

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAÑICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE BROCOLI PARA VIA AUXILIAR IZQUIERDA AVENIDA FELIX CARDENAS KM148+685 – HUACHO –REGION LIMA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Ramon Perez Tucto

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores
<https://orcid.org/0000-0003-3998-5671>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Julio Christian, Quesada Llanto	42831273
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	Wilder Alexander, Calixtro Calixtro	06803344
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	Alejandro, Vildoso Flores	10712728
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

INFORME DE SIMILITUD

ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE BROCOLI PARA VIA AUXILIAR IZQUIERDA AVENIDA FELIX CARDENAS KM148+685 – HUACHO –REGION LIM

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
2	repositorio.unicauca.edu.co:8080 Fuente de Internet	1 %
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %
4	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	1 %
5	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	core.ac.uk Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1 %

DEDICATORIA

A mis padres Marcela y Julián por sus sabios consejos, formación con valores y su apoyo incondicional, a mis hermanos por sus palabras de aliento y compañía, a mi abuela concepción y hermano Jaime, aunque no estén físicamente con nosotros, sé que desde el cielo siempre me cuidan y me guían para que todo salga bien, a mis hijos Jaime Fabian, Yamileth, Liseth Micaela y Andy Efraín quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos .

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, protegerme durante mi camino y darme fortaleza para superar obstáculos y dificultades.

*Al asesor, **MBA. Alejandro Vildoso Flores** por sus recomendaciones y apoyo que lograron la culminación de la presente investigación.*

*Agradecer al laboratorio mecánica de suelos, concretos y pavimentos **SEICAN SAC.** por su asesoría para la correcta ejecución de los ensayos de laboratorio que nos brindó las facilidades del caso.*

Ramón, Pérez Tucto

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	12
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
<i>Antecedentes</i>	15
<i>Marco Teórico</i>	23
<i>Justificación</i>	35
1.2. Formulación del problema.....	37
1.2.1. <i>Problema general</i>	37
<i>¿De qué manera influye la adición de ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% en las propiedades físicomecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda avenida Félix Cárdenas km148+685 – Huacho –Región Lima 2023?.....</i>	37
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	37
1.3. Objetivos	38
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	38
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	38
1.4. Hipótesis	39
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	39
1.4.2. <i>Hipótesis específicas</i>	39
CAPITULO 2: METODOLOGIA	41
2.1. Tipo de investigación	41

2.1.1. Tipo	41
2.1.2. Diseño de investigación.....	41
2.1.3. Nivel de investigación.	42
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	44
2.2.1. Población	44
2.2.2. Muestra	44
2.2.3. Muestreo	44
2.2.4. Unidad de Estudio.....	44
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	45
Técnicas:	45
Instrumentos de recolección datos.	45
2.4. Aspectos éticos	45
2.5. Procedimiento.....	45
CAPITULO 3: RESULTADOS	53
CAPILUTO 4: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	85
4.1. Discusiones.....	85
4.2. Conclusiones	89
REFERENCIAS	92
ANEXOS	94
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables de la investigación -----	43
Tabla 2 Distribución de muestra -----	44
Tabla 3 CBR de la Calicata 1 -----	57
Tabla 4 CBR de la Calicata 2 -----	58
Tabla 5 CBR de la Calicata 3 -----	59
Tabla 6 Prueba del supuesto de Normalidad para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3 -----	60
Tabla 7 Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3 -----	61
Tabla 8 Prueba de ANOVA de un factor para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3 -----	62
Tabla 9 Prueba post hoc de Tukey y gráficos de medias para el %CBR de la calicata 1 -----	63
Tabla 10 Prueba post hoc de Tukey y gráficos de medias para el %CBR de la calicata 2 -----	64
Tabla 11 Prueba post hoc de Tukey y gráficos de medias para el %CBR de la calicata 3 -----	66
Tabla 12 Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 -----	70
Tabla 13 Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 2 -----	71
Tabla 14 Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 3 -----	72
Tabla 15 Prueba del supuesto de Normalidad para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3 -----	73
Tabla 16 Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3 -----	74
Tabla 17 Prueba de ANOVA de un factor para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3 -----	75
Tabla 18 Densidad Seca Máxima de la Calicata 1 -----	78
Tabla 19 Densidad Seca Máxima de la Calicata 2 -----	79

Tabla 20 Densidad Seca Máxima de la Calicata 3-----	79
Tabla 21 Prueba del supuesto de Normalidad para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3 -----	80
Tabla 22 Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3 -----	81
Tabla 23 Prueba de ANOVA de un factor para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3 -----	82
Tabla 24 Análisis de Precios Unitario-----	83
Tabla 25 Presupuesto de la adici3n del suelo arcilloso -----	84
Tabla 26 CBR para la calicata 1 -----	89
Tabla 27 CBR para la calicata 2 -----	90
Tabla 28 CBR para la calicata 3 -----	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Subrasante -----	24
Figura 2: <i>Estabilización de suelos</i> -----	25
Figura 3: <i>Determinación de limite liquido</i> -----	27
Figura 4: <i>Ensayo de CBR en laboratorio</i> -----	28
Figura 5: <i>Categorías de la subrasante</i> -----	28
Figura 6: <i>Número de ensayos del CBR según el Tipo de Carretera</i> -----	29
Figura 7: <i>Ensayo de compresión inconfínada para arcilloso</i> -----	31
Figura 8: <i>Clasificación taxonómica del brócoli</i> -----	33
Figura 9: <i>Componentes del brócoli</i> -----	34
Figura 10: <i>Composición Química del Brócoli en 100g</i> -----	34
Figura 11: <i>Diagrama variable de respuesta.</i> -----	42
Figura 12: Granulometría-----	47
Figura 13: Análisis Granulométrico-----	47
Figura 14: Curva Granulométrico -----	48
Figura 15: Contenido de Humedad-----	49
Figura 16: Proctor -----	50
Figura 17: Ensayo Proctor Modificado – Recolección de Datos -----	50
Figura 18: <i>CBR</i> -----	51
Figura 19: Ensayo de CBR -----	52
Figura 20: Recolección de hoja de brócoli -----	53
Figura 21: Incineración de la hoja de brócoli -----	54

Figura 22: Ceniza de Hoja de brócoli -----	54
Figura 23: Gráfico de media de CBR de la calicata 1 -----	63
Figura 24: Media de CBR de la Calicata 2 -----	65
Figura 25: Media de CBR de la Calicata 3 -----	67
Figura 26: Cuarteo de Muestra -----	184
Figura 27: Granulometría de los agregados -----	184
Figura 28: Limite Liquido de las muestras -----	185
Figura 29: Proctor Modificado de las muestras-----	185
Figura 30: CBR de las muestras -----	186

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar análisis de las propiedades físicomecánicas para la subrasante de los suelos con adición de cenizas de brócoli al 4%, 8% y 12% respectivamente para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho – Región Lima.

La metodología de la investigación establece dos variables, independiente adición de cenizas de hojas de brócoli y la segunda variable dependiente análisis de las propiedades físico – mecánicas de las subrasantes de los suelos.

La población de estudio se ubica en el km 148+685 de la panamericana norte, el cual se tomaron muestras de la subrasante del suelo en las progresivas 00+010, 00+070 y 00+120 siendo un total de 3 calicatas de calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix cárdenas de la panamericana, Huacho – Región Lima, llevándose al laboratorio certificado y calificado donde se empezó con los ensayos respectivos, ensayo granulométrico, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR. Respectivamente.

En el siguiente trabajo de investigación se calculó que la adición de ceniza de hoja de brócoli influye positivamente en el CBR. Para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% respectivamente.

Palabras claves: Granulometría, Contenido de Humedad, Proctor modificado, CBR, Adición de Cenizas de hojas de brócoli, limite plástico, limite líquido.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional, como en Colombia la importancia del suelo dentro de la economía de las construcciones es notable, por lo que se ha avanzado en la investigación del mejoramiento de estos materiales, buscando aumentar propiedades como la resistencia, la plasticidad y la estabilidad volumétrica, ya que estas características son fundamentales para la estabilidad de cualquier proyecto. Por lo anterior, ha surgido gran cantidad de productos que mejoran el suelo y tienen ventajas tanto económicas como técnicas. Este país cuenta con una alta productividad agroindustrial que genera al año toneladas de desechos que pueden ser reutilizados dentro de la construcción de diferentes tipos de proyectos. El arroz y el café son protagonistas en el mercado colombiano y su producción genera como desecho cisco de café y de arroz. (Laguna Peñaloza & Chacón Charcas, 2020)

De igual manera en Ecuador existe una diversidad de tipos de suelos con diferentes características y comportamientos que varían dependiendo de la zona donde se hallen. De acuerdo a esto y a estudios preliminares se ha encontrado que en la provincia de Manabí gran parte de su suelo se halla la presencia de arcillas expansivas que causan afectaciones relacionadas con el sector de la construcción debido a su susceptibilidad a cambios volumétricos producidos por variaciones en el contenido de humedad. (Chicaiza Estévez & Oña Oña, 2018)

Éstas, denominadas arcillas expansivas, se contraen al secarse y se expanden con el incremento de humedad, además son capaces de producir grandes asentamientos diferenciales que afectan directamente a las cimentaciones si éstas no fueron diseñadas para soportar la presión ejercida por las arcillas cuando se producen los cambios de volumen; una de las principales consecuencias ocasionadas por dichos cambios es, la presencia de daños considerables en

estructuras si no se realiza el debido reemplazo de suelo o a su vez, una estabilización con la que se evite tener deformaciones que afecten a la estructura y que al mismo tiempo proporcione al suelo un comportamiento mecánico acorde a las solicitaciones de carga a ser soportadas . (Chicaiza Estévez & Oña Oña, 2018)

A nivel nacional, es necesaria la construcción de una infraestructura vial, de esa manera garantizar el acceso y transporte seguro y eficaz a las poblaciones. El sector transporte del Perú cuenta con una de las brechas más grandes dentro del territorio nacional, pues se estima en un 30.7%. En la zona selvática y andina de nuestra nación se encuentra suelos mayormente arcillosos generando de esta forma fallas y problemas en el servicio que estas brindan, esto debido a diversos factores como son la mala compactación del terreno, deficientes procesos de construcción, uso inadecuado de las vías (sobrecarga), y demás factores. En el Perú se viene buscando alternativas para mejorar dichas propiedades de los suelos en subrasante utilizando nuevos y más económicos materiales como son las cenizas de desecho de biomasa para brindar mejores características a las propiedades físicomecánicas del suelo. En varias Regiones del Perú como Amazonas, San Martín y Lima en el tratamiento de las subrasantes de vías se encontraron diferentes tipos de suelo las cuales fueron materia de estudio aplicando cenizas de biomasa como: ceniza de carbón, ceniza de madera de fondo y ceniza de cascara de arroz; Donde se encontró suelos de baja resistencia el cual las propiedades que presenta no es adecuada para una buena construcción de carretera, lo que conllevó a una estabilización agregando estos materiales obteniendo resultados favorables. (Vilca Yucra, 2022)

El presente trabajo de investigación pretende realizar el: **Análisis de las propiedades físico-mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de ceniza de hojas de brócoli para vía auxiliar izquierda avenida Félix Cárdenas km148+685 – Huacho –Región Lima 2023**, lo que permitirá mejorar el nivel de transitabilidad y mejoras en sus características físicas y mecánicas del suelo para que pueda ser eficiente su uso como subrasante, de manera que no sea necesario utilizar materiales de préstamo y así reducir o evitar la explotación de canteras.

Antecedentes

Como **antecedentes internacionales** podemos mencionar los siguientes:

Según (Cobos Molina, Ortegon Ramirez, & Peralta Zarrate, 2019) en la tesis “CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADOS CON CENIZAS PROVENIENTES DE CÁSCARA DE COCO Y CISCO DE CAFÉ” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad Cooperativa de Colombia , cuyo objetivo es evaluar el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza proveniente cáscara de coco y cisco de café , al momento de remodelar el suelo se observan cambios importantes en sus propiedades mecánicas lo cual indica que el suelo simplemente consolidado no tiene la capacidad portante suficiente para resistir una carga determinada pero que al cambiar el método estabilizador hace que aumente su compactación y mejore rápidamente su capacidad portante. Se determinó que la ceniza de CCF y CCO funcionan como material conglomerante que permite potenciar las propiedades de un suelo, razón por la cual dentro de las tomas hechas se ve que al adicionarle el 15% de biomasa se logran porcentajes de compactación promedio cercanos y superiores al 100% El suelo bajo ninguna circunstancia debe reducir su contenido de humedad por debajo del 7%, ya que se alteran considerablemente sus propiedades mecánicas. Concluyendo que el uso de suelos

de origen volcánico con adiciones de biomasa puede ser una alternativa que permita generar mejoramiento de subrasantes a un costo menor.

Por otro lado (Mendoza Rangel & Ojeda Farías, 2017) en el artículo “INFLUENCIA DE LA INCLUSIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LA COMPACTACIÓN, CBR Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE UN MATERIAL GRANULAR TIPO SUBRASANTE”, cuyo objetivo es estudiar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto parcial del Cemento Portland Compuesto (CPC) para mejorar las propiedades de un suelo granular arenoso, donde se llevaron a cabo ensayos de compactación AASHTO estándar, resistencia a la compresión simple y CBR, comparándose el comportamiento del suelo natural en estudio y mezclado con porcentajes de 3%, 5% y 7% de cemento portland como porcentajes de control, realizándose sustituciones parciales del mismo por CBCA en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 100% con respecto al peso del suelo en estado seco. Concluyendo que el uso de CBCA como material único a ser empleado en el mejoramiento de suelos granulares muestra incrementos en la resistencia del suelo en condiciones de confinamiento, como lo es el ensayo de CBR, logrando para el caso de adición de 5 y 7 % valores de CBR que cumplen con la normativa vigente como material de base.

Por su parte (Caamaño Murillo, 2016) en la tesis “MEJORAMIENTO DE UN SUELO BLANDO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE ARROZ Y SU EFECTO EN EL MÓDULO RESILIENTE” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad Militar Nueva Granada, cuyo objetivo es mejorar las propiedades físicas y geomecánicas de un suelo blando de subrasante con ceniza de cascarilla de arroz, traducido en la optimización de su comportamiento mecánico, la ceniza de cascarilla de arroz contribuye a la reducción de la plasticidad, reflejado en la mejora de consistencia y comportamiento físico del

material de subrasante. Este residuo agroindustrial, genera un gran aporte en la resistencia inconfiñada del material, aumentando esta variable en más de un 100% para el 4% de adición de ceniza de cascarilla de arroz en comparación con el obtenido en condiciones iniciales. Esto indica que la CCA provoca un efecto cementante en el suelo de subrasante debido sus propiedades puzolánicas, lo que induce a un incremento de la resistencia del material. El efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en el módulo resiliente del material, refleja que este parámetro incrementa con la adición del residuo agroindustrial hasta un 4% para ciertas condiciones que reflejan el estado de esfuerzo de la subrasante bajo la estructura de pavimento (36,8kPa de esfuerzo vertical y 13,8kPa de confinamiento lateral); por arriba de 4% de CCA, el módulo resiliente del material decrece. Concluyendo que el porcentaje de adición óptimo de CCA para la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante analizado, corresponde al 4% valor en el cual se obtuvo el mayor aporte a las propiedades del suelo.

Además (Andaluz López, 2022) en la tesis “ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN SUELOS FINOS DE SUBRASANTE” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad Técnica de Ambato, cuyo objetivo es analizar el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante , en este estudio se ocupó suelos de tres lugares diferentes del cantón Puyo, con el fin de realizar un análisis comparativo de los valores de CBR del suelo natural y del suelo estabilizado con ceniza de cáscara de arroz. Se realizaron ensayos in situ como son: Pozo a Cielo Abierto y Densidad de campo (Método del Cono y Arena de Ottawa) y ensayos en laboratorio como son: Contenido de humedad, Granulometría, Gravedad específica, Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Al realizar los ensayos de Proctor modificado y CBR se utilizó muestras de suelo mezcladas con

ceniza de cáscara de arroz en porcentajes de 0, 1, 3, 5 y 8. Al obtener los valores de CBR se realizó una comparación entre dos diseños de pavimentos flexibles, donde el primer diseño ocupó el valor de CBR de suelo natural y el segundo diseño ocupó el valor de CBR de suelo estabilizado. Al obtener los espesores de las capas del pavimento flexible, el diseño con suelo estabilizado obtuvo una disminución en los espesores. Se concluye que al aumentar la ceniza de cáscara de arroz en un rango del 0% al 8% en los suelos del cantón Puyo, la capacidad portante CBR de las muestras analizadas de suelos de subrasante incrementa en el rango de los valores: en el sector de Santa Isabel del 7.80% al 12.10%, en el sector de Fátima del 8.60% al 13.20%, y en el sector de Veracruz del 8.40% al 13.50%, pero al realizar el análisis económico se observó que hubo un incremento del 26.41% del costo total cuando se añadió la ceniza de cáscara de arroz al suelo de subrasante.

Asimismo, (Barragán Garzón & Cuervo Camacho, 2019) en la tesis “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ DE LA VARIEDAD BLANCO A UN SUELO ARENOARCILLOSO” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad Piloto de Colombia, cuyo objetivo es analizar los factores físico-mecánicos asociados a la resistencia de un suelo areno arcilloso al adicionarse ceniza de cascarilla de arroz con respecto a un suelo virgen del mismo tipo , el contenido de 1% de adición de CCA al suelo areno arcilloso tiene una incidencia en el incremento de su resistencia pero no es suficiente para elevarla significativamente teniendo en cuenta el valor mínimo de CBR admitido por el INVIAS para que la subrasante no sea intervenida y necesite estabilización, ya que el CBR de la muestra con la adición del 1% de CCA es de 1,9 con respecto al de la muestra natural el cual es 1,6 aumentando solo un 19%. La adición de la ceniza de cascara de arroz al 1% agregada a la muestra de suelo

areno arcillosa disminuyó la densidad máxima seca en un 0,7% pasando de 1,726 gr/cm³ a 1,714 gr/cm. Se pudo evidenciar que se necesita un 0,6% de humedad de más a la hora de compactar las probetas del suelo areno arcilloso con la adición del 1% de CCA para poder determinar su densidad máxima seca con respecto a la muestra natural. La expansión volumétrica del suelo areno arcillo se vio afectada por la adición de la ceniza de la cascara de arroz generado un aumento promedio del 0.09% con relación al suelo en su estado natural. Concluyendo que el aprovechamiento de las cenizas de este desecho agroindustrial como estabilizante para suelos inestables es beneficioso en el aspecto económico a la hora de enfrentarse a esta problemática en las obras de infraestructura vial en comparación con los métodos de estabilización convencionales, además de dar una mano amiga al medio ambiente.

De igual manera, se menciona algunos **antecedentes nacionales**:

Según (García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022) en la tesis “ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS – YANAYACU, AYACUCHO, 2022” para optar para el Título de Ingeniero Civil para la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022, para la determinación de dichas características se empleó la adición de terrasil en 0.80 lt/m³, 1.20 lt/m³ y 1.60 lt/m³ y además junto con la ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%. La presente investigación de empleo una metodología experimental del tipo cuasiexperimental, del tipo aplicada y a nivel explicativo, la población de estudio fueron los suelos de la subrasante del camino vecinal tramo Socos – Yanayacu, del distrito de Socos. Los resultados óptimos se obtuvieron con la dosificación de 1.20 lt/m³ de terrasil + 10% de CHE, donde se observó la reducción de la plasticidad de 17.5% a 14.5%, de igual manera

en el OCH de 13.4% a 12.3%, incremento de la MDS de 1.792 g/cm³ a 1.994 g/cm³ y finalmente mejorando e incrementando de manera considerable la capacidad de soporte CBR de 3.5% en estado natural a 19.8% referente al 95% de la MDS y 0.1” de penetración. Concluyendo que existe una mejora de las propiedades físicas y mecánicas, lo que la subrasante pasa de ser de categoría pobre a buena.

Por otro lado (Roque Bustinza, 2022) en la tesis “ADICIÓN DE CENIZA DE AVENA FORRAJERA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN LA AV. HUMBERTO AGUIRRE – JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo es conocer la influencia de la adición de ceniza de avena forrajera en las propiedades físicas mecánicas de la subrasante en la Av. Humberto Aguirre - José Domingo Choquehuanca , por ello, se usó una metodología de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. La población estuvo conformada por los suelos de subrasante de las cuadras 4 al 13, siendo la calicata extraída con peor suelo, la muestra, a la cual se le realizó ensayos en laboratorio tanto en estado natural como adicionado dicha ceniza en porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5%. Los resultados arrojaron que la mejor adición de ceniza fue el 4.5%, al no generar cambios en la clasificación granulométrica, pero si en el IP al disminuirlo hasta un valor de 3%. Tanto el peso unitario seco máximo como el OCH sufrieron variaciones, aunque este último mucho más notorias; pero fue el CBR, que sufrió mayores cambios al obtenerse un valor de 12.1%, significando una variación de 443.28% respecto a la muestra patrón (CBR=2.2%). Concluyendo que la adición de ceniza forrajera en la subrasante de la avenida Humberto Aguirre si influyó significativamente para la mejora de las propiedades físico-mecánicas de dichos suelos de subrasante.

Igualmente, (Ramirez Inca, 2022) en la tesis “MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TUSA DE MAÍZ EN LA CARRETERA ANDAHUAYLAS-KISHUARA, APURIMAC-2022” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo es evaluar de qué manera influye la adición de cenizas de tusa de maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Andahuaylas Kishuara, Apurímac-2022 , donde el tipo de metodología empleada es aplicada, de diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por 1.5 Km. de la subrasante de la carretera Andahuaylas-Kishuara. La muestra fue de 2 calicatas. Se evidencia que hay resultados favorables en las calicatas C-1 y C-2, obteniendo mejores resultados en C-2 al adicionar 14% de cenizas de tusa de maíz: donde el IP y OCH disminuyeron en 26.47% y 5.60%; y la MDS y CBR incrementaron en 22.65% y 87.23%. Concluyendo que la adición de cenizas de tusa de maíz en el suelo afecta positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

Además (Espino Márquez, 2021) en la tesis “ADICIÓN DE CENIZA DE MADERA DE FONDO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS Y SU APLICACIÓN A SUBRASANTE” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad Peruana los Andes, cuyo objetivo es determinar la influencia de la adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos aplicado a subrasantes en la Ciudad de Satipo , donde el método de la investigación fue científico, tipo de investigación aplicada, con nivel explicativo y diseño experimental; la población estuvo compuesta por todos los suelos arcillosos de las avenidas y calles de la provincia de Satipo y la muestra estuvo compuesta por 360 Kg de suelo arcilloso de la Av. Antonio Raimondi, Coviriali, Satipo , según los resultados de la adición de ceniza de madera de fondo en el tipo de suelo, este quedó caracterizado según el análisis

granulométrico, como un suelo CL correspondiente a una arcilla limosa con alto contenido de plasticidad, con un 83% de material fino el cual representa un alto porcentaje de limos y arcillas. De igual forma es importante mencionar que se realizó la caracterización granulométrica de la ceniza de madera de fondo el presentó una composición arenosa de 73.3% con finos de 26.7% de la muestra total ensayada, también en los resultados de la adición de ceniza de madera de fondo en la capacidad de resistencia del suelo arcilloso, quedó demostrado que el valor de capacidad de soporte del suelo se relaciona al 99.98% y al 99.52% con la ceniza de madera de fondo para los valores de CBR al 95% y 100% de la Máxima densidad seca del suelo respectivamente. Concluyendo que la adición de ceniza de madera de fondo influye significativamente en la estabilización del suelo arcilloso aplicado a subrasantes, ya que tuvo influencia significativa en la máxima densidad seca del suelo arcilloso con la adición de ceniza de madera.

Por último, (Rimachi Pariona & Sánchez Ruiz, 2019) en la tesis “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE COCO AL 0.5%, 1.5%, 3%, 5% Y 8%, A NIVEL DE SUBRASANTE EN EL SECTOR DE LAMPANIN DISTRITO DE CÁCERES DEL PERÚ PROVINCIA DEL SANTA, ANCASH – 2019” para optar por el Título de Ingeniero Civil para la Universidad César Vallejo , cuyo objetivo es determinar la factibilidad de la estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5% ,1.5%,3%,5%,8% a nivel de la subrasante en el sector de Lampanin Distrito de Cáceres del Perú provincia del Santa, Ancash – 2019, para ello siguiendo la norma (ASTM - D1557), Proctor Modificado, se realizaron estudios donde la muestra del patrón nos indica la humedad optima de 5.30 % y su máxima densidad seca de 1.56 % (gr/cm³), al adicionar la ceniza de cáscara de coco, aumenta en los porcentajes 0.5%, 1.5% hasta el 3% de forma progresiva, obteniendo resultados con el 3% de ceniza de cascará de coco mediante el Proctor Modificado, una humedad optima baja 6.70%, pero

su máxima densidad seca aumenta con un 1.952 % (gr/cm³), pero también al adicionar la ceniza cáscara de coco al 5% donde la humedad óptima aumenta 9.10, pero su máxima densidad seca baja al 1.776 % (g/cm³), por otro lado al adicionar la ceniza de cáscara de coco al 8% en el Proctor Modificado su humedad óptima baja 8.50%, pero máxima densidad seca aumenta al 1.880 % (g/cm³). Se concluye que, si es factible la estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 3%, a nivel de subrasante, donde mejora la propiedades mecánicas y físicas de suelos en el sector de Lampanin Distrito de Cáceres del Perú Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

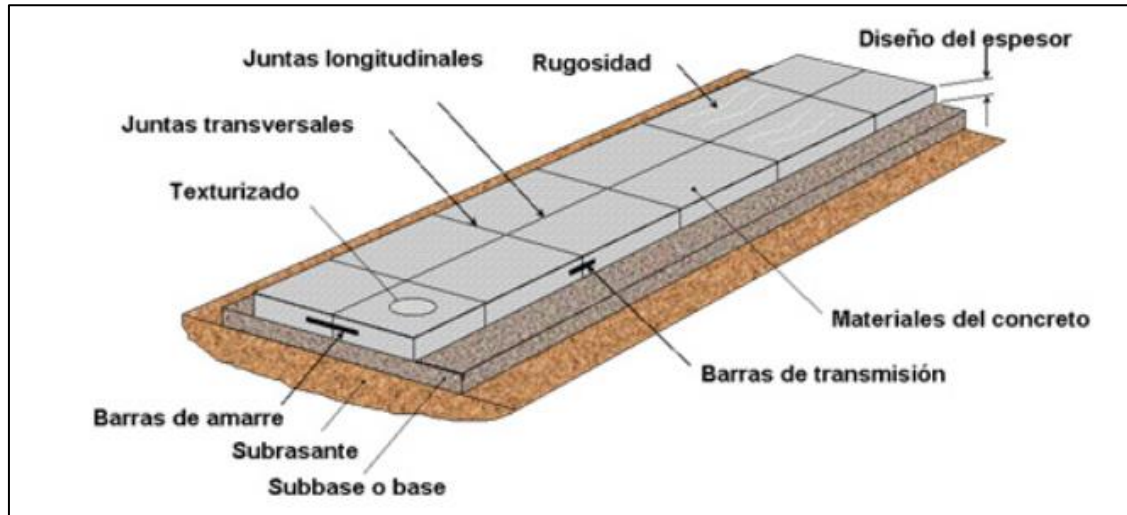
Marco Teórico

A continuación, se presenta los siguientes conceptos y definiciones básicas, relevantes para esta investigación:

Subrasante

Es esta sirve de soporte para el pavimento generalmente se encuentra en la capa superior del terraplén, está conformada por suelos las cuales deberán cumplir con características aceptables y compactadas por capas, de esta forma evita las deformaciones y fallas por las cargas de diseño que proviene del tránsito, los últimos 30cm de la subrasante deberá ser compactado en un 95%. La subrasante también viene determinada de acuerdo al valor obtenido del CBR con ello se obtiene una estructura de soporte adecuada para la estructura de pavimento, esta se categoriza de acuerdo a su comportamiento si el CBR es menor o igual a 3% se considera malo, si es mayor de 3 y menor o igual que 5 se considera regular, si es mayor de 5 y menor o igual de 10 se considera bueno y finalmente si es mayor a 10 es muy bueno , dentro de los inconvenientes que presenta la sub rasante se encuentra de que esta no pueda soportar las cargas exigidas de diseño. (Vilca Yucra, 2022)

Figura 1: *Subrasante*



Fuente: Manual de pavimentos del Paraguay 2019.

Estabilización de suelos

La palabra estabilización alude a la corrección de inestabilidades y desequilibrios, de manera que se define como el proceso por el cual un suelo es equilibrado y compacto, de manera que se mejoran las propiedades de un suelo incorporando productos químicos y físicos o sintéticos; otra forma de estabilizar es de manera mecánica. Para estabilizar un suelo natural hay que modificarlas características físicas y/o mecánicas, como son: la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, la resistencia al esfuerzo cortante, entre otros. La estabilización de suelos que más se utiliza en estos tiempos es de aquellas en las cuales se agregan productos químicos como la cal, cemento, arenas granulares con material fino, esperando que estas reaccionen y mejoren las propiedades de los suelos y sus características geotécnicas ingenieriles. (Vilca Yucra, 2022)

Figura 2: Estabilización de suelos



Fuente: Interempresas

Propiedades físicas del suelo

Son las características que particularmente lo identifican, desde una misma clase o categoría, alguna de estas son sus graduaciones granulométricas, límites de consistencia, humedad, así como también la cohesión y su conformación estructuralmente, los tamaños del grano del suelo, en materiales arcillosos poseen características mineralógicas de las partículas aún más pequeñas. (García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022)

Propiedades Mecánicas

Propiedades de la subrasante

Dentro de las características que deben presentar las subrasantes tenemos a la resistencia a la compresión, CBR, Resistencia a la penetración, límites de atterberg, entre otros

Límites de Atterberg

Es el autor pionero en relacionar la plasticidad del suelo con la humedad, expresada como el peso seco de la muestra, llamó la atención sobre cómo drena el suelo, el rango de humedad en el que funciona el suelo. (García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022)

Límite Plástico

Es el contenido de humedad, pretende indicar la humedad a la cual un suelo arcilloso pierde plasticidad e inicia su estado semisólido la manera de calcularlo se realiza a través de realizar hilos de 118 pulgadas hasta que estas presenten grietas sin llegar a romperse del todo. (Vilca Yucra, 2022)

Límite Líquido

Es la capacidad de humectación mínima requerida para reducir la masa del suelo a un estado semilíquido con cohesión despreciable. En este sentido, el contenido de humedad puede considerarse como el límite de saturación. Por otro lado, se detecta por el método de la cuchara de Casagrande, que consiste en determinar la cantidad mínima de agua que puede contener 0,40 g de masa seca de suelo al pasar por el tamiz. (García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022)

Dónde el LL expresa el contenido de humedad en porcentaje (%), donde el suelo se halla en el límite entre el estado líquido y plástico. El material retenido en el tamiz de 425 μm se elimina para la prueba de límite líquido (malla #40), luego extiende una porción de la muestra en un vaso de precipitados de cobre, dividiéndola por la mitad con una herramienta que se agrieta

cada 13 mm (1/2 pulgada) cuando la copa se deja caer 25 veces desde una altura de 1 cm, porque cada dos veces en segundos. Se requieren tres o más pruebas para diferentes niveles de humedad.

(García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022)

Figura 3: Determinación de limite liquido



Fuente: Laboratorio FCEIA.

CBR

El CBR describe como el conjunto de procedimientos que al efectuar el ensayo se calculan la resistencia de un suelo o llamada también la Relación del Soporte de California, que es más conocida a nivel mundial como CBR. Este ensayo es producto de las correlaciones de los valores de clasificación de suelos AASHTO comparándolos con el índice de grupo (IG). La cual sirve y es de gran importancia para determinar el estado de la subrasante en la que se encuentra dicho suelo; determinando así la resistencia al esfuerzo cortante, obteniendo además mediante este ensayo otros valores como la humedad y la MDS de los CBR al 95% y 100% respectivamente, estos valores nos servirán para verificar la resistencia de subrasantes, bases y subbases de materiales de préstamos o propios en una obra. El índice de resistencia se utiliza para evaluar la

capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
(García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022)

Figura 4: *Ensayo de CBR en laboratorio*



Fuente: Laboratorio YSCAJAMARCA.

Después de determinar los valores CBR del diseño, para cada sector funcional homogéneos, a clasificar por industria o a qué tipo de sustrato parte de la siguiente manera:

Figura 5: *Categorías de la subrasante*

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

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (MTC-2014)

Figura 6: Número de ensayos del CBR según el Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Nº M _R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (MTC-2014)

Ensayo de Proctor modificado

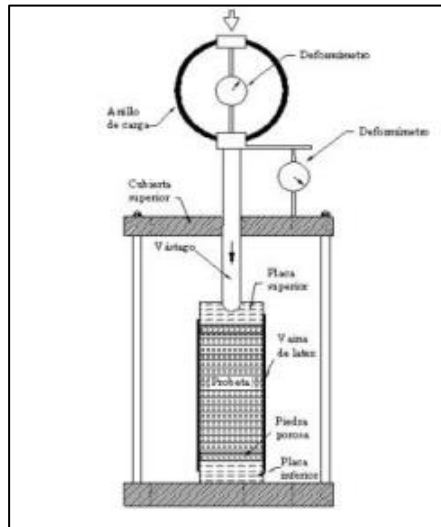
De este ensayo tenemos el: OCH de la cual definiremos como aquel contenido de agua donde el suelo al recibir energía mecánica de compactación al máximo peso unitario seco usando la energía de compactación. La máxima Densidad Seca (MDS) es el valor expresado por la curva de compactación del ensayo aplicándole un esfuerzo modificado. De la misma manera se habla de la relación que existe entre la humedad y la densidad del suelo compactado, el cual es un factor muy importante ya que la variación de la humedad puede ser perjudicial y afectar el estado de la máxima densidad seca perdiendo las principales propiedades mecánicas. El valor de OCH dependerá siempre del tipo de energía de compactación que se infringe sobre el suelo, y en caso

incrementarse esta, teniendo mientras se eleva la máxima densidad seca el OCH será menor. Del mismo modo, las densidades pueden adoptar varios métodos de compresión dependiendo de la humedad del suelo, y el contenido que produce la unidad de masa seca óptima (densidad) se denomina contenido máximo de humedad, generalmente reduce el punto de fluencia cuando la compresión está por debajo del límite plástico. (García Cisneros & Ludeña Cardenas, 2022)

Resistencia a la compresión simple (ASTM D2166)

Esta prueba tiene la principal labor de obtener rápidamente la resistencia a la compresión y generalmente se usan en suelos finos las cuales poseen un alto grado de índice de cohesión las cuales se harán el estado confinado. El proceso de realización de las pruebas consiste en colocar la muestra de suelo el cual debe contener una dimensión de 2 a 3 veces el diámetro, las cuales se colocan en el medio de dos placas porosas las cuales transmiten las cargas por toda el área de la muestra, se aplica una carga axial hasta que el espécimen falle por el cual con un cálculo simple podremos obtener el coeficiente de cohesión y se podrá calcular la deformación unitaria que generalmente se obtiene por una deformación creciente de hasta el 20% gracias a la carga aplicada de esta forma se calcula la resistencia a la compresión inconfina y las áreas corregidas. (Vilca Yucra, 2022)

Figura 7: Ensayo de compresión inconfinada para arcilloso



Fuente: ASTM D2166

Cenizas

La ceniza muy fina es un subproducto del proceso de combustión de carbón pulverizado, generalmente asociado con plantas de generación de energía eléctrica. Es un polvo de grano fino que está compuesto por sílice, alúmina y varios óxidos y álcalis; además es de naturaleza puzolánica y puede reaccionar con cal hidratada para producir elementos cementantes. (Espino Marquez, 2021)

Clasificaciones de tipos de ceniza según el proceso de producción

Ceniza volante seca

Material que se obtiene de la recolección del polvo de calderas, se obtiene de gases de combustión y se recolecta por debajo del calentador de aire. Esta ceniza generalmente se almacena en tolvas, razón por la cual deben de ser removidas constantemente para ser almacenadas en pilas o venderlas para usos industriales. (Espino Marquez, 2021)

Ceniza de fondo seca

Esta ceniza, se almacena en el fondo de las calderas y es extraída por gravedad para ser transportadas en los silos para sus almacenamientos. El color característico de este material es café, negro y blanco. (Espino Marquez, 2021)

Ceniza compuesta seca

Este material, son las mezclas de las cenizas volantes secas y cenizas de fondo seca que se realiza en los silos de almacenamientos. (Espino Marquez, 2021)

Ceniza compuesta hidratada

Este material requiere de la hidratación de las cenizas compuestas, para posteriormente transportarla hacia un lugar de acopia dentro de la planta; la hidratación se realiza con la finalidad de evitar la dispersión de la ceniza al momento de realizar el transporte de la ceniza de un lugar a otro. (Espino Marquez, 2021)

Brócoli

El origen del brócoli se encuentra en el Mediterráneo Oriental y concretamente el Cercano Oriente: Asia Menor, Líbano, Siria, etcétera. La planta es en forma de hongo, con cabeza redondeada de color verde oscuro, de tallo corto y grueso de color verde claro, con hojas laterales delgadas verde oscuras en la parte inferior del tallo, en donde posee una cavidad por donde absorbe los nutrientes de la tierra. El color de la cabeza se torna amarilloso dependiendo del tiempo transcurrido entre la postcosecha y el consumo. (Gutiérrez Jiménez, 2016)

Características del brócoli

El brócoli es rico en compuestos azufrados que ayudan a prevenir el cáncer, contribuye a la síntesis de una proteína llamada tioredoxin, que protege a las células cardíacas y aporta luteína, un carotenoide importante para proteger la retina, y que ayuda a prevenir la degeneración macular. Su índice glucémico es 15, considerado bajo. (Gutiérrez Jiménez, 2016)

Taxonomía del brócoli

Figura 8: Clasificación taxonómica del brócoli

Reino	Vegetal
Subreino	Antofhyta
División	Spermatophytas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Archiclamideae
Orden	Roedales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	Oleracea
Nombre científico	Brassica oleracea var. italica
Nombres comunes	Brócoli, brécoles, bróculis

Fuente: Coello Bonilla, (2005, pág. 9)

Subproductos del brócoli

Los subproductos de brócoli, que consiste en hojas y tallos, son ricos en compuestos bioactivos, incluyendo compuestos de nitrógeno-azufre (glucosinolatos e isotiocianatos) y compuestos fenólicos (clorogénico y derivados de ácido sinápico, y flavonoides), así como nutrientes esenciales (minerales y vitaminas). Son de gran interés como fuente de compuestos que promueven la salud, útiles como ingredientes para el desarrollo de alimentos funcionales. (Gutiérrez Jiménez, 2016)

Composición química

En este cuadro se puede observar que la mayoría de los componentes del brócoli tienen valores altos y esto es importante porque los componentes de mayor importancia para la nutrición del organismo como son el calcio, riboflavina y ácido ascórbico. (YEPEZ CCAMA, 2021)

Figura 9: Componentes del brócoli

Componentes	Unidad	Brócoli
Agua	%	91
Energía	Kcal	28
Proteína	Gr	3.0
Grasa	Gr	0.4
Carbohidratos	Gr	5.2
Fibra	Gr	1.1
Ca	Mg	48
P	Mg	6.6
Fe	Mg	0.9
Na	Mg	27
K	Mg	325
Vitamina A	IV	1.152
Tiamina	Mg	0.07
Riboflavina	Mg	0.12
Niacina	Mg	0.064
Ácido ascórbico	Mg	93.2
Vitamina B6	Mg	0.16

Fuente: Maynard y Lorenz, mencionado por Nuez et en el año (1999)

Figura 10: Composición Química del Brócoli en 100g

Brócoli			
Cantidad por 100 gramos			
Calorías 34			
Grasas totales 0,4 g			
Ácidos grasos saturados 0 g			
Ácidos grasos poliinsaturados 0 g			
Ácidos grasos monoinsaturados 0 g			
Colesterol 0 mg			
Sodio 33 mg			
Potasio 316 mg			
Hidratos de carbono 7 g			
Fibra alimentaria 2,6 g			
Azúcares 1,7 g			
Proteínas 2,8 g			
Vitamina A	623 IU	Vitamina C	89,2 mg
Calcio	47 mg	Hierro	0,7 mg
Vitamina D	0 IU	Vitamina B6	0,2 mg
Vitamina B12	0 µg	Magnesio	21 mg

Fuente: Ecoinventos 2022

Justificación

Justificación Teórica

La presente investigación se centra en el análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos, considerando una intervención innovadora mediante la adición de ceniza de hojas de brócoli, gracias a sus propiedades químicas y físicas particulares, su inclusión en suelos de subrasante para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685 Huacho - Región Lima, representa una alternativa sostenible y eco amigable, así como también influye significativamente en las características mecánicas y geotécnicas de dichos suelo, esta investigación propone no solo enriquecer el conocimiento científico en este campo, sino como también ofrecer soluciones prácticas y sostenibles para la optimización de infraestructuras viales, dado que actualmente en nuestro país hasta el momento no se están aprovechando sus beneficios dándole un uso innovador en relación a la aplicación de mejora de las condiciones físico mecánicas de los suelos.

Justificación Práctica

La relevancia practica de esta investigación se fundamenta en los siguientes aspectos:

- ✓ **Sostenibilidad Ambiental:** La utilización de la hoja de brócoli como subproducto agrícola, para la obtención de ceniza, incorpora una estrategia para reducir la generación de residuos y promover practicas más amigables con el medio ambiente en el ámbito de la construcción de vías auxiliares.
- ✓ **Optimización de Recursos:** La investigación busca contribuir a la eficiencia en el uso de recursos al considerar la ceniza de hojas de brócoli como un componente adicional en la construcción de subrasantes, aprovechado así un material local de bajo costo.

- ✓ **Mejoramiento de Propiedades del Suelo:** La adición de ceniza de hojas de brócoli se plantea como una alternativa para modificar las propiedades físico-mecánicas de los suelos, buscando mejorar su capacidad de carga, resistencia y estabilidad, factores esenciales en la construcción de vías auxiliares.
- ✓ **Relevancia Ingenieril:** La investigación tiene como objetivo proporcionar información técnica valiosa que pueda ser aplicada por ingenieros civiles y profesionales relacionados, brindando una base sólida para la toma de decisiones informada en proyectos de construcción de infraestructuras viales.

Justificación Metodológica

De igual forma como justificación metodológica el enfoque está en conseguir una alternativa innovadora e interesante que busca mejorar la calidad del producto final, para ellos se realizan pruebas de laboratorio con formatos aprobados por un juicio de expertos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la adición de ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% en las propiedades físicomecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda avenida Félix Cárdenas km148+685 – Huacho –Región Lima 2023?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál fue el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% como adición a la subrasante para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?

¿Cuál es la influencia en el CBR para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?

¿Cuál es la influencia en el óptimo contenido de humedad de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?

¿Cuál es la influencia en la densidad máxima de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?

¿Cuál es la influencia del costo-beneficio en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar un análisis de las propiedades físicomecánicas para la subrasante de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

Describir el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% como adición a la subrasante para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Determinar la influencia en el CBR para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Determinar el dominio del óptimo contenido de humedad de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Determinar el dominio de densidad máxima de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Determinar la influencia del costo-beneficio en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

1.4.2. Hipótesis específicas

Es óptimo el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli como al 4%, 8% y/o 12% a la adición subrasante en la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el óptimo contenido de humedad de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará la densidad máxima de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% influenciará de manera positiva en el costo, como adición de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

CAPITULO 2: METODOLOGIA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Tipo

El tipo de investigación es aplicada, tal como lo señala Hernández, Fernández y Baptista (2014), “La investigación aplicada tiene como objetivo encontrar una solución para un problema inmediato que enfrenta una sociedad o una organización industrial/comercial”, dado que para esta investigación servirá como una técnica práctica para el desarrollo y elaboración de suelos con ceniza de hoja de brócoli al 4%, 8% y 12%, permitiendo obtener materiales alternativos para lograr la estabilización de la subrasante, con propiedades físico mecánicas mejores a los suelos normales y asimismo reducir el impacto medioambiental.

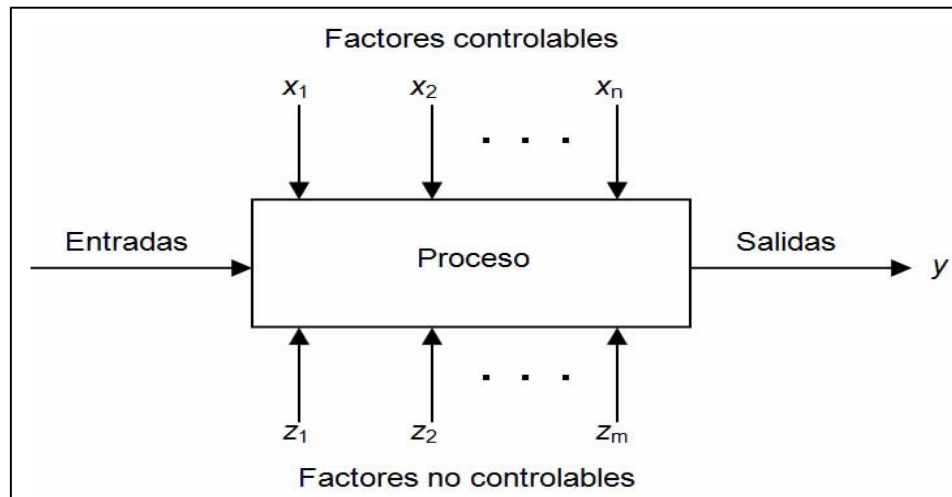
2.1.2. Diseño de investigación.

Tal como afirma Campbell (1988), "podemos distinguir los **diseños cuasiexperimentales** de los experimentos verdaderos por la ausencia de asignación aleatoria de las unidades a los tratamientos" (p. 191) , por lo que en esta investigación se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente adición de cenizas de hojas de brócoli, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente análisis de las propiedades físico - mecánicas de las subrasantes de los suelos.

La actual investigación reúne los dos requisitos principales, se formó dos grupos de comparación que son el control y la validez interna pues los grupos se formaron aleatoriamente; además se evaluó una variable independiente (adición de cenizas de hojas de brócoli) y una variable dependiente (análisis de las propiedades físico - mecánicas de las subrasantes de los suelos).

Se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente, adición de cenizas de hojas de brócoli, para cuyo caso será al 4%, 8% y 12%, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente, análisis de las propiedades físico - mecánicas de las subrasantes de los suelos.

Figura 11: Diagrama variable de respuesta.



Fuente: ITS Mónica Mariscal (2009)

La investigación fue transversal, con la manipulación de una variable y la comparación con el parámetro de control.

2.1.3. Nivel de investigación.

Según el autor (Fidias G. Arias (2012)), define: La **investigación explicativa** se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto, por lo que, para esta investigación, la causa son los porcentajes 4%, 8% y 12% de cenizas de hojas de brócoli, siendo el efecto las propiedades físico-mecánicas en la subrasante al ser añadido el material no convencional.

Variable Independiente: Adición al 4%, 8% y 12% de cenizas de hoja de brócoli.

Variable Dependiente: Análisis de las propiedades físicomecánicas de las subrasantes de los suelos.

Tabla 1

Variables de la investigación

Variables	Dimensiones	Indicadores
	Tipo de Suelo	Granulometría
		Volumen
Variable Independiente Adición al 4%, 8% y 12% de cenizas de hoja de brócoli.	Análisis de la ceniza de hoja de brócoli	Composición química Pérdida por calcinación
	Porcentaje de ceniza	Peso de la ceniza de hoja de brócoli Cantidad de ceniza
Variable Dependiente Análisis de las propiedades físico - mecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda avenida Félix cárdenas km 148+685 – Huacho- Región Lima 2023	Propiedades de los suelos	Máxima densidad seca Óptimo contenido de humedad CBR

Fuente; Elaboración propia

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

La población será vía auxiliar izquierda avenida Félix Cárdenas.

2.2.2. Muestra

La muestra será la progresiva: km 148+685.

2.2.3. Muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia en el cual se tomaron muestras de la subrasante de suelo, las mismas que fueron en las progresivas 00+010, 00+070 y 00+120, siendo en total 3 calicatas.

Tabla 2

Distribución de muestra

Calicatas	S.A Natural	S.A.N + 4% de cenizas de hoja de brócoli	S.A.N + 8% de cenizas de hoja de brócoli	S.A.N + 12% de cenizas de hoja de brócoli
C-1	3	3	3	3
C-2	3	3	3	3
C-3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Por calicata se elaborarán 12 muestras, por lo tanto, siendo en total 36 muestras.

2.2.4. Unidad de Estudio

Calicatas de 1.00 m x 1.00 m x 1.50 m.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas:

- La observación directa.
- Análisis de materiales.
- Fórmulas
- Diseño de mezclas
- Ensayos

Instrumentos de recolección datos.

Ficha de observación directa. Este instrumento permite ser metódico en cuanto al cumplimiento del cronograma para recolección de datos: recolección de las muestras del afirmado para subrasante, pruebas de los respectivos ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas para base de un suelo normal y un suelo estabilizado con ceniza de hojas de brócoli.

2.4. Aspectos éticos

Esta investigación ha tomado como referencias artículos y tesis de investigación de páginas científicas, respetando el citarlos no incurriendo en plagio, utilizando a su vez, técnicas de parafraseo según la normativa APA 7ma ed.

2.5. Procedimiento.

Se procedió a la obtención de las muestras de suelos a nivel de subrasantes de vía auxiliar izquierda avenida Félix Cárdenas km148+685 – Huacho, para luego poder determinar sus características en un laboratorio certificado y calificado.

Luego de trasladar el material del suelo al laboratorio se empezó con los ensayos respectivos:

Ensayo Granulométrico

La Norma Técnica Peruana NTP 400, se aplica para determinar la gradación de los materiales propuestos para su uso como agregados o lo que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados. Los datos también pueden ser utilizados para correlacionar el esponjamiento y el embalaje.

- Se utiliza aproximadamente 1kg (1000g) – 1.5kg (1500g) del suelo.
- Llevar la muestra seca por el juego de tamices, agitando de forma manual.
- La muestra seca del agregado, de masa conocida, se debe separar a través de una serie de tamices que van consecutivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.
- Se pesa la muestra retenida de cada tamiz que se utilizó durante el ensayo.
- Para terminar, con los resultados obtenidos se realiza la curva granulométrica en escala semi logarítmica.

Figura 12: Granulometría



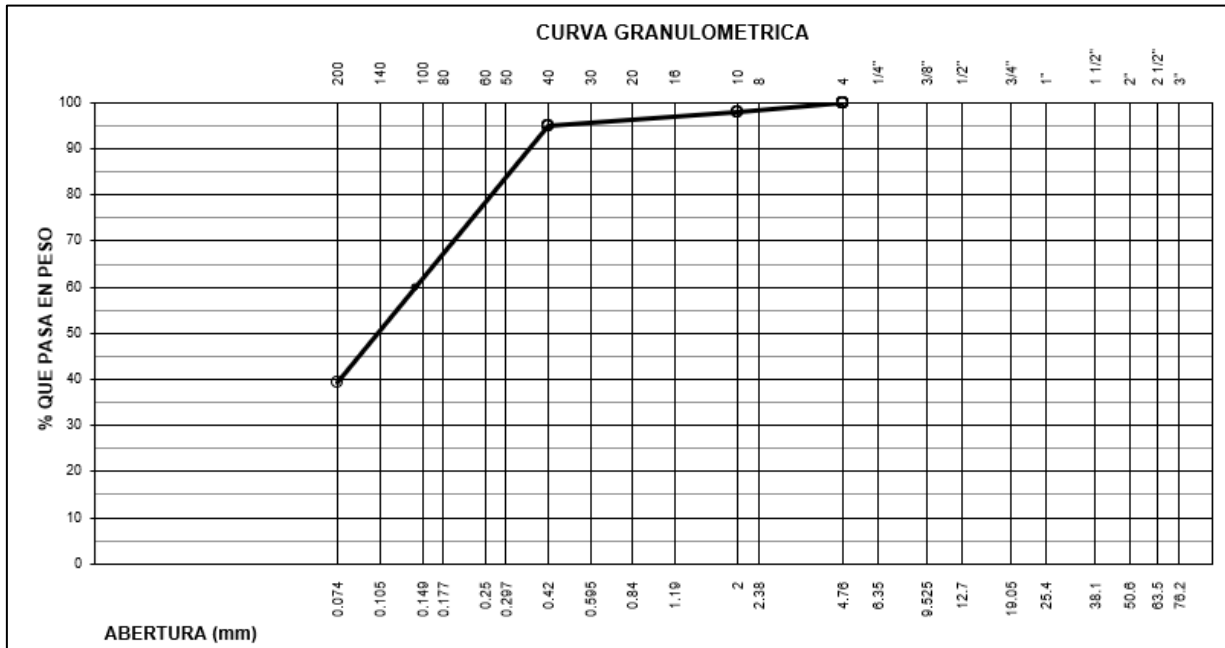
Fuente: Elaboración Propia

Figura 13: Análisis Granulométrico

MTC E 107-2016								
TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Æ		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)	MIN. (%)	MAX. (%)	
Pulg.	mm							
3"	76.20							PESO INICIAL : 772.0 g
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS :
2"	50.80							% DE HUMEDAD : 2.7
1 1/2"	38.10							TAMAÑO MAXIMO : No 4
1"	25.40							% DE GRAVA :
3/4"	19.05							% DE ARENA : 60.6
1/2"	12.70							% PASANTE N° 200 : 39.4
3/8"	9.53							L.L. : 22%
1/4"	6.35							L.P. : -
N° 4	4.75				100.0			I.P. : NP
N° 8	2.36							
N° 10	2.00	14.3	1.9	1.9	98.1			CLASIFIC. SUCS : SM
N°16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-4 (1)
N° 20	0.85							D₁₀ C_u
N° 30	0.60							D₃₀ C_c
N° 40	0.42	23.2	3.0	4.9	95.1			D₄₀
N° 50	0.30							OBSERVACIONES:
N° 60	0.25							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15							
N° 140	0.11							
N° 200	0.074	429.9	55.7	60.6	39.4			
BANDEJA		304.6	39.5	100.1				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 14: *Curva Granulométrico*



Fuente: Elaboración Propia

Contenido de Humedad

La ASTM D -2216 – 98, menciona que este método de ensayo cubre la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) por masa en suelos, rocas, y materiales similares, donde la reducción en masa por secado, debe de ser la pérdida de agua excepto.

Un espécimen de prueba es secado en un horno a temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta peso contante. La pérdida de peso durante el secado se considera como agua. El contenido de agua es calculado usando el peso de agua y el peso del espécimen seco.

Figura 15: *Contenido de Humedad.*

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2016				
Nº RECIPIENTE		1	2	
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(g)	5153.5	5401.0	
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	(g)	5023.8	5252.7	
PESO DEL AGUA	(g)	129.7	148.3	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5023.8	5252.7	
HUMEDAD	(%)	2.6	2.8	
PROMEDIO	(%)	2.7		

Fuente:

Proctor Modificado (NTP 339.141 – 1991)

Según la normativa NTP 339.141, menciona que existen tres procedimientos. El procedimiento que se utilizara deberá realizarse como se indica en la especificación para el material que se utilizara en el ensayo. Sino se indica ningún procedimiento, la elección del procedimiento se basará en la gradación del material.

Se coloca un suelo a un contenido de humedad seleccionado en cinco capas dentro de un molde de dimensiones particulares, con cada capa compactada con 25 o 56 golpes de un puson de 44.5N que cae desde una distancia de 457 mm, sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente 2700 KN m/m³.

Se determinará el peso unitario seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua del suelo. Este dato, cuando se plotea, representa una relación curvilínea conocida como curva de compactación. Los valores del óptimo contenido de agua y el máximo peso unitario seco modificado se determinan en base a la curva de compactación.

Figura 16: Proctor



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17: Ensayo Proctor Modificado – Recolección de Datos

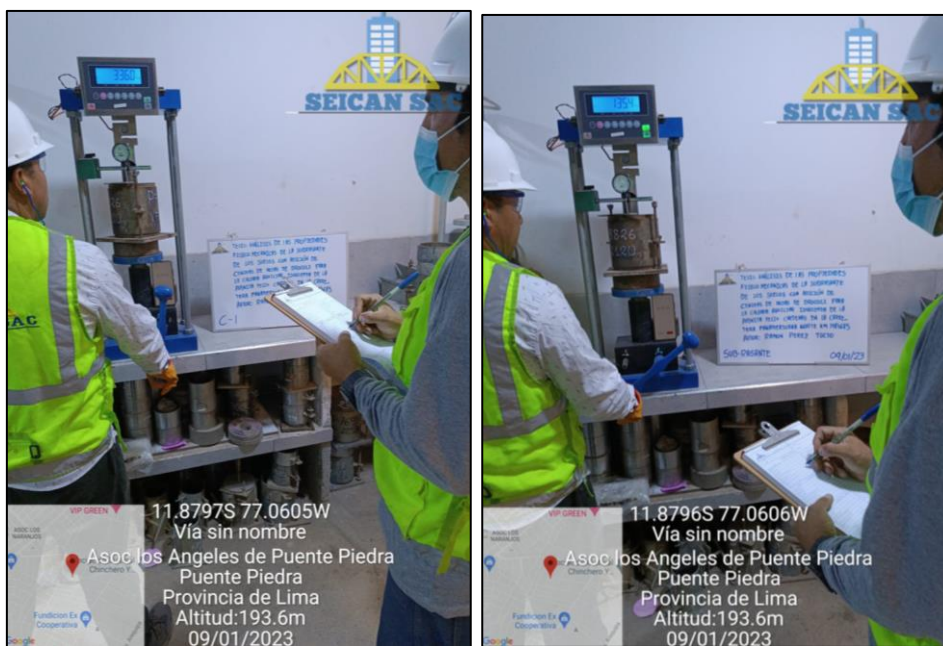
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5468.0	5545.0	5610.0	5633.0	5607.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1816.0	1893.0	1958.0	1981.0	1955		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.953	2.035	2.105	2.130	2.102		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		531.2	455.9	483.8	490.0	458.0		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
PESO DEL AGUA (g)		39.8	41.8	52.6	59.8	61.8		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.1	10.1	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.806	1.849	1.876	1.870	1.818		
CURVA DE SATURACIÓN		16.9	15.6	14.8	15.0	16.5		
G. ESPECIFICA	2.599	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD	1.879	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.7	%

Fuente: Elaboración Propia

CBR (NTP 339.145 – 1999)

Según la NTP 339.145, los ensayos realizados sobre materiales compactados a un contenido de agua se preparan tres especímenes. Los especímenes se compactan usando tres diferentes esfuerzos de compactación para obtener pesos unitarios. Tanto por encima como por debajo del peso unitario destacado. Después de permitir que los especímenes se cubran de agua para humedecerse, u otro tratamiento específico como curado, cada espécimen estará sujeto a la penetración de un vástago cilíndrico. Los resultados del esfuerzo versus la profundidad de penetración se plotean para determinar el CBR de cada recipiente. El CBR a densidad específica se determina con un gráfico de CBR versus el peso unitario seco

Figura 18: CBR



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19: Ensayo de CBR

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2016						
Molde Nº	10		11		12	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12520	12550	12379	12444	11860	11995
Peso de molde (g)	7785	7785	7770	7770	7586	7586
Peso del suelo húmedo (g)	4735	4765	4609	4674	4274	4409
Volumen del molde (cm ³)	2236	2236	2249	2249	2198	2198
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.118	2.131	2.050	2.078	1.945	2.006
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente Nº						
Tara + Suelo húmedo (g)	543.40	514.90	451.90	529.80	501.10	451.20
Tara + Suelo seco (g)	482.17	455.91	400.62	467.50	444.24	396.00
Peso del Agua (g)	61.23	58.99	51.28	62.30	56.86	55.20
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	482.17	455.91	400.62	467.50	444.24	396.00
Humedad (%)	12.70	12.94	12.80	13.33	12.80	13.94
Densidad seca (g/cm ³)	1.879	1.887	1.817	1.834	1.724	1.761

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 3: RESULTADOS

Para el **primer objetivo**, nos pide describir el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% como adición a la subrasante para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

En este punto del proyecto se realizará un mapeo en la carretera panamericana norte de lugares donde podamos reciclar las hojas de brócoli ya sea malogrados o secados.

Se utilizará EPPs correspondientes para evitar el mal olor, daños de manos o espalda como también se utilizará bolsas blancas o costalillos para ser transportado.

Posterior a esto se realizará el sacado de hojas de brócoli más sanos posibles para ser limpiados, lavado y secado para ser llevados al laboratorio y ser incinerado.

Figura 20: *Recolección de hoja de brócoli*



En un recipiente metálico será llenado con hojas de brócoli y posterior a ello serán introducidos a un horno por más de 72 horas para obtener la ceniza.

Figura 21: *Incineración de la hoja de brócoli*



Figura 22: *Ceniza de Hoja de brócoli*



Una vez retirado se empezará a moler la ceniza para obtener una muestra uniforme y ser tamizado por el tamiz #200.

Para el **segundo objetivo**, nos pide determinar la influencia en el CBR para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Hipótesis específica 2

- **Hipótesis Nula (H₀):** El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% no mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

$$\mu\%CBR1 = \mu\%CBR2 = \mu\%CBR3 = \mu\%CBR_{\text{natural}}$$

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu\%CBR_i \neq \mu\%CBR_{\text{natural}}$$

$$i = \text{diseño experimental } 1, 2, 3$$

Donde $\mu\%CBR$, es la media del % de CBR

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta del % **CBR** es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor con tres niveles de tipo categórica ordinal que representa el tipo de diseño y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta y a través de ello realizar un comparativo entre los diseños, entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se

utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto significativo tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk debido a que las muestras son pequeñas de tamaño igual a tres y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplica la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Regla de decisión:

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

El valor de significancia es la probabilidad de cometer el error tipo 1 (rechazar la hipótesis nula, siendo ésta cierta) y que el investigador está dispuesto a asumir.

Datos

Los datos de los % de CBR para todos los diseños que se tomará para la prueba de hipótesis se muestra en la tabla 3 con el CBR al 0.2” y al 100% de MDS debido a que tienen los valores más altos.

Tabla 3
CBR de la Calicata 1

Descripción	0.1"		0.2"	
	CBR al 100% de M.D.S.	CBR al 95% de M.D.S.	CBR al 100% de M.D.S.	CBR al 95% de M.D.S.
Suelo Natural	30.01	21.90	38.90	27.70
Suelo Natural	28.78	20.87	38.10	28.50
Suelo Natural	31.24	22.93	39.70	26.90
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	34.80	25.30	45.00	32.00
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	34.70	24.87	44.90	31.90
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	34.90	25.74	45.10	32.10
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	38.50	28.00	49.70	35.40
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	38.24	27.89	49.90	35.40
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	38.76	28.11	49.50	35.40
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	43.10	31.40	55.70	39.60
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	42.78	30.87	55.45	39.50
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	43.42	31.93	55.95	39.70

Tabla 4
CBR de la Calicata 2

Descripción	0.1”		0.2”	
	CBR al 100% de M.D.S.	CBR al 95% de M.D.S.	CBR al 100% de M.D.S.	CBR al 95% de M.D.S.
Suelo Natural	31.9	23.2	41.2	29.30
Suelo Natural	30.85	22.15	40.15	28.25
Suelo Natural	32.95	24.25	42.25	30.35
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	35.90	26.10	46.40	32.90
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	34.85	25.05	45.35	31.85
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	36.95	27.15	47.45	33.95
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	41.05	30.05	52.75	37.75
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	40	29	51.70	36.70
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	38.95	27.95	50.65	35.65
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	43.25	31.15	56.15	39.65
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	44.30	32.20	57.20	40.70
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	45.35	33.25	58.25	41.75

Tabla 5
CBR de la Calicata 3

Descripción	0.1”		0.2”	
	CBR al 100% de M.D.S.	CBR al 95% de M.D.S.	CBR al 100% de M.D.S.	CBR al 95% de M.D.S.
Suelo Natural	29.20	21.20	37.70	26.80
Suelo Natural	28.15	20.15	36.65	25.75
Suelo Natural	30.25	22.25	38.75	27.85
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	32.75	23.45	42.65	29.95
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	34.85	25.55	44.75	32.05
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	33.80	24.50	43.70	31.00
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	37.05	26.55	48.15	33.85
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	38.10	27.60	49.20	34.90
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	39.15	28.65	50.25	35.95
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	42.80	31	55.30	39.20
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	41.75	29.95	54.25	38.15
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	43.85	32.05	56.35	40.25

Prueba del supuesto de Normalidad para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3:

Planteamiento de la Hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 6

Prueba del supuesto de Normalidad para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3

Pruebas de normalidad							
DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CBR de la Calicata 1	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
CBR de la Calicata 2	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
CBR de la Calicata 3	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad, los valores de significancia (sig) de Shapiro Wilk para todos los diseños son iguales a 1.000 y son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 7

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de			
		Levene	g1	g2	Sig.
CBR de la Calicata 1	Se basa en la media	2,104	3	8	,178
	Se basa en la mediana	2,104	3	8	,178
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,104	3	2,728	,292
	Se basa en la media recortada	2,104	3	8	,178
CBR de la Calicata 2	Se basa en la media	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	8,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	3	8	1,000
CBR de la Calicata 3	Se basa en la media	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	8,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	3	8	1,000

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que los valores de significancia (sig) de 0.178, 1.000 y 1.000 para las diferentes calicatas son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis

nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños para las tres calicatas.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

Tabla 8

Prueba de ANOVA de un factor para el %CBR de las calicatas 1, 2 y 3

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Entre grupos	456,503	3	152,168	808,864	,000
CBR de la Calicata 1	Dentro de grupos	1,505	8	,188		
	Total	458,008	11			
	Entre grupos	426,203	3	142,068	128,859	,000
CBR de la Calicata 2	Dentro de grupos	8,820	8	1,103		
	Total	435,023	11			
	Entre grupos	510,023	3	170,008	154,202	,000
CBR de la Calicata 3	Dentro de grupos	8,820	8	1,103		
	Total	518,843	11			

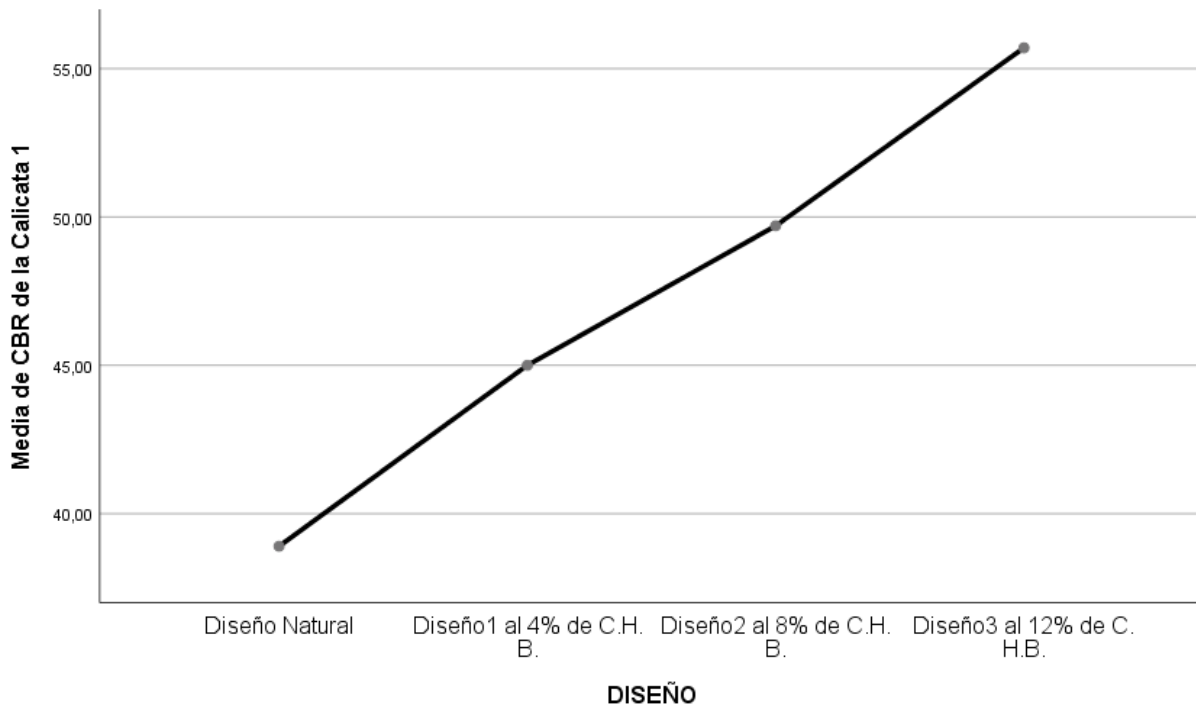
Los resultados de la prueba ANOVA indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre diseños para cada calicata es igual a 0.000 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre la media del % de CBR del diseño natural con al menos algunos de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre el % de CBR en las calicatas 1, 2 y 3.

Tabla 9

Prueba post hoc de Tukey y gráficos de medias para el %CBR de la calicata 1

CBR de la Calicata 1					
HSD Tukey ^a					
		Subconjunto para alfa = 0.05			
DISEÑO	N	1	2	3	4
Diseño Natural	3	38,9000			
Diseño1 al 4% de C.H.B.	3		45,0000		
Diseño2 al 8% de C.H.B.	3			49,7000	
Diseño3 al 12% de C.H.B.	3				55,7000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

Figura 23: *Gráfico de media de CBR de la calicata 1*



Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño natural es menor que los tres diseños experimentales, siendo el del diseño al 12% de Ceniza de hojas de brócoli el que mayor % de CBR tiene, ahora bien la prueba de Tukey indica que, al comparar el diseño natural

frente al diseño del 4% , 8% y 12% de la Ceniza de hojas de brócoli, notamos que se encuentran en diferentes sub grupos, esto quiere decir que si existen diferencias significativas de los % de CBR entre todos, siendo el diseño natural la de menor % de CBR y el diseño 3 la de mayor % de CBR, por tanto podemos concluir con un nivel de significancia del 5% para la calicata 1 que, el uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023, siendo el diseño al 12% la que mejor efecto significativo tiene.

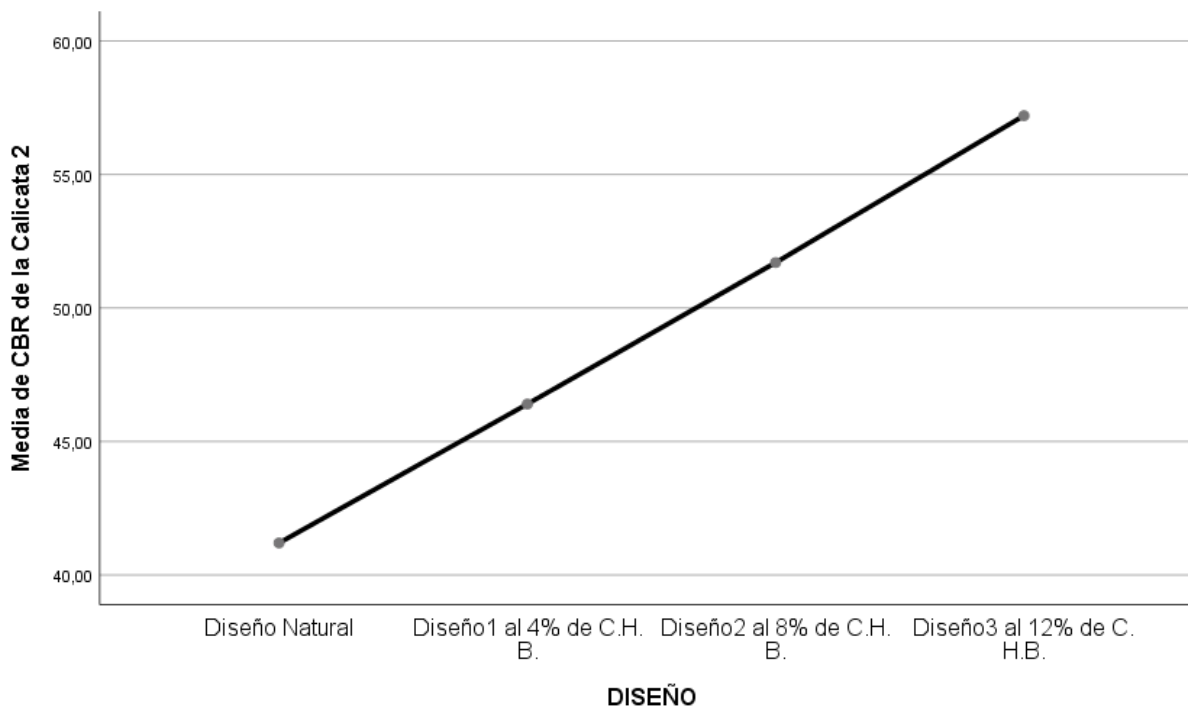
Tabla 10

Prueba post hoc de Tukey y gráficos de medias para él %CBR de la calicata 2

CBR de la Calicata 2					
HSD Tukey ^a					
DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Diseño Natural	3	41,2000			
Diseño1 al 4% de C.H.B.	3		46,4000		
Diseño2 al 8% de C.H.B.	3			51,7000	
Diseño3 al 12% de C.H.B.	3				57,2000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 24: *Media de CBR de la Calicata 2*



Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño natural es menor que los tres diseños experimentales, siendo el del diseño al 12% de Ceniza de hojas de brócoli el que mayor % de CBR tiene, ahora bien la prueba de Tukey indica que, al comparar el diseño natural frente al diseño del 4% , 8% y 12% de la Ceniza de hojas de brócoli, notamos que se encuentran en diferentes sub grupos, esto quiere decir que si existen diferencias significativas de los % de CBR entre todos, siendo el diseño natural la de menor % de CBR y el diseño 3 la de mayor % de CBR, por tanto podemos concluir con un nivel de significancia del 5% para la calicata 2 que, el uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023, siendo el diseño al 12% la que mejor efecto significativo tiene.

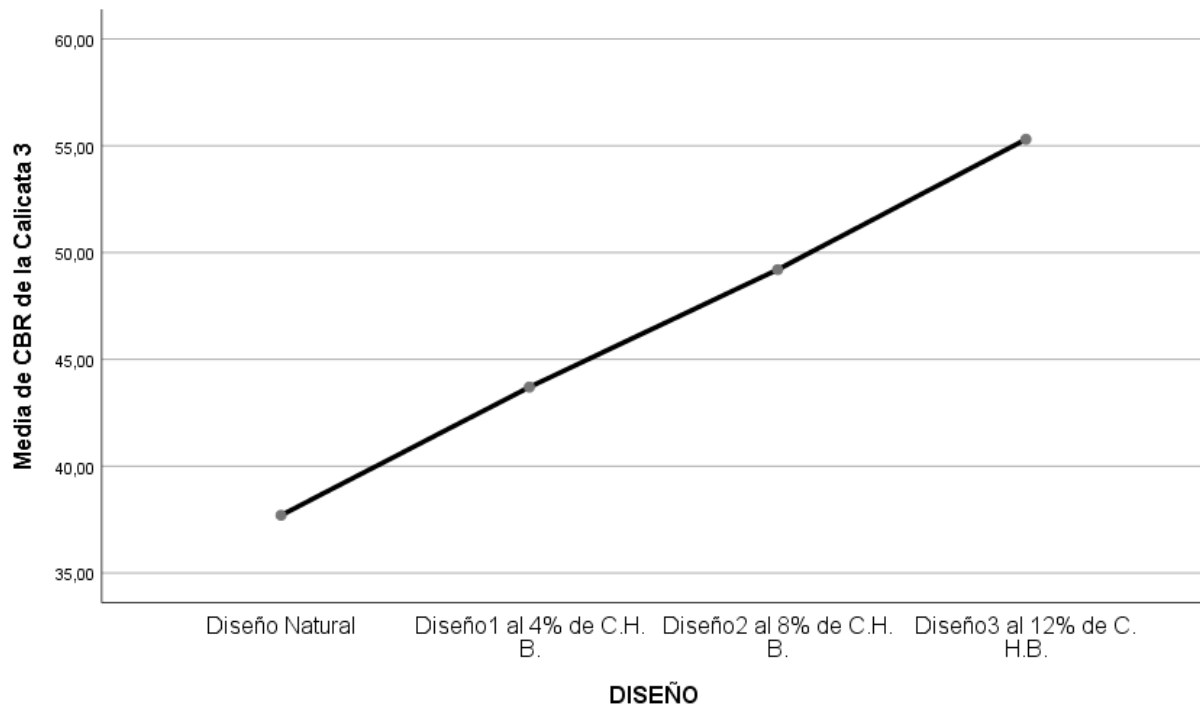
Tabla 11

Prueba post hoc de Tukey y gráficos de medias para el %CBR de la calicata 3

CBR de la Calicata 3					
HSD Tukey ^a					
DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Diseño Natural	3	37,7000			
Diseño1 al 4% de C.H.B.	3		43,7000		
Diseño2 al 8% de C.H.B.	3			49,2000	
Diseño3 al 12% de C.H.B.	3				55,3000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 25: *Media de CBR de la Calicata 3*



Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño natural es menor que los tres diseños experimentales, siendo el del diseño al 12% de Ceniza de hojas de brócoli el que mayor % de CBR tiene, ahora bien la prueba de Tukey indica que, al comparar el diseño natural frente al diseño del 4% , 8% y 12% de la Ceniza de hojas de brócoli, notamos que se encuentran en diferentes sub grupos, esto quiere decir que si existen diferencias significativas de los % de CBR entre todos, siendo el diseño natural la de menor % de CBR y el diseño 3 la de mayor % de CBR, por tanto podemos concluir con un nivel de significancia del 5% para la calicata 3 que, el uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023, siendo el diseño al 12% la que mejor efecto significativo tiene.

Para el **tercer objetivo**, nos pide determinar el dominio del óptimo contenido de humedad de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Hipótesis específica 3

- **Hipótesis Nula (H₀):** El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% no mejorará el óptimo contenido de humedad de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

$$\mu\% \text{OCH}_1 = \mu\% \text{OCH}_2 = \mu\% \text{OCH}_3 = \mu\% \text{OCH}_{\text{natural}}$$

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el óptimo contenido de humedad de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu\% \text{OCH}_i \neq \mu\% \text{OCH}_{\text{natural}}$$

$$i = \text{diseño experimental } 1, 2, 3$$

Donde $\mu\% \text{OCH}_i$, es la media del % de OCH

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta del **% OCH** es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor con tres niveles de tipo categórica ordinal que representa el tipo de diseño y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta y a través de ello realizar un comparativo entre los diseños, entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc

de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto significativo tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk debido a que las muestras son pequeñas de tamaño igual a tres y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplica la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Regla de decisión

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

El valor de significancia es la probabilidad de cometer el error tipo 1 (rechazar la hipótesis nula, siendo ésta cierta) y que el investigador está dispuesto a asumir.

Datos

Los datos de los % del OCH para todos los diseños se muestra en la tabla 6, 7 y 8 donde el tamaño de la muestra para cada diseño es igual a 3.

Tabla 12

Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 1

Descripción	Optimo Contenido de Humedad
Suelo Natural	12.90
Suelo Natural	12.70
Suelo Natural	12.50
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.70
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.60
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.80
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.70
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.70
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.70
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.70
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.68
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.72

Tabla 13

Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 2

Descripción	Optimo Contenido de Humedad
Suelo Natural	12.30
Suelo Natural	12.15
Suelo Natural	12.45
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.03
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.57
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.03
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.47
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.13
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.30
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	11.94
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.66
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.30

Tabla 14

Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 3

Descripción	Optimo Contenido de Humedad
Suelo Natural	12.50
Suelo Natural	12.15
Suelo Natural	12.85
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.50
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.23
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.77
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.35
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.65
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.50
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.09
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.50
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	12.91

Prueba del supuesto de Normalidad para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 15

Prueba del supuesto de Normalidad para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3

Pruebas de normalidad								
	DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
1	Optimo Contenido de Humedad de la Calicata	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
2	Optimo Contenido de Humedad de la Calicata	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño1 al 4% de C.H.B.	,374	3	.	,777	3	,061
		Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
3	Optimo Contenido de Humedad de la Calicata	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000
		Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad, los valores de significancia (sig) de Shapiro Wilk para todos los diseños son iguales a 1,000 respectivamente y son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos

los datos para cada diseño y para cada calicata siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 16

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de			
		Levene	g1	g2	Sig.
Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 1	Se basa en la media	1,439	3	8	,302
	Se basa en la mediana	1,439	3	8	,302
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,439	3	4,053	,355
	Se basa en la media recortada	1,439	3	8	,302
Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 2	Se basa en la media	1,003	3	8	,440
	Se basa en la mediana	,338	3	8	,799
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,338	3	4,464	,800
	Se basa en la media recortada	,948	3	8	,462
Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 3	Se basa en la media	,524	3	8	,678
	Se basa en la mediana	,524	3	8	,678
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,524	3	6,071	,682
	Se basa en la media recortada	,524	3	8	,678

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que los valores de significancia (sig) de 0.302, 0.440 y de 0.678 para las diferentes calicatas son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la Hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños para cada calicata.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

Tabla 17

Prueba de ANOVA de un factor para el %OCH de las calicatas 1, 2 y 3

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 1	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,121	8	,015		
	Total	,121	11			
Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 2	Entre grupos	,018	3	,006	,087	,965
	Dentro de grupos	,557	8	,070		
	Total	,575	11			
Optimo Contenido de Humedad de la Calicata 3	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,772	8	,097		
	Total	,772	11			

Los resultados de la prueba ANOVA indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que los valores sig de la prueba entre diseños para cada calicata son mayores a 0.05, esto es, no existe diferencias significativas entre la media del % del OCH del diseño natural con respecto a la media del % OCH de los diseños experimentales, por lo tanto, concluimos con un nivel de significancia del 5% que, el uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% no mejorará el óptimo contenido de

humedad de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

Para el **cuarto objetivo**, nos pide determinar el dominio de densidad máxima de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

Hipótesis específica 4

- **Hipótesis Nula (H₀):** El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% no mejorará la densidad máxima de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

$$\mu_{DSM1} = \mu_{DSM2} = \mu_{DSM3} = \mu_{DSM_natural}$$

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará la densidad máxima de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{DSM_i} \neq \mu_{DSM_natural}$$

i= diseño experimental 1, 2, 3

Donde μ_{DSM} , es la media de la DSM

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta del **DSM** es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor con tres niveles de tipo categórica ordinal que representa el tipo de diseño y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta y a través de ello realizar un comparativo entre los diseños, entonces estamos hablando

de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto significativo tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk debido a que las muestras son pequeñas de tamaño igual a tres y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplica la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Regla de decisión

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

El valor de significancia es la probabilidad de cometer el error tipo 1 (rechazar la hipótesis nula, siendo ésta cierta) y que el investigador está dispuesto a asumir.

Datos

Los datos de la DSM para todos los diseños se muestran en la tabla 9, 10 y 11 donde el tamaño de la muestra para cada diseño es igual a 3.

Tabla18

Densidad Seca Máxima de la Calicata 1

Descripción	Densidad Seca Máxima
Suelo Natural	1.879
Suelo Natural	1.798
Suelo Natural	1.960
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.850
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.879
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.908
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.835
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.923
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.879
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.879
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.879
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.879

Tabla 19

Densidad Seca Máxima de la Calicata 2

Descripción	Densidad Seca Máxima
Suelo Natural	1.965
Suelo Natural	1.892
Suelo Natural	1.819
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.609
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	2.175
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.892
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	2.149
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.892
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.635
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.892
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.654
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	2.130

Tabla 20

Densidad Seca Máxima de la Calicata 3

Descripción	Densidad Seca Máxima
Suelo Natural	1.898
Suelo Natural	1.965
Suelo Natural	1.831
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.66
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	2.136
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.898
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	2.153
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.898
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.643
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	2.120
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.676
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	1.898

Prueba del supuesto de Normalidad para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 21

Prueba del supuesto de Normalidad para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3

Pruebas de normalidad								
	DISEÑO	Kolmogorov- Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Densidad Seca Máxima de la Calicata 1	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
Densidad Seca Máxima de la Calicata 2	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
Densidad Seca Máxima de la Calicata 3	Diseño Natural	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño1 al 4% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño2 al 8% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	
	Diseño3 al 12% de C.H.B.	,175	3	.	1,000	3	1,000	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad, los valores de significancia (sig) de Shapiro Wilk para todos los diseños son iguales a 1.000 respectivamente y son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño y para cada calicata siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 22

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Densidad Seca Máxima de la Calicata 1	Se basa en la media	1,903	3	8	,208
	Se basa en la mediana	1,903	3	8	,208
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,903	3	3,672	,280
	Se basa en la media recortada	1,903	3	8	,208
Densidad Seca Máxima de la Calicata 2	Se basa en la media	,693	3	8	,581
	Se basa en la mediana	,693	3	8	,581
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,693	3	6,181	,588
	Se basa en la media recortada	,693	3	8	,581
	Se basa en la media	,686	3	8	,585

	Se basa en la mediana	,686	3	8	,585
Densidad Seca Máxima de la Calicata 3	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,686	3	6,227	,592
	Se basa en la media recortada	,686	3	8	,585

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que los valores de significancia (sig) de 0.208, 0.581 y 0.585 para las diferentes calicatas son mayores a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños para cada calicata.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

Tabla 23

Prueba de ANOVA de un factor para la DSM de las calicatas 1, 2 y 3

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Densidad Seca Máxima de la Calicata 1	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,019	8	,002		
	Total	,019	11			
Densidad Seca Máxima de la Calicata 2	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,416	8	,052		
	Total	,416	11			
Densidad Seca Máxima de la Calicata 3	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,351	8	,044		
	Total	,351	11			

Los resultados de la prueba ANOVA indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para no aceptar la hipótesis del investigador, debido a que los valores sig de la prueba entre diseños para cada calicata son mayores a 0.05, esto es, no existe diferencias significativas entre la media de la DSM del diseño natural con respecto a la media de la DSM de los diseños experimentales, por lo tanto, concluimos con un nivel de significancia del 5% que, el uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% no mejorará la densidad seca máxima de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.

Para el **quinto objetivo**, nos pide determinar la influencia del costo-beneficio en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.

En este caso se realizará un Análisis de Precios Unitario para obtener el costo de la ceniza de hoja de brócoli

Tabla 24

Análisis de Precios Unitario

Cenizas de hoja de brócoli							
Rendimiento	50	kg/día				Costo total	0.73
Mano de obra	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	total		
Peón	hh	0.10	0.02	10.00	0.16	0.16	
EQUIPOS							
Herramientas manuales	%MO		0.05	0.16	0.17		
Incineración	hm	0.50	0.08	5.00	0.40	0.57	

Tabla 25

Presupuesto de la adición del suelo arcilloso

Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Sub Total
Suelo Natural + 4% Cenizas de Hoja de Brócoli	Kg	0.18	s/. 0.73	s/. 0.13
Suelo Natural + 8% Cenizas de Hoja de Brócoli	Kg	0.37	s/. 0.73	s/. 0.27
Suelo Natural + 12% Cenizas de Hoja de Brócoli	Kg	0.55	s/. 0.73	s/. 0.40

Como se puede observar en la tabla 25 los suelos naturales con adición de ceniza de hoja de brócoli son más costosa pero este costo adicional será compensado con la mejora de las propiedades fisicomechanicas del suelo a nivel subrasante.

CAPITULO 4: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

4.1. Discusiones

Se presenta resultados de la investigación respecto al **primer objetivo** que el **procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%**, por lo cual se toma los resultados de **Barragán & Cuervo (2019)**, que se describe de la siguiente manera, se procede a recolectar el arroz de variedad blanco para ser llevado al lavado, limpiado y secado al aire libre posterior a ello se tostará para después ser retirado las cascará de arroz. Para finalizar será quemado a fuego libre por el periodo de 15 a 24 hrs, , en cambio los resultados obtenidos por la presente tesis son distintos porque en el trabajo tomado como referencia utiliza la ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanca y en la presente tesis se utiliza ceniza de hojas de brócoli, se utilizará EPPs correspondientes para evitar el mal olor, daños de manos o espalda como también se utilizará bolsas blancas o costalillos para ser transportado, posterior a esto se realizará el sacado de hojas de brócoli más sanos posibles para ser limpiados, lavado y secado para ser llevados al laboratorio y ser incinerado. En un recipiente metálico será llenado con hojas de brócoli y posterior a ello serán introducidos a un horno por más de 72 horas para obtener la ceniza.

Se presenta resultados de la investigación respecto al **segundo objetivo** que **la influencia en el CBR para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%**, por lo cual se toma los resultados de **Ramírez (2022)**, que se describe de la siguiente manera, el tipo de metodología empleada es aplicada, de diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por 1.5 Km. de la subrasante de la carretera Andahuaylas-Kishuara. La muestra fue de 2 calicatas. Se evidencia que hay resultados favorables en las calicatas C-1 y C-2, obteniendo mejores resultados en C-2 al adicionar 14% de cenizas de tusa de maíz: donde el IP y OCH disminuyeron en 26.47% y 5.60%; y la MDS y CBR

incrementaron en 22.65% y 87.23%. Concluyendo que la adición de cenizas de tusa de maíz en el suelo afecta positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, en cambio los resultados obtenidos por la presente tesis son distintos porque en el trabajo tomado como referencia utiliza la ceniza de tusa de maíz y en la presente tesis se utiliza ceniza de hojas de brócoli, los resultados fueron positivos ya que para la calicata 1 tuvo un incremento mayor SN + 12% de ceniza de hoja de brócoli 13.09%, para la calicata 2 tuvo un incremento mayor SN + 12% de ceniza de hoja de brócoli 16.00% y para la calicata 3 tuvo un incremento mayor SN + 12% de ceniza de hoja de brócoli 17.60%.

Se presenta resultados de la investigación respecto al **tercer objetivo** que es **el dominio del óptimo contenido de humedad de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%**, por lo cual se toma los resultados de **Rimachi & Sánchez (2019)**, que se describe de la siguiente manera, para ello siguiendo la norma (ASTM - D1557), Proctor Modificado, se realizaron estudios donde la muestra del patrón nos indica la humedad óptima de 5.30 %, al adicionar la ceniza de cáscara de coco, aumenta en los porcentajes 0.5%, 1.5% hasta el 3% de forma progresiva, obteniendo resultados con el 3% de ceniza de cascara de coco mediante el Proctor Modificado, una humedad óptima baja 6.70%, pero también al adicionar la ceniza cáscara de coco al 5% donde la humedad óptima aumenta 9.10%, por otro lado al adicionar la ceniza de cáscara de coco al 8% en el Proctor Modificado su humedad óptima baja 8.50%, en cambio los resultados obtenidos por la presente tesis son distintos porque en el trabajo tomado como referencia utiliza la ceniza de cascara de coco y en la presente tesis se utiliza ceniza de hojas de brócoli, se obtuvieron resultados iguales para el suelo natural y con adición de 4%, 8% y 12% de ceniza de hoja de brócoli por calicata esto quiere decir que para la calicata 1 tuvo 12.7%, calicata 2 tuvo 12.3% y para la tercera calicata tuvo 12.5%

Se presenta resultados de la investigación respecto al **cuarto objetivo** que es **la densidad máxima de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%**, por lo cual se toma los resultados de **Barragán & Cuervo (2019)**, que se describe de la siguiente manera, el contenido de 1% de adición de CCA al suelo areno arcilloso tiene una incidencia en el incremento de su resistencia pero no es suficiente para elevarla significativamente teniendo en cuenta el valor mínimo de CBR admitido por el INVIAS para que la subrasante no sea intervenida y necesite estabilización, ya que el CBR de la muestra con la adición del 1% de CCA es de 1,9 con respecto al de la muestra natural el cual es 1,6 aumentando solo un 19%. La adición de la ceniza de cascara de arroz al 1% agregada a la muestra de suelo areno arcillosa disminuyó la densidad máxima seca en un 0,7% pasando de 1,726 gr/cm³ a 1,714 gr/cm³, en cambio los resultados obtenidos por la presente tesis son distintos porque en el trabajo tomado como referencia utiliza la ceniza de cascara de arroz de la variedad blanco y en la presente tesis se utiliza ceniza de hojas de brócoli, se obtuvieron resultados iguales para el suelo natural y con adición de 4%, 8% y 12% de ceniza de hoja de brócoli por calicata esto quiere decir que para la calicata 1 tuvo 1.879 gr/cm³, calicata 2 tuvo 1.892 gr/cm³ y para la tercera calicata tuvo 1.898 gr/cm³.

Se presenta resultados de la investigación respecto al **quinto objetivo** que es **la influencia del costo - beneficio en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%**, por lo cual se toma los resultados de **Andaluz López (2022)**, que se describe de la siguiente manera, se realizaron ensayos in situ como son: Pozo a Cielo Abierto y Densidad de campo (Método del Cono y Arena de Ottawa) y ensayos en laboratorio como son: Contenido de humedad, Granulometría, Gravedad específica, Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Al realizar los ensayos de Proctor modificado y CBR se utilizó muestras de suelo mezcladas

con ceniza de cáscara de arroz en porcentajes de 0, 1, 3, 5 y 8. Al obtener los valores de CBR se realizó una comparación entre dos diseños de pavimentos flexibles, donde el primer diseño ocupó el valor de CBR de suelo natural y el segundo diseño ocupó el valor de CBR de suelo estabilizado, pero al realizar el análisis económico se observó que hubo un incremento del 26.41% del costo total cuando se añadió la ceniza de cáscara de arroz al suelo de subrasante, en cambio los resultados obtenidos por la presente tesis son distintos porque en el trabajo tomado como referencia utiliza la ceniza de cascara de arroz y en la presente tesis se utiliza ceniza de hojas de brócoli, se obtuvieron resultados positivos ya que el SN + 4% de ceniza de hoja de brócoli: S/. 0.13, SN + 8% de ceniza de hoja de brócoli: S/. 0.27 y SN + 12% de ceniza de hoja de brócoli: S/. 0.40. pero estos costos son compensados por la mejora de las propiedades físico mecánicas de la subrasante de los suelos.

4.2. Conclusiones

Para el **primer objetivo**, en el trabajo de investigación se calculó que la adición de ceniza de hojas de brócoli describir el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%, se utilizará EPPs correspondientes para evitar el mal olor, daños de manos o espalda como también se utilizará bolsas blancas o costalillos para ser transportado, posterior a esto se realizará el sacado de hojas de brócoli más sanos posibles para ser limpiados, lavado y secado para ser llevados al laboratorio y ser incinerado. En un recipiente metálico será llenado con hojas de brócoli y posterior a ello serán introducidos a un horno por más de 72 horas para obtener la ceniza.

Para el **segundo objetivo**, en el trabajo de investigación se calculó que la adición de ceniza de hojas de brócoli influye positivamente en el CBR para para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%, el cual se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 26

CBR para la calicata 1

Calicata	0.1”		0.2”	
	CBR al 100% de MDS	CBR al 95% de MDS	CBR al 100% de MDS	CBR al 95% de MDS
Suelo Natural	30.01%	21.90%	38.90%	27.70%
SN + 4% de CHB	34.80%	25.30%	45.00%	32.00%
SN + 8% de CHB	38.50%	28.00%	49.70%	35.40%
SN + 12% de CHB	43.10%	31.40%	55.70%	39.60%

Tabla 27

CBR para la calicata 2

Calicata	0.1”		0.2”	
	CBR al 100% de MDS	CBR al 95% de MDS	CBR al 100% de MDS	CBR al 95% de MDS
Suelo Natural	31.90%	23.20%	41.20%	29.30%
SN + 4% de CHB	35.90%	26.10%	46.40%	32.90%
SN + 8% de CHB	40.00%	29.00%	51.70%	36.70%
SN + 12% de CHB	44.30%	32.20%	57.20%	40.70%

Tabla 28

CBR para la calicata 3

Calicata	0.1”		0.2”	
	CBR al 100% de MDS	CBR al 95% de MDS	CBR al 100% de MDS	CBR al 95% de MDS
Suelo Natural	29.20%	21.20%	37.70%	26.80%
SN + 4% de CHB	33.80%	24.50%	43.70%	31.00%
SN + 8% de CHB	38.10%	27.60%	49.20%	34.90%
SN + 12% de CHB	42.80%	31.00%	55.30%	39.20%

Como se puede observar en las tablas 26, 27 y 28 menciona que la Suelo Natural con adición del 12% de ceniza de hoja de brócoli una diferencia de: calicata 1 de 16.80%, calicata 2 de 16.00% y para la calicata 3 de 17.60% con referente al suelo natural.

Para el **tercer objetivo**, en el trabajo de investigación se calculó que la adición de ceniza de hojas de brócoli no mejora el contenido de humedad óptimo para la subrasante de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%, ya que tanto para el suelo natural como con adición de ceniza de hoja de brócoli son iguales, para la calicata 1 es de 12.70%, para la calicata 2 es de 12.30% y para la calicata 3 es de 12.50%.

Para el **cuarto objetivo**, en el trabajo de investigación se calculó que la adición de ceniza de hojas de brócoli no mejora la densidad seca máxima para la subrasante de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%, ya que tanto para el suelo natural como con adición de ceniza de hoja de brócoli son iguales, para la calicata 1 es de 1.879gr/cm³, para la calicata 2 es de 1.892 gr/cm³ y para la calicata 3 es de 1.898 gr/cm³.

Para el **quinto objetivo**, en el trabajo de investigación se calculó que la adición de ceniza de hojas de brócoli, es más costosa en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12%, ya que para el SN + 4% de ceniza de hoja de brócoli: S/. 0.13, SN + 8% de ceniza de hoja de brócoli: S/. 0.27 y SN + 12% de ceniza de hoja de brócoli: S/. 0.40. pero estos costos son compensados por la mejora de las propiedades físico mecánicas de la subrasante de los suelos.

REFERENCIAS

Andaluz López, R. S. (2022). *ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN SUELOS FINOS DE SUBRASANTE*. Ambato, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

CAAMAÑO MURILLO, I. A. (2016). *MEJORAMIENTO DE UN SUELO BLANDO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE ARROZ Y SU EFECTO EN EL MÓDULO RESILIENTE*. 2016, Colombia: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.

COBOS MOLINA, M. A., ORTEGON RAMIREZ, C. T., & PERALTA ZARRATE, J. C. (2019). *CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADOS CON CENIZAS PROVENIENTES DE CÁSCARA DE COCO Y CISCO DE CAFÉ*. IBAGUÉ, Colombia: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

ESPINO MARQUEZ, Y. M. (2021). *ADICIÓN DE CENIZA DE MADERA DE FONDO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS Y SU APLICACIÓN A SUBRASANTE*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana los Andes.

García Cisneros, A. M., & Ludeña Cardenas, W. F. (2022). *Adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho*, 2022. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.

Gutiérrez Jiménez, Y. E. (2016). *Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo*. Guayaquil, Ecuador: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL.



- Mendoza Rangel, J., & Ojeda Farías. (2017). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista ALCONPAT*, 194-208.
- Ramirez Inca, K. E. (2022). *Mejoramiento de la subrasante con adición de cenizas de tusa de maíz en la carretera Andahuaylas-Kishuara, Apurimac-2022*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- RIMACHI PARIONA, I., & SÁNCHEZ RUIZ, R. F. (2019). *Estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, a nivel de subrasante en el sector de Lampanin Distrito de Cáceres del Perú Provincia del Santa, Ancash – 2019*. Chimbote, Perú: Universidad César Vallejo.
- Rodríguez. (2004).
- Roque Bustinza, Y. R. (2022). *Adición de ceniza de avena forrajera para el mejoramiento de subrasante en la Av. Humberto Aguirre – José Domingo Choquehuanca*. Puno, Perú: Universidad César Vallejo.
- Vilca Yucra, A. (2022). *Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera vía Altoqosqo, Cusco, 2022*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- YEPEZ CCAMA, D. (2021). *EFECTO DE BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA) POR FERTIRRIEGO EN CONDICIONES DE FITOTOLDO DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO*. Cusco, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOMECAÑICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE BROCOLI PARA VÍA AUXILIAR IZQUIERDA AVENIDA FÉLIX CÁRDENAS KM148+685 – HUACHO –REGION LIMA 2023.					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables $y=f(x)$	Indicadores	Diseño de la investigación
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera influye la adición de ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% en las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda avenida Félix Cárdenas km148+685 – Huacho – Región Lima 2023?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Realizar un análisis de las propiedades físicas y mecánicas para la subrasante de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.</p>	<p>Variable dependiente (y):</p> <p>Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes de los suelos.</p> <p><u>DIMENSIONES</u></p> <p>D1. Propiedades del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Densidad máxima seca Óptimo contenido de humedad CBR 	<p>Tipo: Investigación Aplicada.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: Experimental.</p> <p>En tiempo: Transversal</p>
<p>Problema Específico:</p> <p>¿Cuál fue el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% como adición a la subrasante para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?</p> <p>¿Cuál es la influencia en el CBR para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?</p> <p>¿Cuál es la influencia en el óptimo contenido de humedad de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?</p> <p>¿Cuál es la influencia en la densidad máxima de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?</p> <p>¿Cuál es la influencia la influencia del costo-beneficio en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023?</p>	<p>Objetivo Específico:</p> <p>Describir el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% como adición a la subrasante para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p> <p>Determinar la influencia en el CBR para subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p> <p>Determinar el dominio del óptimo contenido de humedad de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p> <p>Determinar el dominio de densidad máxima de subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p> <p>Determinar la influencia del costo-beneficio en subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli al 4%, 8% y 12% para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p>	<p>Hipótesis Específica:</p> <p>Es óptimo el procedimiento para la obtención de cenizas de hojas de brócoli como al 4%, 8% y/o 12% a la adición subrasante en la calzada auxiliar izquierda de la avenida Félix Cárdenas en la carretera panamericana norte km 148+685, Huacho - Región Lima 2023.</p> <p>El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el CBR de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.</p> <p>El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará el óptimo contenido de humedad de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.</p> <p>El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% sí mejorará la densidad máxima de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.</p> <p>El uso de la ceniza de hojas de brócoli al 4%, 8% y/o 12% influenciará de manera positiva en el costo, como adición de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar izquierda de la Av. Félix Cárdenas Km148+685 – Huacho –Región Lima 2023.</p>	<p>Variable independiente (f(x)): Adición al 4%, 8% y 12% de cenizas de hoja de brócoli.</p> <p><u>DIMENSIONES</u></p> <p>D1: Tipos de suelos</p> <p>D2: Porcentaje de ceniza</p> <p>D3: Análisis de ceniza de hoja de brócoli</p>	<ul style="list-style-type: none"> Granulometría Volumen Composición química Perdida de calcinación Peso de la ceniza de brócoli Cantidad de ceniza 	

Anexo 2: Ensayo de Laboratorio.

	<p>Tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685".</p>	
---	--	--

1. Recepción de muestras y ensayos en laboratorio

Se recibieron las muestras de suelo provenientes de las calicatas excavadas, por lo que se procedió a realizar los ensayos mostrados a continuación en la tabla N°01.

Tabla N°01

ENSAYOS DE LABORATORIO	NTP	Manual ensayo de materiales	ASTM
Cuarteo	NTP 339.089	MTC E 105	ASTM C 702
Análisis granulométrico por tamizado	NTP 339.128	MTC E 107	ASTM D422
Determinación del contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127	MTC E 108	ASTM D 2216
Determinación del límite líquido de los suelos	NTP 339.129	MTC E 110	ASTM D 4318
Determinación del límite plástico de los suelos e índice de plasticidad	NTP 339.129	MTC E 115	
Compactación de suelos utilizando una energía modificada	NTP 339.141	MTC E 115	ASTM D 1557
C.B.R de suelos	NTP 339.145	MTC E 132	ASTM D 1883

Nota. Fuente propia.

1.1. Ensayo de cuarteo

Siguiendo los lineamientos de la NTP 339.089 "obtención en laboratorio de muestras representativas (Cuarteo)" se procedió a esparcir el material sobre una superficie lisa y dejándola secar al aire libre, además de desmenuzar el material, deshaciendo los terrones existentes en la muestra.

Posterior a esto, el material se coloca de forma cónica, dándole base circular. Finalmente, el material se divide en 4 partes, seleccionando las partes opuestas diagonalmente.

1.2. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado

Tras la recepción de las muestras provenientes de las 03 calicatas excavadas se procedió a hacer el ensayo de granulometría por tamizado, obteniendo que según su clasificación SUCS el suelo pertenece a una arena limosa (C-1, C2), arena mal graduada (C3) y grava bien graduada con limos para la subrasante, mientras que por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) es A-4 (1), A-2-4 (0), A-1-a (0) para C1, C2, C3 y subrasante respectivamente.

1.3. Ensayo de determinación del contenido de humedad

Procediendo los lineamientos del manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del 2016, se determinó el contenido de humedad del material, dando como resultado un 2.7%, 5.9%, 1.8% y 1.8% de la calicata 1, 2 y 3 y subrasante respectivamente.

SEICAN S.A.C.
RUC: 2060164964
JORGE ELIT SILVA RAMIREZ *
TÉRMINO LABORATORIO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.
RUC: 2060164964
[Firma]
ZULEYKA ESCOBEDO ENRIQUETA
MAG. EN INGENIERÍA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
Nº CIP: 1465040

SEICAN S.A.C.
RUC: 2060164964
DOCUMENTO CONTROLADO

	<p>Tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685".</p>	<p>9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722</p>
--	--	--

1.4. Ensayo de límites de consistencia

El procedimiento fue realizado siguiendo los lineamientos de la norma técnica Peruana NTP 339.129, en la cual menciona los pasos a seguir para determinar los tres límites de consistencia usados en la ingeniería, el límite líquido y plástico; posterior a esto se determina también el índice de plasticidad.

Dichos límites de consistencia representan el contenido de humedad expresado en porcentaje, para el cual el suelo se encuentra entre el estado líquido – plástico y plástico – semisólido, para los límites líquidos y plásticos respectivamente.

Posteriormente, se calcula el índice de plasticidad, el cual representa un rango de contenido de humedad en el cual el material se comporta plásticamente.

Por consiguiente, los resultados se muestran en la tabla N°02.

Tabla N°02

Calicata	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
C-1	22	-	NP
C-2	-	-	NP
C-3	-	-	NP
SUBRASANTE	-	-	NP

Nota. Fuente propia.

1.4.1. Clasificación SUCS

Según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) ASTM D2487, el material corresponde a arenas y grava para la subrasante, su clasificación se observa en la imagen N°01.

Imagen N°01

<p>Arenas El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla No. 4</p>	<p>Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200</p>	$C_u \geq 6$ y $1 < C_c \leq 3$	SW	Arena bien graduada
	<p>Arenas con finos Más del 12% pasa la malla No. 200</p>	$C_u < 6$ y $1 > C_c > 3$	SP	Arena mal graduada
		IP ≤ 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo	
	Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla	

Nota. Modificado de sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) ASTM D2487.

Debido a que no presenta límite líquido y plástico, no se puede graficarlos en la carta de plasticidad.

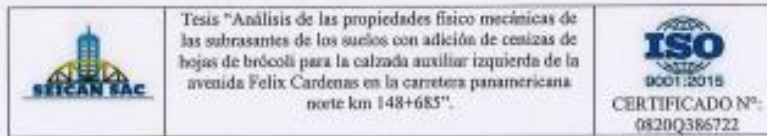
SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684

JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684

ZUMRETA ESTEBAN ENRIQUE
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y FUNDACIONES
N° CIP: 146060

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO



1.4.2. Clasificación AASHTO

Según la clasificación dada por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) el suelo se clasifica en A-4 (1), A-2-4 (0), A-1-a (0) para C1, C2, C3 y subrasante respectivamente. Según lo detallado en la tabla N°03, el índice de grupo del material de estudio está clasificado para un suelo de subrasante muy bueno.

Tabla N°03

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG>9	Muy pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy bueno

Nota. Fuente: AASHTO

Imagen N°01

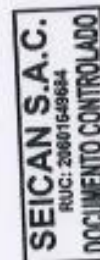
Clasificación general	Suelos granulares 20% máximo que pasa por tambo de 0.075 mm (N° 200)						Suelos finos más de 20% que pasa por el tambo de 0.075 mm (N° 200)					
	A-1	A-1.5	A-2	A-2.4	A-2.5	A-2.6	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	
Índice granulométrico % que pasa por el tambo de:												
2 mm (N° 10)	max 20											
4.75 mm (N° 40)	max 30	max 50	min 11									
75 mm (N° 200)	max 15	max 25	max 10	max 35	max 35	max 35	max 20	min 30	min 30	min 30	min 30	min 30
Características de la fracción que pasa al 0.075 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tambo (N° 40)												
U: Límite de Líquido				max 40	min 41	max 40	min 41	max 40	Min 41	max 41	min 41	min 41
P: Índice de Plasticidad	min 1	max 6	IP	max 10	max 10	min 11	max 11	max 11	max 11	min 11	min 11	min 11
Tipo de material	Piedras, grava y arena		Arenas finas	Gravas y arenas limpias y arenosas			Suelos limpios		Suelos arcillosos			
Estimación general del suelo sobre sub rasante	Cemento a tierra						Regala a nivel fuerte					

Nota. Fuente: Extraído de AASHTO M145

1.5. Ensayo de compactación de suelos (Sin adición de mezcla)

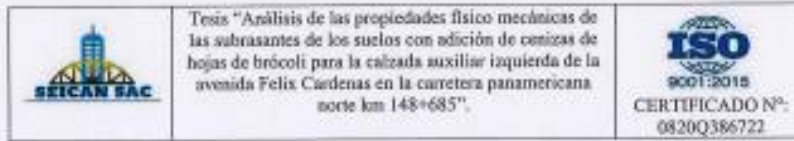
El ensayo de compactación de suelos en laboratorio usando una energía modificada se realizó siguiendo el lineamiento establecido del manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, junto con la norma técnica peruana NTP 339.141. Dicho manual menciona tres procedimientos de compactación, los cuales dependen del tamaño del agregado a utilizar.

Para determinar el método que se seguirá se procede a observar los porcentajes de material retenido en la malla 4.75mm (Malla N.º04), en donde el resultado es 0%, por lo que se debe seguir el método A de compactación, el cual menciona su uso cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N.º4. Se indica el uso del molde de 4" de diámetro, en el que se coloca el material a través de 5 capas, cada una compactada con 25 golpes.



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601549684
JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601549684
ZUMETA 23, C/ LOS OLIVOS, SAN JUAN DE LOS RIOS, HUACHO
N° CIP: 146000



Cabe mencionar que el procedimiento se realizará en repetidas ocasiones, cada una con un contenido de humedad distinto, con la finalidad de establecer una relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua del material. Al graficar estos valores en la curva de compactación descrita en las normativas mencionadas con anterioridad se determina el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del suelo, cuyos valores son el pico representativo en la curva.

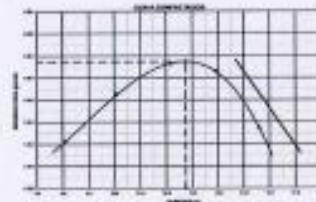
Para concluir, los resultados obtenidos de densidad seca máxima y contenido de humedad de las tres muestras ensayadas (Aún sin adición de mezcla) se muestran en la tabla N°04 y las curvas de compactación en la imagen N°03, 04, 05 Y 06.

Tabla N°04

Calicata	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-1 – E01	1.879	12.7
C-2 – E01	1.892	12.3
C-3 – E01	1.898	12.5
Subrasante	2.144	7.2

Nota. Fuente propia.

Imagen N°02. Curva de compactación C-1.

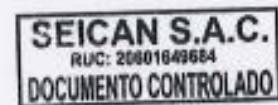


Nota. Fuente propia.

Imagen N°03. Curva de compactación C-2.



Nota. Fuente propia.



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
JORGE ELIY SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
YUMAYTA ESCOBARDO ASESOR TECNICO
SEICAN S.A.C. MAESTRO SUELOS Y FUNDACIONES
N° CIP: 146692

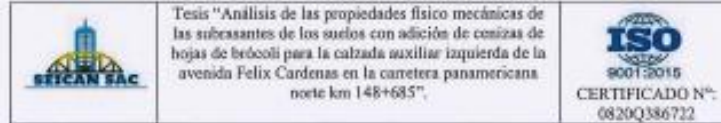
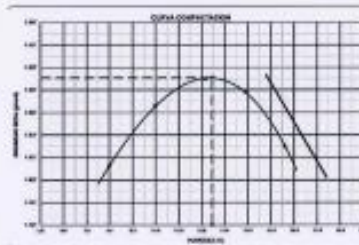
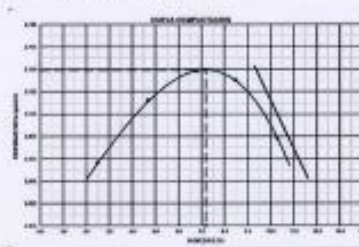


Imagen N°04. Curva de compactación C-3.



Nota. Fuente propia.

Imagen N°06. Curva de compactación Subrasante.



Nota. Fuente propia.

1.6. Ensayo de CBR de suelos

El procedimiento denominado valor de la relación de soporte o CBR (California Bearing Ratio) es realizado en laboratorio con valores de humedad y densidad previas. La finalidad de este ensayo es evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base. Se toma como referencia el manual de ensayo de materiales 2016 (MTC E. 132) junto con la ASTM D 1883.

Se prepara la mezcla en condiciones de humedad, luego se procede a la compactación del material en el molde de 6" y 4" de diámetro, con un collarín, tal como indica el manual de ensayo de materiales (2016).

Cabe recalcar, que la capacidad de un pavimento flexible para transmitir cargas de modo eficiente dependerá de la densidad del suelo de subrasante y de la fricción interna entre partículas.

Para finalizar, la muestra en este determinado ensayo es simulada en sus condiciones más críticas, por lo que luego de compactada en el molde es llevada a una poza de agua, en donde estará sumergido por un periodo de 04 días, con una sobrecarga que simula el peso del pavimento que actuará sobre el material. Los resultados de los ensayos de CBR se muestran en la tabla N°05.

SEICAN S.A.C.
RUC: 2060164964
DOCUMENTO CONTROLADO

SEICAN S.A.C.
RUC: 2060164964
JORGE ELIT SILVA RAMÍREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.
RUC: 2060164964
ALBERTO ENRIQUE TORO
INGENIERO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
N° 148000



	<p>Tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685".</p>	 ISO 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	--	--

Tabla N°05

Calicata	CBR al 100% - 0.1"	CBR al 100% - 0.2"
C-1 (1)	30.1	38.9
C-2 (2)	31.9	41.2
C-3 (3)	29.2	37.7
Subrasante (4)	53.2	68.7

Nota. Fuente propia

Gráfica 02



Nota. Fuente propia.

2. Diseño con adición



2.1. Cantidades requeridas

La proporción de la ceniza de hoja de brócoli será 4, 8 y 12%, porcentajes que serán añadidos y analizados por cada calicata.

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
Jorge Elit Silva Ramirez
JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS

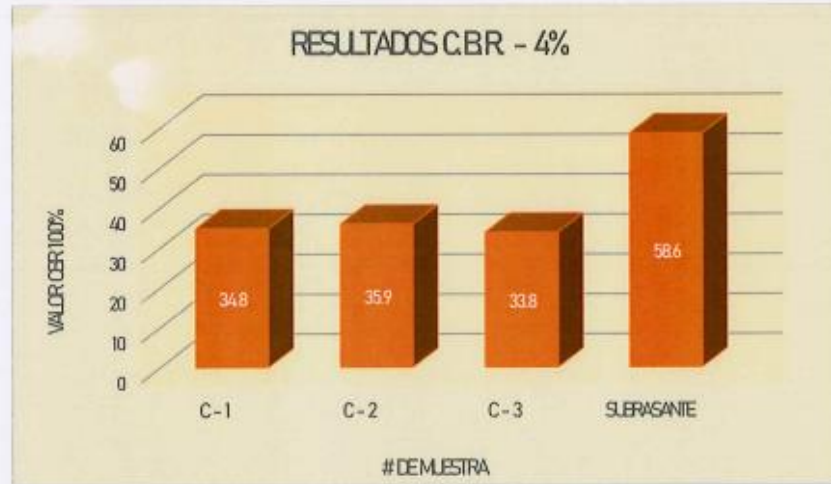
SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
ZELINA META ESPINOZA ENER IVAN
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
N° CIP: 146060

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

	<p>Tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685".</p>	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	--	---

2.2. Diseño de mezcla

Gráfico N°03.- Resultados de CBR – Diseño 01



Nota. Fuente propia.

Gráfico N°04.- Resultados de CBR – Diseño 02



Nota. Fuente propia

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684

JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684

ZUMETA ESCOBEDO ENER IVAN
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
N° CIP: 146060



	<p>Tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685".</p>	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	--	---

Gráfico N°05.- Resultados de CBR – Diseño 03



Nota. Fuente propia.

Por lo observado en las gráficas 03, 04 y 05 se puede observar un aumento considerable del valor de CBR, el cual representa una potencial mejora en la resistencia de subrasante, subbase y base en carreteras, logrando así hacer de estos aditivos como una opción viable en cuanto a costos operativos en los procesos constructivos.

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN
ING CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
N° CIP: 146060

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



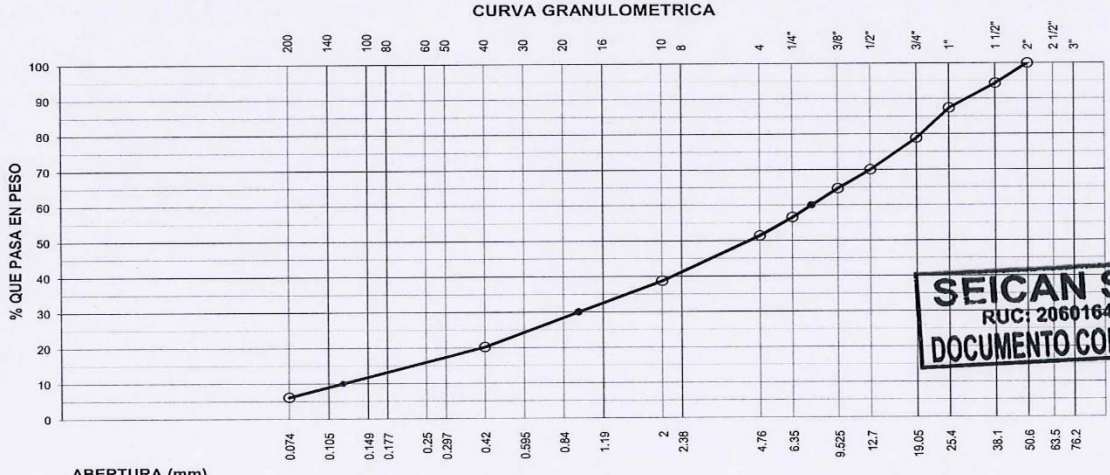





ENSAYOS DE LABORATORIO

SUBRASANTE

TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685”.

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-01						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2016	Revisión: 01						
		Fecha: 02/01/2023						
		Página: 1 de 1						
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685							
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN						
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA						
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo	: -	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1						
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez						
Calicata	: SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 05/01/23						
Estrato	: E-01	Lado: -						
Prof. (m)	: -							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2016								
TAMICES		MATERIAL RETENIDO		MATERIAL QUE PASA (%)		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Pulg.	mm	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	MIN. (%)	MAX. (%)		
3"	76.20							PESO INICIAL : 9937.0 g
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS : 525.0 g
2"	50.80				100.0			% DE HUMEDAD : 1.8
1 1/2"	38.10	564.0	5.7	5.7	94.3			TAMAÑO MAXIMO : 2"
1"	25.40	684.0	6.9	12.6	87.4			% DE GRAVA : 48.6
3/4"	19.05	841.0	8.5	21.1	78.9			% DE ARENA : 45.3
1/2"	12.70	886.0	8.9	30.0	70.0			% PASANTE Nº 200 : 6.1
3/8"	9.53	531.0	5.3	35.3	64.7			L.L. : -
1/4"	6.35	803.0	8.1	43.4	56.6			L.P. : -
Nº 4	4.75	515.0	5.2	48.6	51.4			I.P. : NP
Nº 8	2.36							
Nº 10	2.00	129.9	12.7	61.3	38.7			CLASIFIC. SUCS : GW-GM
Nº16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-1-a (0)
Nº 20	0.85							D ₁₀ 0.120 C _u 62.94
Nº 30	0.60							D ₃₀ 0.960 C _c 1.02
Nº 40	0.42	189.2	18.5	79.8	20.2			D ₆₀ 7.528
Nº 50	0.30							OBSERVACIONES:
Nº 60	0.25							
Nº 80	0.18							
Nº 100	0.15							
Nº 140	0.11							
Nº 200	0.074	144.2	14.1	93.9	6.1			
BANDEJA		61.7	6.0	99.9				
CURVA GRANULOMETRICA								
								
								
ELABORADO POR:			APROBADO POR:			APROBADO POR:		
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELT SILVA RAMIREZ <small>TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small>			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>		
TÉCNICO DE LABORATORIO			ING. ESPECIALISTA			ING. RESIDENTE		

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-02	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO** : SEICAN

SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO** : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA



Tramo : -	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1
Progresiva : Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez
Calicata : SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 05/01/23
Estrato : E-01	Lado: -
Prof. (m) : -	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2016

Nº RECIPIENTE		1	2	
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE (g)		5884.5	5851.5	
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE (g)		5773.6	5760.5	
PESO DEL AGUA (g)		110.9	91.0	
PESO DEL RECIPIENTE (g)		Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
PESO DEL SUELO SECO (g)		5773.6	5760.5	
HUMEDAD (%)		1.9	1.6	
PROMEDIO (%)		1.8		

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-03	 ISO 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40 (MTC E110, MTC E111)	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685
---------------------------	---

CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO	: SEICAN
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO	: LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Tramo	: -	N° de Registro	: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por	: Jorge Silva Ramirez
Calicata	: SUBRASANTE	Fecha de Ensayo	: 05/01/23
Estrato	: E-01	Lado	: -
Prof. (m)	: -		

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

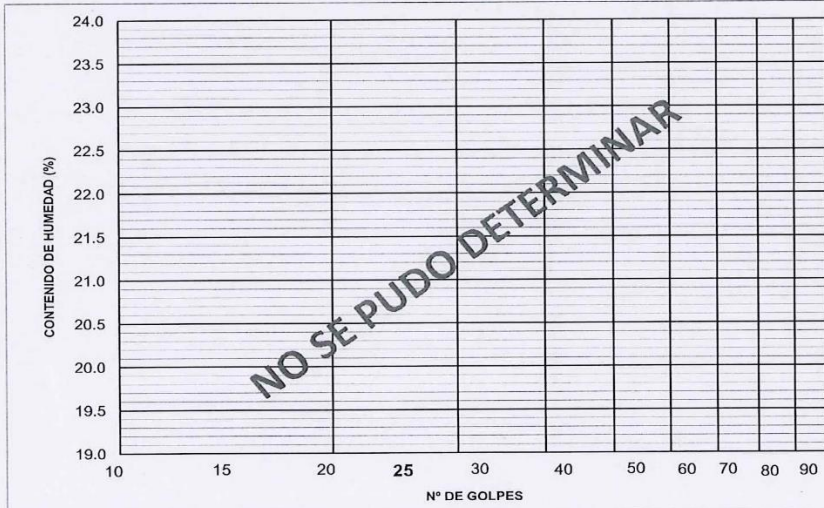
LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2016					
NÚMERO DE GOLPES, N					
N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (%)					

NO SE PUDO DETERMINAR

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2016

N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (%)	NP	NP	NP		

NO SE PUDO DETERMINAR



LL =	-
LP =	-
I. P. =	NP

OBSERVACIONES:

NO PRESENTA

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ <small>TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-004	
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO :** SEICAN

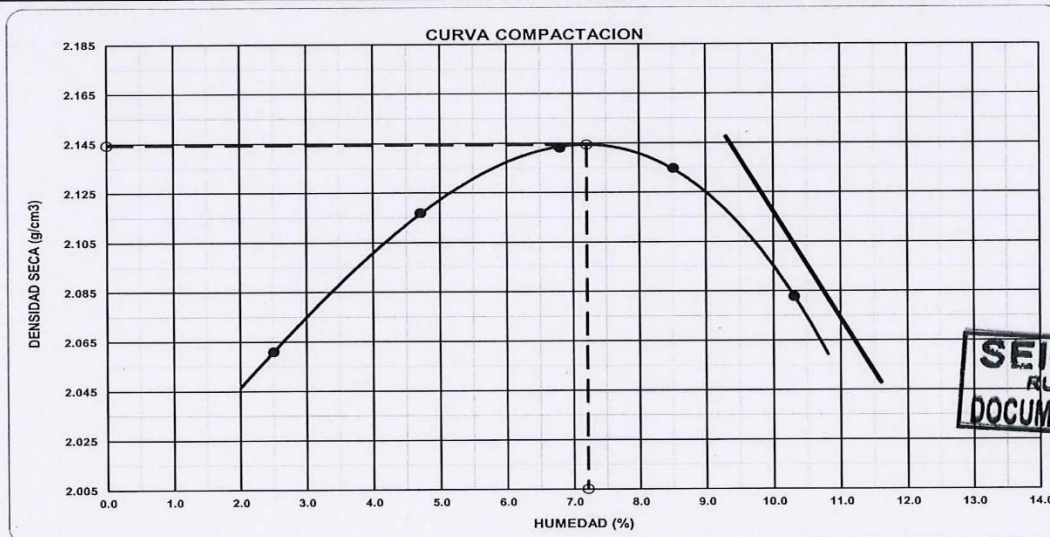
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO :** LIMA

DATOS DE LA MUESTRA


Tramo : - **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : SUBRASANTE **Fecha de Ensayo:** 05/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN
MTC E 115-2016**

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2105 cm ³	MOLDE N° :	1		
COMPACTACION							
N° ENSAYO		1	2	3	4	5	
PESO MOLDE + SUELO	(g)	11421.0	11640.0	11792.0	11850.0	11810.0	
PESO MOLDE	(g)	6974.0	6974.0	6974.0	6974.0	6974	
PESO SUELO COMPACTADO	(g)	4447.0	4666.0	4818.0	4876.0	4836	
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	2.113	2.217	2.289	2.316	2.297	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(g)	466.6	495.8	511.8	499.8	529.7	
PESO SUELO SECO + TARA	(g)	455.2	473.5	479.2	460.6	480.2	
PESO DEL AGUA	(g)	11.4	22.3	32.6	39.2	49.5	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO	(g)	455.2	473.5	479.2	460.6	480.2	
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	2.5	4.7	6.8	8.5	10.3	
DENSIDAD SECA	(gr/cm ³)	2.061	2.117	2.143	2.135	2.083	
CURVA DE SATURACIÓN		11.3	10.0	9.4	9.6	10.8	
G. ESPECIFICA	2.685 gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.144 gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	7.2 %		



ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ <small>TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016		Revisión: 01
			Fecha: 02/01/2023
			Página: 1 de 2



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO :** SEICAN
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO :** LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Tramo : - **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : SUBRASANTE **Fecha de Ensayo:** 05/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -

**C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016**

Molde N°	46	47	48
Nº Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	55	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación			
Peso molde + suelo húmedo (g)	12761	12791	12672
Peso de molde (g)	7810	7810	7858
Peso del suelo húmedo (g)	4951	4981	4814
Volumen del molde (cm³)	2154	2154	2155
Densidad húmeda (g/cm³)	2.298	2.312	2.264
Contenido de Humedad (%)			
Tara + Suelo húmedo (g)	507.20	524.20	472.40
Tara + Suelo seco (g)	473.13	487.92	440.26
Peso del Agua (g)	34.07	36.28	32.14
Tara (g)			32.14
Peso del suelo seco (g)	473.13	487.92	440.26
Humedad (%)	7.20	7.44	7.30
Densidad seca (g/cm³)	2.144	2.152	2.082

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

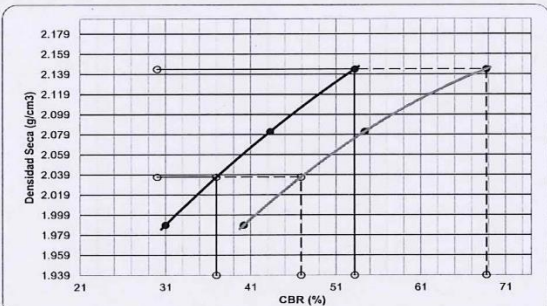
PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 46				MOLDE N° 47				MOLDE N° 48			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		163	8.1			147	7.3			89	4.4		
1.27		364	18.1			308	15.3			201	10.0		
1.91		576	28.6			457	22.7			314	15.6		
2.54	70.31	762	37.9	53.19		615	30.6	43.24		438	21.8	30.96	
3.81		1115	55.4			903	44.9			628	31.2		
5.08	105.46	1447	72.0	68.73		1149	57.1	54.38		845	42.0	40.17	
6.35		1768	87.9			1365	67.9			1011	50.3		
7.62		2013	100.1			1524	75.8			1153	57.3		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small> <small>N° CIP: 146060</small> <small>ING. ESPECIALISTA</small>	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small> <small>N° CIP: 146060</small> <small>ING. RESIDENTE</small>	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small> <small>N° CIP: 146060</small> <small>ING. RESIDENTE</small>

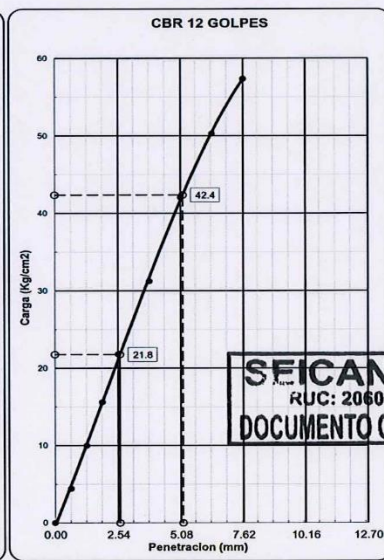
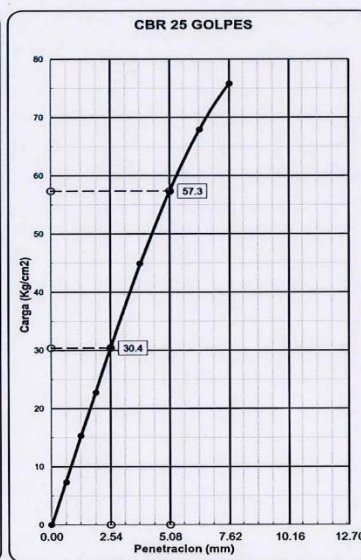
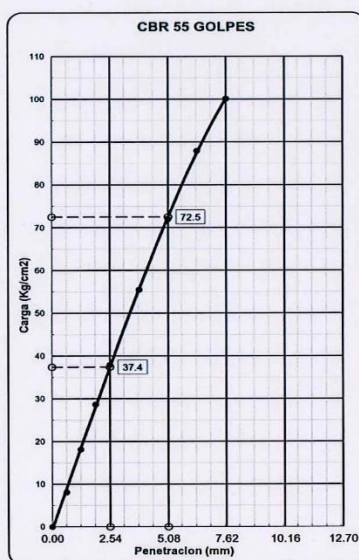
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Tramo	-	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 05/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	53.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	37.0
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	68.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	46.9

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.144 g/cm³
Humedad Opt.	7.2 %

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:
SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

APROBADO POR:
SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 N° CIP: 146060

APROBADO POR:
SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 N° CIP: 146060



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.





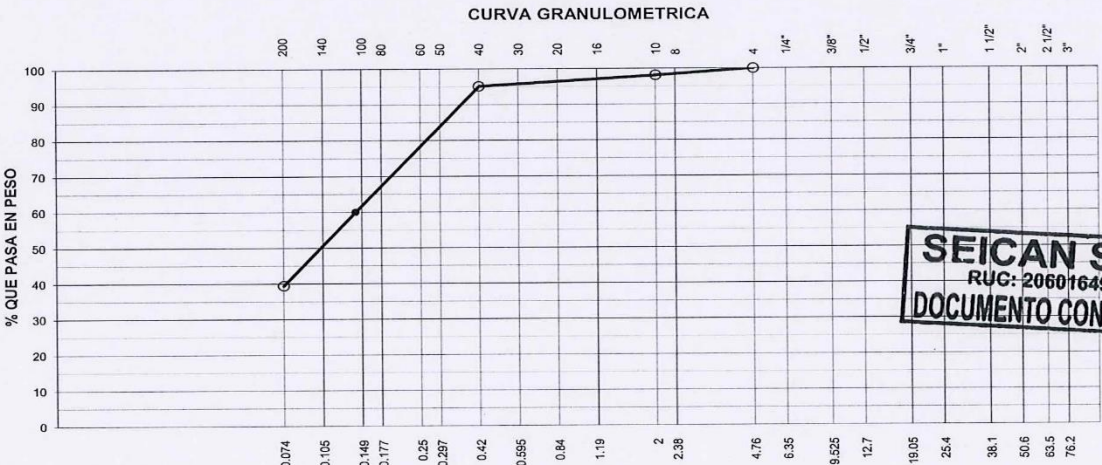

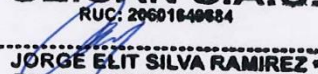
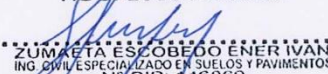

9001:2015
CERTIFICADO N°:
0820Q386722



ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 1

TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685”.

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD			SEICAN-LAB-FOR-01		 ISO 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722		
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			Revisión: 01				
	MTC E 107-2016			Fecha: 02/01/2023				
				Página: 1 de 1				
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685							
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE	: -		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo	: -		N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1					
Progresiva	: Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez					
Calicata	: C-01		Fecha de Ensayo: 05/01/23					
Estrato	: E-01		Lado: -					
Prof. (m)	: -							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO								
MTC E 107-2016								
TAMICES		MATERIAL RETENIDO			ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Pulg.	mm	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	MATERIAL QUE PASA (%)	MIN. (%)		MAX. (%)
3"	76.20							PESO INICIAL : 772.0 g
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS : -
2"	50.80							% DE HUMEDAD : 2.7
1 1/2"	38.10							TAMAÑO MAXIMO : No 4
1"	25.40							% DE GRAVA : -
3/4"	19.05							% DE ARENA : 60.6
1/2"	12.70							% PASANTE Nº 200 : 39.4
3/8"	9.53							L. L. : 22.2 %
1/4"	6.35							L. P. : -
Nº 4	4.75				100.0			I. P. : NP
Nº 8	2.36							CLASIFIC. SUCS : SM
Nº 10	2.00	14.3	1.9	1.9	98.1			CLASIF. AASHTO : A-4 (1)
Nº16	1.19							D ₁₀ C _u
Nº 20	0.85							D ₃₀ C _c
Nº 30	0.60							D ₆₀
Nº 40	0.42	23.2	3.0	4.9	95.1			OBSERVACIONES:
Nº 50	0.30							
Nº 60	0.25							
Nº 80	0.18							
Nº 100	0.15							
Nº 140	0.11							
Nº 200	0.074	429.9	55.7	60.6	39.4			
BANDEJA		304.6	39.5	100.1				
CURVA GRANULOMETRICA								
								
								
ELABORADO POR:		APROBADO POR:			APROBADO POR:			
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JÓRGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS		SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060			
TÉCNICO DE LABORATORIO		ING. ESPECIALISTA			ING. RESIDENTE			

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-02	
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO** : SEICAN

SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO** : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA




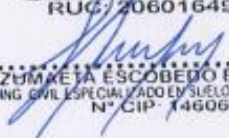
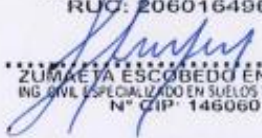

Tramo : -	N° de Registro : LAB-SEI-CA-1-1
Progresiva : Km. 148+685	Hecho por : Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-01	Fecha de Ensayo : 05/01/23
Estrato : E-01	Lado : -
Prof. (m) : -	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2016

Nº RECIPIENTE	1	2		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE (g)	5458.0	5262.8		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE (g)	5316.4	5122.3		
PESO DEL AGUA (g)	141.6	140.5		
PESO DEL RECIPIENTE (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			
PESO DEL SUELO SECO (g)	5316.4	5122.3		
HUMEDAD (%)	2.7	2.7		
PROMEDIO (%)	2.7			

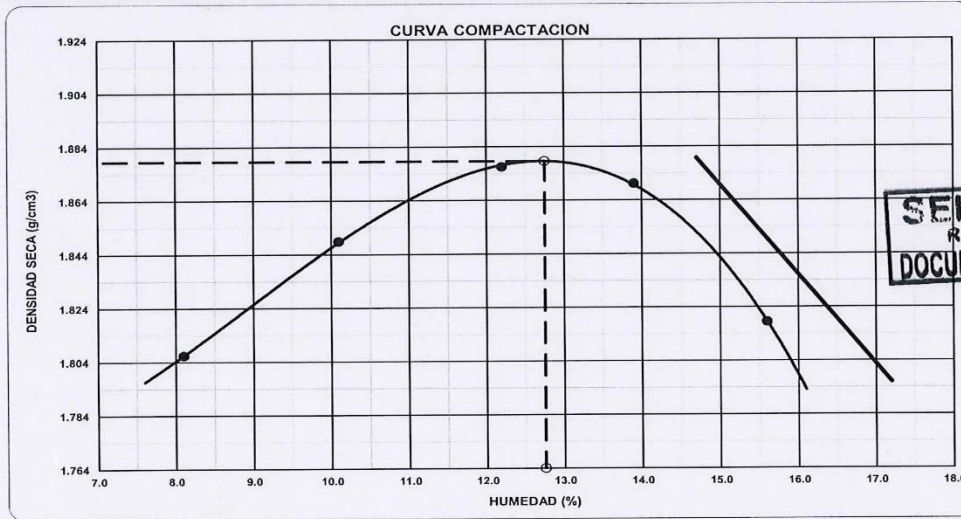
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-02	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Tramo	: -	N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1		
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez		
Calicata	: C-01	Fecha de Ensayo: 05/01/23		
Estrato	: E-01	Lado: -		
Prof. (m)	: -			
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2016				
Nº RECIPIENTE		1	2	
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(g)	5458.0	5262.8	
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	(g)	5316.4	5122.3	
PESO DEL AGUA	(g)	141.6	140.5	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5316.4	5122.3	
HUMEDAD	(%)	2.7	2.7	
PROMEDIO	(%)	2.7		
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:		
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060		
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE		
				


	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-03	
	LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40 (MTC E110, MTC E111)	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Tramo	: -	N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1	
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	: C-01	Fecha de Ensayo: 05/01/23	
Estrato	: E-01	Lado: -	
Prof. (m)	: -		
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40			
LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2016			
NUMERO DE GOLPES, N	31	25	20
N° DEL DEPOSITO	152	174	66
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	22.40	25.36	21.75
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	18.90	21.92	18.76
PESO DEL AGUA (g)	3.50	3.44	2.99
PESO DEL DEPOSITO (g)	2.55	6.37	5.53
PESO DEL SUELO SECO (g)	16.35	15.55	13.23
CONTENIDO DE AGUA (%)	21.41	22.12	22.60
LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2016			
N° DEL DEPOSITO			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)			
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)			
PESO DEL AGUA (g)			
PESO DEL DEPOSITO (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)			
CONTENIDO DE AGUA (%)	NP	NP	NP
NO SE PUDO DETERMINAR			
			L.L. = 22 % L.P. = - I. P. = NP
			OBSERVACIONES:
			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 DOCUMENTO CONTROLADO
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:	
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE	

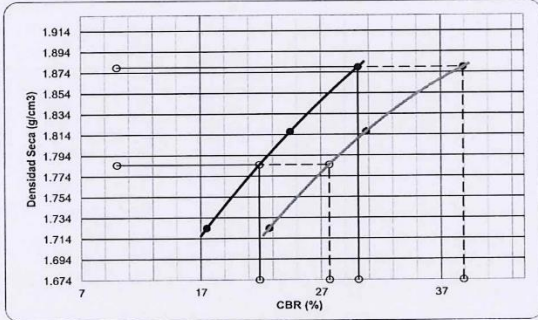
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE :	-		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo :	-		N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1					
Progresiva :	Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez					
Calicata :	C-01		Fecha de Ensayo: 05/01/23					
Estrato :	E-01		Lado: -					
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5468.0	5545.0	5610.0	5633.0	5607.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1816.0	1893.0	1958.0	1981.0	1955		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.953	2.035	2.105	2.130	2.102		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		531.2	455.9	483.8	490.0	458.0		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
PESO DEL AGUA (g)		39.8	41.8	52.6	59.8	61.8		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.1	10.1	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.806	1.849	1.876	1.870	1.818		
CURVA DE SATURACIÓN		16.9	15.6	14.8	15.0	16.5		
G. ESPECIFICA	2.599	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.879	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.7	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

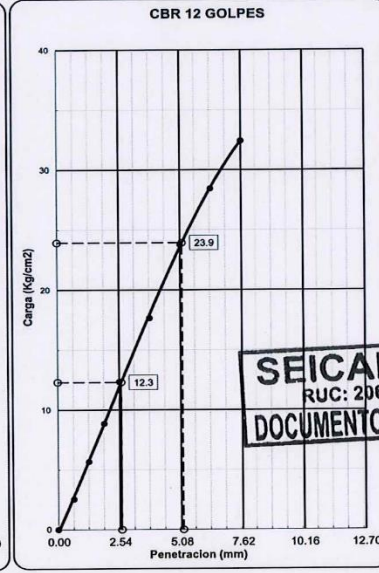
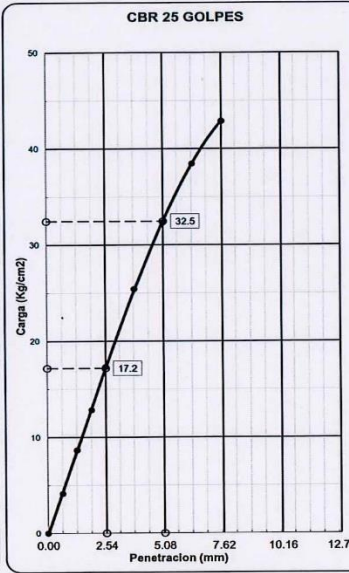
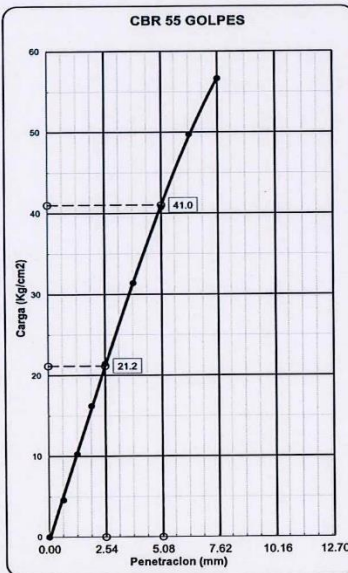
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01	
			Fecha: 02/01/2023	
			Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685				
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Tramo	-	N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1		
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez		
Calicata	C-01	Fecha de Ensayo: 05/01/23		
Estrato	E-01	Lado: -		
Prof. (m)	-			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016				



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	30.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	21.9
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	38.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	27.7



Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.879 g/cm³
Humedad Opt.	12.7 %

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TECNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	--



ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 2

TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685”.

Cliente: Ramon Perez Tucto

SEICAN SAC		CONTROL DE CALIDAD			SEICAN-LAB-FOR-01				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2016		Revisión: 01		ISO 9001:2015					
		Fecha: 02/01/2023		CERTIFICADO					
		Página: 1 de 1		N°: 0820Q386722					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
NOMBRE DE PROYECTO		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685							
CLIENTE		RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE		-		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA									
Tramo		-		N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1					
Progresiva		Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez					
Calicata		C-02		Fecha de Ensayo: 05/01/23					
Estrato		E-01		Lado: -					
Prof. (m)		-							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2016									
TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Pulg.	mm	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	MIN. (%)	MAX. (%)				
3"	76.20								PESO INICIAL : 613.0 g
2 1/2"	63.50								PORCION FINOS : 5.9
2"	50.80								% DE HUMEDAD : 5.9
1 1/2"	38.10								TAMAÑO MAXIMO : No 4
1"	25.40								% DE GRAVA : 81.9
3/4"	19.05								% DE ARENA : 18.1
1/2"	12.70								% PASANTE Nº 200 : 18.1
3/8"	9.53								L. L. : -
3/4"	6.35								L. P. : -
Nº 4	4.75					100.0			I. P. : NP
Nº 8	2.36								
Nº 10	2.00	5.5	0.9	0.9	99.1				CLASIFIC. SUCS : SM
Nº16	1.19								CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)
Nº 20	0.85								D ₁₀ C _c
Nº 30	0.60								D ₃₀ C _c
Nº 40	0.42	18.7	3.1	4.0	96.0				D ₄₀
Nº 50	0.30								OBSERVACIONES:
Nº 60	0.25								
Nº 80	0.18								
Nº 100	0.15								
Nº 140	0.11								
Nº 200	0.074	477.7	77.9	81.9	18.1				
BANDEJA		111.1	18.1	100.0					
CURVA GRANULOMETRICA									
<div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px;"> SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 DOCUMENTO CONTROLADO </div>									
ELABORADO POR:			APROBADO POR:			APROBADO POR:			
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYTA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 148060			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYTA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 148060			
TÉCNICO DE LABORATORIO			ING. ESPECIALISTA			ING. RESIDENTE			

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-02	
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO** : SEICAN

SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO** : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Tramo : -	N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1
Progresiva : Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-02	Fecha de Ensayo: 05/01/23
Estrato : E-01	Lado: -
Prof. (m) : -	



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2016

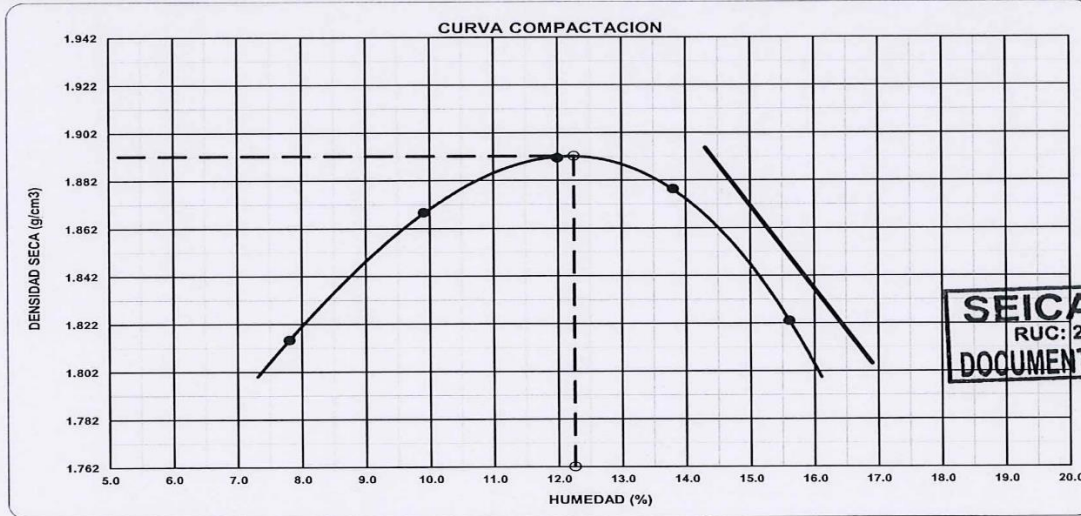
Nº RECIPIENTE	1	2		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE (g)	5466.6	5667.6		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE (g)	5160.4	5351.1		
PESO DEL AGUA (g)	306.2	316.5		
PESO DEL RECIPIENTE (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			
PESO DEL SUELO SECO (g)	5160.4	5351.1		
HUMEDAD (%)	5.9	5.9		
PROMEDIO (%)	5.9			

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-03	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40 (MTC E110, MTC E111)	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO	: SEICAN
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO	: LIMA
DATOS DE LA MUESTRA			
Tramo	: -	N° de Registro:	LAB-SEI-CA-2-1
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por:	Jorge Silva Ramirez
Calicata	: C-02	Fecha de Ensayo:	05/01/23
Estrato	: E-01	Lado:	-
Prof. (m)	: -		
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40			
LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2016			
NUMERO DE GOLPES, N			
N° DEL DEPOSITO			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)			
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)			
PESO DEL AGUA (g)			
PESO DEL DEPOSITO (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)			
CONTENIDO DE AGUA (%)			
NO SE PUDO DETERMINAR			
LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2016			
N° DEL DEPOSITO			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)			
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)			
PESO DEL AGUA (g)			
PESO DEL DEPOSITO (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)			
CONTENIDO DE AGUA (%)	NP	NP	NP
NO SE PUDO DETERMINAR			
		L.L. = - L.P. = - I. P. = NP	
OBSERVACIONES:			
NO PRESENTA			
ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE	

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE :	-		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo :	-		N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1					
Progresiva :	Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez					
Calicata :	C-02		Fecha de Ensayo: 05/01/23					
Estrato :	E-01		Lado: -					
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A		VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³				
			MOLDE N° :	3				
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5472.0	5562.0	5622.0	5640.0	5612.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1820.0	1910.0	1970.0	1988.0	1960		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.957	2.054	2.118	2.138	2.108		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		493.2	463.8	498.6	522.7	530.4		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		457.5	422.0	445.2	459.3	458.8		
PESO DEL AGUA (g)		35.7	41.8	53.4	63.4	71.6		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		457.5	422.0	445.2	459.3	458.8		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		7.8	9.9	12.0	13.8	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.815	1.869	1.891	1.878	1.823		
CURVA DE SATURACIÓN		16.6	15.1	14.4	14.8	16.4		
G. ESPECIFICA	2.601	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.892	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.3	%



ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TECNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016		Revisión: 01
	Fecha: 02/01/2023		
	Página: 1 de 2		



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO LABORATORIO : SEICAN
SOLICITANTE : - UBIC. DEL PROYECTO : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Tramo : - N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1
Progresiva : Km. 148+685 Hecho por: Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-02 Fecha de Ensayo: 05/01/23
Estrato : E-01 Lado: -
Prof. (m) : -

**C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016**

Molde N°		13		14		15	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		55		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación							
Peso molde + suelo húmedo (g)		12753	12783	12560	12625	12364	12499
Peso de molde (g)		8089	8089	7992	7992	8059	8059
Peso del suelo húmedo (g)		4664	4694	4568	4633	4305	4440
Volumen del molde (cm³)		2195	2195	2221	2221	2205	2205
Densidad húmeda (g/cm³)		2.125	2.138	2.057	2.086	1.952	2.014
Contenido de Humedad (%)							
Recipiente N°							
Tara + Suelo húmedo (g)		537.90	521.20	508.70	527.20	523.50	477.50
Tara + Suelo seco (g)		478.98	463.14	452.58	466.89	465.75	420.73
Peso del Agua (g)		58.92	58.06	56.12	60.31	57.75	56.77
Tara (g)				Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			
Peso del suelo seco (g)		478.98	463.14	452.58	466.89	465.75	420.73
Humedad (%)		12.30	12.54	12.40	12.92	12.40	13.49
Densidad seca (g/cm³)		1.892	1.900	1.830	1.848	1.737	1.774

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

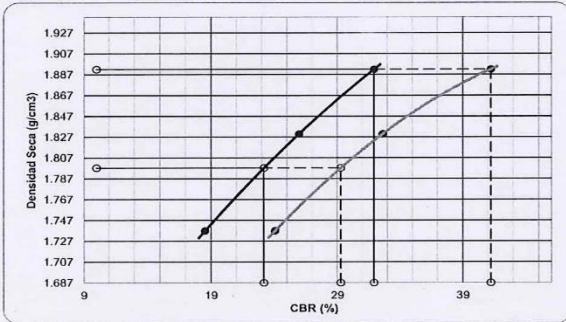
PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		98	4.9			88	4.4			54	2.7		
1.27		219	10.9			185	9.2			121	6.0		
1.91		346	17.2			274	13.6			188	9.3		
2.54	70.31	457	22.7	31.93		369	18.3	25.94		262	13.0	18.53	
3.81		669	33.3			542	27.0			376	18.7		
5.08	105.46	868	43.2	41.22		689	34.3	32.62		506	25.2		
6.35		1060	52.7			819	40.7			606	30.1		
7.62		1207	60.0			914	45.5			691	34.1		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

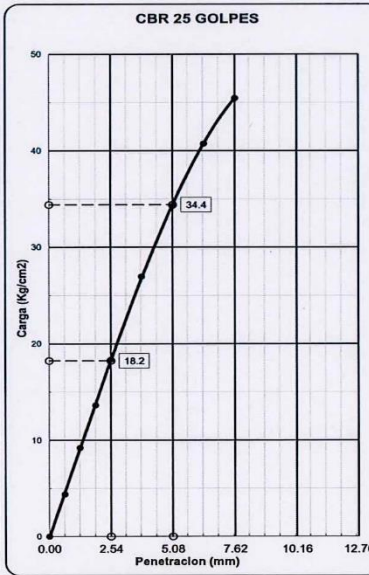
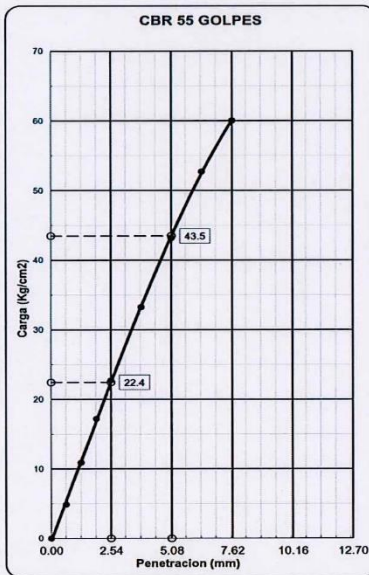
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685				
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Tramo	-	N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1		
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez		
Calicata	C-02	Fecha de Ensayo: 05/01/23		
Estrato	E-01	Lado: -		
Prof. (m)	-			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016				



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	31.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	23.2
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	41.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	29.3

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.892	g/cm³
Humedad Opt.	12.3	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS TÉCNICO DE LABORATORIO	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060 ING. ESPECIALISTA	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060 ING. RESIDENTE
--	---	--



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



CERTIFICADO N°:
0820Q386722



ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 3

TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685”.

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-01						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2016	Revisión: 01						
		Fecha: 02/01/2023						
		Página: 1 de 1	N°: 0820Q386722					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685							
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN						
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA						
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo	: -	N° de Registro: LAB-SEI-CA-3-1						
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez						
Calicata	: C-03	Fecha de Ensayo: 05/01/23						
Estrato	: E-01	Lado: -						
Prof. (m)	: -							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2016								
TAMICES		MATERIAL RETENIDO		MATERIAL QUE PASA		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
#		PESO		ACUMULADO		MIN. MAX.		
Pulg. mm		(g)		(%)		(%) (%)		
3"	76.20							PESO INICIAL : 662.0 g
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS : -
2"	50.80							% DE HUMEDAD : 1.8
1 1/2"	38.10							TAMAÑO MAXIMO : No 4
1"	25.40							% DE GRAVA : -
3/4"	19.05							% DE ARENA : 96.9
1/2"	12.70							% PASANTE Nº 200 : 3.1
3/8"	9.53							L. L. : -
1/4"	6.35							L. P. : -
Nº 4	4.75					100.0		I. P. : NP
Nº 8	2.36							CLASIFIC. SUCS : SP
Nº 10	2.00	1.6	0.2	0.2		99.8		CLASIF. AASHTO : A-3 (0)
Nº16	1.19							D ₁₀ 0.084 C _u 2.57
Nº 20	0.85							D ₃₀ 0.123 C _c 0.83
Nº 30	0.60							D ₆₀ 0.217
Nº 40	0.42	30.9	4.7	4.9		95.1		OBSERVACIONES:
Nº 50	0.30							
Nº 60	0.25							
Nº 80	0.18							
Nº 100	0.15							
Nº 140	0.11							
Nº 200	0.074	608.8	92.0	96.9		3.1		
BANDEJA		20.7	3.1	100.0				
CURVA GRANULOMETRICA								
ELABORADO POR:			APROBADO POR:			APROBADO POR:		
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060		
TÉCNICO DE LABORATORIO			ING. ESPECIALISTA			ING. RESIDENTE		

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-02	
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO** : SEICAN
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO** : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA







Tramo : - **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-3-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-03 **Fecha de Ensayo:** 05/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108-2016

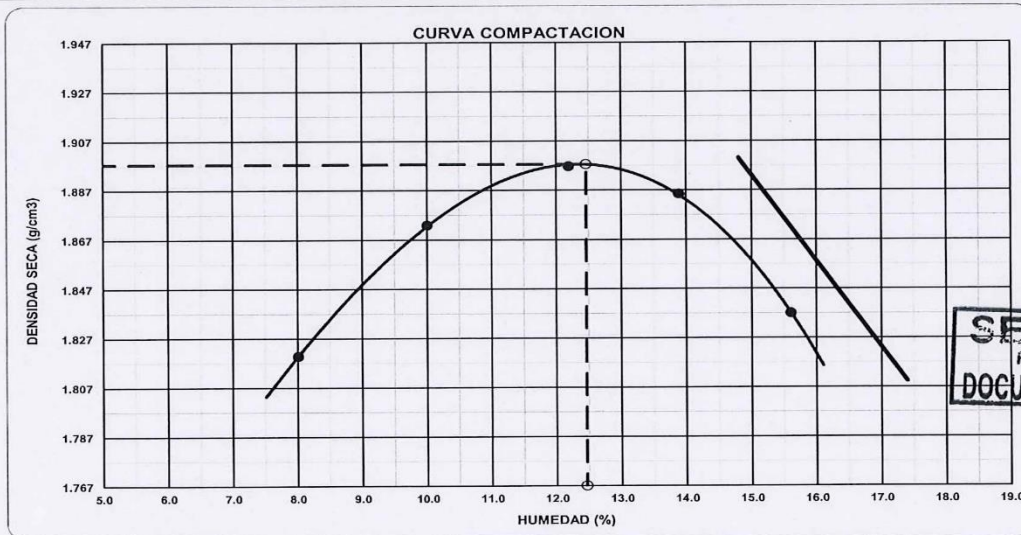
Nº RECIPIENTE	1	2	
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE (g)	5654.1	5198.8	
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE (g)	5555.3	5102.0	
PESO DEL AGUA (g)	98.8	96.8	
PESO DEL RECIPIENTE (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
PESO DEL SUELO SECO (g)	5555.3	5102.0	
HUMEDAD (%)	1.8	1.9	
PROMEDIO (%)	1.8		

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO


	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-03	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40 (MTC E110, MTC E111)		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 1 de 1	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Tramo	: -	N° de Registro : LAB-SEI-CA-3-1		
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por : Jorge Silva Ramirez		
Calicata	: C-03	Fecha de Ensayo : 05/01/23		
Estrato	: E-01	Lado : -		
Prof. (m)	: -			
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40				
LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2016				
NUMERO DE GOLPES, N				
N° DEL DEPOSITO				
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)				
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)				
PESO DEL AGUA (g)				
PESO DEL DEPOSITO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE AGUA (%)				
NO SE PUDO DETERMINAR				
LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2016				
N° DEL DEPOSITO				
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)				
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)				
PESO DEL AGUA (g)				
PESO DEL DEPOSITO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE AGUA (%)	NP	NP	NP	
NO SE PUDO DETERMINAR				
			L.L. = - L.P. = - I. P. = NP	
			OBSERVACIONES:	
			NO PRESENTA	
			SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 DOCUMENTO CONTROLADO	
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:		
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060		
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE		

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE :	-		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Tramo :	-		N° de Registro: LAB-SEI-CA-3-1					
Progresiva :	Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez					
Calicata :	C-03		Fecha de Ensayo: 05/01/23					
Estrato :	E-01		Lado: -					
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN								
MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5480.0	5568.0	5631.0	5649.0	5627.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1828.0	1916.0	1979.0	1997.0	1975		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.966	2.060	2.128	2.147	2.124		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		529.9	529.0	519.0	528.9	451.2		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
PESO DEL AGUA (g)		39.3	48.1	56.4	64.5	60.9		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.0	10.0	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.820	1.873	1.897	1.885	1.837		
CURVA DE SATURACIÓN		17.1	15.6	14.9	15.2	16.6		
G. ESPECIFICA	2.645	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.898	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.5	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUNARETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUNARETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)		Revisión: 01
	MTC E 132 - 2016		Fecha: 02/01/2023
			Página: 1 de 2



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO :** SEICAN
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO :** LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Tramo : - **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-3-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-03 **Fecha de Ensayo:** 05/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016

Molde N°	16	17	18
Nº Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	55	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación			
Peso molde + suelo húmedo (g)	12848	12878	12559
Peso de molde (g)	8144	8144	7986
Peso del suelo húmedo (g)	4704	4734	4573
Volumen del molde (cm³)	2203	2203	2212
Densidad húmeda (g/cm³)	2.135	2.149	2.067
Contenido de Humedad (%)			
Tara + Suelo húmedo (g)	467.10	548.70	463.60
Tara + Suelo seco (g)	415.20	486.72	411.72
Peso del Agua (g)	51.90	61.98	51.88
Tara (g)			
Peso del suelo seco (g)	415.20	486.72	411.72
Humedad (%)	12.50	12.73	12.60
Densidad seca (g/cm³)	1.898	1.906	1.836

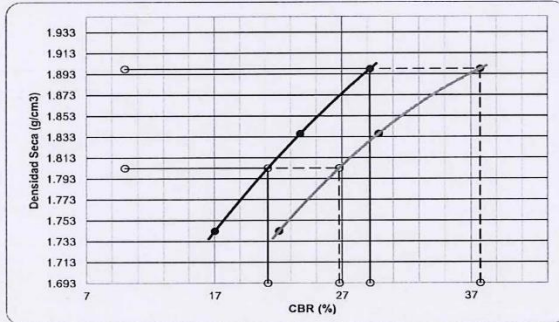
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 16				MOLDE N° 17				MOLDE N° 18			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		90	4.5			81	4.0			49	2.4		
1.27		200	9.9			169	8.4			110	5.5		
1.91		316	15.7			251	12.5			172	8.6		
2.54	70.31	418	20.8	29.19		337	16.8	23.73		240	11.9	17.01	
3.81		612	30.4			496	24.7			345	17.2		
5.08	105.46	794	39.5	37.71		631	31.4	29.85		464	23.1	22.07	
6.35		970	48.2			749	37.2			555	27.5		
7.62		1105	55.0			836	41.6			633	31.5		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

<p align="center">ELABORADO POR:</p> <p align="center">SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p align="center">JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p align="center">TÉCNICO DE LABORATORIO</p>	<p align="center">APROBADO POR:</p> <p align="center">SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p align="center">ZUMAETA ESCOBEDO ENERIVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° OIP: 146060</p> <p align="center">ING. ESPECIALISTA</p>	<p align="center">APROBADO POR:</p> <p align="center">SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p align="center">ZUMAETA ESCOBEDO ENERIVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° OIP: 146060</p> <p align="center">ING. RESIDENTE</p>
--	---	--

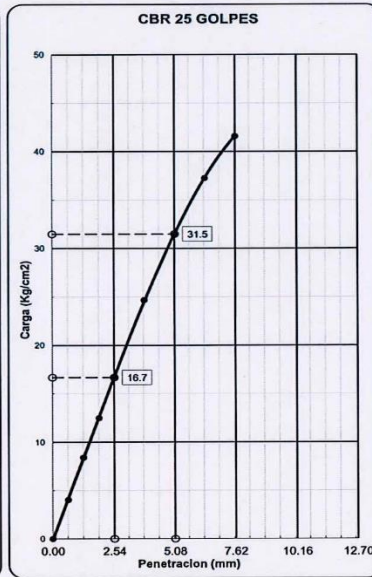
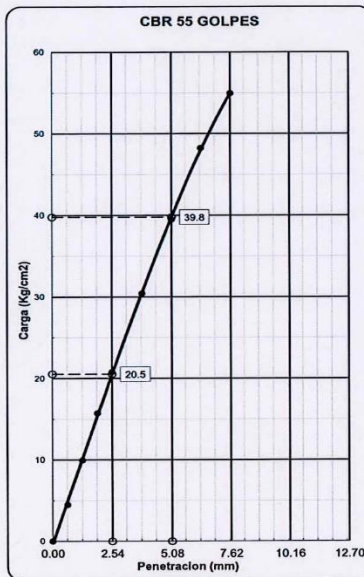
	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE -		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Tramo -		N° de Registro: LAB-SEI-CA-3-1	
Progresiva Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata C-03		Fecha de Ensayo: 05/01/23	
Estrato E-01		Lado: -	
Prof. (m) -			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1" :	29.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1" :	21.2
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2" :	37.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2" :	26.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.898	g/cm ³
Humedad Opt.	12.5	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



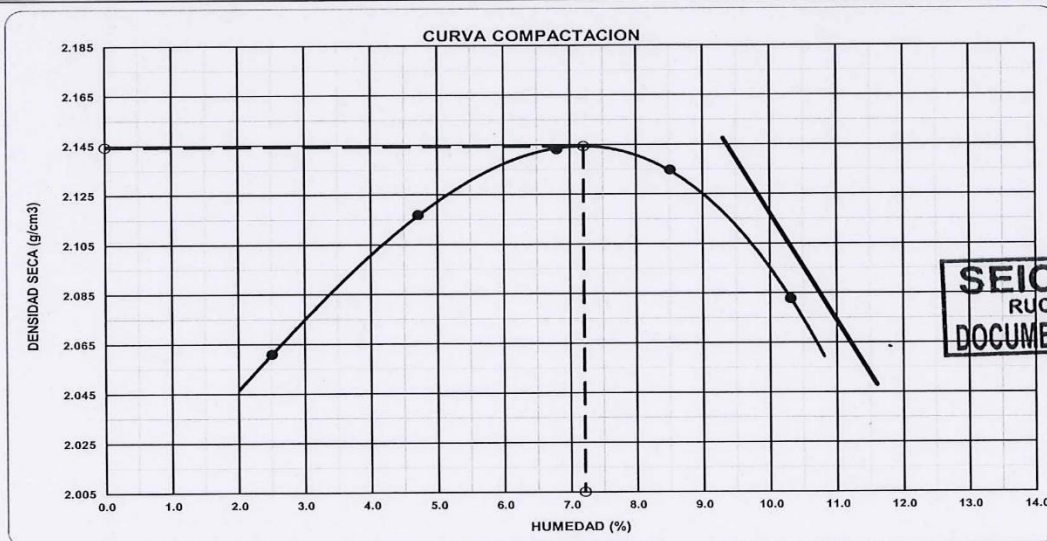
ENSAYOS DE LABORATORIO

SUBRASANTE ADICIONADO CON 4% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**


Cliente: Ramon Perez Tucto

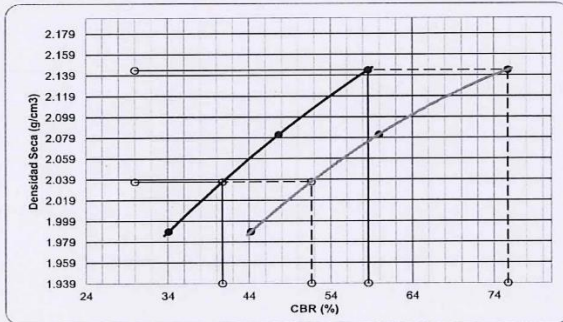
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN						
SOLICITANTE :	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA						
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición :	4% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1						
Progresiva :	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez						
Calicata :	SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 06/01/23						
Estrato :	E-01	Lado: -						
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2105 cm ³	MOLDE N° :	1			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		11421.0	11640.0	11792.0	11850.0	11810.0		
PESO MOLDE (g)		6974.0	6974.0	6974.0	6974.0	6974		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4447.0	4666.0	4818.0	4876.0	4836		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.113	2.217	2.289	2.316	2.297		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		466.6	495.8	511.8	499.8	529.7		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		455.2	473.5	479.2	460.6	480.2		
PESO DEL AGUA (g)		11.4	22.3	32.6	39.2	49.5		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		455.2	473.5	479.2	460.6	480.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		2.5	4.7	6.8	8.5	10.3		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.061	2.117	2.143	2.135	2.083		
CURVA DE SATURACIÓN		11.3	10.0	9.4	9.6	10.8		
G. ESPECIFICA	2.685	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.144	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	7.2	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

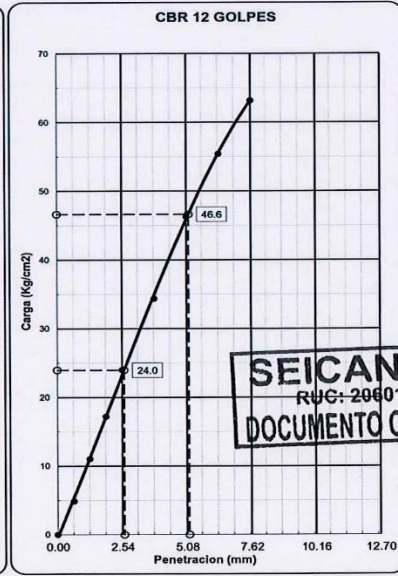
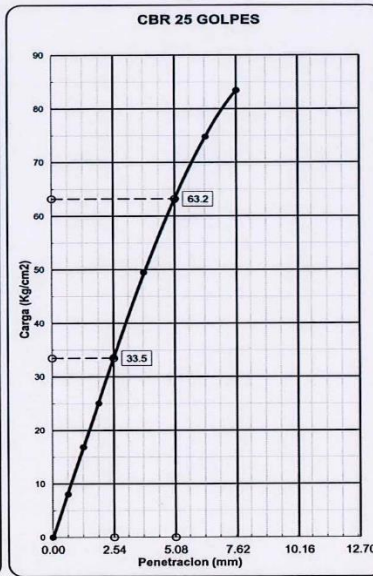
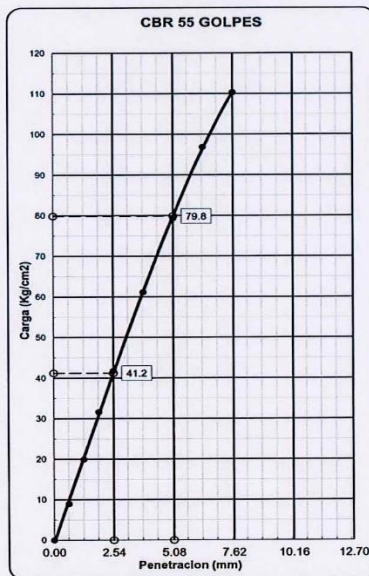
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2
			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	4% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	58.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	40.7
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	75.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	51.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.144	g/cm ³
Humedad Opt.	7.2	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



CERTIFICADO N°:
0820Q386722

ENSAYOS DE LABORATORIO

SUBRASANTE ADICIONADO CON

8% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	 N°: 0820Q386722
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)		Revisión: 01	
	MTC E 132 - 2016		Fecha: 02/01/2023	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO LABORATORIO : SEICAN
 SOLICITANTE : - UBIC. DEL PROYECTO : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 8% Ceniza de hoja de brocoli N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1
 Progresiva : Km. 148+685 Hecho por: Jorge Silva Ramirez
 Calicata : SUBRASANTE Fecha de Ensayo: 06/01/23
 Estrato : E-01 Lado: -
 Prof. (m) : -

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016

	52		53		54	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	52	53	54	55	56	57
N° Capa	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	55	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12693	12723	12499	12564	12844	12979
Peso de molde (g)	7696	7696	7678	7678	8127	8127
Peso del suelo húmedo (g)	4997	5027	4821	4886	4717	4852
Volumen del molde (cm³)	2174	2174	2158	2158	2210	2210
Densidad húmeda (g/cm³)	2.298	2.312	2.234	2.264	2.134	2.195
Contenido de Humedad (%)						
Tara + Suelo húmedo (g)	513.50	523.40	455.60	468.60	471.50	528.70
Tara + Suelo seco (g)	479.01	487.17	424.60	434.61	439.42	487.95
Peso del Agua (g)	34.49	36.23	31.00	33.99	32.08	40.75
Tara (g)			Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			
Peso del suelo seco (g)	479.01	487.17	424.60	434.61	439.42	487.95
Humedad (%)	7.20	7.44	7.30	7.82	7.30	8.35
Densidad seca (g/cm³)	2.144	2.152	2.082	2.100	1.989	2.026

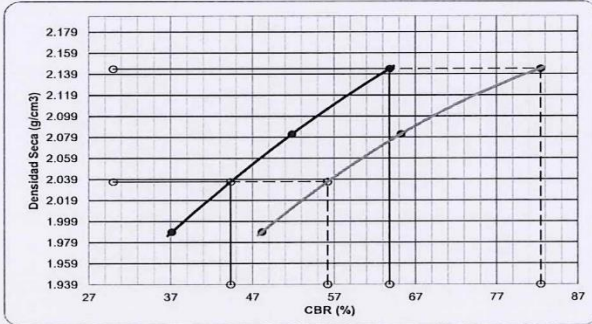
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 52				MOLDE N° 53				MOLDE N° 54			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		196	9.7			176	8.8			107	5.3		
1.27		437	21.7			369	18.3			241	12.0		
1.91		691	34.4			548	27.3			377	18.7		
2.54	70.31	913	45.4	63.80		737	36.7	51.84		525	26.1	37.12	
3.81		1338	66.5			1083	53.9			753	37.4		
5.08	105.46	1735	86.3	82.42		1378	68.5	65.22		1013	50.7	36.12	
6.35		2120	105.4			1637	81.4			1213	60.3		
7.62		2414	120.0			1827	90.9			1383	68.8		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELI SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

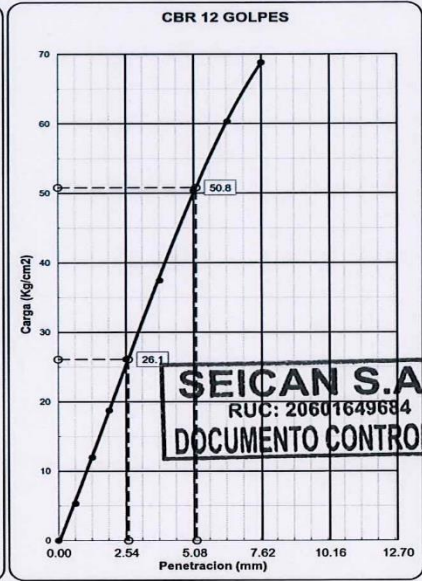
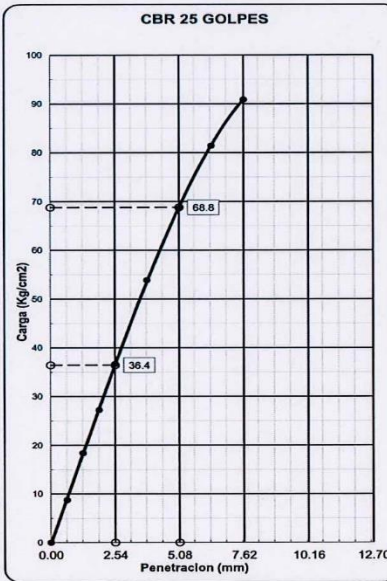
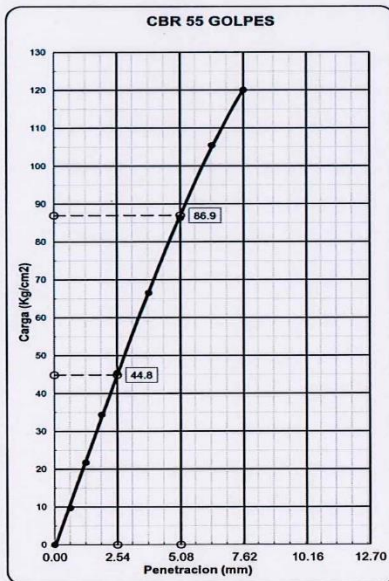
	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	8% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	63.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	44.3
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	82.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	56.2



Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.144	g/cm³
Humedad Opt.	7.2	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS TÉCNICO DE LABORATORIO	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060 ING. ESPECIALISTA	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060 ING. RESIDENTE
--	---	--

	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	---

ENSAYOS DE LABORATORIO

SUBRASANTE ADICIONADO CON

12% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO

MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS

SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE



BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR

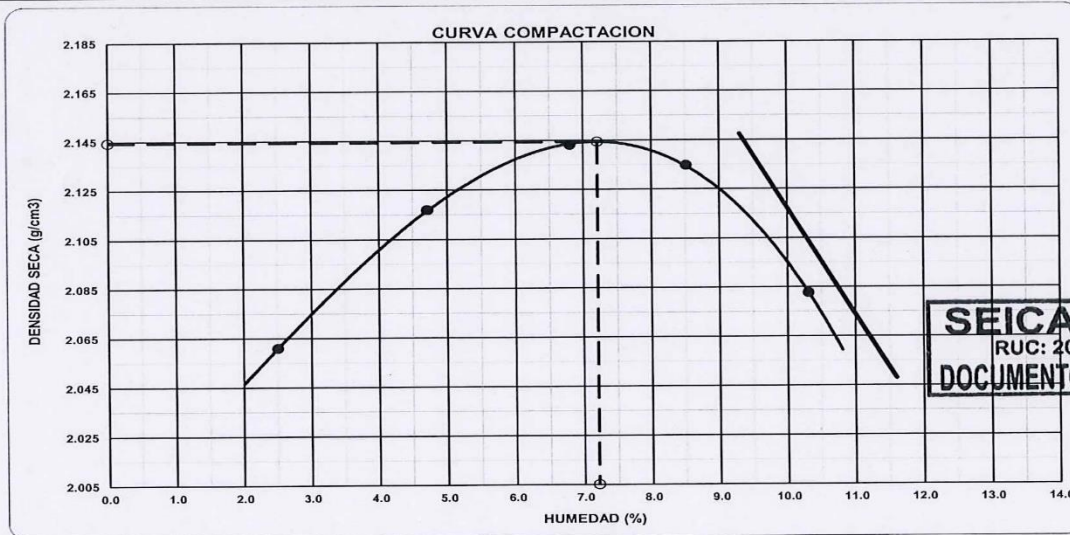
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN

LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM

148+685”.

Cliente: Ramon Perez Tucto

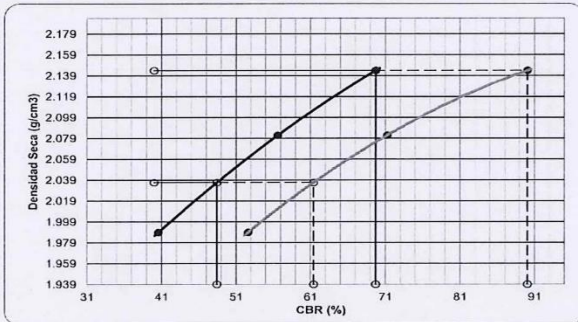
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
		Página: 1 de 1		CERTIFICADO N°: 08200386722				
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685								
CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO			LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE : :-			UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición : 12% Ceniza de hoja de brocoli		N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1						
Progresiva : Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez						
Calicata : SUBRASANTE		Fecha de Ensayo: 06/01/23						
Estrato : E-01		Lado: -						
Prof. (m) : :-								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION : C		VOLUMEN DEL MOLDE : 2105 cm ³		MOLDE N° : 1				
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		11421.0	11640.0	11792.0	11850.0	11810.0		
PESO MOLDE (g)		6974.0	6974.0	6974.0	6974.0	6974		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4447.0	4666.0	4818.0	4876.0	4836		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)		2.113	2.217	2.289	2.316	2.297		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		466.6	495.8	511.8	499.8	529.7		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		455.2	473.5	479.2	460.6	480.2		
PESO DEL AGUA (g)		11.4	22.3	32.6	39.2	49.5		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		455.2	473.5	479.2	460.6	480.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		2.5	4.7	6.8	8.5	10.3		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.061	2.117	2.143	2.135	2.083		
CURVA DE SATURACIÓN		11.3	10.0	9.4	9.6	10.8		
G. ESPECIFICA	2.685	gr/cm³	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.144	gr/cm³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	7.2	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELI SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

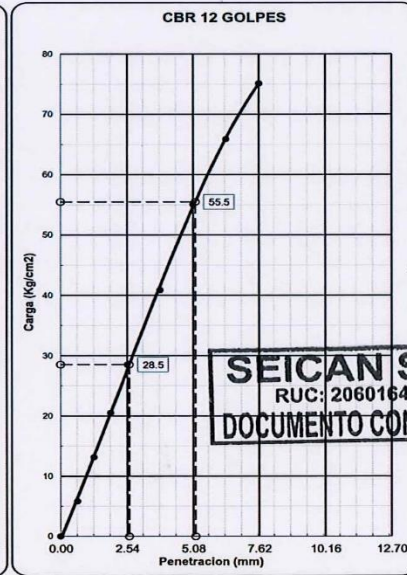
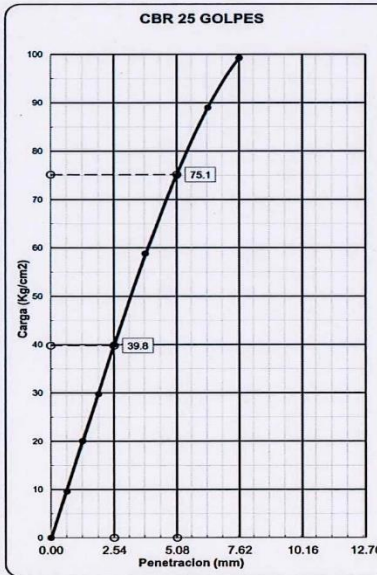
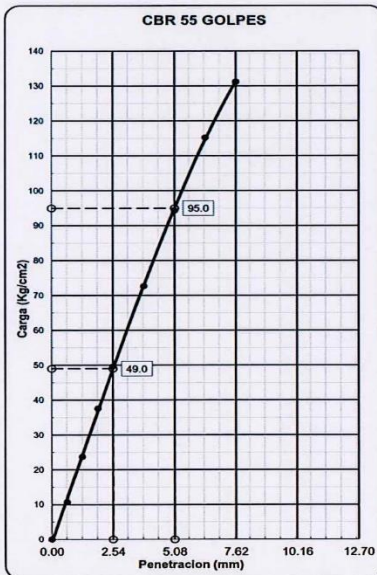
	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	12% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-SUBRASANTE-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	SUBRASANTE	Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	69.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	48.4
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	90.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	61.4

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.144	g/cm ³
Humedad Opt.	7.2	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUZUMETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUZUMETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



CERTIFICADO N°:
0820Q386722

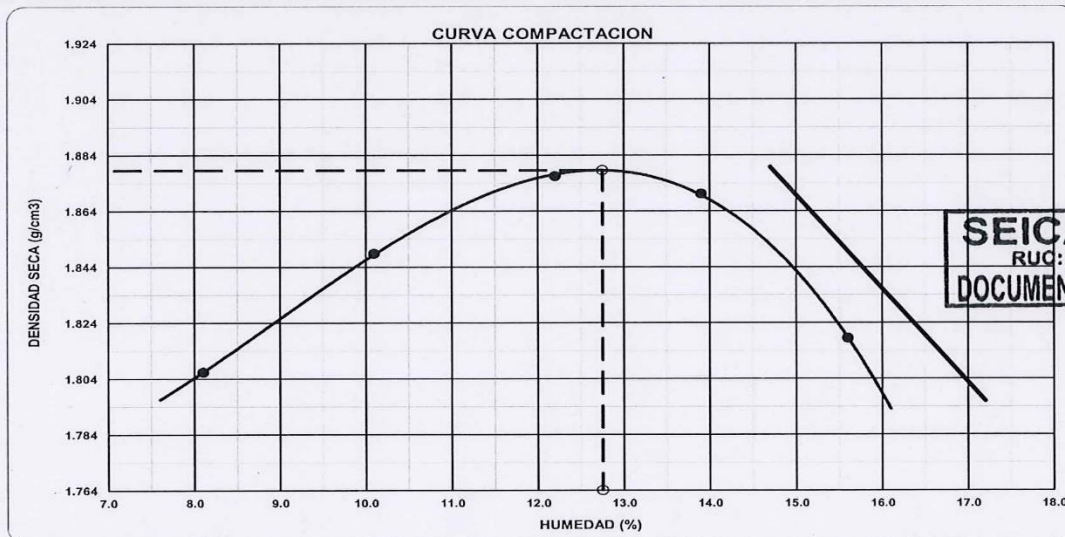
ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 1 ADICIONADO CON 4% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO :	SEICAN					
SOLICITANTE :	-	UBIC. DEL PROYECTO :	LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición :	4% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro:	LAB-SEI-CA-1-1					
Progresiva :	Km. 148+685	Hecho por:	Jorge Silva Ramirez					
Calicata :	C-01	Fecha de Ensayo:	06/01/23					
Estrato :	E-01	Lado:	-					
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5468.0	5545.0	5610.0	5633.0	5607.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1816.0	1893.0	1958.0	1981.0	1955		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.953	2.035	2.105	2.130	2.102		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		531.2	455.9	483.8	490.0	458.0		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
PESO DEL AGUA (g)		39.8	41.8	52.6	59.8	61.8		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Paso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.1	10.1	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.806	1.849	1.876	1.870	1.818		
CURVA DE SATURACIÓN		16.9	15.6	14.8	15.0	16.5		
G. ESPECIFICA	2.599	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.879	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.7	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016		Revisión: 01
			Fecha: 02/01/2023
			Página: 1 de 2



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO LABORATORIO : SEICAN
SOLICITANTE : - UBIC. DEL PROYECTO : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 4% Ceniza de hoja de brocoli N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1
Progresiva : Km. 148+685 Hecho por: Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-01 Fecha de Ensayo: 06/01/23
Estrato : E-01 Lado: -
Prof. (m) : -

**C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016**

Molde N°		19		20		21	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		55		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación							
Peso molde + suelo húmedo (g)		12597	12627	12595	12660	12519	12654
Peso de molde (g)		7932	7932	8035	8035	8229	8229
Peso del suelo húmedo (g)		4665	4695	4560	4625	4290	4425
Volumen del molde (cm³)		2203	2203	2225	2225	2206	2206
Densidad húmeda (g/cm³)		2.118	2.131	2.050	2.079	1.945	2.006
Contenido de Humedad							
Recipiente N°							
Tara + Suelo húmedo (g)		527.20	483.50	513.20	488.60	503.40	482.30
Tara + Suelo seco (g)		467.79	428.11	454.96	431.18	446.28	423.52
Peso del Agua (g)		59.41	55.39	58.24	57.42	57.12	58.78
Tara (g)				Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital			
Peso del suelo seco (g)		467.79	428.11	454.96	431.18	446.28	423.52
Humedad (%)		12.70	12.94	12.80	13.32	12.80	13.88
Densidad seca (g/cm³)		1.879	1.887	1.817	1.835	1.724	1.761

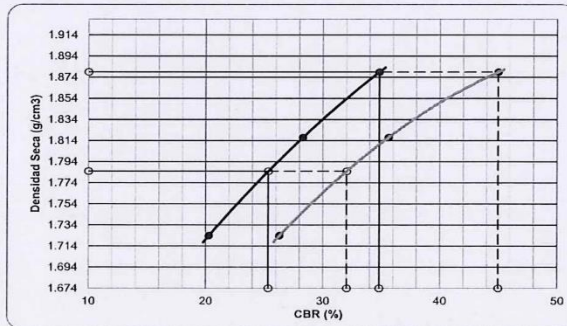
SIN EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION													
PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 19				MOLDE N° 20				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		107	5.3			96	4.8			58	2.9		
1.27		238	11.8			201	10.0			132	6.6		
1.91		377	18.7			299	14.9			205	10.2		
2.54	70.31	498	24.8	34.80		402	20.0	28.28		286	14.2	20.26	
3.81		730	36.3			591	29.4			411	20.4		
5.08	105.46	947	47.1	44.97		752	37.4	35.58		553	27.5		
6.35		1156	57.5			893	44.4			661	32.9		
7.62		1317	65.5			997	49.6			754	37.5		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													



ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELI SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

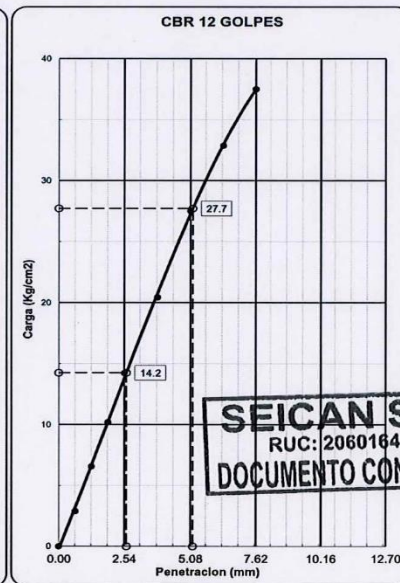
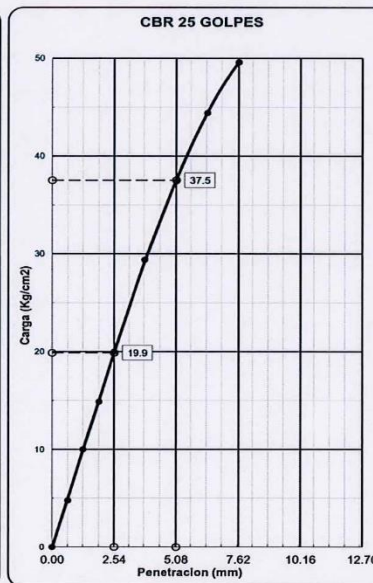
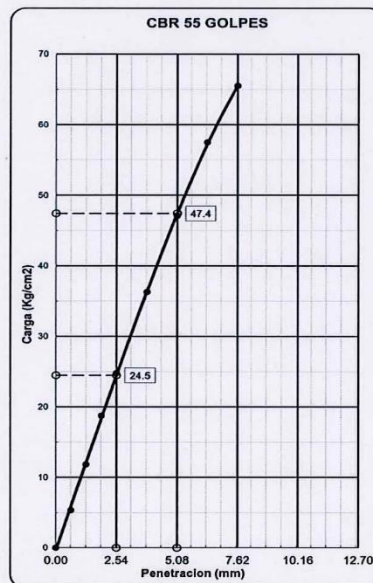
	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	4% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	C-01	Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	34.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	25.3
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	45.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	32.0



Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.879	g/cm ³
Humedad Opt.	12.7	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	---

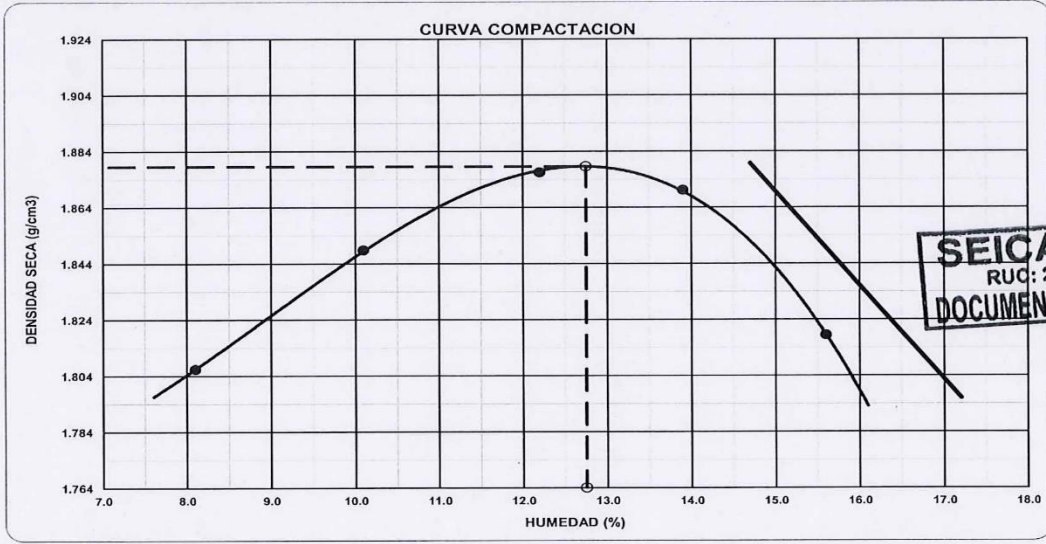
ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 1 ADICIONADO CON 8% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

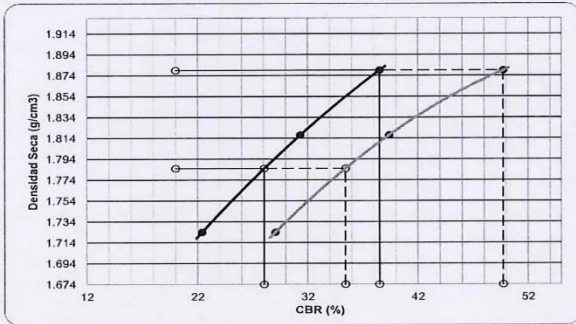
Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
				Página: 1 de 1				
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685								
CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO			LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE : -			UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición : 8% Ceniza de hoja de brocoli		N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1						
Progresiva : Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez						
Calicata : C-01		Fecha de Ensayo: 06/01/23						
Estrato : E-01		Lado: -						
Prof. (m) : -								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION : A		VOLUMEN DEL MOLDE : 930 cm ³		MOLDE N° : 3				
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5468.0	5545.0	5610.0	5633.0	5607.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1816.0	1893.0	1958.0	1981.0	1955		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)		1.953	2.035	2.105	2.130	2.102		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		531.2	455.9	483.8	490.0	458.0		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
PESO DEL AGUA (g)		39.8	41.8	52.6	59.8	61.8		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.1	10.1	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		1.806	1.849	1.876	1.870	1.818		
CURVA DE SATURACIÓN		16.9	15.6	14.8	15.0	16.5		
G. ESPECIFICA	2.599	gr/cm³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.879	gr/cm³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.7	%



ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

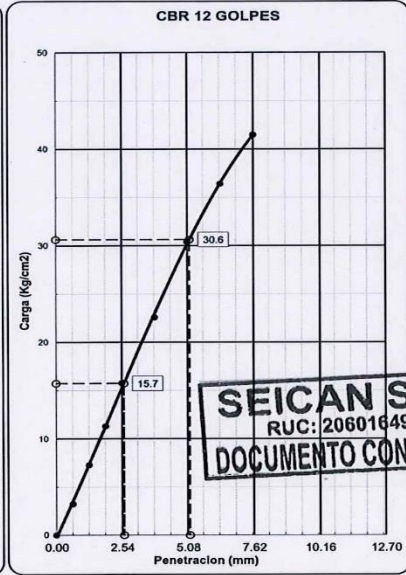
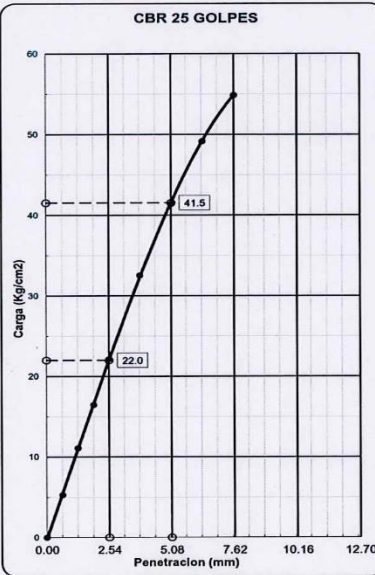
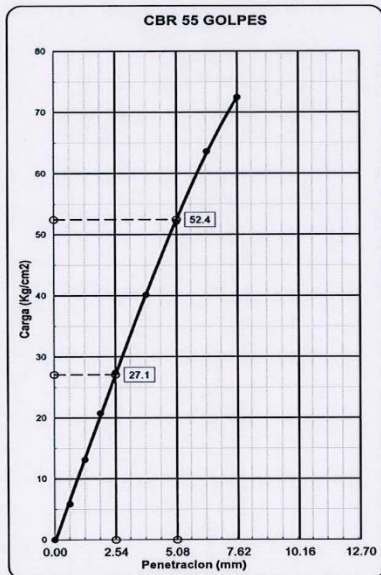
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2
			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	8% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	C-01	Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" :	38.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" :	28.0
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" :	49.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" :	35.4



Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.879	g/cm³
Humedad Opt.	12.7	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS TÉCNICO DE LABORATORIO	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° ZIP: 146060 ING. ESPECIALISTA	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° ZIP: 146060 ING. RESIDENTE
---	---	--

	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	---

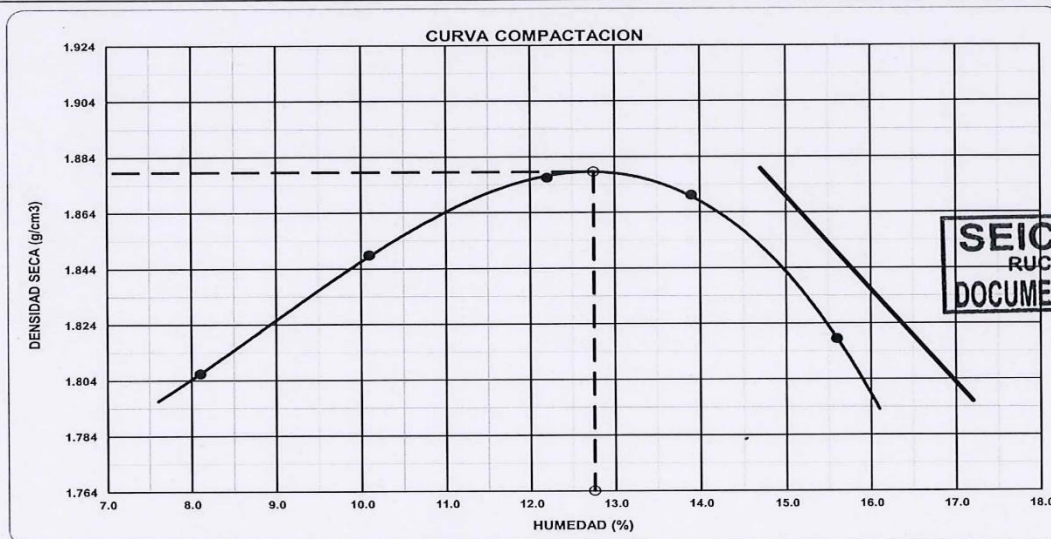
ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 1 ADICIONADO CON 12% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO :		SEICAN				
SOLICITANTE :	-	UBIC. DEL PROYECTO :		LIMA				
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición :	12% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro:		LAB-SEI-CA-1-1				
Progresiva :	Km. 148+685	Hecho por:		Jorge Silva Ramirez				
Calicata :	C-01	Fecha de Ensayo:		06/01/23				
Estrato :	E-01	Lado:		-				
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5468.0	5545.0	5610.0	5633.0	5607.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1816.0	1893.0	1958.0	1981.0	1955		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.953	2.035	2.105	2.130	2.102		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		531.2	455.9	483.8	490.0	458.0		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
PESO DEL AGUA (g)		39.8	41.8	52.6	59.8	61.8		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		491.4	414.1	431.2	430.2	396.2		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.1	10.1	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.806	1.849	1.876	1.870	1.818		
CURVA DE SATURACIÓN		16.9	15.6	14.8	15.0	16.5		
G. ESPECIFICA	2.599	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.879	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.7	%



ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 N°: 0820Q386722
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 2	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO LABORATORIO : SEICAN
 SOLICITANTE : - UBIC. DEL PROYECTO : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 12% Ceniza de hoja de brocoli N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1
 Progresiva : Km. 148+685 Hecho por: Jorge Silva Ramirez
 Calicata : C-01 Fecha de Ensayo: 06/01/23
 Estrato : E-01 Lado: -
 Prof. (m) : -

**C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016**

Molde N°		25		26		27
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		55		25		12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)		12565	12595	12841	12906	12687
Peso de molde (g)		7838	7838	8303	8303	8319
Peso del suelo húmedo (g)		4727	4757	4538	4603	4368
Volumen del molde (cm³)		2232	2232	2214	2214	2246
Densidad húmeda (g/cm³)		2.118	2.131	2.050	2.079	1.945
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)		533.30	489.60	455.90	506.50	524.90
Tara + Suelo seco (g)		473.20	433.51	404.17	447.02	465.34
Peso del Agua (g)		60.10	56.09	51.73	59.48	59.56
Tara (g)				Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
Peso del suelo seco (g)		473.20	433.51	404.17	447.02	465.34
Humedad (%)		12.70	12.94	12.80	13.31	12.80
Densidad seca (g/cm³)		1.879	1.887	1.817	1.835	1.724

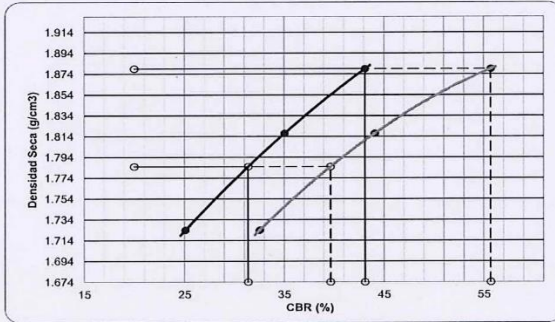
SIN EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION													
PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 25				MOLDE N° 26				MOLDE N° 27			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		132	6.6			119	5.9			72	3.6		
1.27		295	14.7			249	12.4			163	8.1		
1.91		467	23.2			370	18.4			254	12.6		
2.54	70.31	617	30.7	43.10		498	24.8	35.02		355	17.7	25.07	
3.81		904	45.0			732	36.4			509	25.3		
5.08	105.46	1172	58.3	55.68		931	46.3	44.07		684	34.0	32.53	
6.35		1432	71.2			1106	55.0			819	40.7		
7.62		1631	81.1			1234	61.4			934	46.4		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

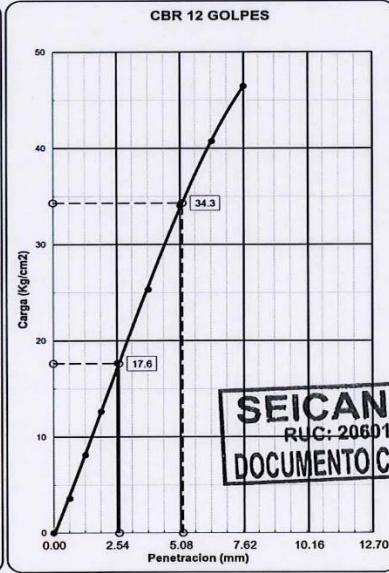
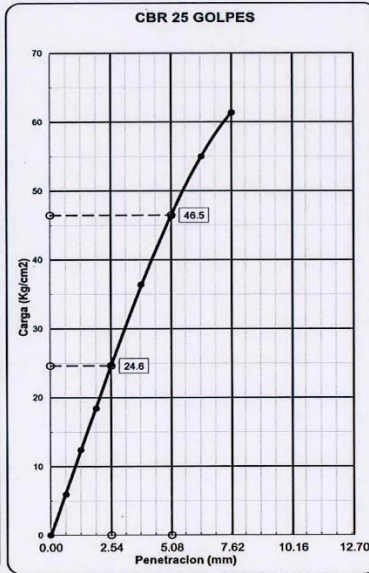
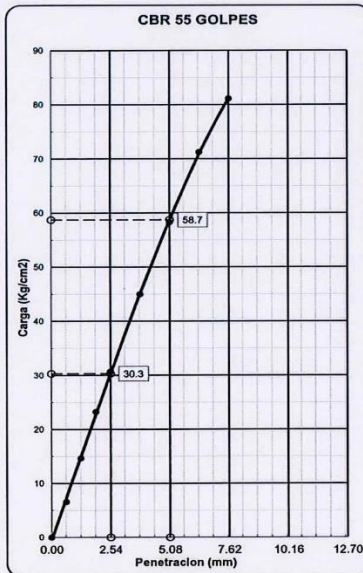
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Adición	12% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-1-1		
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez		
Calicata	C-01	Fecha de Ensayo: 06/01/23		
Estrato	E-01	Lado: -		
Prof. (m)	-			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016				



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	43.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	31.4
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	55.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	39.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.879	g/cm ³
Humedad Opt.	12.7	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELI SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



CERTIFICADO N°:
0820Q386722

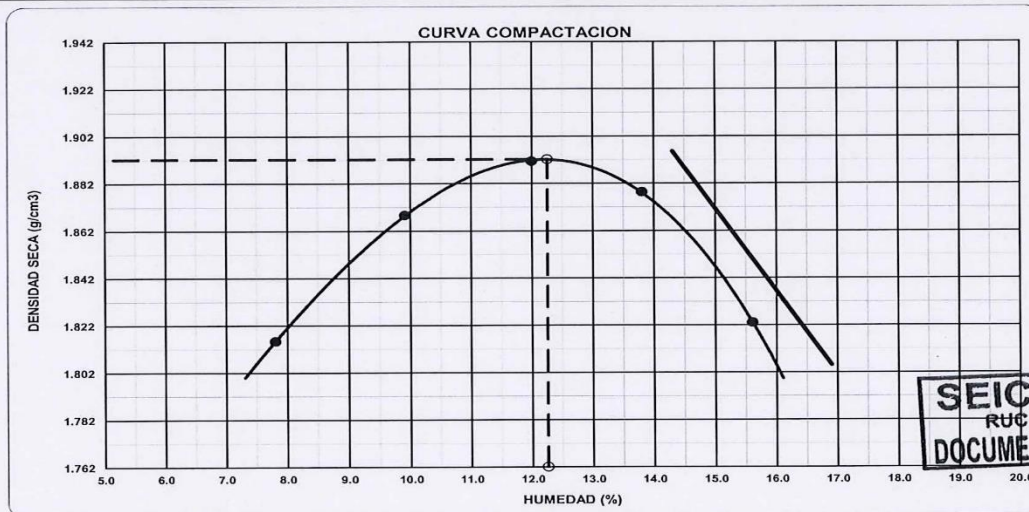
ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 2 ADICIONADO CON 4% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004		
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01		
			Fecha: 02/01/2023		
			Página: 1 de 1		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE :		RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE :		-		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA					
Adición :		4% Ceniza de hoja de brocoli		N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1	
Progresiva :		Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata :		C-02		Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato :		E-01		Lado: -	
Prof. (m) :		-			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016					
METODO DE COMPACTACION :		A		VOLUMEN DEL MOLDE : 930 cm ³	
				MOLDE N° : 3	
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1		2	
PESO MOLDE + SUELO (g)		5472.0		5562.0	
PESO MOLDE (g)		3652.0		3652.0	
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1820.0		1910.0	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.957		2.054	
				3	
				4	
				5	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1		2	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		493.2		463.8	
PESO SUELO SECO + TARA (g)		457.5		422.0	
PESO DEL AGUA (g)		35.7		41.8	
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0		0.0	
PESO DEL SUELO SECO (g)		457.5		422.0	
CONTENIDO HUMEDAD (%)		7.8		9.9	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.815		1.869	
CURVA DE SATURACIÓN		16.6		15.1	
G. ESPECIFICA		2.601 gr/cm ³		MAXIMA DENSIDAD SECA	
				1.892 gr/cm ³	
				OPT. CONT. DE HUMEDAD	
				12.3 %	



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 N°: 0820Q386722
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)	Revisión: 01	
	MTC E 132 - 2016	Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 2	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO LABORATORIO : SEICAN
 SOLICITANTE : - UBIC. DEL PROYECTO : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 4% Ceniza de hoja de brocoli N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1
 Progresiva : Km. 148+685 Hecho por: Jorge Silva Ramirez
 Calicata : C-02 Fecha de Ensayo: 06/01/23
 Estrato : E-01 Lado: -
 Prof. (m) : -

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2016

Molde N°		28		29		30
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		55		25		12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)		13050	13080	11734	11799	12671
Peso de molde (g)		8299	8299	7188	7188	8343
Peso del suelo húmedo (g)		4751	4781	4546	4611	4328
Volumen del molde (cm³)		2236	2236	2210	2210	2217
Densidad húmeda (g/cm³)		2.125	2.138	2.057	2.086	1.952
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)		455.60	474.60	461.50	547.50	513.40
Tara + Suelo seco (g)		405.70	421.75	410.59	484.71	456.76
Peso del Agua (g)		49.90	52.85	50.91	62.79	56.64
Tara (g)				Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
Peso del suelo seco (g)		405.70	421.75	410.59	484.71	456.76
Humedad (%)		12.30	12.53	12.40	12.95	12.40
Densidad seca (g/cm³)		1.892	1.900	1.830	1.847	1.737

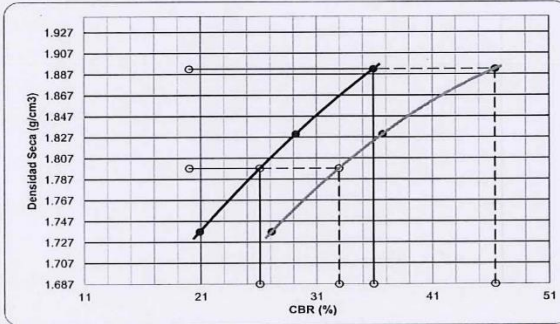
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm²	MOLDE N° 28				MOLDE N° 29				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		110	5.5			99	4.9			60	3.0		
1.27		246	12.2			208	10.3			136	6.8		
1.91		389	19.3			308	15.3			212	10.5		
2.54	70.31	514	25.6	35.91		415	20.6	29.18		295	14.7	20.88	
3.81		753	37.4			610	30.3			424	21.1		
5.08	105.46	976	48.5	46.38		775	38.5	36.70		570	28.3	27.09	
6.35		1193	59.3			921	45.8			682	33.9		
7.62		1359	67.6			1028	51.1			778	38.7		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
 RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMRETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMRETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 9001:2015 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN	
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA	
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	4% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez	
Calicata	C-02	Fecha de Ensayo: 06/01/23	
Estrato	E-01	Lado: -	
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			

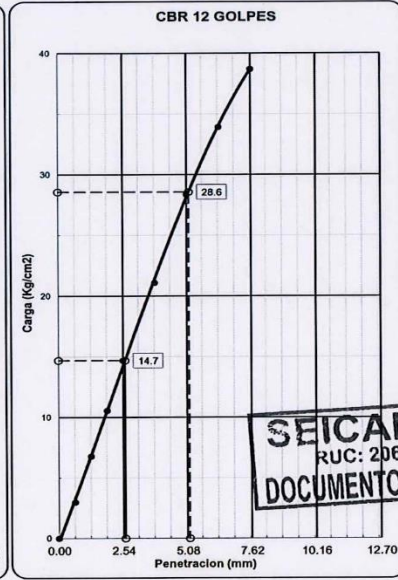
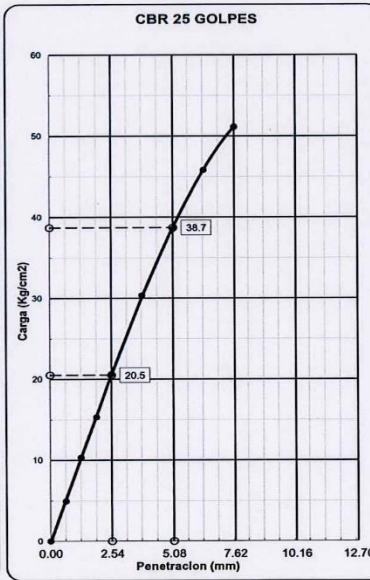
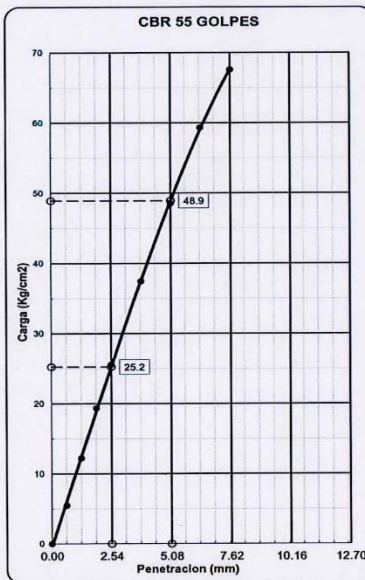


C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	35.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	26.1

C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	46.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	32.9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.892	g/cm ³
Humedad Opt.	12.3	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ INGENIERO LABORALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO EZER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO EZER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.





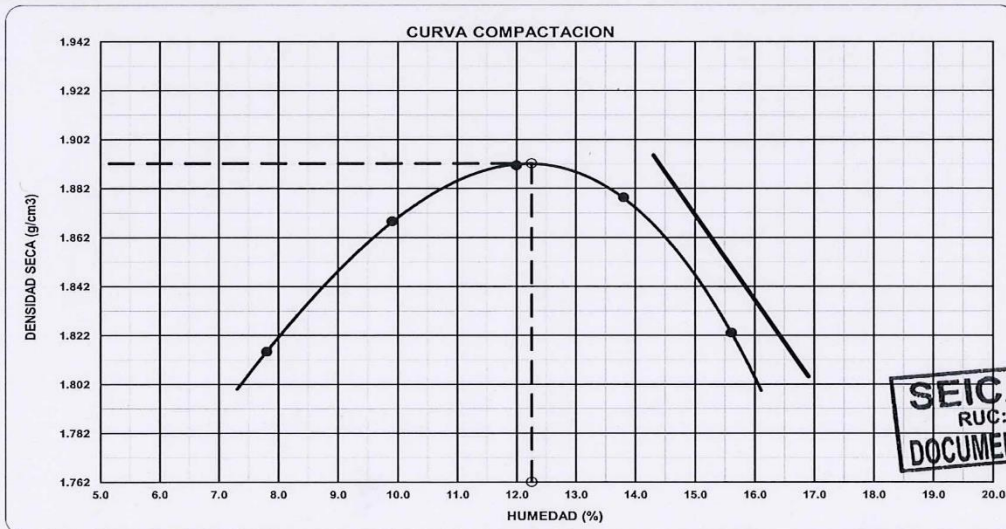
ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 2 ADICIONADO CON 8% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**



Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN						
SOLICITANTE :	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA						
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición :	8% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1						
Progresiva :	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez						
Calicata :	C-02	Fecha de Ensayo: 06/01/23						
Estrato :	E-01	Lado: -						
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5472.0	5562.0	5622.0	5640.0	5612.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1820.0	1910.0	1970.0	1988.0	1960		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.957	2.054	2.118	2.138	2.108		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		493.2	463.8	498.6	522.7	530.4		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		457.5	422.0	445.2	459.3	458.8		
PESO DEL AGUA (g)		35.7	41.8	53.4	63.4	71.6		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		457.5	422.0	445.2	459.3	458.8		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		7.8	9.9	12.0	13.8	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.815	1.869	1.891	1.878	1.823		
CURVA DE SATURACIÓN		16.6	15.1	14.4	14.8	16.4		
G. ESPECIFICA	2.601	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.892	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.3	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ <small>TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN <small>ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</small>
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	
	C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)		Revisión: 01	
	MTC E 132 - 2016		Fecha: 02/01/2023	
			Página: 1 de 2	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECAICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO :** SEICAN
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO :** LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 8% Ceniza de hoja de brocoli **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-2-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-02 **Fecha de Ensayo:** 06/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016

Molde N°	31	32	33
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	55	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación			
Peso molde + suelo húmedo (g)	12230	12260	12691
Peso de molde (g)	7664	7664	8310
Peso del suelo húmedo (g)	4566	4596	4381
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2130
Densidad húmeda (g/cm³)	2.125	2.139	2.057
Contenido de Humedad (%)			
Tara + Suelo húmedo (g)	518.20	515.20	532.50
Tara + Suelo seco (g)	461.44	457.77	473.75
Peso del Agua (g)	56.76	57.43	58.75
Tara (g)			
Peso del suelo seco (g)	461.44	457.77	473.75
Humedad (%)	12.30	12.55	12.40
Densidad seca (g/cm³)	1.892	1.900	1.830

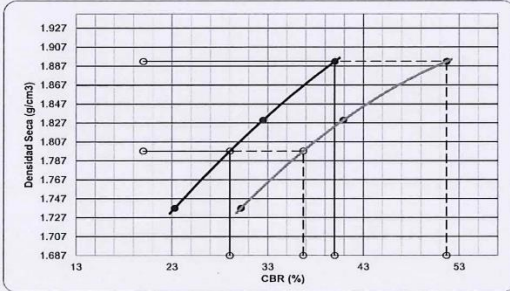
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm²	PENETRACION											
		MOLDE N° 31				MOLDE N° 32				MOLDE N° 33			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		123	6.1			111	5.5			67	3.3		
1.27		274	13.6			231	11.5			151	7.5		
1.91		433	21.5			343	17.1			236	11.7		
2.54	70.31	573	28.5	40.01		462	23.0	32.48		329	16.4	23.27	
3.81		839	41.7			679	33.8			472	23.5		
5.08	105.46	1088	54.1	51.68		864	43.0	40.90		635	31.6	30.19	
6.35		1329	66.1			1027	51.1			760	37.8		
7.62		1514	75.3			1146	57.0			867	43.1		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

<p align="center">ELABORADO POR:</p> <p align="center">SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p align="center">..... JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p align="center">TÉCNICO DE LABORATORIO</p>	<p align="center">APROBADO POR:</p> <p align="center">SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p align="center">..... ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p> <p align="center">ING. ESPECIALISTA</p>	<p align="center">APROBADO POR:</p> <p align="center">SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p align="center">..... ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p> <p align="center">ING. RESIDENTE</p>
--	--	---

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01	
				Fecha: 02/01/2023
				Página: 2 de 2
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Adición	8% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1		
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez		
Calicata	C-02	Fecha de ensayo: 06/01/23		
Estrato	E-01	Lado: -		
Prof. (m)	-			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016				

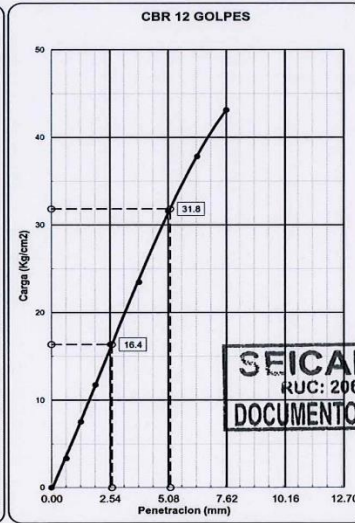
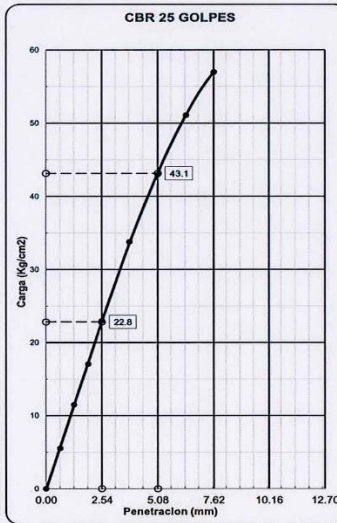
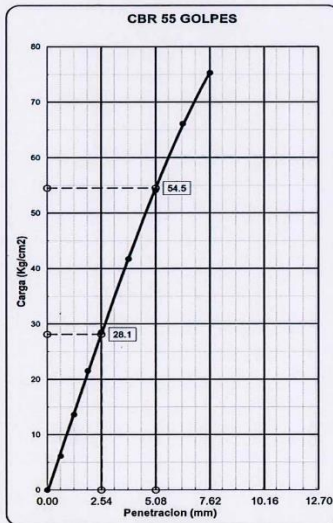


C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	40.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	29.0

C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	51.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	36.7



Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.892	g/cm ³
Humedad Opt.	12.3	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS TÉCNICO DE LABORATORIO	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO EÑER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060 ING. ESPECIALISTA	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO EÑER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060 ING. RESIDENTE
--	---	--

	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	---

ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 2 ADICIONADO CON 12% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-004	
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016	Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO LABORATORIO : SEICAN

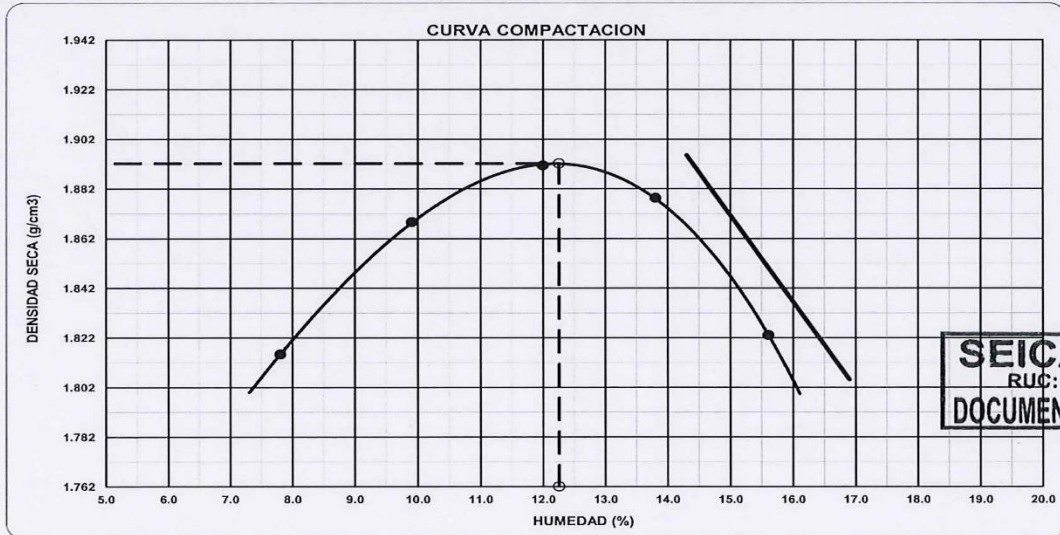
SOLICITANTE : - UBIC. DEL PROYECTO : LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 12% Ceniza de hoja de brocoli N° de Registro: LAB-SEI-CA-2-1
 Progresiva : Km. 148+685 Hecho por: Jorge Silva Ramirez
 Calicata : C-02 Fecha de Ensayo: 06/01/23
 Estrato : E-01 Lado: -
 Prof. (m) : -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN
MTC E 115-2016**

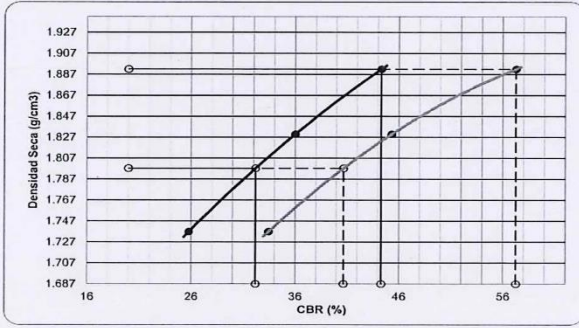
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO	1	2	3	4	5			
PESO MOLDE + SUELO (g)	5472.0	5562.0	5622.0	5640.0	5612.0			
PESO MOLDE (g)	3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652			
PESO SUELO COMPACTADO (g)	1820.0	1910.0	1970.0	1988.0	1960			
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.957	2.054	2.118	2.138	2.108			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5			
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	493.2	463.8	498.6	522.7	530.4			
PESO SUELO SECO + TARA (g)	457.5	422.0	445.2	459.3	458.8			
PESO DEL AGUA (g)	35.7	41.8	53.4	63.4	71.6			
PESO DEL RECIPIENTE (g)	0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0			
PESO DEL SUELO SECO (g)	457.5	422.0	445.2	459.3	458.8			
CONTENIDO HUMEDAD (%)	7.8	9.9	12.0	13.8	15.6			
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.815	1.869	1.891	1.878	1.823			
CURVA DE SATURACIÓN	16.6	15.1	14.4	14.8	16.4			
G. ESPECIFICA	2.601	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.892	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.3	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

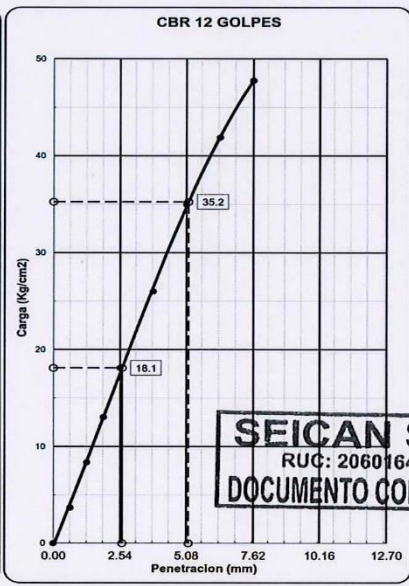
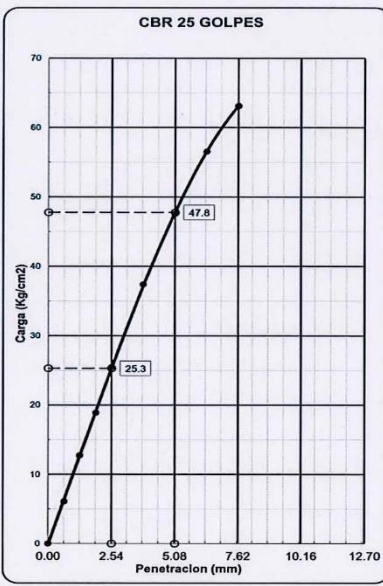
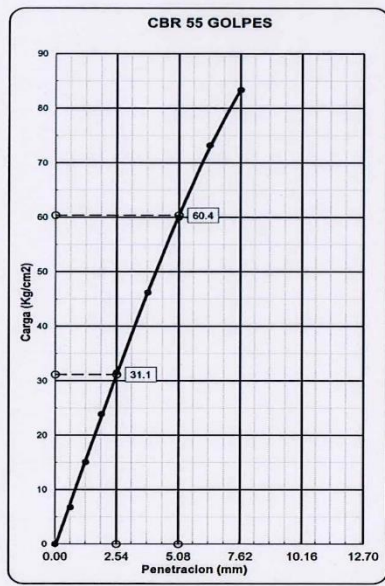
	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO :	SEICAN
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO :	LIMA
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	12% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro:	LAB-SEI-CA-2-1
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por:	Jorge Silva Ramirez
Calicata	C-02	Fecha de Ensayo:	06/01/23
Estrato	E-01	Lado:	-
Prof. (m)	-		
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016			



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1"	44.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1"	32.2
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2"	57.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2"	40.7

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.892	g/cm ³
Humedad Opt.	12.3	%

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:
SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
Jorge Silva Ramirez
JORGE ELIT SILVA RAMIREZ
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



TÉCNICO DE LABORATORIO

APROBADO POR:
SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
Zumeta Escobedo Terner Ivan
ZUMETA ESCOBEDO TERNER IVAN
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
N° CIP 146060

ING. ESPECIALISTA

APROBADO POR:
SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
Zumeta Escobedo Terner Ivan
ZUMETA ESCOBEDO TERNER IVAN
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
N° CIP 146060

ING. RESIDENTE

	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	---

ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 3 ADICIONADO CON 4% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-004	
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)	Revisión: 01	
	MTC E 115 - 2016	Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 1	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

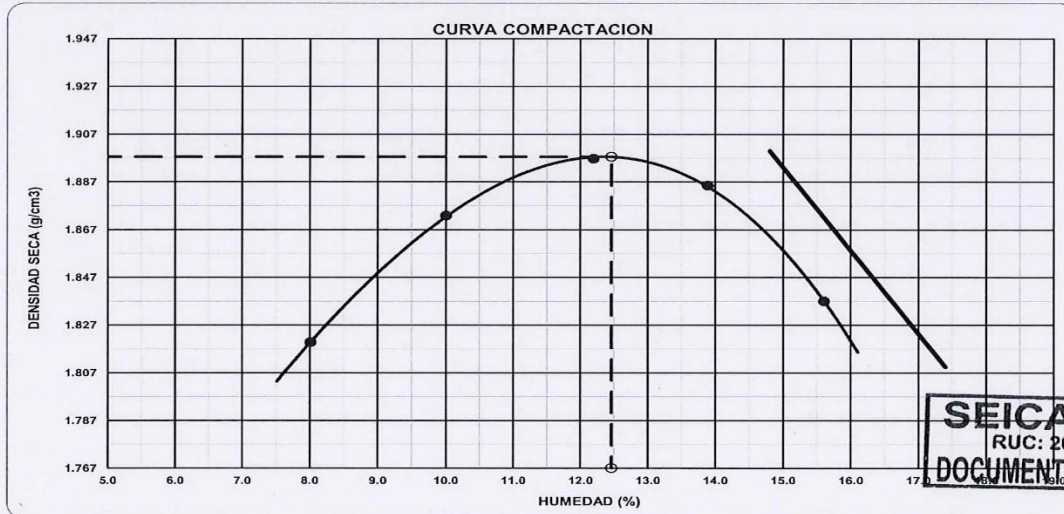
CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO :** SEICAN
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO :** LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 4% Ceniza de hoja de brocoli **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-3-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-03 **Fecha de Ensayo:** 06/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN
MTC E 115-2016**

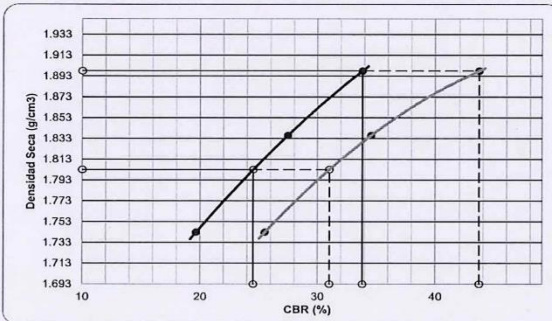
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm3	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5480.0	5568.0	5631.0	5649.0	5627.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1828.0	1916.0	1979.0	1997.0	1975		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.966	2.060	2.128	2.147	2.124		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		529.9	529.0	519.0	528.9	451.2		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
PESO DEL AGUA (g)		39.3	48.1	56.4	64.5	60.9		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.0	10.0	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.820	1.873	1.897	1.885	1.837		
CURVA DE SATURACIÓN		17.1	15.6	14.9	15.2	16.6		
G. ESPECIFICA	2.645	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.898	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.5	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

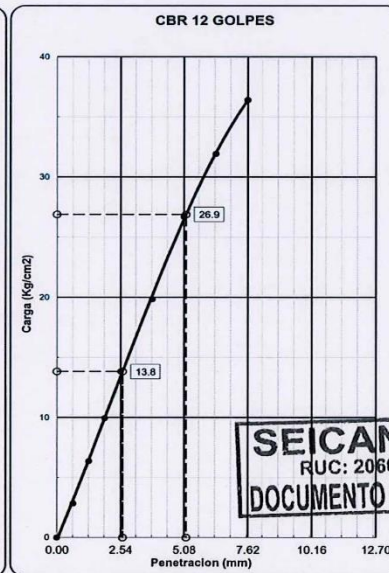
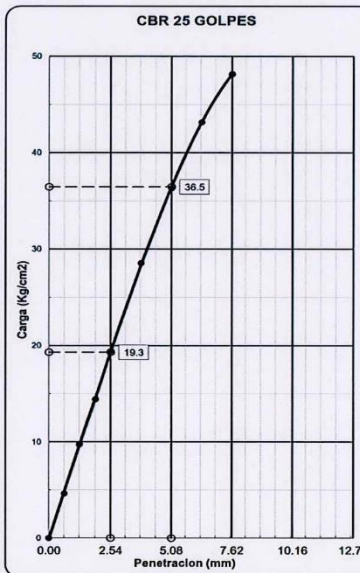
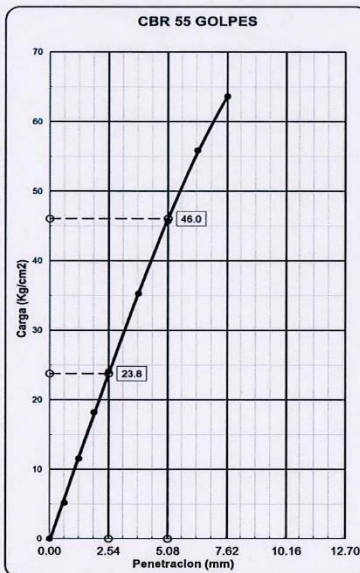
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01	
		Fecha: 02/01/2023		
		Página: 2 de 2		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
NOMBRE DE PROYECTO :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Adición	4% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro: LAB-SEI-CA-3-1		
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por: Jorge Silva Ramirez		
Calicata	C-03	Fecha de Ensayo: 06/01/23		
Estrato	E-01	Lado: -		
Prof. (m)	-			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016				



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	33.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	24.5
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	43.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	31.0



Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.898 g/cm ³
Humedad Opt.	12.5 %

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORANTISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684  ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



	Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.	 CERTIFICADO N°: 0820Q386722
---	---	---

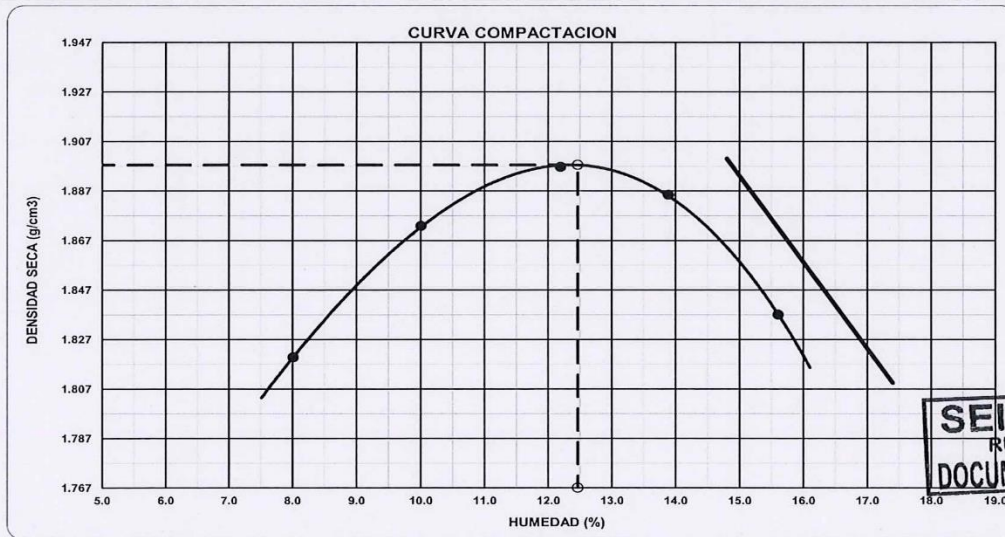
ENSAYOS DE LABORATORIO

**CALICATA C - 3 ADICIONADO CON
8% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI**

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

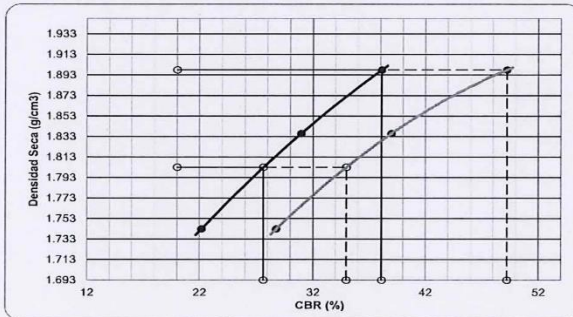
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE	: RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO :		SEICAN				
SOLICITANTE	: -	UBIC. DEL PROYECTO :		LIMA				
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición	: 8% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro:		LAB-SEI-CA-3-1				
Progresiva	: Km. 148+685	Hecho por:		Jorge Silva Ramirez				
Calicata	: C-03	Fecha de Ensayo:		06/01/23				
Estrato	: E-01	Lado:		-				
Prof. (m)	: -							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO	(g)	5480.0	5568.0	5631.0	5649.0	5627.0		
PESO MOLDE	(g)	3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO	(g)	1828.0	1916.0	1979.0	1997.0	1975		
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	1.966	2.060	2.128	2.147	2.124		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(g)	529.9	529.0	519.0	528.9	451.2		
PESO SUELO SECO + TARA	(g)	490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
PESO DEL AGUA	(g)	39.3	48.1	56.4	64.5	60.9		
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	8.0	10.0	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA	(gr/cm ³)	1.820	1.873	1.897	1.885	1.837		
CURVA DE SATURACIÓN		17.1	15.6	14.9	15.2	16.6		
G. ESPECIFICA	2.645	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.898	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.5	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMBETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMBETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

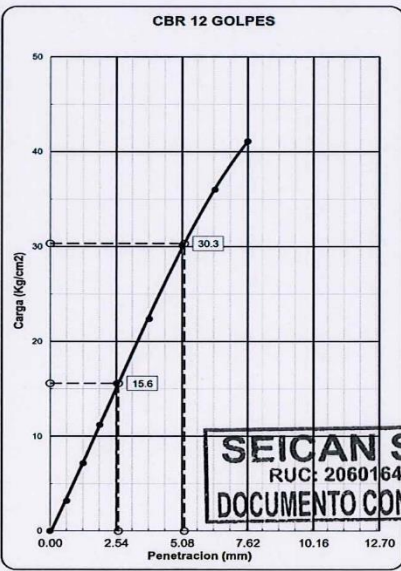
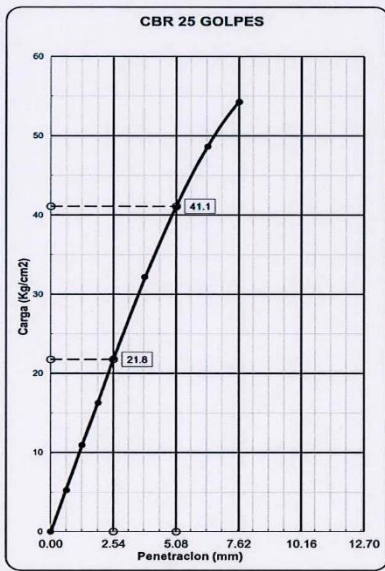
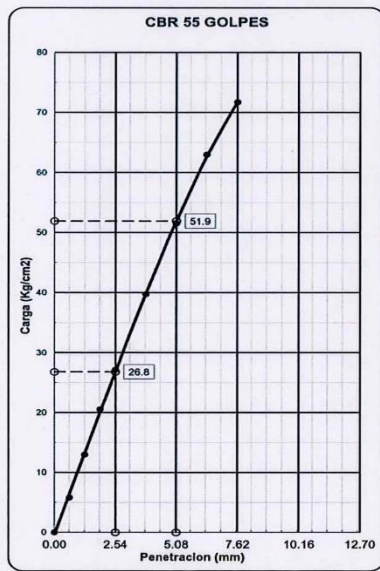
	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-05	
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016		Revisión: 01	
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685		
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO : SEICAN		
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO : LIMA		
DATOS DE LA MUESTRA				
Adición	8% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro:	LAB-SEI-CA-3-1	
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por:	Jorge Silva Ramirez	
Calicata	C-03	Fecha de Ensayo:	06/01/23	
Estrato	E-01	Lado:	-	
Prof. (m)	-			
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2016				



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	38.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	27.6
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	49.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	34.9

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.898 g/cm ³
Humedad Opt.	12.5 %

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYTA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAYTA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE



Tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos con adición de cenizas de hojas de brócoli para la calzada auxiliar izquierda de la avenida Felix Cardenas en la carretera panamericana norte km 148+685”.



CERTIFICADO N°:
0820Q386722

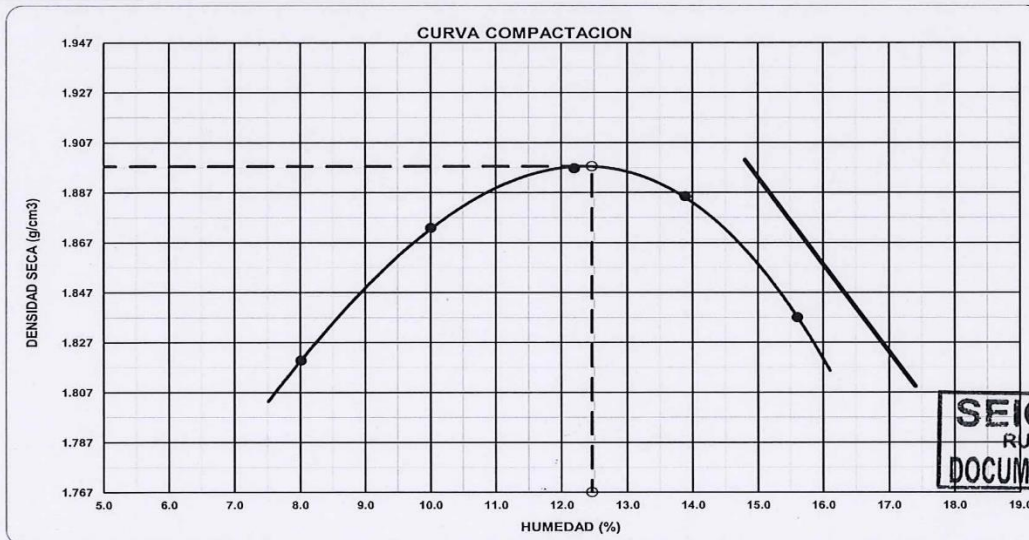
ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C - 3 ADICIONADO CON 12% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI

**TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS
SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE
BRÓCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR
IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN
LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM
148+685”.**

Cliente: Ramon Perez Tucto

	CONTROL DE CALIDAD		SEICAN-LAB-FOR-004					
	COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016		Revisión: 01					
			Fecha: 02/01/2023					
			Página: 1 de 1					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
NOMBRE DE PROYECTO :		ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685						
CLIENTE :	RAMON PEREZ TUCTO		LABORATORIO : SEICAN					
SOLICITANTE :	-		UBIC. DEL PROYECTO : LIMA					
DATOS DE LA MUESTRA								
Adición :	12% Ceniza de hoja de brocoli		N° de Registro: LAB-SEI-CA-3-1					
Progresiva :	Km. 148+685		Hecho por: Jorge Silva Ramirez					
Calicata :	C-03		Fecha de Ensayo: 06/01/23					
Estrato :	E-01		Lado: -					
Prof. (m) :	-							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN MTC E 115-2016								
METODO DE COMPACTACION :	A	VOLUMEN DEL MOLDE :	930 cm ³	MOLDE N° :	3			
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4	5		
PESO MOLDE + SUELO (g)		5480.0	5568.0	5631.0	5649.0	5627.0		
PESO MOLDE (g)		3652.0	3652.0	3652.0	3652.0	3652		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		1828.0	1916.0	1979.0	1997.0	1975		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.966	2.060	2.128	2.147	2.124		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		529.9	529.0	519.0	528.9	451.2		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
PESO DEL AGUA (g)		39.3	48.1	56.4	64.5	60.9		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		490.6	480.9	462.6	464.4	390.3		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.0	10.0	12.2	13.9	15.6		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.820	1.873	1.897	1.885	1.837		
CURVA DE SATURACIÓN		17.1	15.6	14.9	15.2	16.6		
G. ESPECIFICA	2.645	gr/cm ³	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.898	gr/cm ³	OPT. CONT. DE HUMEDAD	12.5	%



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:
 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ* TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN* ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CP: 146060	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN* ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CP: 146060
TECNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	
	C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)	Revisión: 01	
	MTC E 132 - 2016	Fecha: 02/01/2023	
		Página: 1 de 2	

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685

CLIENTE : RAMON PEREZ TUCTO **LABORATORIO :** SEICAN
SOLICITANTE : - **UBIC. DEL PROYECTO :** LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Adición : 12% Ceniza de hoja de brocoli **N° de Registro:** LAB-SEI-CA-3-1
Progresiva : Km. 148+685 **Hecho por:** Jorge Silva Ramirez
Calicata : C-03 **Fecha de Ensayo:** 06/01/23
Estrato : E-01 **Lado:** -
Prof. (m) : -

C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016

Molde N°		43		44		45
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		55		25		12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo	(g)	12363	12393	12404	12469	12120
Peso de molde	(g)	7753	7753	7858	7858	7836
Peso del suelo húmedo	(g)	4610	4640	4546	4611	4284
Volumen del molde	(cm³)	2159	2159	2199	2199	2183
Densidad húmeda	(g/cm³)	2.135	2.149	2.067	2.097	1.963
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo	(g)	523.40	507.50	471.50	520.70	489.30
Tara + Suelo seco	(g)	465.24	450.14	418.74	460.29	434.55
Peso del Agua	(g)	58.16	57.36	52.76	60.41	54.75
Tara	(g)			Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
Peso del suelo seco	(g)	465.24	450.14	418.74	460.29	434.55
Humedad	(%)	12.50	12.74	12.60	13.12	12.60
Densidad seca	(g/cm³)	1.898	1.906	1.836	1.854	1.743

SIN EXPANSION



FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

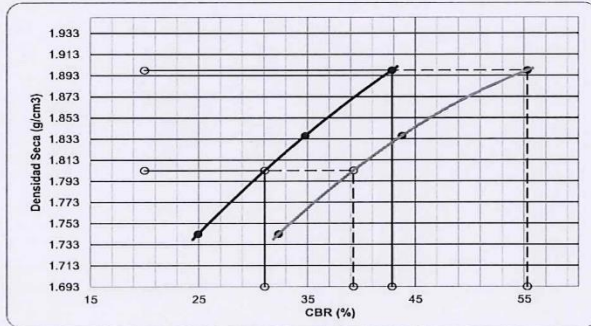
PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm²	MOLDE N° 43				MOLDE N° 44				MOLDE N° 45			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		131	6.5			118	5.9			72	3.6		
1.27		293	14.6			248	12.3			162	8.1		
1.91		464	23.1			367	18.3			253	12.6		
2.54	70.31	613	30.5	42.80		494	24.6	34.76		352	17.5	24.91	
3.81		897	44.6			727	36.2			505	25.1		
5.08	105.46	1164	57.9	55.28		924	45.9	43.74		680	33.8	32.32	
6.35		1422	70.7			1098	54.6			814	40.5		
7.62		1620	80.6			1226	61.0			928	46.1		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELIT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS TÉCNICO DE LABORATORIO	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146090 ING. ESPECIALISTA	APROBADO POR: SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146090 ING. RESIDENTE
---	--	---

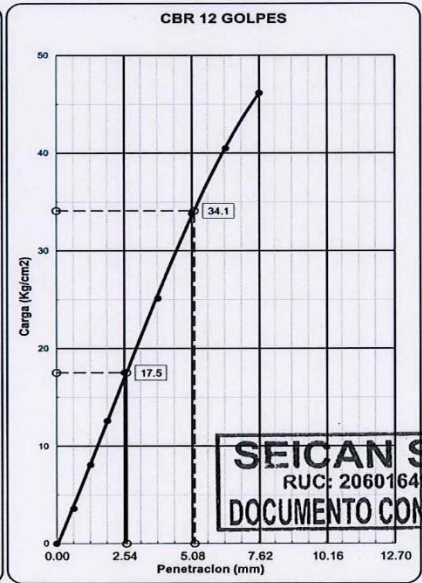
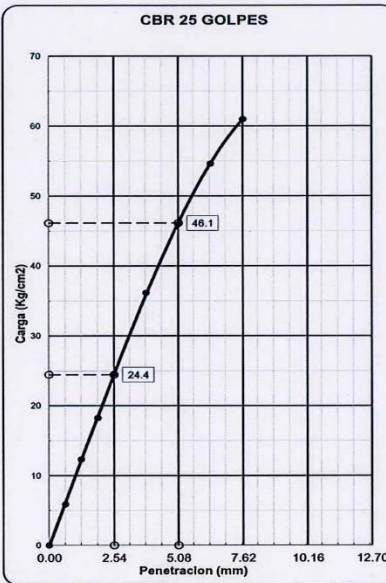
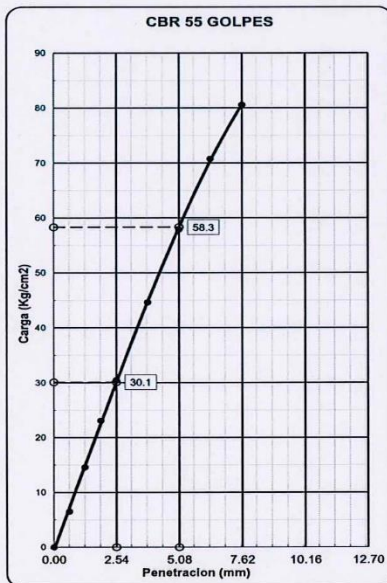
	CONTROL DE CALIDAD	SEICAN-LAB-FOR-05	
	ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132 - 2016	Revisión: 01 Fecha: 02/01/2023 Página: 2 de 2	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
NOMBRE DE PROYECTO : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICION DE CENIZAS DE HOJAS DE BROCOLI PARA LA CALZADA AUXILIAR IZQUIERDA DE LA AVENIDA FELIX CARDENAS EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 148+685			
CLIENTE	RAMON PEREZ TUCTO	LABORATORIO :	SEICAN
SOLICITANTE	-	UBIC. DEL PROYECTO :	LIMA
DATOS DE LA MUESTRA			
Adición	12% Ceniza de hoja de brocoli	N° de Registro:	LAB-SEI-CA-3-1
Progresiva	Km. 148+685	Hecho por:	Jorge Silva Ramirez
Calicata	C-03	Fecha de Ensayo:	06/01/23
Estrato	E-01	Lado :	-
Prof. (m)	-		



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	42.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	31.0
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	55.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	39.2

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.898 g/cm³
Humedad Opt.	12.5 %

Observaciones: Celda de Carga



SEICAN S.A.C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JÓRGÉ ELIT SILVA RAMÍREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060	APROBADO POR:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060
TÉCNICO DE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	ING. RESIDENTE

Anexo 3: Validación de los instrumentos de Expertos

Carta de Presentación de Validación de Instrumentos.

Huacho, 19 de diciembre 2023

Sr. Ingeniero.

Iván Ener, Zumaeta Escobedo

Presente

Asunto: Validación de instrumentos por criterio de Especialista.

Me dirijo a usted con el propósito de presentar formalmente la validación de instrumentos que ha sido desarrollado como parte de mi investigación titulado “ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DE LAS SUBRASANTES DE LOS SUELOS CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE BROCOLI PARA VIA AUXILIAR IZQUIERDA AVENIDA FELIX CARDENAS KM148+685 – HUACHO –REGION LIMA 2023”.

El objetivo principal de los instrumentos durante el proceso de desarrollo, no hemos esforzado por garantizar la validez y confiabilidad del mismo siguiendo estándares metodológicos reconocidos en el campo de análisis de las propiedades fisicomecánicas de los suelos, realizándose la formulación de los ensayos de laboratorio correspondientes.

Con el objetivo de fortalecer el sustento científico necesario, recorrimos a usted con la finalidad de manifestar la validación de los instrumentos a través de evaluación de Juicios de expertos.

Conocedores de su trayectoria y experiencia profesional como residente y supervisor de obra en asuntos inherentes a la estabilización del suelo en carreteras, le solicitamos que a través de este proceso se sirva señalar si los ítems miden lo requerido.

Quedo a disposición para cualquier consulta o aclaración adicional que pueda requerir, por lo cual adjuntamos:

- Instrumentos de recolección de datos
- La matriz de operacionalización
- Ficha de Validación de los instrumentos

Agradezco de antemano su colaboración y aportación en la presente, nos despedimos de Usted.

Atentamente.



Bach. Ramon, Perez Tucto

Tabla 1
Certificado del instrumento de recolección de datos.

Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar	Validez de instrumentos
Procedimiento para la obtención del material.	Muestreo de suelo	Manual de ensayos de materiales del MTC E-101
Ensayos del suelo	Ensayo de granulometría	Manual de ensayos de Material del MTC E-204
	Ensayo de contenido de humedad	Manual de ensayos de Materiales del MTC E-10 Manual de ensayos de Materiales del MTC -110
	Ensayos de limite liquido Ensayo de limite plástico Índice de plasticidad	Manual de ensayos de Materiales del MTC E-111
	Ensayo Proctor modificado	Manual de ensayos de Materiales de MTC E-115
	Ensayo de CBR	Manual de ensayos de materiales del MTC E-132.

Tabla 2
Matriz de operacionalización.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Dependiente: Análisis de las propiedades físico mecánicas de las subrasantes de los suelos para la vía auxiliar Izquierda avenida Félix cárdenas KM 148+685- Huacho – región Lima 2023.	Propiedades del suelo.	Densidad seca Máxima Óptimo contenido de humedad. CBR Grado de compactación expansión Limite Plástico Limite Liquido Índice de plasticidad	Ensayo Proctor modificado Ensayo de CBR Ensayo de limites de Atterberg
Variable Independiente: Porcentaje de Adición de ceniza De brócoli	Propiedades de la ceniza de brócoli.	Contenido de ceniza al 4% Contenido de ceniza al 8% Contenido de ceniza Al 12%	balanza de medición de peso.


CERTIFICADO DE VALIDACION.

OPINION DE APLICACIÓN DE LOS FORMATOS:

OBSERVACION (existe suficiencia): si existe suficiencia.

APLICABLE(X) APLICABLE DESPUES DE CORREGIR () NO APLICABLE ()

DATOS PERSONALES

Nombres y Apellidos	Ener Iván Zumaeta Escobedo
N° DNI.	45089939
Teléfono	978530921
e-mail	coordinación.proyectos@seicansac.com
Título profesional/ Especialidad	Ing. Civil especializado en suelos y pavimentos
Sello y Firma	 <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ***** ZUMAETA ESCOBEDO ENER IVAN ING. CIVIL ESPL. AV. 1480 DE SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 146060</p>
Fecha	19 de diciembre 2023

Nota: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son los necesarios para medir la dimensión.

Anexo 4: Panel Fotográfico

Figura 26: Cuarteo de Muestra



Figura 27: Granulometría de los agregados



Figura 28: *Limite Liquido de las muestras*



Figura 29: *Proctor Modificado de las muestras*

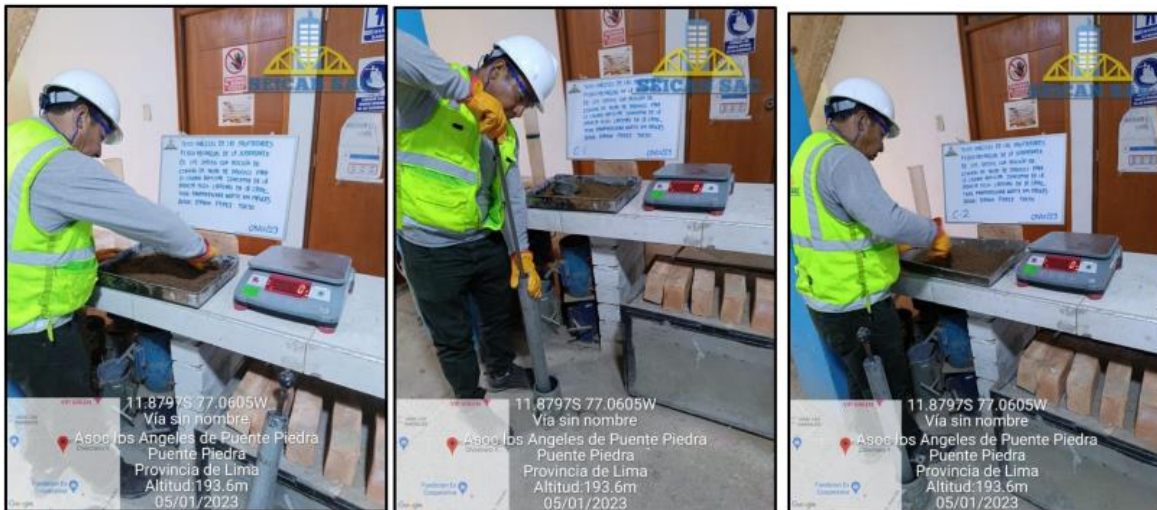


Figura 30: *CBR de las muestras*

