50	
N° De Golpes		31	26	17			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	21.0	18.0	3.0



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

 Elaborado por:	Revisado por:  Inger Morisca Padilla Ingeriero de Suelos y Pavimentos C. P. 000000	Aprobado por:  JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto Control de calidad
Tecnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

**ANEXO Nº13: LIMITES DE ATTERBERG – 6% CAL Y 14% CENIZA DE CARBON VEGETAL.**



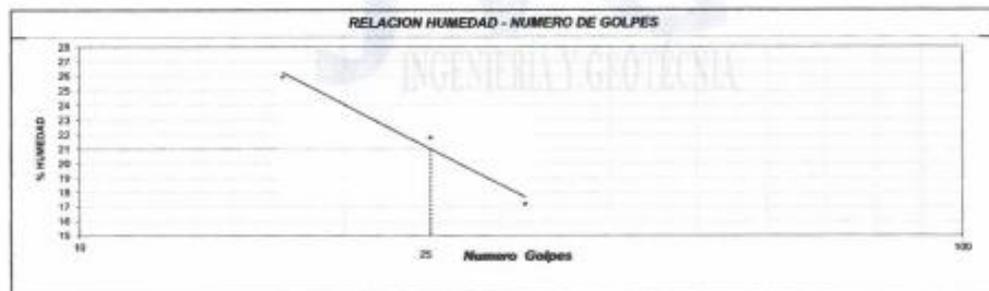
JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923792919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Monica Padilla / Luis Romero		
OBRA	: influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa	Fecha de ensayo:	03/03/2022
SONDEO	: 5% CAL Y 14% CCH		
PROGRESIVA	: -		
MUESTRA	: M-1		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		13	8	21	3	15	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	41.24	44.70	40.10	20.42	20.65	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	39.02	41.95	36.71	19.40	20.16	
Peso de Recipiente (C)	gr.	26.12	29.19	23.82	14.41	16.45	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.22	2.80	3.39	0.94	0.67	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	12.90	12.85	13.09	5.07	3.73	
Contenido Humedad (W=(A-B)/(B-C)*100	%	17.20	21.80	25.90	18.50	17.90	
Nº De Golpes		32	25	17			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	21.0	18.0	



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Eimer Morán Huamán Ing. Civil Ing. de Suelos y Pavimentos	 Eimer Morán Huamán Ing. Civil Ing. de Suelos y Pavimentos	 JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C Sucesos: Concreto Asfaltado Control de Calidad
Tecnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

**ANEXO N°14: PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA PATRON C3.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	FOR-PR-LAB-MS-007-21
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>	Versión	3
		Fecha	18/08/2021
		Página	1 de 1

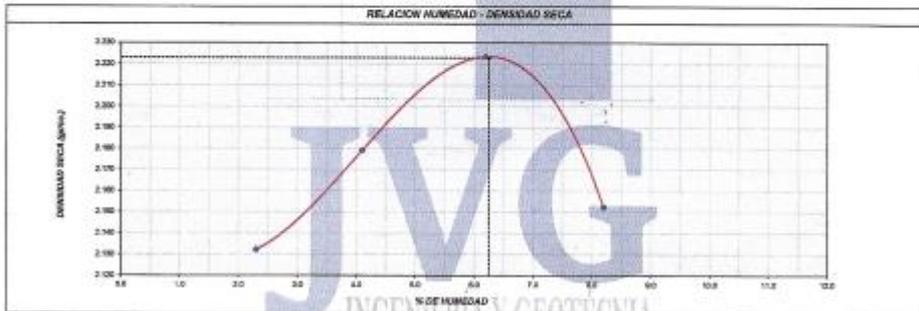
<b>OBRA</b>	Influencia de la cel y ceniza de carbón vegetal en la frota Aramay - Yallagrande, Huaylasopca, Areash 2022.		
<b>SOLICITANTE</b>	Mónica Piedra / Luis Romero		
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito de Huaylasopca		
<b>EXPEDIENTE N°</b>	COT-LEMS2-040		
<b>Resorte/Calle</b>	C-3	<b>Aprobado por:</b>	Y.R.B.
<b>Procedencia</b>	Distrito de Huaylasopca	<b>Ensayado por:</b>	Y.R.B.
<b>Muestra</b>	Faltas	<b>Fecha de ensayo:</b>	19/05/2022
<b>Caja</b>	-		

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (98,000 N-m<sup>2</sup>) (2,700 kN-cm<sup>2</sup>)  
 (Ensayo de compactación - Proctor Modificado)  
 ASTM D1557

<b>Método de ensayo</b>	B	<b>Descripción del material (ASTM D2488 &amp; ASTM2487):</b> Arena enriolada con grava
<b>Tamiz límite</b>	3/8 pulg.	
<b>Método de preparación</b>	Muestra Húmeda	
<b>Tipo de espesorador</b>	Manual	
<b>Volumen Molde</b>	2111 cm <sup>3</sup>	
<b>Peso Molde</b>	7010 g.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	2.181	2.269	2.361	2.329
Contenido de agua	%	2.3	4.1	6.2	8.2
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.132	2.179	2.224	2.152

**Densidad Máxima Saca:** 2.223 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Óptima:** 6.25 %



**OBSERVACIONES:**  
 \* En caso de que la información sea usada para control de compactación, debe realizar corrección de la densidad seca y húmeda en campo.  
 \* Muestra tomada en campo por personal de JVG GEOTECNIA  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Técnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

**ANEXO N°15: PROCTOR MODIF. CON ADICION DE CAL 6% Y CENIZA DE CARBON 5%.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>Código</b>	FOR/PR-LAB/MS-021/01
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>	<b>Versión</b>	2
		<b>Fecha</b>	18/05/2022
		<b>Página</b>	1 de 1

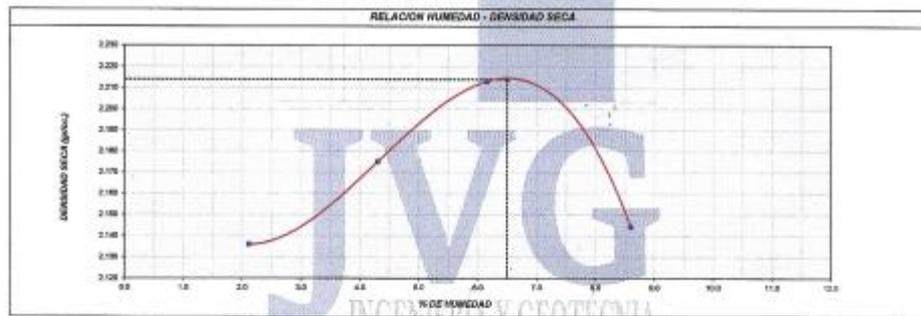
<b>OBRA</b>	Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la prueba Atterberg - Tallagrosa, Huaylparque, Anexo 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	Mónica Padilla / Luis Romero		
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito de Huaylparque		
<b>EXPEDIENTE N°</b>	COF-LEMB2-042		
<b>Serie/Caloteo</b>	C-3	<b>Aprobado por:</b>	Y.R.B.
<b>Procedencia</b>	Distrito de Huaylparque	<b>Ensayado por:</b>	Y.R.B.
<b>Muestra</b>	6% de cal y 5% de ceniza de carbón	<b>Fecha de ensayo:</b>	18/05/2022
<b>Cape</b>	-		

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (54,000 ft-lbf) (2,700 AN-ksi) (Ensayo de compactación - Proctor Modificado)  
**ASTM D1557**

<b>Método de ensayo</b>	S	<b>Descripción del material (ASTM D2480 o ASTM D4757):</b>
<b>Tamaño límite</b>	3/8 pulg.	
<b>Método de preparación</b>	Muestra Húmeda	Arena arcillosa con grava
<b>Tipo de esponsor</b>	Manual	
<b>Volumen Molde</b>	2111 cm <sup>3</sup>	
<b>Peso Molde</b>	7016 gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	2.181	2.269	2.349	2.329
Contenido de agua	%	2.1	4.3	6.1	8.8
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.130	2.176	2.219	2.144

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	2.214 gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Óptimo:</b>	6.89 %
------------------------------	--------------------------	----------------------------------	--------



**OBSERVACIONES:**  
 \* En caso de que la información sea usada para control de compactación, debe realizar corrección de la densidad seca y húmeda en campo.  
 \* Muestra tomada en campo por personal de JVG GEOTECNIA  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Tecnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

**ANEXO N°16: PROCTOR MODIF. CON ADICION DE CAL 6% Y CENIZA DE CARBON 9%.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.c

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-007-01
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO	Versión	2
		Fecha	18/05/2022
		Página	1 de 1

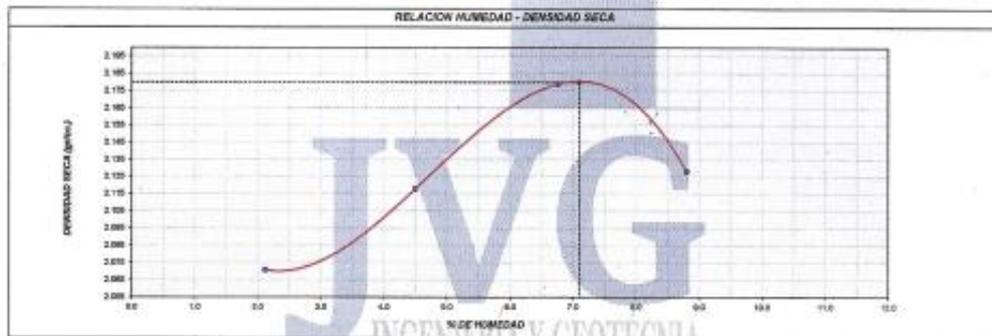
OBRA	Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en laocha Aramay - Tablagrande, Huaylipampa, Agosto 2022		
SOLICITANTE	Mónica Padilla / Luis Romero		
UBICACIÓN	Distrito de Huaylipampa		
EXPEDIENTE N°	CDT-L8822-042		
Sonido/Ceñista	C-3	Aprobado por:	G.C.M.
Procedencia	Distrito de Huaylipampa	Ensayado por:	G.C.M.
Muestra	6% de cal y 9% de ceniza de carbón	Fecha de ensayo:	18/05/2022
Caja	-		

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (54,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/vis))  
 (Ensayo de compactación - Proctor Modificado)  
 ASTM D1557

Método de ensayo	5	Descripción del material (ASTM D2488 o ASTM4457):
Tamiz límite	3/8 pulg.	
Método de preparación	Muestra Húmeda	
Tipo de aplanador	Manual	
Volumen Molde	2111 cm <sup>3</sup>	
Peso Molde	7010 gr	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.115	2.213	2.320	2.315
Contenido de agua	%	2.1	4.5	6.8	6.8
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	2.071	2.118	2.179	2.128

Densidad Máxima Seca:	2.180 g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima:	7.10 %
-----------------------	-------------------------	---------------------------	--------



**OBSERVACIONES:**

- \* En caso de que la información sea usada para control de compactación, debe realizar corrección de la densidad seca y húmeda en campo.
- \* Muestra tomada en campo por personal de JVG GEOTECNIA.
- \* Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de JVG GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Técnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

**ANEXO Nº17: PROCTOR MODIF. CON ADICION DE CAL 6% Y CENIZA DE CARBON 14%.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	FOR-PRL-08-007-01
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>	Versión	2
		Fecha	18/09/2021
		Página	1 de 1

<b>OBRA</b>	Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la mezcla Aramay - Tablayenok. Huayllapampa, Arequipa 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	Alfonso Padilla / Luis Romero		
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito de Huayllapampa		
<b>EXPERIMENTO Nº</b>	DOT-LEM22-043		
<b>Sondaje/Calicata</b>	C-3	<b>Aprobado por:</b>	G.C.M.
<b>Procedencia</b>	Distrito de Huayllapampa	<b>Ensayado por:</b>	G.C.M.
<b>Muestra</b>	8% de cal y 14% de ceniza de carbón	<b>Fecha de ensayo:</b>	18/09/2022
<b>Capa</b>	-		

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (28,000 ft-lb/ft<sup>3</sup>) (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)  
 (Ensayo de compactación - Proctor Modificado)  
**ASTM D1557**

<b>Método de ensayo</b>	D	<b>Descripción del material (ASTM D2486-4 48710467):</b>
<b>Tamaño límite</b>	3/8 pulg	Área arenosa con grava
<b>Método de preparación</b>	Muestra Húmeda	
<b>Tipo de apisonador</b>	Manual	
<b>Volumen Molde</b>	2111 cm <sup>3</sup>	
<b>Peso Molde</b>	7010 gr.	

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Densidad Húmeda	gram <sup>3</sup>	2.178	2.238	2.325	2.331
Contenido de agua	%	8.6	5.3	7.9	9.8
Densidad Seca	gram <sup>3</sup>	2.102	2.125	2.156	2.123

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	2.156 gram <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	7.90 %
------------------------------	-------------------------	----------------------------------	--------



**OBSERVACIONES:**  
 \* En caso de que la información sea usada para control de compactación, debe realizarse corrección de la densidad seca y humedad en campo.  
 \* Muestra tomada en campo por personal de JVG GEOTECNIA.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de JVG GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Técnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

**ANEXO Nº18: CALIFORNIA BEARING RATIO CBR – MUESTRA PATRON**



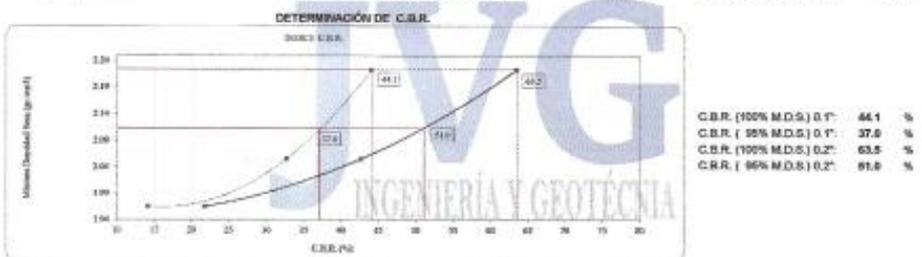
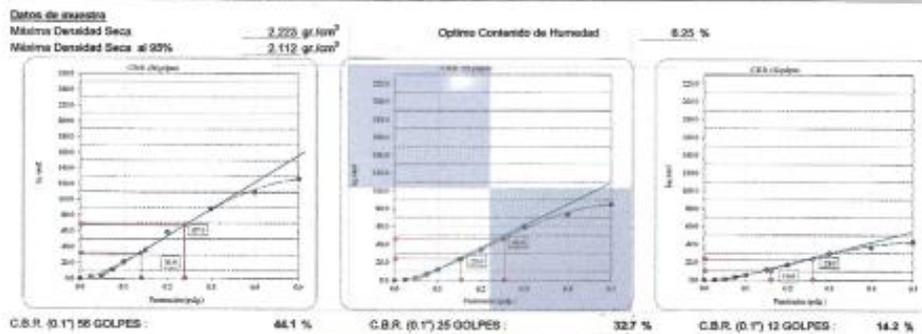
JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1083 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Monica Padilla / Luis Romero
PROYECTO	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Anasay - Tablagrande, Huayllapampa, Ancash 2022.
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 17/05/2022</span>
SONDEO	: C-3
MUESTRA	: M-1 / PATRON
MATERIAL	: TERRENO NATURAL



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Tecnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

**ANEXO Nº19: CALIFORNIA BEARING RATIO CBR – MUESTRA PATRON - DATOS**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	24/10/2020

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1883 / MTC E - 132

<b>REFERENCIA SOLICITANTE PROYECTO</b>	: Datos de Laboratorio : Monica Padilla / Luis Romero : Influencia de la ceniza y cenizas de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huayllapampa, Ancash 2022		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de Huayllapampa	<b>Fecha de ensayo:</b>	17/05/2022
<b>SONDEO</b>	: C-3		
<b>MUESTRA</b>	: M-1 / PATRON		
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Módulo R <sup>1</sup>	D		E		F								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	96		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	13,282		12,385		12,194								
Peso molde (gr.)	8,251		7,791		7,774								
Peso suelo compactado (gr.)	5,031		4,597		4,420								
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,131		2,109		2,114								
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,361		2,183		2,091								
Humedad (%)	6.3		6.2		6.4								
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2,222		2,025		1,995								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	675.3		595.6		640.6								
Tara+suelo seco (gr.)	638.4		554.2		602.1								
Peso de agua (gr.)	36.9		41.4		38.5								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	638.4		554.2		602.1								
Humedad (%)	6.3		6.2		6.4								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dist	Expansión		Dist	Expansión		Dist	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
13-May		0	14	0.00	0.00	17	0.00	0.00	15	0.00	0.00		
15-May	00:00	48	22	0.20	0.17	28	0.23	0.20	28	0.33	0.28		
16-May	00:00	72	24	0.25	0.22	30	0.33	0.29	35	0.46	0.39		
17-May	00:00	96	31	0.43	0.37	35	0.48	0.41	37	0.56	0.48		
PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	D				E				F			
		Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección				
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		33	1.7			11	0.5			7	0.4		
0.050		65	3.3			40	2.0			19	1.0		
0.075		223	11.3			132	6.7			65	3.3		
0.100	70.307	410	20.8	31.0	44.1	231	11.7	23.0	32.7	112	5.7	10.0	14.2
0.150		712	36.2			456	23.2			227	11.5		
0.200	105.400	1154	58.6			680	34.6			341	17.3		
0.300		1742	88.6			1175	60.7			589	29.9		
0.400		2159	108.6			1447	73.5			729	36.7		
0.500		2497	126.8			1679	85.3			841	42.7		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Tecnico de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JVG SAC

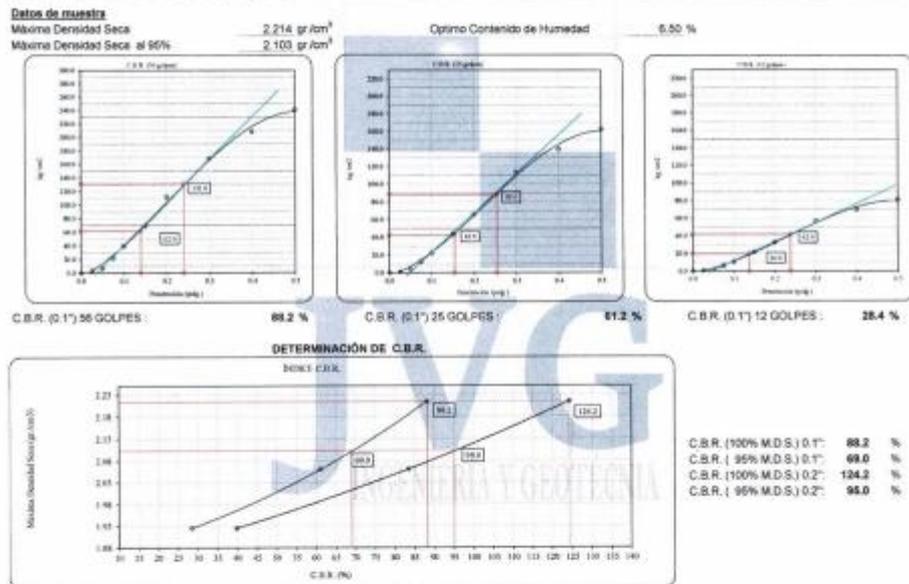
**ANEXO Nº20: CALIFORNIA BEARING RATIO CBR CON LA ADICION DE CAL 6% Y CC 5%.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132</b>			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Monica Padilla / Luis Romero		
PROYECTO	: Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huayllapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	: Distrito de Huayllapampa	Fecha de ensayo:	23/05/2022
SONDEO	: G-3		
MUESTRA	: 5% de CAL Y 5% de CCV		
MATERIAL	: TERRENO NATURAL		



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Tecnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

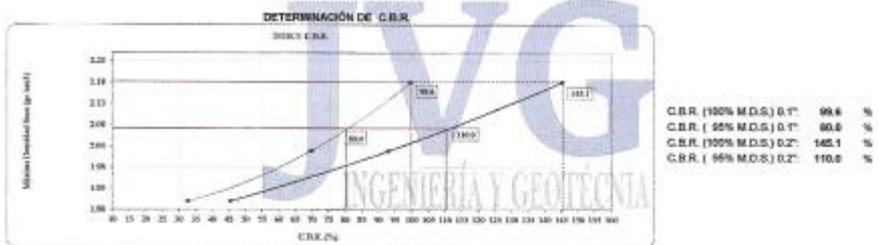
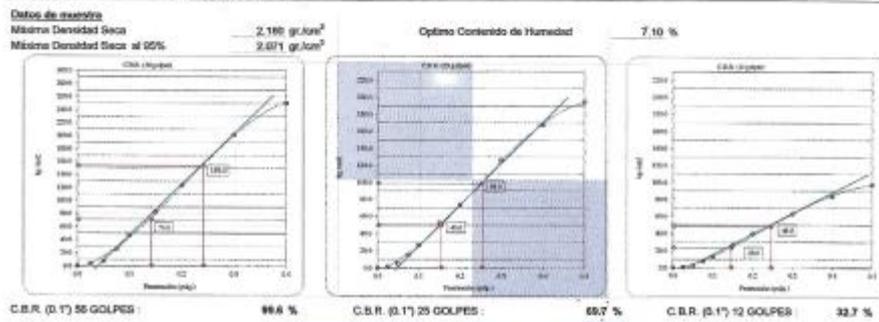
**ANEXO N°21: CALIFORNIA BEARING RATIO CBR CON LA ADICION DE CAL 6% Y CC 9%.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martin de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasac.c

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/06/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132</b>			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: <i>Monica Padilla / Luis Romero</i>		
PROYECTO	: <i>Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Arantay - Tabla Grande, Huaylopampa, Ancash 2022.</i>		
UBICACIÓN	: Distrito de Huaylopampa	Fecha de ensayo:	23/05/2022
SONDEO	: C-3		
MUESTRA	: 5% de CAL Y 9% de CCV		
MATERIAL	: TERRENO NATURAL		



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	<p>ELMER ENCARNACIÓN TORRES                  INGENIERO CIVIL                  REG. CIP N° 210906</p>	<p>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA S.A.C.                  Suelos-Concreto-Asfalto                  Control de Calidad</p>
<b>Tecnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

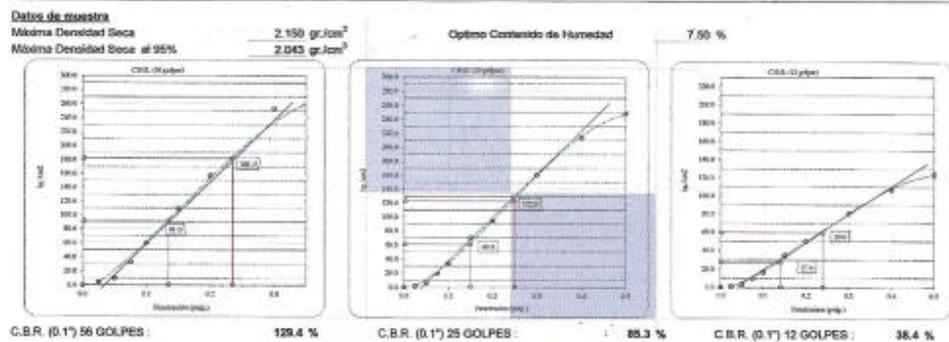
**ANEXO N°22: CALIFORNIA BEARING RATIO CBR CON LA ADICION DE CAL 6% Y CC 14%.**



JVG INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC  
 Jr la Madrid 264 Asoc. Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima.  
 923 792 919 / 934 321 502  
 contacto@jvg-geotecniasac.com

www.jvg-geotecniasa

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/08/2020
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Monica Padilla / Luis Romero		
PROYECTO	Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tablagrande, Huzylapampa, Ancash 2022.		
UBICACIÓN	Distrito de Huzylapampa	Fecha de ensayo:	23/05/2022
SOWDEO	C-3		
MUESTRA	5% de CAL Y 14% de CCV		
MATERIAL	TERRENO NATURAL		



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Tecnico de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JVG SAC</b>

**ANEXO Nº23: CERTIFICADO DE CALIBRACION – TC-06637-22 (PRENSA CBR).**



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
TC-06637-2022**

PROFORMA : 10360

Fecha de emisión : 2022 - 05 - 02

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Mza. D Lote. 3 A.V. Resid. El Oasis Dorado- Lima - Lima - Carabayllo

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR**

Marca : NO INDICA  
Modelo : 315-X6  
Nº Serie : HIW-0198  
Intervalo de indicación : 500 Kg  
Resolución : 0,01 Kg  
Procedencia : CHINA  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2022 - 04 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 \* Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga\*.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,1°C	17,3°C
HUMEDAD RELATIVA	52,0%	51,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316

**ANEXO N°24: CERTIFICADO DE CALIBRACION – TC-06637-22 (2) -(PRENSA CBR).**

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga 3 MN 5000 kN	12821C

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( kgf )	Lectura Convencionalmente Verdadera ( kgf )	Error ( kgf )	Incertidumbre ( kgf )
500,1	500,0	0,1	0,1
1000,3	1000,0	0,3	0,1
1500,3	1500,0	0,3	0,1
2000,5	2000,0	0,5	0,1
2500,8	2500,0	0,8	0,1
3000,9	3000,0	0,9	0,1
3501,1	3500,0	1,1	0,1
4001,2	4000,0	1,2	0,1
4501,5	4500,0	1,5	0,1
5001,7	5000,0	1,7	0,1

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

# ANEXO Nº25: CERTIFICADO DE CALIBRACION TC-15692 – 2021 (HORNO)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### TC - 15692 - 2021

Proforma : 5783A

Fecha de emisión : 2021-09-27

**SOLICITANTE: JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C.**  
Dirección : Jr. La.Madrid 264, San Martín De Porres, Lima, Lima

**EQUIPO** : HORNO  
Marca : PERU TEST  
Modelo : PT-H76  
N° de Serie : 458  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
TIPO DE INDICADOR : DIGITAL  
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C  
Resolución : 1 °C  
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL  
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C  
Resolución : 1 °C  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2021-09-21

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

#### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	72,2 %hr	74,1 %hr
Voltaje	221 V	222 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF: 0316

ANEXO Nº26: CERTIFICADO DE CALIBRACION TC-15692 – 2021 (HORNO)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



Certificado de Calibración  
TC - 15692 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT - 0346 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	60	60 min	50 min	30 %	ENVASES DE ACERO

Tiempo (h:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	112,4	114,1	114,1	112,1	109,7	108,9	111,9	111,1	112,9	112,2	111,9	5,3
00:02	110	112,0	113,9	113,9	111,9	109,9	108,9	112,0	111,4	112,6	112,8	111,9	5,0
00:04	110	112,4	114,1	114,1	112,1	109,7	108,9	111,5	111,2	112,9	112,2	111,9	5,3
00:06	110	112,0	113,9	113,9	111,9	109,9	108,9	112,1	111,4	112,6	112,8	112,0	5,0
00:08	110	112,1	113,9	114,0	111,9	109,8	109,0	111,5	111,3	112,7	112,2	111,8	5,0
00:10	110	112,2	114,1	114,0	111,7	109,6	109,1	111,9	111,2	113,1	112,5	111,9	5,0
00:12	110	112,1	114,1	113,8	111,6	109,5	108,8	112,1	111,2	112,9	112,0	111,8	5,3
00:14	110	111,7	113,7	113,7	111,5	109,5	108,4	112,5	111,1	112,6	111,6	111,6	5,4
00:16	110	111,4	113,3	113,4	111,4	109,3	108,2	111,3	111,4	112,3	110,8	111,3	5,3
00:18	110	111,4	113,2	113,4	111,3	109,3	108,0	111,7	111,3	111,9	111,3	111,3	5,4
00:20	110	111,6	113,4	113,9	111,4	109,0	108,5	111,6	111,1	112,0	111,9	111,4	5,5
00:22	110	111,5	113,1	113,7	111,9	109,5	108,5	111,7	111,2	112,0	111,9	111,5	5,3
00:24	110	112,0	114,1	113,9	112,1	109,7	108,8	112,2	111,1	112,2	112,7	111,9	5,4
00:26	110	112,4	113,9	114,1	112,3	109,7	108,8	111,8	111,2	112,6	112,4	111,9	5,3
00:28	110	112,2	114,3	114,4	112,3	109,9	108,7	111,9	111,0	112,7	112,0	111,9	5,7
00:30	110	111,9	113,7	114,0	111,6	109,6	108,7	112,4	111,0	112,1	112,5	111,8	5,3
00:32	110	111,4	113,4	113,3	111,3	109,4	108,0	111,8	110,9	111,8	111,3	111,3	5,3
00:34	110	111,4	113,0	113,7	111,4	109,4	108,2	112,4	111,3	111,6	111,7	111,4	5,6
00:36	110	111,9	113,4	113,7	111,9	109,7	108,6	111,3	111,3	112,1	112,1	111,6	5,1
00:38	110	112,2	114,1	114,2	111,9	109,6	108,4	112,0	111,2	111,9	112,1	111,8	5,8
00:40	110	111,8	113,5	113,8	111,6	110,0	108,6	111,9	110,9	112,2	112,0	111,6	5,2
00:42	110	111,8	113,8	113,8	111,7	109,9	108,2	112,4	111,3	111,6	111,7	111,6	5,6
00:44	110	112,1	113,7	113,9	111,9	110,0	108,4	112,2	111,1	111,4	111,5	111,6	5,5
00:46	110	111,9	113,6	113,9	112,0	110,1	108,5	112,1	111,2	111,5	111,7	111,7	5,3
00:48	110	111,6	113,1	113,6	111,5	109,9	108,3	111,9	111,2	111,7	111,1	111,4	5,3
00:50	110	111,6	113,4	114,0	111,8	109,8	108,3	112,0	111,1	111,1	111,5	111,5	5,7
00:52	110	112,2	113,9	114,3	112,2	109,9	108,5	112,2	111,4	111,5	112,2	111,8	5,7
00:54	110	112,3	114,2	114,1	112,6	110,3	108,8	111,8	111,1	112,4	112,5	112,0	5,4
00:56	110	112,4	114,0	114,7	112,4	110,2	108,9	111,3	111,2	112,5	112,3	112,0	5,8
00:58	110	112,5	114,4	114,5	112,2	110,6	108,7	111,4	111,1	112,0	111,9	111,9	5,8
01:00	110	112,6	114,6	114,6	112,5	110,6	109,0	111,3	110,8	112,1	112,6	112,1	5,5
T. PROM	110,0	112,0	113,8	113,9	111,9	109,8	108,6	111,9	111,2	112,2	112,0	111,7	5,4
T. MAX	110,0	112,6	114,6	114,7	112,6	110,6	109,1	112,5	111,4	113,1	112,8	112,1	5,8
T. MIN	110,0	111,4	113,0	113,3	111,3	109,0	108,0	111,3	110,8	111,1	110,8	111,3	5,0
DTT	0,0	1,2	1,6	1,4	1,3	1,6	1,1	1,2	0,6	2,0	2,0	0,8	0,8

# ANEXO Nº27: CERTIFICADO DE CALIBRACION TC-15692 – 2021 (HORNO)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

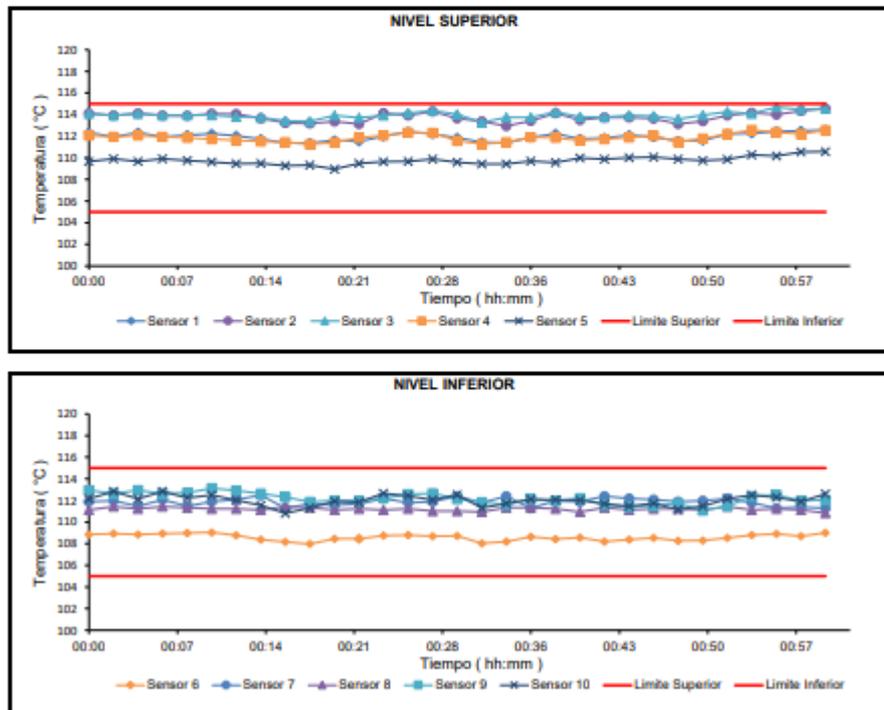


Certificado de Calibración  
TC - 15692 - 2021

## RESULTADOS DE MEDICIÓN

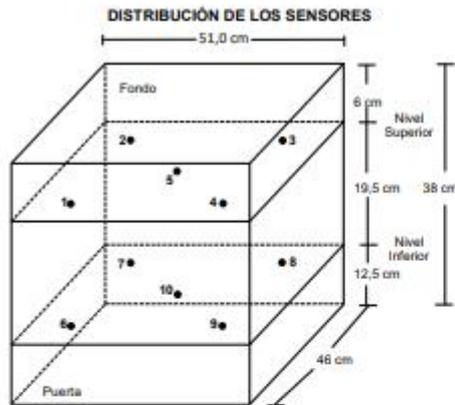
Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,7	0,3
Mínima Temperatura Medida	108,0	0,3
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,4	0,1
Estabilidad Medida ( ± )	1,02	0,04
Uniformidad Medida	5,8	0,1

## GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

## ANEXO Nº28: CERTIFICADO DE CALIBRACION TC-15692 – 2021 (HORNO)



**FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO**



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 32 cm por encima de la base.  
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 12,5 cm por encima de la base.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T. prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isoterma: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm$  1/2 máx. DTT.

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO Nº29: CERTIFICADO DE CALIBRACION TC-15699 – 2021 (BALANZA 30000 g).



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 15699 - 2021

PROFORMA : 5783A Fecha de emisión : 2021-09-27

SOLICITANTE : JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C  
Dirección : Jr. La.Madrid 264, San Martín de porres, Lima, Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : EB30  
N° de Serie : 8033233626  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : No Indica  
Variación de  $\Delta T$  Local : 4 °C  
Fecha de Calibración : 2021-09-21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos Nº117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

**ANEXO N°30: CERTIFICADO DE CALIBRACION TC-15699 – 2021 (BALANZA 30000 g).**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración  
TC - 15699 - 2021

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-222-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-223-2021 Agosto 2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,2 °C
Humedad Relativa	64 %	63 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	12 000,00	11 999,6	0,05	-0,40	1	24 000,00	24 000,8	0,06	0,79
2		11 999,6	0,04	-0,39	2		24 000,8	0,06	0,79
3		11 999,6	0,04	-0,39	3		24 000,7	0,07	0,68
4		11 999,6	0,05	-0,40	4		24 000,7	0,05	0,70
5		11 999,6	0,05	-0,40	5		24 000,8	0,07	0,78
6		11 999,6	0,04	-0,39	6		24 000,8	0,08	0,77
7		11 999,6	0,04	-0,39	7		24 000,7	0,06	0,69
8		11 999,6	0,03	-0,38	8		24 000,8	0,07	0,78
9		11 999,6	0,04	-0,39	9		24 000,8	0,07	0,78
10		11 999,6	0,03	-0,38	10		24 000,7	0,05	0,70
Emáx - Emin   (g)				0,02	Emáx - Emin   (g)				0,11
error máximo permitido (±g)				2,00	error máximo permitido (±g)				3,00





**ANEXO N°32: PANEL FOTOGRAFICO**

**OBTENCION DE MUESTRAS**



**CALICATA 1**



## CALICATA 2



## CALICATA 3



## MUESTRAS



HUMEDECER PARA LAVADO Y SECADO DE MUESTRA EN HORNO A 110°





SEPARAMOS PARA DIFERENTES PROCESOS



COPA CASAGRANDE



## CONTENIDO DE HUMEDAD



## PROCTOR

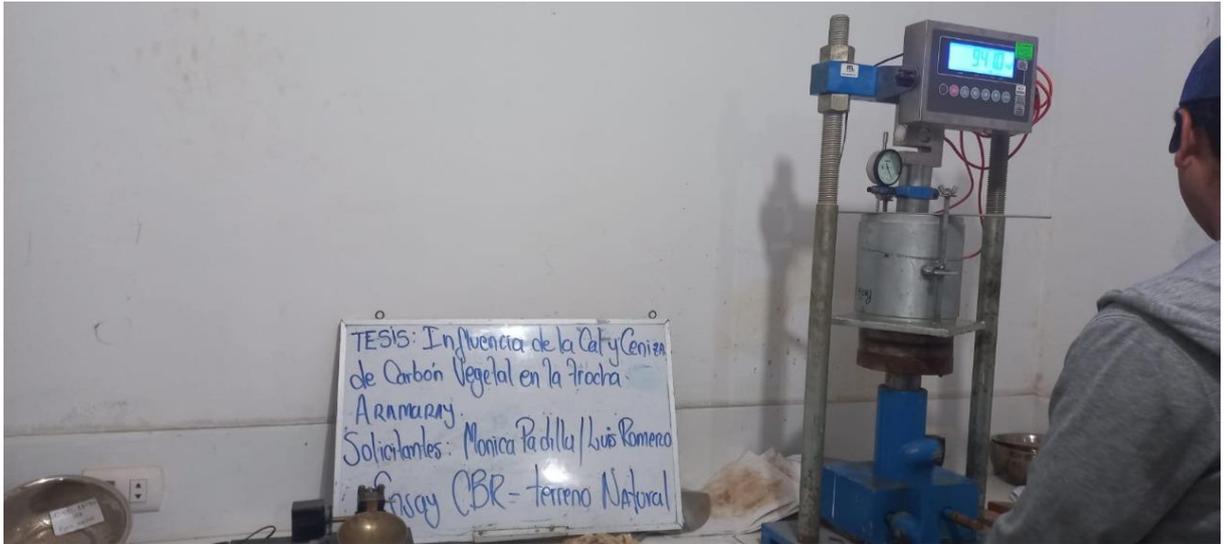






CBR







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022", cuyos autores son PADILLA TIBURCIO MONICA YAQUELIN, ROMERO MUÑOZ LUIS ANGEL, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo 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, 19 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO <b>DNI:</b> 06249794 <b>ORCID</b> 0000-0002-0655-523X	Firmado digitalmente por: CMINAYARO el 23-07- 2022 11:39:15

Código documento Trilce: TRI - 0353751