



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Villegas Diaz, Andy Luis (orcid.org/0009-0008-5588-329X)

ASESOR:

Mg. Benavente León, Christian (orcid.org/0000-0003-2416-4301)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Esta Investigación la dedico a Dios, por darme las fuerzas para continuar luchando en lo adverso con la sabiduría necesaria para realizar las acciones que me ha encomendado y por el soporte espiritual y a mi familia por el apoyo incondicional, y en especial a mi hija Angie Mariana por la motivación e impulso de superación cada día más y ser un ejemplo para ella.

Andy Luis

AGRADECIMIENTO

A mis Hermanos, Alexander, José por creer en mí y por su apoyo incondicional, para llevar a cabo este proyecto y a mi madre Laura Elizabeth por llenarme de amor a través de todos estos años y decirme que todo se puede lograr con paciencia y perseverancia.

A mis amistades Ana, Luis, Liliana las personas que fueron importante en este proyecto de mi vida que más considero por sus palabras, por su confianza, su cariño y por brindarme su apoyo incondicional.

A todos mis docentes de esta casa de estudios que fueron gracias a sus enseñanzas que pude lograr este proyecto de vida y a esta prestigiosa casa de estudios, Universidad Cesar Vallejo por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente.

El autor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros del CBR	10
Tabla 2. Material y ensayos	11
Tabla 3. Porcentajes de referencia para la selección del porcentaje de material	13
Tabla 4. Muestras y caracterización respectiva	13
Tabla 5. Instrumentos y validación.....	15
Tabla 6. Tabla de instrumento para recolección de data	199
Tabla 7. Resultado de calicata C-01, C-02, C-03.....	21
Tabla 8. Análisis granulométrico de botellas plásticas.....	22
Tabla 9. Tabla de resultado de ensayo para el insumo de cal	22
Tabla 10. Tabla de resultado de ensayo para el insumo de aceite quemado	22
Tabla 11. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-01, C-02, C-03.....	23
Tabla 12. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-01, C-02 y C-03 ...	25
Tabla 13. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 +Cal	26
Tabla 14. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 +Cal	27
Tabla 15. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 +Aceite quemado	28
Tabla 16. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 +Aceite quemado	30
Tabla 17. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 +botella plástica.....	31
Tabla 18. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 +Botellas plástica	33
Tabla 19. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 + óptimo de cal+ óptimo de aceite quemado+ óptimo de Botellas plásticas	34
Tabla 20. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica	36
Tabla 21. Costo de insumos	38
Tabla 22. Análisis de Precios unitarios por metro cuadro de subrasante	39
Tabla 23. Matriz de Leopold sobre el impacto Ambiental	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de datos.....	18
Figura 2. Máxima densidad seca C-01, C-02 y C-03.....	23
Figura 3. Óptimo contenido de humedad C-01, C-02 y C-03.....	24
Figura 4. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de las calicatas C-01, C-02 y C-03	25
Figura 5. Máxima densidad seca C-03 + Cal.....	26
Figura 6. Óptimo contenido de humedad C-03 + Cal	27
Figura 7. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 +Cal	28
Figura 8. Máxima densidad seca C-03 +Aceite quemado	29
Figura 9. Óptimo contenido de humedad C-03 + Aceite quemado.....	30
Figura 10. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 +Aceite quemado.....	31
Figura 11. Máxima densidad seca C-03 +Botella plástica.....	32
Figura 12. Óptimo contenido de humedad C-03 + Botella plástica.....	33
Figura 13. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 +Botella Plástica	34
Figura 14. Máxima densidad seca C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica	35
Figura 15. Óptimo contenido de humedad C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica	36
Figura 16. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica	37

RESUMEN

La investigación consiste en determinar la influencia de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz para estabilizar la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023; y los objetivos específicos son: Determinar la clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023, mediante una investigación metodológica de carácter aplicado con un enfoque cuantitativo porque tiene como finalidad recolectar información para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías con su resultado y su conclusión que determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante del suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023, es favorable en la construcción civil y ayuda con el control de contaminación e incita al reciclaje favoreciendo al medio ambiente.

Palabras clave: Escamas de botellas, capacidad portante, cal, suelo.

ABSTRACT

The investigation consists of determining the influence of plastic bottle flakes, lime and burnt oil of a residual nature and automotive use to stabilize the subgrade of Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023; and the specific objectives are: Determine the classification of the soil, physical and chemical properties of the subgrade of Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023, through an applied methodological investigation with a quantitative approach because its purpose is to collect information to test hypotheses with based on numerical measurement and statistical analysis, in order to establish behavioral patterns and test theories with their result and conclusion that determine the maximum dry density, optimal moisture content and the most unfavorable bearing capacity of the soil + bottle scales plastics, most unfavorable soil + lime and most unfavorable soil + burnt oil of a residual nature and from automotive use of the subgrade of Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023, is favorable in civil construction and helps with pollution control and encourages recycling favoring the environment.

Keywords: Bottle scales, bearing capacity, lime, soil.

I. INTRODUCCIÓN

En cuanto al marco internacional, Moncayo (2018) en el sur de Cali los suelos son típicos de subrasantes deficientes en carreteras en su mayoría son suelos finos por lo que se debe estudiar sus propiedades, para medir su variación y cotejar con estudios anteriores y definir en qué porcentaje es apropiado que determino el uso de aceite residual de uso automotor en la mejora del suelo (p. 10), en cuanto a Haider et al. (2023) debido a los suelos expansivos en carreteras de todo el mundo se experimentó con PET de botellas plásticas reciclada aplicando a muestras con suelos expansivos para determinar su aporte al suelo (p. 1), así mismo Young et al. (2019) nos menciona la problemática de las vías en Tailandia debido a suelos plásticos y arcillosos que comúnmente se encuentran en la zona por lo que, con aplicación de cal a muestras se determinó si aporta una mejorar el suelo (p. 2).

En el ámbito nacional, Quispe y Sañac (2019) el suelo a nivel de sub rasante de la Av. Micaela Bastidas del distrito de Tamburco en Abancay, cierto trayecto muestra necesita mejoras, sin embargo, aún no se han previsto soluciones eficaces a estos problemas ya sea con el método sugerido por la Normativas o métodos alternativos que plantea el estudio, (p. 2), así mismo López y Ortiz (2018) la problemática en la ciudad de Abancay entre los jirones Molinopata y Santo Domingo de la Urbanización San Luis baja algunos jirones se encontró suelos arcillosos por lo que, se experimentó con diferentes porcentajes de aplicación de cal en muestras recolectadas para determinar su mejora del suelo(p. 13).

Concerniente al ámbito de la Región, Fustamante (2021), en el Jr. Camino Real ubicado, en la ciudad de Chota es una vía colectora no pavimentada se encuentra en condiciones de intransitabilidad por eso es necesario la estabilización del suelo según las disposiciones indicadas en la Normativas nacionales e internacionales, planteándose en porcentajes de la adición de

PET, mejora significativamente (p.16), en cuanto al ámbito local, Herrera y Miranda (2022), investigación con aplicación en diferentes porcentajes se concluye en la muestra que con la adición de cal al 12% del peso del suelo su CBR incrementó,

experimentando un nuevo valor de su CBR al 100% de la M.D.S estabilizada fue de 15.50%- Jaén (p. 28).

Actualmente se formula la pregunta del problema general: ¿De qué forma influye la adición de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz en la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?, y los problemas específicos son: ¿Cuál es su clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?; ¿Cómo influye sus propiedades de escamas de botellas plásticas, cal y el aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz en la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?; ¿Cuál es la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?; ¿Qué impacto genera en la MDS, OCH y la capacidad portante del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?; ¿Qué impacto genera en la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad portante de la combinación de las más óptimas obtenidas del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?. ¿Cuánto se estimará el costo por m³ en la aplicación de los resultados de la investigación en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?

Justificación de los insumo utilizados en el experimento en la estabilización en la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén, con botellas plásticas, cal y aceite quemado residual de uso automotriz, según Bozyigit et al. (2021) en los últimos decenios, la superproducción, el uso masivo y la aglomeración de plásticos han suscitado problemas de contaminación y un malestar ambiental en todo el mundo (p. 5), en cuanto a Haider et al. (2023) en su experimento con el PET en la

estabilización de suelos aporta una mejora a la rigidez y la durabilidad a deformaciones del suelo pobres y a su vez reduce la contaminación utilizando PET reciclado (p. 9), así mismo la NTP CE 0.10 (2010) el uso de estabilizantes como la cal en estabilización de subrasantes se debe seguir acorde a las especificación del MTC de la sección 307: Suelo Estabilizado con Cal (p. 60), también se tiene Castillo y Orobio (2020) indica que Colombia es productor de grandes volúmenes de residuos de aceite de motor usado y desafortunadamente termina en ríos y depósitos naturales, para el medio ambiente generando efectos nocivos y la salud humana, la estabilización así mismo de suelos finos cohesivos con bajos porcentajes de aceite de motor usado, se logra una mezcla homogénea e impermeable, por lo que es una alternativa ambientalmente amigable (p. 2).

En cuanto a la investigación de la tesis su Justificación socio-económica indica una relación directa con el bienestar de la zona de estudio dado que al dar solución a la problemática se tendrá una vía transitable el cual causara en el crecimiento económico un impacto positivo de la zona y al mismo tiempo una mejora en los indicadores per cápita del estado (conocer su nivel de bienestar de sus habitantes), así mismo de la metodología, justificamos al proponer nuevas teorías o técnicas para obtener un nuevo conocimiento valido o confiable, en tanto a la justificación ambiental dado que el reciclado de insumos contaminantes como el ahorro de los recursos naturales en la explotación de canteras de agregados vírgenes, así mismo contribuir al esfuerzo global por cuidar nuestro planeta y preservar el medio ambiente por lo que se contribuirá a una disminución de la contaminación de botellas plásticas y aceite quemado de uso automotriz.

Proponemos a modo de objetivo guía o de carácter general: Determinar la influencia de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz para estabilizar la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023; y objetivos específicos son: Determinar la clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar sus propiedades de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz en favor de la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén –

Cajamarca 2023. Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar la MDS, OCH y la capacidad portante de la combinación de las más óptimas obtenidas del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar por m³ la estimación del costo en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023, en cuanto a su hipótesis general se establece que: La adición de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz si llega a influir significativamente en la carga que puede tolerar la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Amena (2022) con su objetivo utilizar desechos plásticos para refuerzos para mejorar la resistencia de suelos expansivos y así mismo mitigar la contaminación ambiental plástica, para ello usó desechos plásticos de tres dimensiones (5x8 mm, 8x15 mm y 15x25 mm) en porcentajes de 0.25%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% del peso del suelo seco, logrando determinar que el 1.5% de desechos plásticos de dimensiones de 15x25 mm fueron los que tuvieron mejores resultados debido a que los valores de CBR aumentan hasta un 1,5%, así mismo mayor al 1,5% de adición de tiras de residuos de plástico, los valores de CBR comienzan a disminuir ligeramente, teniendo como valores de CBR de 1.97% para la tierra natural y 3.85% para la tierra con 1.5% de desechos plásticos, debido a eso se concluye que el uso de tiras de desechos plásticos como material de pavimento de subrasante puede abrir la puerta a métodos adecuados de eliminación de desechos plásticos y buenas mejoras del suelo.

Abukhattala y Fall (2021) con su objetivo principal es caracterizar la propiedades geotécnicas de la subrasante modificados con diferentes tipos de residuos plásticos y formas, recicladas, por lo cual usaron tereftalato de polietileno (PET) de dos tipos, en escamas con dimensiones de 7 mm x 8mm x 0.7 mm y en gránulos con dimensiones de 3.65 mm a 4.45 mm con espesor de 2.70 mm a 1.65 mm en porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 10% para cada tipo, donde según los resultados se pudo determinar que el 10% de PET en escamas fue el que mejor comportamiento brindó al suelo, debido a que mostró que el OCH disminuyó de 20.5% a 17%, lo mismo ocurrió con la MDS que disminuyó de 1.625 g/cm³ a 1.520 g/cm³, en cuánto al CBR se produjo una mejora de 29.2% a 34.7% con 10% de PET en escamas, es así que sugieren que la sustitución parcial del material del suelo por residuos plásticos puede beneficiar en aplicaciones en subrasantes viales.

Haider et al. (2023) en su artículo titulado el objetivo principal evaluar el PET como refuerzo a la resistencia, CBR, durabilidad y rigidez a las pequeñas deformaciones donde evaluaron la eficiencia y la durabilidad del suelo estabilizado con fragmentos de PET por la cual, experimentaron con 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0,5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9% y 1% de PET en dos dimensiones 2 a 4.75 mm y 42 a 841 μm, así

mismo los hallazgos demuestran que la adición de trozos de PET ha mejorado los valores de CBR independientemente del tamaño y porcentaje agregado, por lo que se considera el tamaño de los fragmentos de PET, los resultados muestran que el tamaño 2–4.75 mm presenta un mejor rendimiento que el tamaño 42–841 μm con respecto a los valores de resistencia CBR, además, el contenido de trozos de PET del 0,7 % mostró la mejora óptima para los grados de PET más gruesos, mientras que el contenido del 0,6 % proporcionó la mejora óptima para los grados de PET más finos, por lo que se concluye que el rango de porcentaje de 0,6 a 0,8 es el rango óptimo de fragmentos de PET que se utilizará para reforzar el suelo en este estudio, donde con el 0.7% de PET mejora el CBR de 3.1% a 6%.

Zhu et al. (2023) con su artículo de esta investigación tiene como meta el resultado de la adición de las tiras de PET en el comportamiento de resistencia y rigidez de suelos arcillosos expansivos expuestos a ciclos F T por lo cual, la investigación fue explorar los cambios de la aplicación de tiras de PET sobre las propiedades de resistencia de suelos arcillosos expansivos sometidos a 0, 2, 3, 5 y 8 ciclos de hielo y deshielo, así mismo en la investigación actual se consideraron cuatro proporciones diferentes de tiras de PET y se mezclaron con el suelo (es decir, 0, 1%, 1,5% y 2% en peso de suelo seco), donde se pudo observar que el OMC del suelo disminuyó de 24.46% a 23.48%, y el MDD se redujo de 1.583 gr/cm^3 a 1.545 gr/cm^3 cuando el contenido de tiras de PET aumentó del 0% al 2,0%, por lo tanto la disminución del OMC se debe a la baja capacidad de absorción del PET en tiras y el menor peso específico de las tiras de PET fue responsable de la disminución del valor MDD, además, otra razón relacionada con la reducción de MDD fue la introducción de microporos debido a la adición de tiras de PET en la arcilla., concluyendo que la incorporación de tiras de PET en suelos expansivos provocó una disminución tanto del OMC como del MDD.

La reducción de OMC se puede atribuir a la baja absorción de agua de las tiras de PET, así mismo PET al 1% mejoró efectivamente la resistencia y rigidez de los suelos expansivos en términos de UCS (prueba de compresión libre) y Mr. (módulo de resiliencia), disminuir el tamaño y la profundidad de las grietas en las muestras

en el momento de falla, también se reduce la resistencia y rigidez de las muestras de suelo que contenían mayores cantidades de tiras de PET (>1%).

Young et al. (2019) con su artículo su objetivo incorporar la estabilización con cal, como una metodología de la estabilización de subrasantes en Malasia, la metodología es analizar las deficiencias en el tratamiento de la subrasante de los diferentes manuales, guías, software normados y recomendar el desarrollo de un nuevo diseño con estándares adecuados para la implementación exitosa de la estabilización de subrasantes en Malasia, donde experimentaron con incorporación de 4% de cal haciendo pruebas de CBR empapado durante 4 días para determinar cuál sería el aumento en CBR, se obtuvo un valor medio del 37%, siendo un buen resultado a comparación del 1% de CBR que presentó el suelo patrón, se concluye la estabilización con cal de materiales de subrasante en Malasia está ganando aceptación entre los propietarios y diseñadores de activos que reconocen los beneficios de mejoras de sus características del suelo no tratado, dichos beneficios incluyen plataformas de trabajo mejoradas, espesor reducido del pavimento, reducción del costo y tiempo de construcción general, reducción del riesgo de fallas prematuras debido a materiales de subrasante expansivos y reactivos y la capacidad de minimizar el volumen de materiales importados e incorporara como una metodología a usar.

Gidday y Mittal (2020) Menciona que el artículo titulado, Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime, su objetivo es las mejoras de la subrasante de la carretera mediante la consolidación del suelo, experimentaron con cal, en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9%, para mejorar las características se muestra que el límite líquido y la plasticidad

Disminuyen, mientras que se observa un ligero aumento en el límite plástico para suelos tratados con cal con un aumento en el contenido de cal del 3% al 9%, estos resultados en una deducción del Índice de Plasticidad a un contenido de cal del 7%, una reducción se obtuvo máxima del IP al 8.22%, el aumento de cal a materiales de subrasante dispersivos (suelo MH) aumenta su OCH de 22.80 % a 30.23 % y reduce su DSM de 1.66 g/cm³ a 1.50 g/cm³ para el mismo esfuerzo de

compactación con un período de curado de 14 días y suelo CH, el OCH aumenta de 14,2% a 21,20% con un contenido de cal del 9% y su DSM disminuye de 1,52g/ a 1,46g/ cm³, por lo cual, se concluye después de diferentes cantidades de tratamiento con cal el suelo de subrasante cambió a los grupos GC y GM, por lo que se sugiere proporciona que la cal hidratada resultados prometedores en de las mejoras de las características de ingeniería del suelo de subrasante y más cuanto se agrega en 9%, debido a que aumentó el CBR de 3% a 22.31%.

Gudina et al. (2019) con su artículo titulado, "Performance Studies on Subgrade Formation Using Lime and Cement in Road Projects", su objetivo estuvo enfocada en los estudios de desempeño de la subrasante utilizando cal, se experimentó con 2 muestras con estabilización de cal en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%, de los ensayos se tiene que en los Límites de Atterberg se evidencia que el LL disminuye de 64.21% hasta 56.39%, lo mismo ocurre con el LP y el IP que disminuyen de 48.33% a 43.52 y de 15.87% a 12.87 respectivamente, mientras que el OCH se mantuvo constante en 36% y la DMS disminuyó de 1.318 a 1.314 gr/cm³, en cuanto al CBR se evidenció una mejora de 23.36% a 96.29% con 8% de cal, pudiendo concluir que la adición del 8% de cal fue el que mejores resultados presentó al modificar las propiedades del suelo.

Yin et al. (2022) con su artículo este estudio explora las características de ingeniería del suelo de algodón negro (BCS), suelos expansivos estabilizado con cal natural, así mismo se realizó un estudio experimental de estabilización con cal en porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4%, donde los resultados indican la adición de 4% de cal es el más óptimo debido a su uso en suelos BCS, redujo el LL del 70,7% al 64,3%, mientras que LP aumentó de 35.7 al 43% y el OCH aumentó de 27.5% al 32%, mientras que la DMS disminuyó de 1.278 gr/cm³ a 1.262 gr/cm³. En cuanto al CBR con adicción del 4% de cal se produjo un incremento de 1.7% al 19%, por ello se concluye que el uso en un 4% de cal es favorable para abordar mejoras en el problema de CBR del suelo algodónoso negro.

Sotomayor (2023) su objetivo es establecer el mejoramiento de suelos malos, así mismo se experimentó la aplicación de aceite de motor para determinar la influencia en la consolidación de suelos en porcentajes de 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5%, los obtenidos resultados de Proctor modificado y CBR para la calicata C-03+3.5% al adicionar proporciones de residuos de aceite de motor al suelo mejora sus propiedades, es así que los resultados de M.D.S de 1.982 gr/cm³, y su O.C.H de 8.46%, logrando alcanzar un CBR de 46.3%, concluyendo que la adición de 3.5% logra mejores resultados.

Camacho y Huamán (2023) con su artículo titulado, “Uso del Aceite Residual de Motor Diésel Para Mejorar las Propiedades Mecánicas de la Subrasante de un Pavimento”, su objetivo el impacto fue evaluar de aceite residual de la adiciones de motor a muestras de suelo del tramo el tablón, usando 2%, 4%, 8% y 12% de ARA, para determinar el resultado del aceite de motor usado en la estabilización de una subrasante con CBR de 0.99%, de los resultados, una excelente llegando a tener a la muestra patrón una variación respecto, mejora sus propiedades mecánicas el aceite residual de motor se vuelve a la vez no trabajable dificultoso volviéndose por lo tanto para su análisis, no se puede obtener el punto máximo de inflexión en adición para este estabilizante, así mismo se determina la adición del 12% alcanza un CBR de 11.73% con índice plástico de 25.005% en cuanto a su índice plástico disminuye conforme se adiciona mayor porcentaje de aceite en comparación a la adición del 8% de la aplicabilidad del aceite residual de motor presentando un valor de IP de 27.635% y un valor de CBR de 8.68% con un O.C.H de 10.040% y un M.D.S de 1.744 gr/cm³, según los resultado del aceite residual de motor en el ensayo del LL y LP, al reducir es beneficioso el LL y aumentar el LP, concluyendo el óptimo y más económica del suelo para la estabilización es la adición del 8% de aceite residual.

Hewayde et al. (2019) con su artículo titulado, “Influence of engine oil on geotechnical properties of cohesive soil”, su objetivo es determinaron la influencia del aceite de motor usado en las características geotécnicas del suelo cohesivo, para ello usaron aceite residual de motor de 5%, 10% y 15% donde mostraron los resultados que disminuyó el LL y aumentó el LP como respuesta al aumento del

porcentaje de aceite de motor y el índice de plasticidad disminuyó aproximadamente un 38% debido al aumento del porcentaje de aceite de motor del 0% al 15%, así mismo muestran que el OCH con 5% de aceite disminuyó de 24.6% a 23%, mientras que la DMS disminuyó de 1.712 gr/cm³ a 1.619 gr/cm³, en cuanto al CBR se produjo un decrecimiento de 9% a 5.5% con 5% de aceite, por lo que se concluyó que la tasa de reducción en el valor de CBR disminuía a medida que aumentaba el porcentaje del contaminante.

NTP 339.145 (2007), Relación de Soporte de California (CBR) en subrasante, subbase y base, ensayo de resistencia a suelos cohesivos, inicia verificando el material que pase por la malla ¾ y en el tamiz N°4 y, además, esté seco; después, se procede a la compactación, esto con el objetivo de contener la expansión del suelo al ser sumido por cuatro días bajo el agua (p.3).

Tabla 1. *Parámetros del CBR*

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

Nota: MTC, 2014

Revista costos (2023), en su suplemento técnico de enero en el ítem de pistas y veredas de su necesidad para conformación de una subrasante se estima un costo de la partida excavación hasta subrasante de material suelto con tractor es de 12.10 soles el m³, de la partida eliminación de excedente con volquete de 10m³ a una distancia de 10km es de 46.59 soles el m³, compactado con material de la partida relleno de préstamo con equipo es de 104.48 soles el m³, concluyendo un costo total de 163.28 soles por m³ (p.11).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Este desarrollo correspondió de carácter aplicada y se pudo definir a la misma como la aplicación de conocimientos en la práctica que se pueden aplicar a partir de investigaciones ya realizadas, en cuanto a la investigación que se realizó “requirió un marco, es decir se hizo una selección de teorías que articulen definiciones principales e implicaciones contextuales consecuentes con el reconocimiento de problemática previo” (Baena, 2017, p.27).

Enfoque de investigación

El proyecto planteado tenía un enfoque cuantitativo, porque tenía como finalidad recolectar información para experimentar teorías fundamentada En el proceso de cuantificar y examinar datos numéricos utilizando métodos estadísticos, con el objetivo de identificar patrones y tendencias en los datos y de esta manera poder comprobar hipótesis y teorías establecidas (Sampieri, 2014, p. 4).

3.1.2. Diseño de investigación

Tabla 2. Material y ensayos

MATERIAL	ENSAYOS
Suelo (S)	<i>Granulometría</i> <i>Contenido de humedad</i> <i>Gravedad específica</i> <i>Sales solubles</i> <i>Límites de Atterberg</i> <i>Proctor modificado</i> <i>California Bearing Ratio</i> <i>Granulometría</i>
Botellas plásticas (PET)	
Cal (CAL)	<i>Gravedad específica</i> <i>Sales solubles</i>
Aceite quemado (AQ)	<i>pH</i>
S + PET + CAL + AQ	<i>Proctor modificado</i> <i>California Bearing Ratio</i>

Fuente: Elaboración propia

Debido a la manipulación de variables, concretamente una que suele ser la de carácter independiente, se basó la investigación en un diseño en cierto modo con un sub-diseño experimental de investigación cuasi experimental en este estudio, los porcentajes de botellas plásticas, cal y aceite quemado reciclado de uso automotriz se asignan a futuras demostraciones de variables independientes.

3.2. Variables y operacionalización

La investigación engloba tres variables independientes que son botellas plásticas, cal y aceite quemado. En el aspecto dependiente, la variable correspondiente es estabilizando la subrasante.

Variables independientes: Botellas plásticas, cal y aceite quemado. Variable dependiente: Estabilizando la subrasante.

(Ver, anexo 1: Operacionalización de Variables)

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

Ruiz et al. (2023), que la población sustenta estuvo constituida por su totalidad de componentes que abarca el ámbito investigativo (p.45) por lo tanto, la población estuvo considerada por 15 muestras.

Criterios de inclusión:

- Tramo de la Avenida Intihuantana en estudio.
- Suelo arcilloso

Criterios de exclusión:

- Zonas de estudios que no sean parte de la Avenida estudio
- Suelos orgánicos
- Suelos que no sea arcillosos

3.3.2. Muestra

La muestra estará en la zona de estudio, Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. La presente investigación estuvo conformada por 15 muestras. El estudio de Hewayde et al. (2019) en el que se utilizó aceite residual de motor en porcentajes de 5%, 10% y 15%, se menciona que Sotomayor (2023) llegó a la conclusión de que al agregar un 3.5% de residuo de aceite de motor usado al suelo, se obtienen resultados mejores en cuanto

a la estabilización y mejoramiento de las propiedades de este, logrando un alto valor de 46.30% en la prueba de Relación de Soporte California (CBR).

Tabla 3. Porcentajes de referencia para la selección del porcentaje de material

Autor	Material utilizado	Porcentajes utilizados
Abukhattala y Fall (2021)	Residuos plásticos reciclados	1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 10%
Haider et al. (2023)	PET	0.1%,0.2%,0.4%,0.7%,0.9%,1%
Zhu et al. (2023)	PET	1%, 1.5%, 2%
Young et al. (2019)	CAL	1%, 2%, 3%, 4%
Gidday y Mittal (2020)	CAL	3%,5%,7%,9%
Gudina et al. (2019)	CAL	2%, 4%, 6%, 8%
Yin et al. (2022)	CAL	1%, 2%, 3%, 4%
Sotomayor (2023)	Aceite quemado de motor	1.5%, 2.5%, 3.5%, 4.5%
Camacho y Huamán (2023)	Aceite residual de motor diésel	2%, 4%, 8%, 12%
Hewayde et al. (2019)	Aceite residual de motor	5%, 10%, 15%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Muestras y caracterización respectiva

DESCRIPCIÓN	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)		
		PET	CAL	AQ
C-01	M01			
C-02	M02			
C-03	M03			
Suelo + botella plástica	M01	9	-	-
Suelo + botella plástica	M02	10	-	-
Suelo + botella plástica	M03	11	-	-
Suelo + cal	M01	-	3.5	-
Suelo + cal	M02	-	4	-

Suelo + cal	M03	-	4.5	-
Suelo + aceite quemado	M01	-	-	3
Suelo + aceite quemado	M02	-	-	4
Suelo + aceite quemado	M03	-	-	5
Suelo + botella plástica+ cal+ aceite quemado	M01	Óptimo 1	Óptimo 2	Óptimo 3

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo

Según Ruiz et al. (2023), Un subgrupo específico del total fue seleccionado para conformar una muestra "no probabilística" o "dirigida", en la cual en lugar de dejar la selección al azar, fueron los requerimientos y características propias de la investigación los que determinaron los elementos a incluir (p.50). En este estudio en particular, se tomaron muestras de suelos de tipo arcilloso, y se consideraron proporciones diferentes botellas plásticas, cal y aceite quemado tanto residual como de uso automotriz. Además, se definieron previamente la longitud del tramo a analizar y el tamaño de la muestra, basándose en criterios determinados y no en una selección aleatoria.

3.3.4. Unidad de análisis

Con fines de análisis se asumió a modo de unidad muestral al estudio de investigación que busca proporcionar resultados detallados sobre la muestra y el diseño muestral (Ruiz y Valenzuela, 2022, p.59).

Por ello se analizó un suelo de tipo arcilloso con características expansivas en la Avenida Intihuantana cuadra, Jaén – Cajamarca 2023.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Se utilizó inmediata la observación como método, con el objetivo de observar y recoger datos sobre el suelo C de la subrasante de la calle en estudio, registrar y analizar las calicatas propuestas requeridas para este estudio según, Norma CE.010 y llevar un registro de las coordenadas del lugar, así como de las propiedades de muestra, tanto mecánicas como físicas, de suelo recogidas.

- Ensayos de laboratorio y ensayos en campo.
- Observación directa e inspección visual, acompañado de registro fotográfico.

3.4.2. Instrumentos

En materia de instrumentos de recogida de data para la indagación tenía presente la guía de observación de campo la que se muestra por la observación cuantitativa en función de la manipulación estadística de los elementos recogidos (Ruiz y Valenzuela, 2022, p. 70), así mismo presenta guías de revisión documental por lo que, presentamos a continuación los instrumentos que se encuentran y validación de la tabla.

Tabla 5. *Instrumentos y validación*

Etapas	Guía	Validación
<i>Granulometría</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 1)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Peso específico</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 2)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Contenido de humedad</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 3)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Sales solubles</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 4)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Límites de Atterberg</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 5)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Clasificación SUCS</i>	<i>Guía de revisión (Instrumento 6)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Clasificación AASTHO</i>	<i>Guía de revisión (Instrumento 7)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>Proctor Modificado</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 8)</i>	<i>Juicio de expertos</i>
<i>CBR</i>	<i>Guía de observación (Instrumento 9)</i>	<i>Juicio de expertos</i>

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Validez

En la investigación actual, se optó a través del juicio de expertos por un proceso de validación, los cuales eran profesionales colegiados y habilitados. Estos expertos se encargaron de evaluar detalladamente cada uno de los enunciados presentes diseñados para la recolección de datos. Este método

aseguró que cada aspecto de la herramienta de recolección de datos fuera revisado y aprobado por individuos con conocimientos y experiencia relevantes en el campo de estudio, garantizando así la precisión y relevancia de los elementos utilizados en la investigación.

3.5. Procedimientos

En la investigación se identificó la problemática de suelo arcilloso con baja capacidad portante en la Avenida Intihuantana - Jaén - Cajamarca, luego se planteó los objetivos tales como: Objetivo guía o de carácter general: Determinar sus propiedades de escamas de botellas plásticas; cal y aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz en favor de la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Así mismo sus objetivos específicos son: Determinar la clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar sus propiedades de los materiales de investigación en favor de la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de la combinación de las más óptimas obtenidas del suelo con el CBR más bajo+ escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Determinar la estimación del costo por m³ en la aplicación de la investigación de los resultados en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.

En respuesta a ello, se recolecto muestras a campo abierto a través de pozos de exploración o calicatas a una profundidad de 1.50 m cuya codificación fue C-01, C-02 y C-03, dado que es una vía local Urbana nos guiamos acorde a la Norma técnica Peruana CE.010 Pavimentos Urbanos, teniendo en cuenta la preservación de las muestras y el transporte al laboratorio por lo que, se describe el procedimiento seguido.

PROCEDIMIENTOS DE DATOS

Ubicación de la Avenida
Intihuantana, Jaén -
Cajamarca, 2023

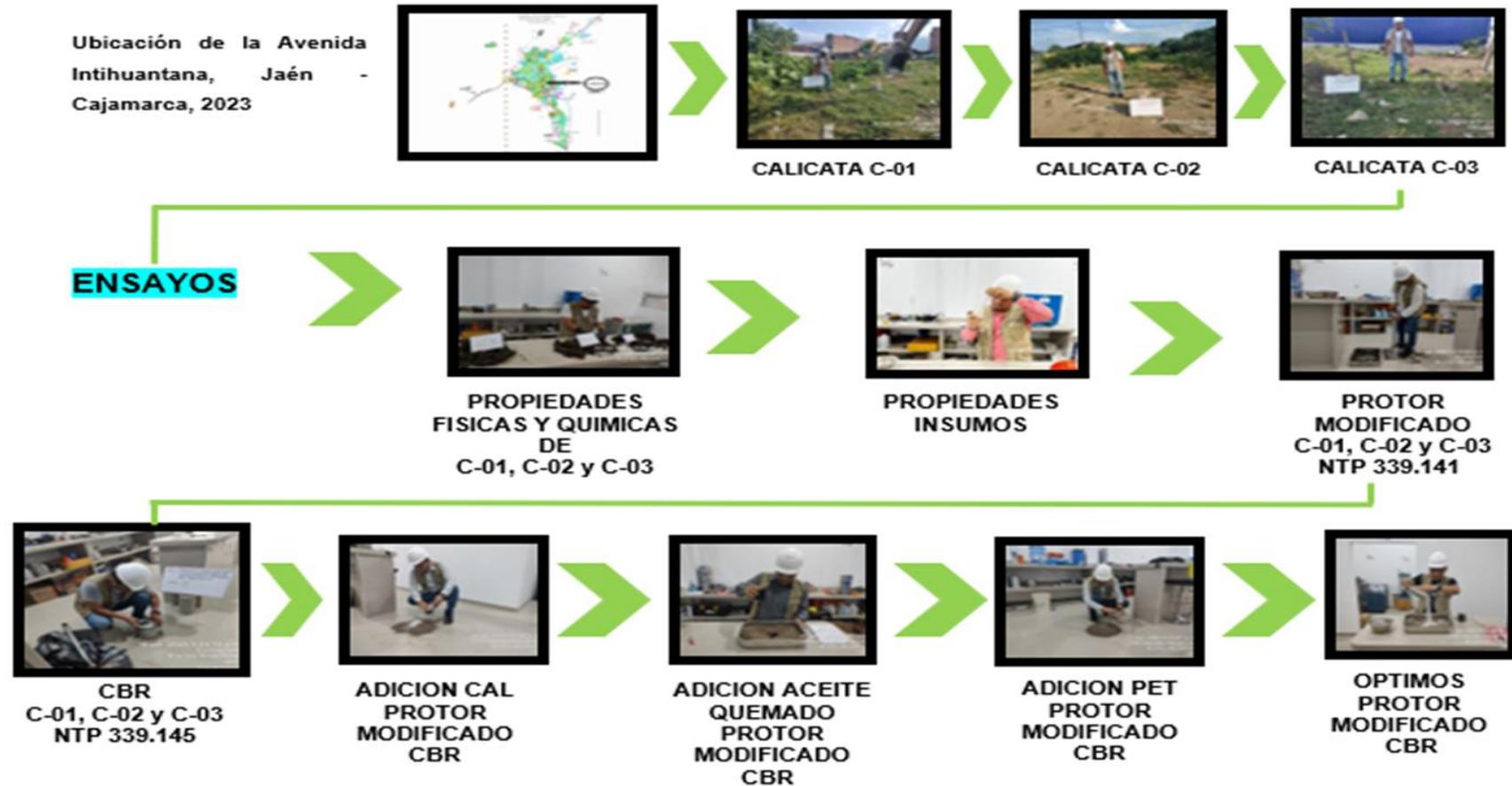


Figura 1. Procedimiento de datos

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del estudio se aplicó la normativa a fin de garantizar la confiabilidad de los instrumentos de recolección de data utilizados según la siguiente tabla.

Tabla 6. *Tabla de instrumento para recolección de data*

Ítem	Observación Directa	Normativa
	Ficha de ensayo de granulometría	NTP339.128
	Ficha de Límites de Atterberg	NTP339.129
Propiedades físicas del suelo	Ficha de Peso Especifico	NTP339.131
	Ficha de Contenido de Humedad	NTP339.127
Propiedades químicas del suelo	Fichas de sales solubles	NTP339.152
Propiedades mecánicas del suelo	Ficha de observación de ensayo de Proctor modificado	NTP339.141
	Ficha de observación de CBR	NTP339.145
<i>Clasificación SUCS</i>	Guía de revisión	NTP339.134
<i>Clasificación AASTHO</i>	Guía de revisión	NTP339.135
Propiedades físicas del Pet	Ficha de ensayo de granulometría	NTP 339.128
Propiedades físicas de la Cal	Ficha de Peso Especifico	NTP 339.131
Propiedades químicas de la Cal	Fichas de sales solubles	NTP 339.152
Propiedades químicas de la A. Q.		

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Para el cálculo de resultados se ayudó con la estadística de carácter descriptivo, el cual requirió la inclusión de procedimientos específicos de toma y análisis de datos, deducir los resultados a través del software Excel. De los resultados, figuras, etc.

Por lo que se requirió el uso de la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.7. Aspectos éticos

La investigación tuvo un desarrollo direccionado bajo los parámetros estipulados por la universidad, por ellos la investigación es original, citando correctamente a los autores como lo indica las normas ISO.

Se realizaron diferentes acciones que no afectaron las variables ni ninguna parte involucrada, con el fin de no perjudicar ni incomodar a nadie.

Esta investigación es de creación propia del investigador y es autofinanciada sin intervención externa de otros.

La muestra fue seleccionada con intención, utilizando la estadística descriptiva y se determinó el impacto de la problemática planteada.

IV. RESULTADOS

El presente tiene la finalidad de dar conocer que se obtuvieron los resultados de las muestras recolectadas en campo cuya codificación fue C-01, C-02 y C-03 con el propósito de responder los objetivos.

Objetivo 1: Datos que se obtuvieron de la clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén.

Tabla 7. Resultado de calicata C-01, C-02, C-03

	C-01	C-02	C-03
Estratos	E-01	E-01	E-01
Profundidad	0.20-1.50m	0.20-1.50m	0.20-1.50m
CH	3.82%	14.41%	21.69%
L. Liquido	34.99%	33.29%	40.08%
L. Plástico	17.04%	14.35%	17.71%
Índice de plasticidad	17.95%	18.94%	22.36%
Clasificación ASSTHO	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)	SC (Arena arcillosa con grava)	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)
SUCS	A-6(6) (Malo)	A-6(5) (Malo)	A-6 (12) (Malo)
Sales	0000ppm	1000ppm	3000ppm
Peso específico	2.68gr/cm ³	2.66gr/cm ³	2.79gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Se observa que la C-03 es la que se va mejorar la cual tiene baja arcilla arenosa

4.2 Objetivo 2: Se muestran los resultados de las propiedades de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz.

Tabla 8. *Análisis granulométrico de botellas plásticas*

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
1/4"	6.300	288.74	66.512	98.054	1.9

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Del ensayo granulométrico al insumo realizado de botellas plásticas, donde se puede apreciar que el mayor peso retenido es la malla 1/4", siendo el tamaño del insumo 1/4".

Tabla 9. *Tabla de resultado de ensayo para el insumo de cal*

INSUMO CAL	
Sales	14000 ppm
Peso específico	2.53 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Se establece datos de sales y peso específico del insumo de cal.

4.3 Objetivo 3: Se muestran los resultados de la MDS, OCH y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante.

Tabla 10. *Tabla de resultado de ensayo para el insumo de aceite quemado*

INSUMO ACEITE QUEMADO	
pH	8.357

Fuente: Elaboración propia

Descripción. El pH del insumo de aceite quemado es de 8.357

4.3. Objetivo 3: Se muestran los resultados de la MDS, OCH y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante.

Tabla 11. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-01, C-02, C-03

Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	optimo contenido de humedad (%)
1	1.76	10.88
2	1.84	11.10
3	1.80	12.10

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Muestra que la C-3 es el más óptimo contenido de humedad es de 12.10%

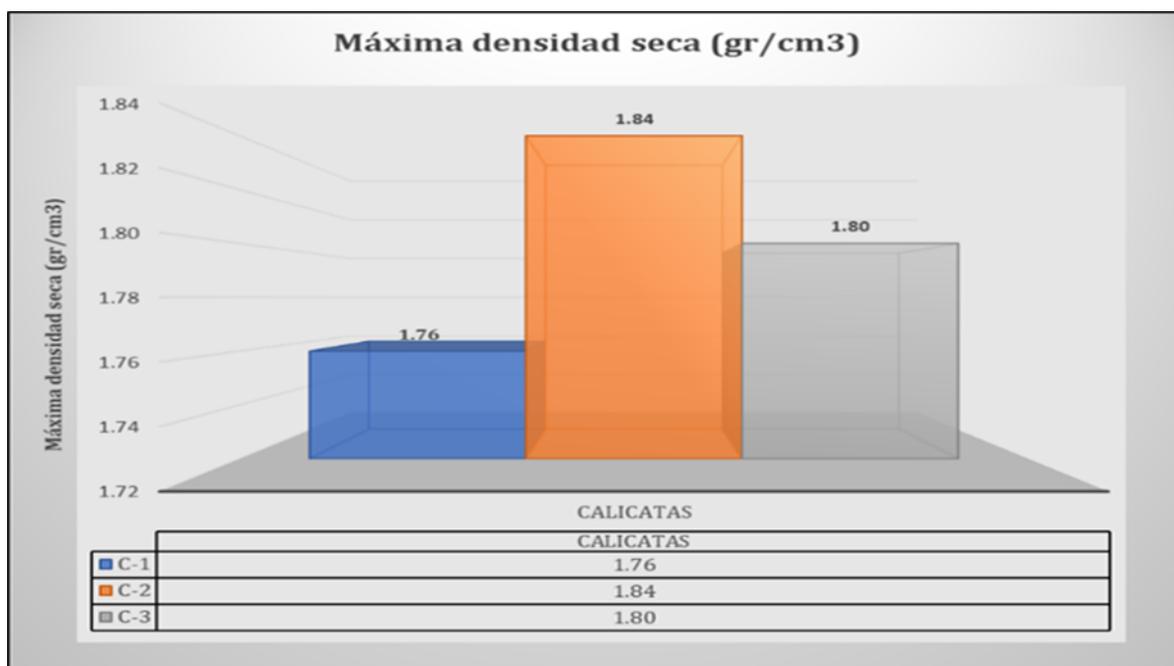


Figura 2. Máxima densidad seca C-01, C-02 y C-03

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Notamos C-2 es mejor su densidad seca es 1.84 gr/cm³ mientras C-1 un valor menor 1.76 gr/cm³.

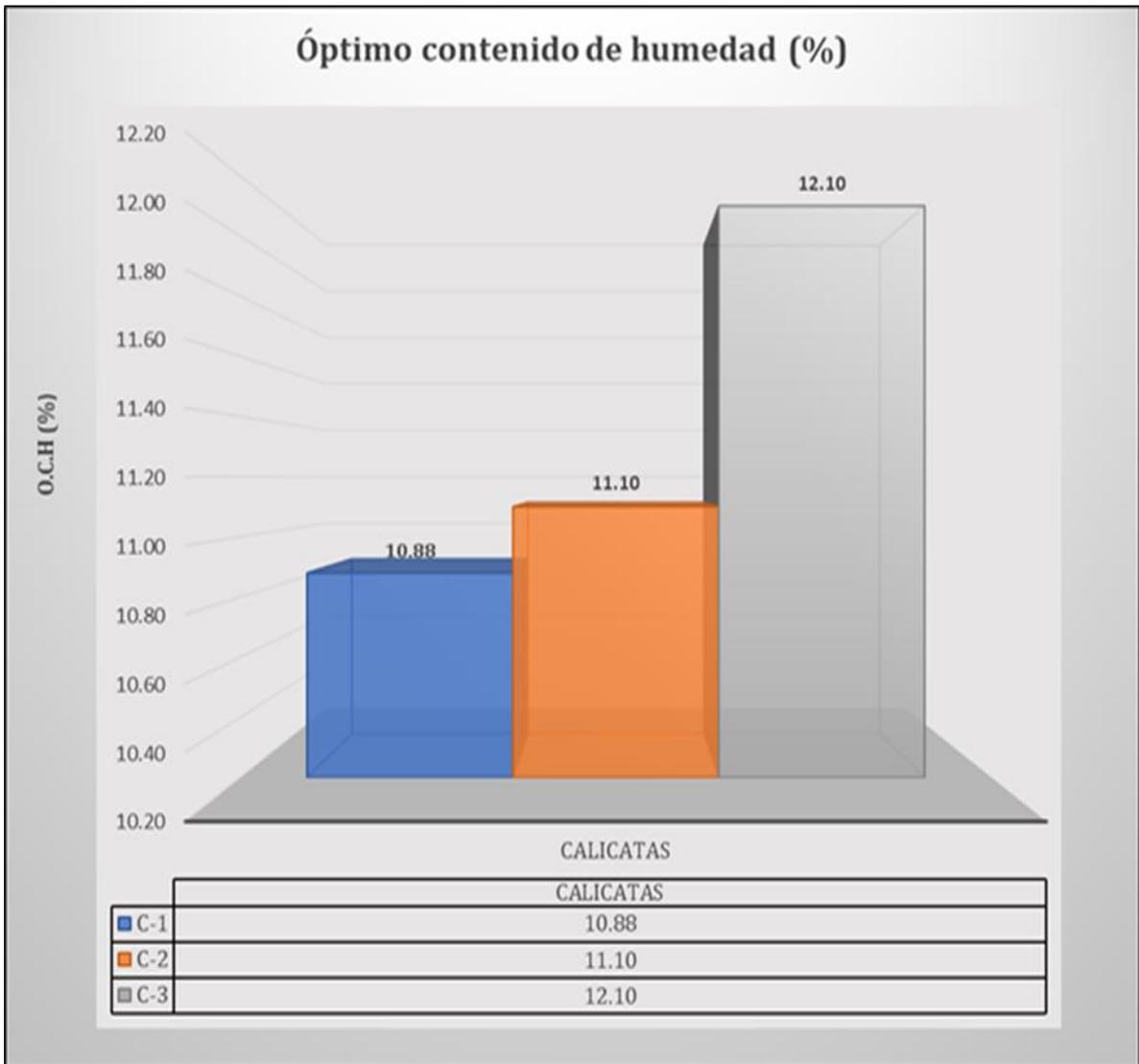


Figura 3. Óptimo contenido de humedad C-01, C-02 y C-03

Fuente: Elaboración propia

Donde se observa que mayor porcentaje de OCH es C-03 con 12.10% y el menor valor es 10.88% de C-1.

Tabla 12. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-01, C-02 y C-03

Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-1	5.73%	5.52%	6.83%	6.17%
C-2	6.19%	5.86%	7.09%	6.52%
C-3	4.98%	4.90%	6.03%	5.62%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Observo la C-3 es el CBR más baja es 6.03%

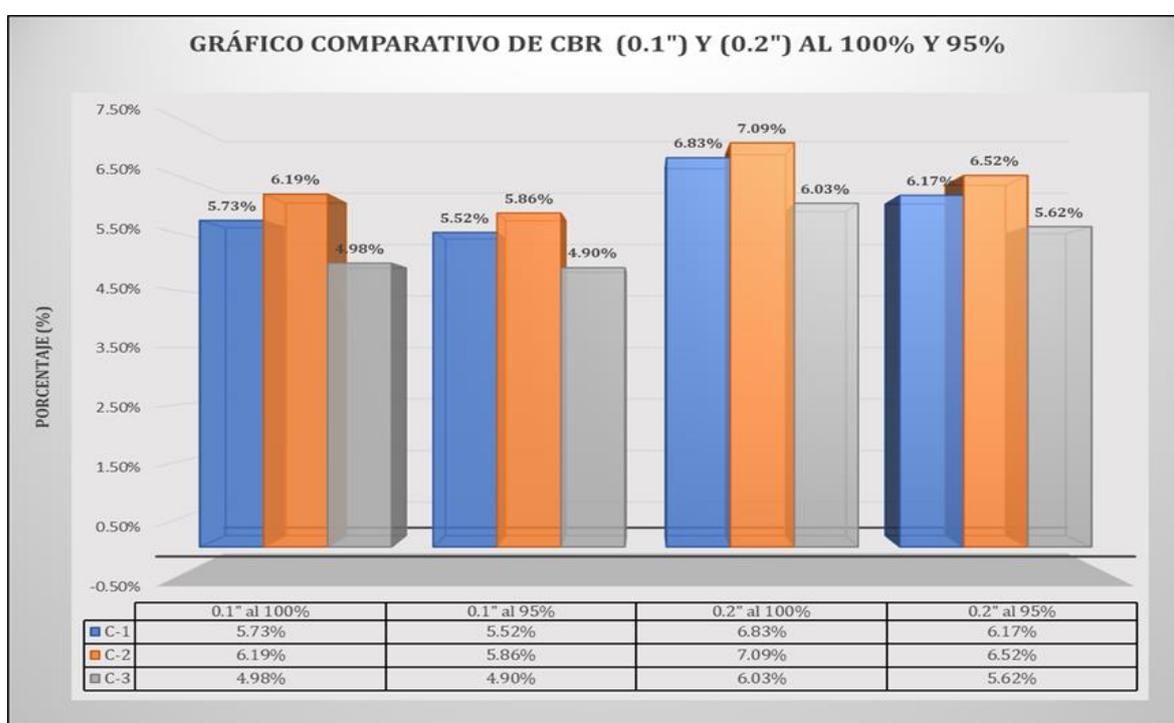


Figura 4. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de las calicatas C-01, C-02 y C-03

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La C-02 tiene mejor capacidad portante del suelo y C-03 es la calicata con menor capacidad portante en relación a las tres calicatas estudiadas, tomando las calicatas C-03 por ser la más desfavorable para el mejoramiento del suelo.

4.4 Objetivo 4: expresamos datos obtenidos de MDS, OCH y la capacidad portante del suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén.

Tabla 13. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 +Cal

Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm3)	Optimo contenido de humedad (%)
C-3+3.5% cal	2.09	10.44
C-3+4% cal	2.09	10.57
C-3+4.5% cal	2.09	10.47

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Muestra que en la C-03 + cal, obteniendo la MDS y su OCH por muestra.

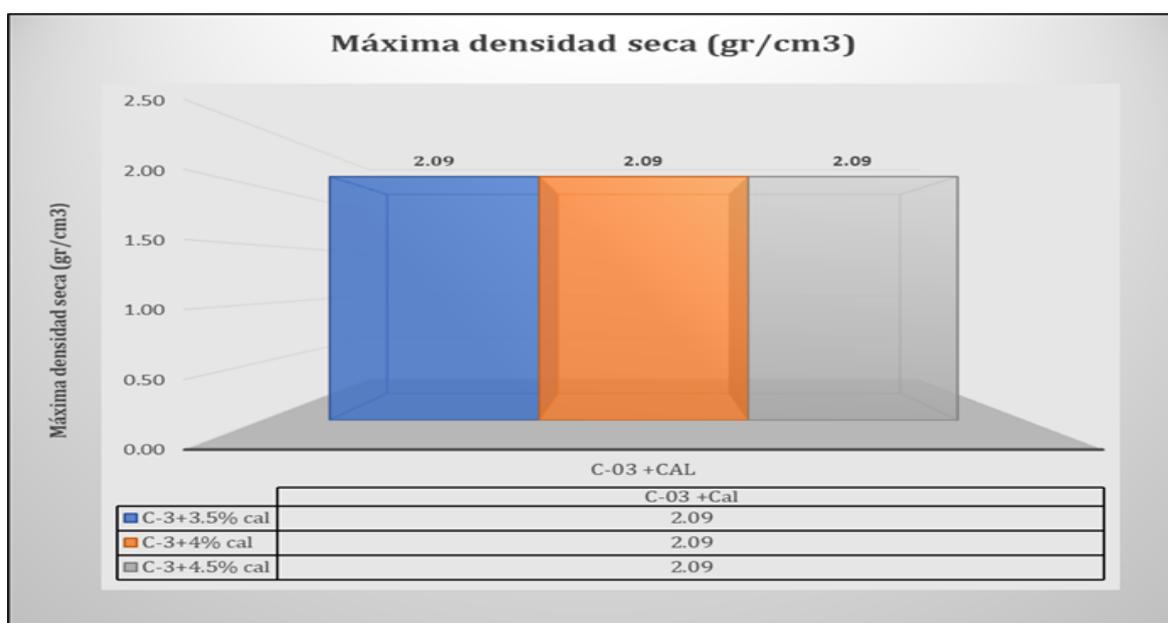


Figura 5. Máxima densidad seca C-03 + Cal

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Se expresa los datos de MDS en gr/cm3 obtenidos de C-03+Cal al 3.5%,4% y 4.5%, donde existe variación.

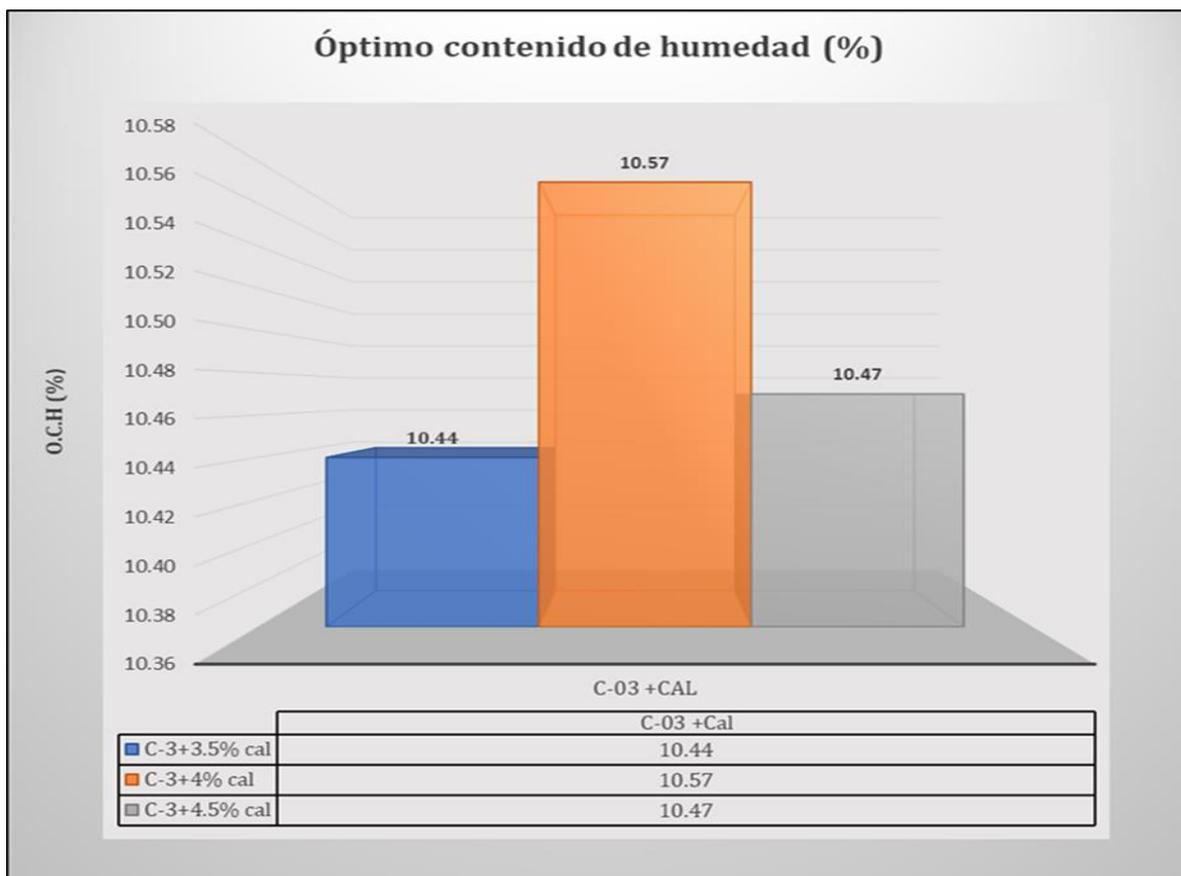


Figura 6. Óptimo contenido de humedad C-03 + Cal

Fuente: Elaboración propia

Descripción: para las C-03+cal al 3.5%,4% y 4.5%, donde se observa que la calicata C-02 presenta una mayor cantidad de óptimo contenido de humedad.

Tabla 14. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 +Cal

Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-3+3.5% cal	6.41%	5.69%	6.50%	6.20%
C-3+4% cal	6.95%	6.23%	7.03%	6.69%
C-3+4.5% cal	6.16%	5.41%	6.23%	5.94%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Refleja los resultados de C-03 con adición de cal al 3.5%,4% y 4.5%.

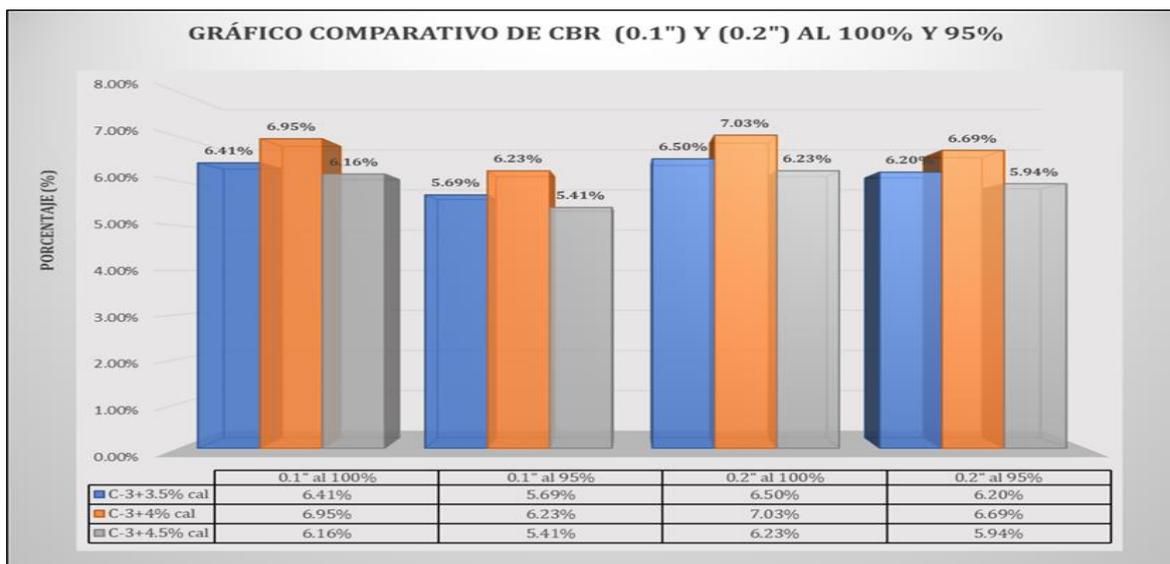


Figura 7. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 +Cal Fuente: Elaboración propia

Descripción: La figura N°7 del CBR notamos el CBR de C-03+4% de cal presenta una mejor capacidad portante y C-03+4.5% de cal es la calicata con menor capacidad portante, dando la más optima la C-03+ 4% de Cal.

Tabla 15. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 +Aceite quemado

Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Optimo contenido de humedad (%)
C-3+3% Aceite quemado	1.89	6.77
C-3+4% Aceite quemado	1.90	6.75
C-3+5% Aceite quemado	1.89	6.62

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Observamos que La C-03+Aceite quemado, se obtiene mejores MDS y OCH por muestra.

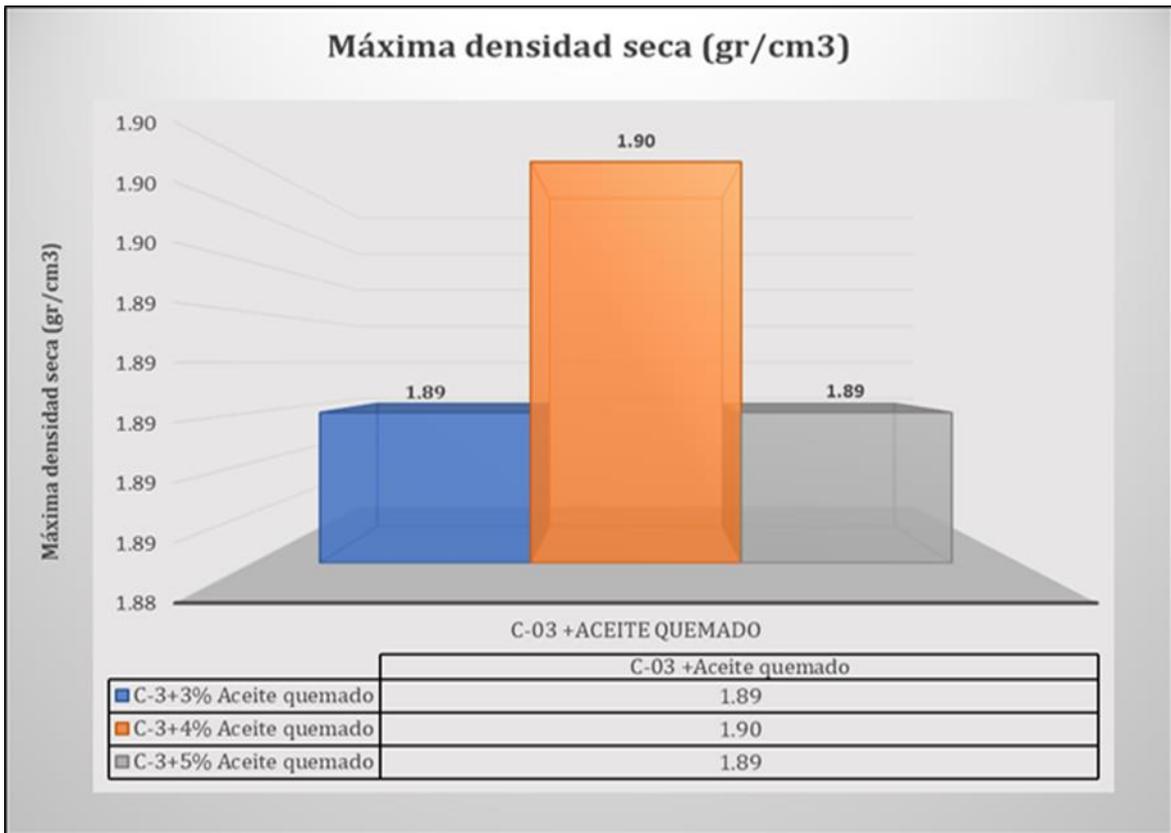


Figura 8. *Máxima densidad seca C-03 +Aceite quemado*

Fuente: Elaboración propia

Descripción muestra que el C-03+Aceite quemado al 3%,4% y 5% donde hay variación.

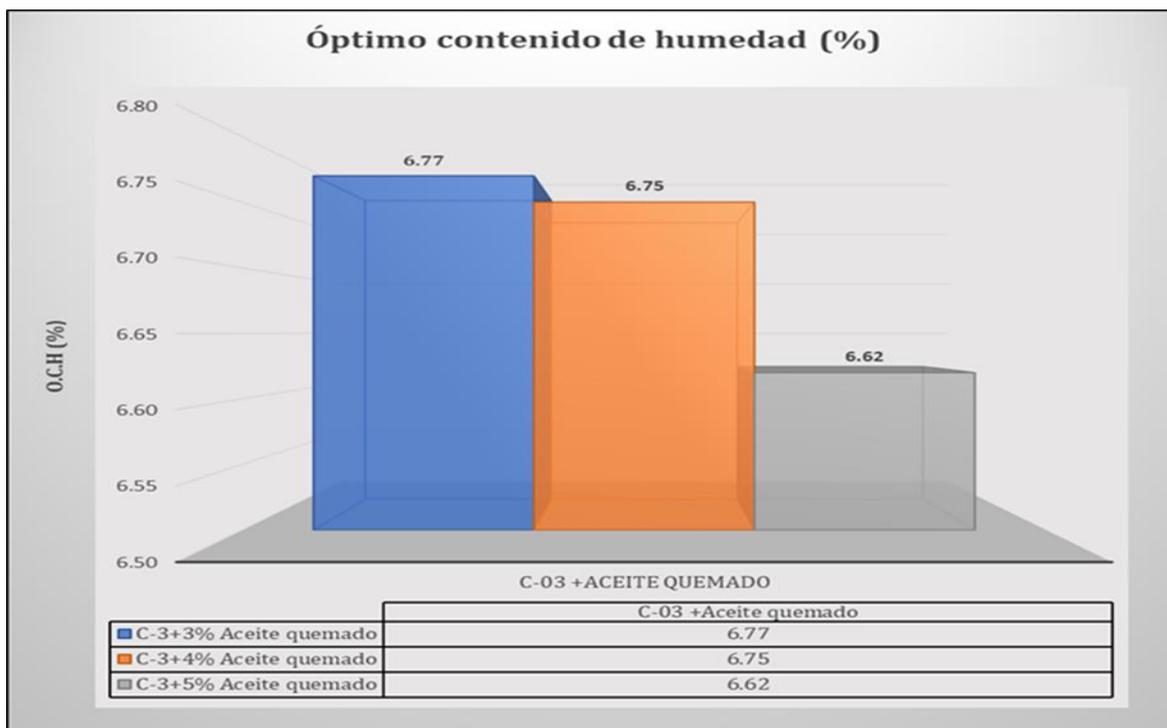


Figura 9. Óptimo contenido de humedad C-03 + Aceite quemado

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Para las calicatas C-03+ Aceite quemado al 3%,4% y 5%, donde se observa la variación del mismo y que presenta mayor óptimo de contenido de humedad es la C-03+3% de aceite quemado.

Tabla 16. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 +Aceite quemado

Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-3+3% Aceite quemado	5.33%	4.85%	5.57%	5.25%
C-3+4% Aceite quemado	6.02%	5.78%	6.18%	6.12%
C-3+5% Aceite quemado	6.67%	6.16%	6.77%	6.45%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Establece con adición de Aceite quemado al 3%,4% y 5%.

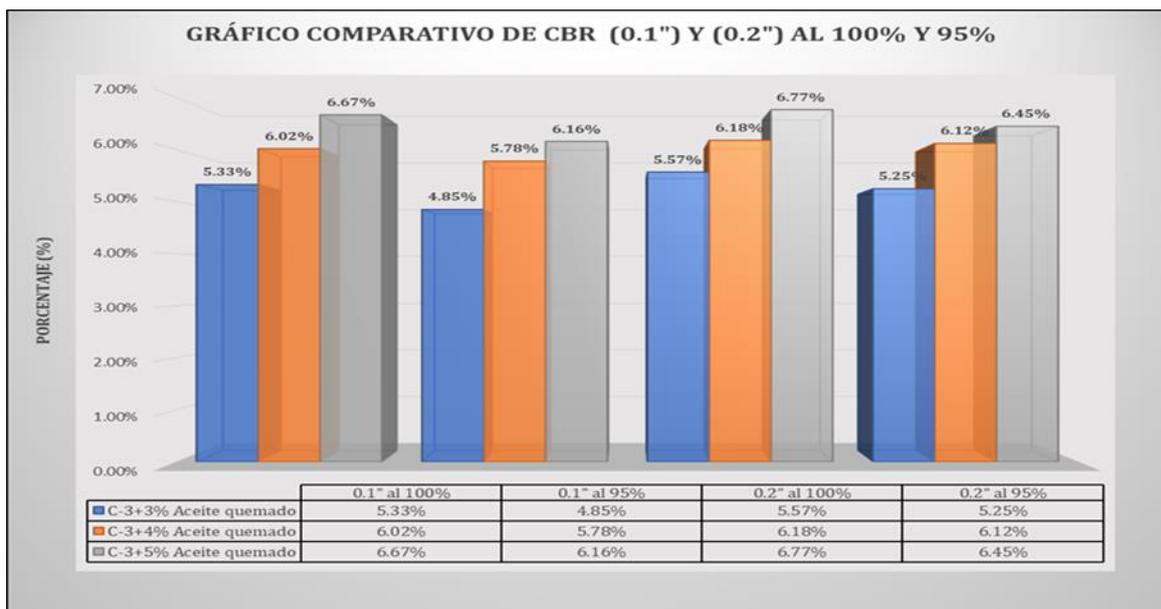


Figura 10. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 +Aceite quemado

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La figura N°10 los resultados del ensayo de CBR con penetración a (0.1") y (0.2") al 100% y 95%, donde se observa que el CBR de las calicatas C-03+5% de aceite quemado presenta una mejor capacidad portante del suelo y las calicatas C-03+3% de aceite quemado es la calicata con menor capacidad portante del suelo de los 3 porcentajes estudiadas, siendo la adición optima la C-03+ 5% de Aceite quemado.

Tabla 17. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 +botella plástica

Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm3)	Optimo contenido de humedad (%)
C-3+9% Botella Plástica	1.81	10.17
C-3+10% Botella Plástica	1.82	10.30
C-3+11% Botella Plástica	1.79	10.31

Fuente: Elaboración propia

Descripción: notamos que en la C-3+10% Botella plástica es mayor

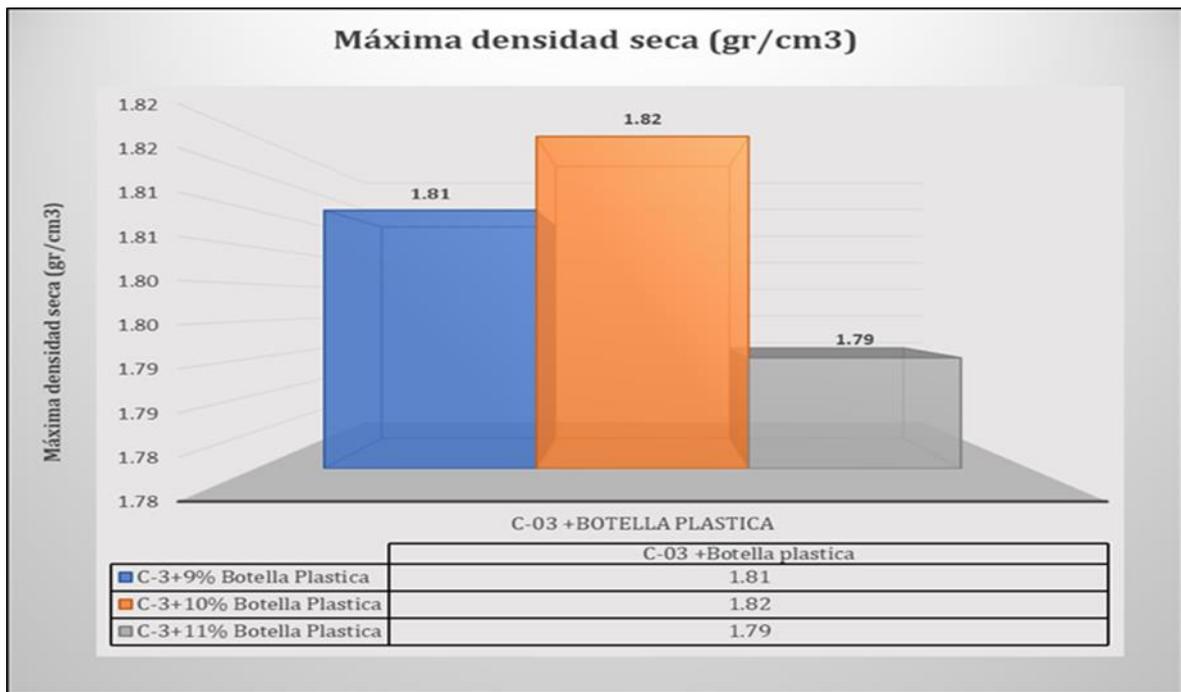


Figura 11. *Máxima densidad seca C-03 +Botella plástica*

Fuente: Elaboración propia

Descripción: En las calicatas C-03+botellas plásticas al 9%,10% y 11% donde se observa la variación del mismo.

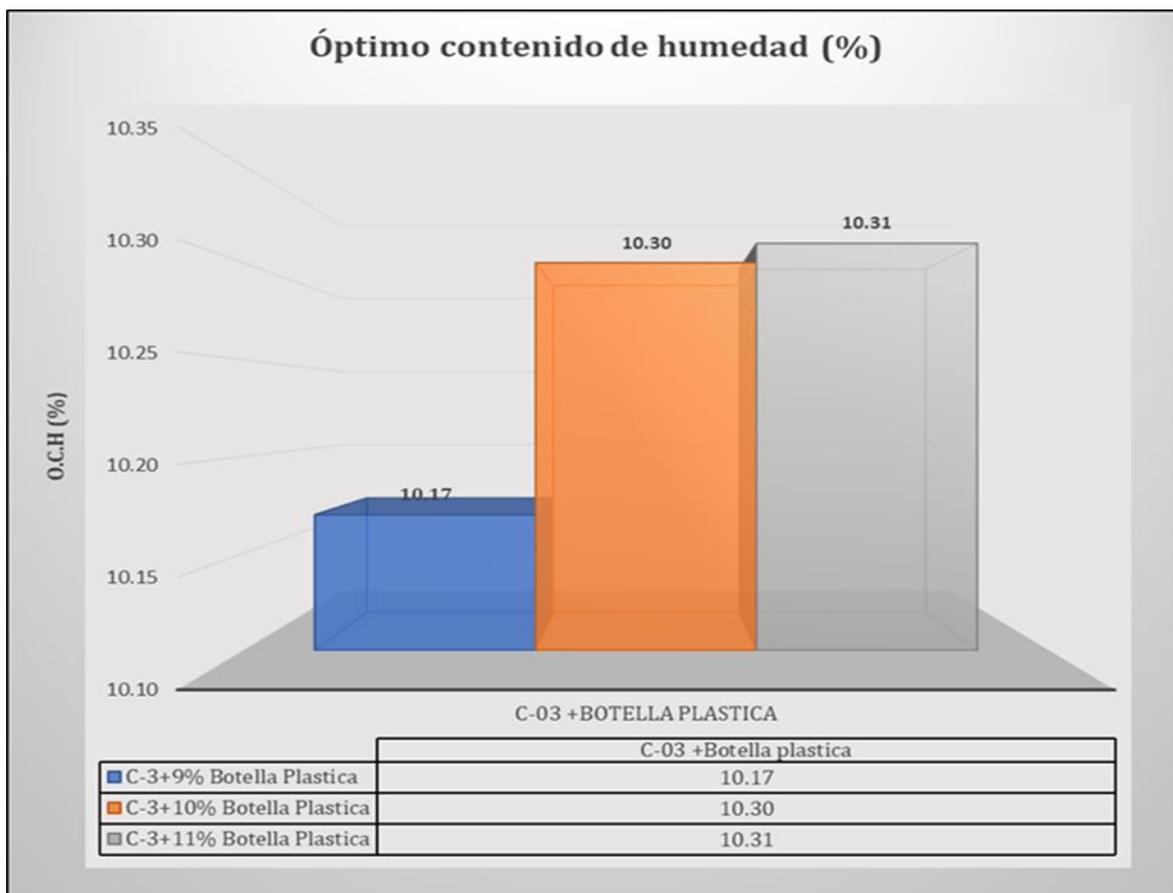


Figura 12. Óptimo contenido de humedad C-03 + Botella plástica

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Para las calicatas C-03+ botellas plásticas al 9%,10% y 11%, donde se observa la variación de este y el que presenta mayor óptimo de contenido de humedad es la C-03+11% de botellas plásticas.

Tabla 18. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 +Botellas plástica

Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-3+9% Botellas Plástica	5.91%	5.76%	6.30%	5.94%
C-3+10% Botellas Plástica	6.50%	6.29%	6.82%	6.42%
C-3+11% Botellas Plástica	5.99%	5.87%	6.46%	6.04%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N°18 nos muestra los resultados del ensayo CBR para la calicata C-03, de 0.1" y 0.2" (al 100% y 95%), con adición de botellas plástica al 9%,10% y 11%.

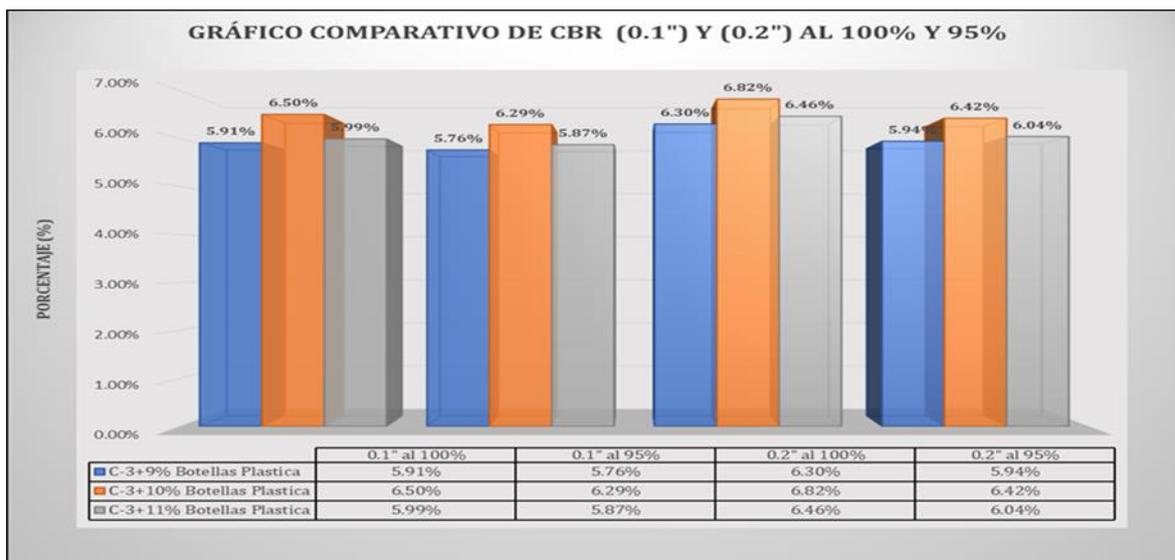


Figura 13. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 +Botella Plástica

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La figura N°12 los resultados del ensayo de CBR con penetración a (0.1") y (0.2") al 100% y 95%, que el CBR donde se observa de la calicata C-03+10% de botellas plásticas presenta una mejor capacidad portante del suelo y las calicatas C-03+9% de botellas plásticas es la calicata con menor capacidad portante del suelo según los tres porcentajes estudiadas, siendo la adición optima la C-03+ 10% de botellas plásticas.

4.5 Objetivo 5: Se presenta los resultados de la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de la combinación de las más optimas obtenidas del suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén.

Tabla 19. Resultado de ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-03 + óptimo de cal+ óptimo de aceite quemado+ óptimo de Botellas plásticas

Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm3)	Optimo contenido de humedad (%)
C-3+4% Cal+5% Aceite quemado+10% Botella plástica	2.08	13.67

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N°19 nos muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado para la calicata C-03+óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptima botella plástica, obteniendo la MDS y su OCH de la muestra.

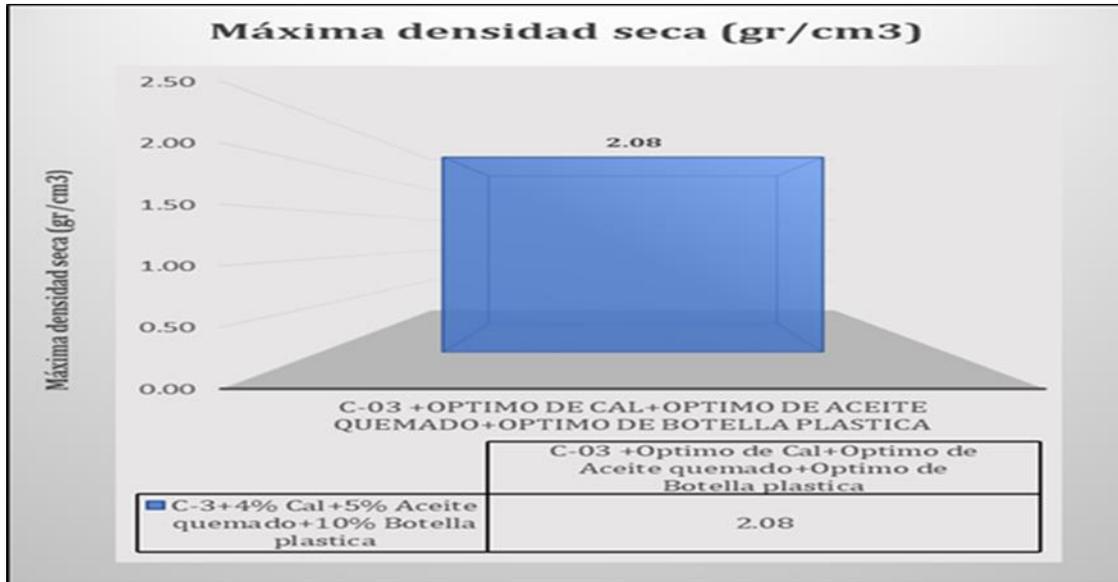


Figura 14. Máxima densidad seca C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica

Fuente: Elaboración propia

Descripción: En las calicatas C-03+ óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica.

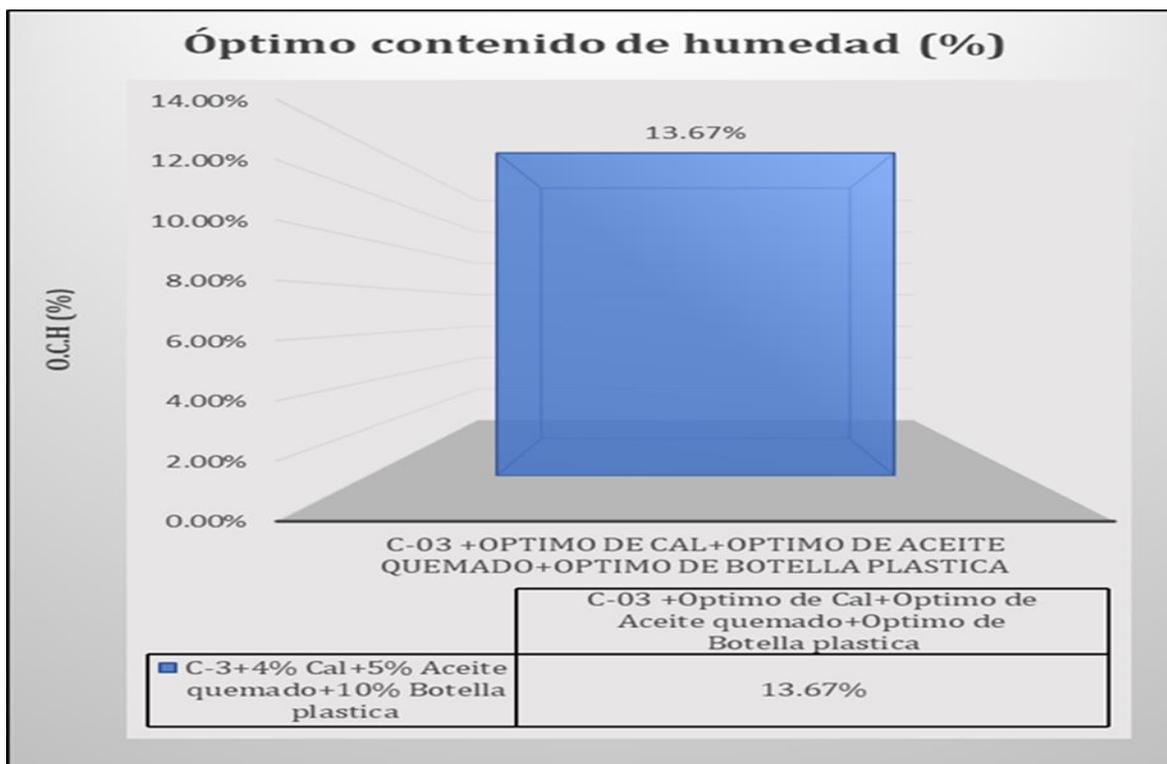


Figura 15. Óptimo contenido de humedad C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica

Fuente: Elaboración propia

Descripción: En las calicatas C-03+ óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica.

Tabla 20. Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica

Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-3+4% Cal+5% Aceite quemado+10% Botella plástica	9.43%	8.82%	9.55%	8.96%

Fuente: Elaboración propia

Descripción La C-03, con adición de óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica.

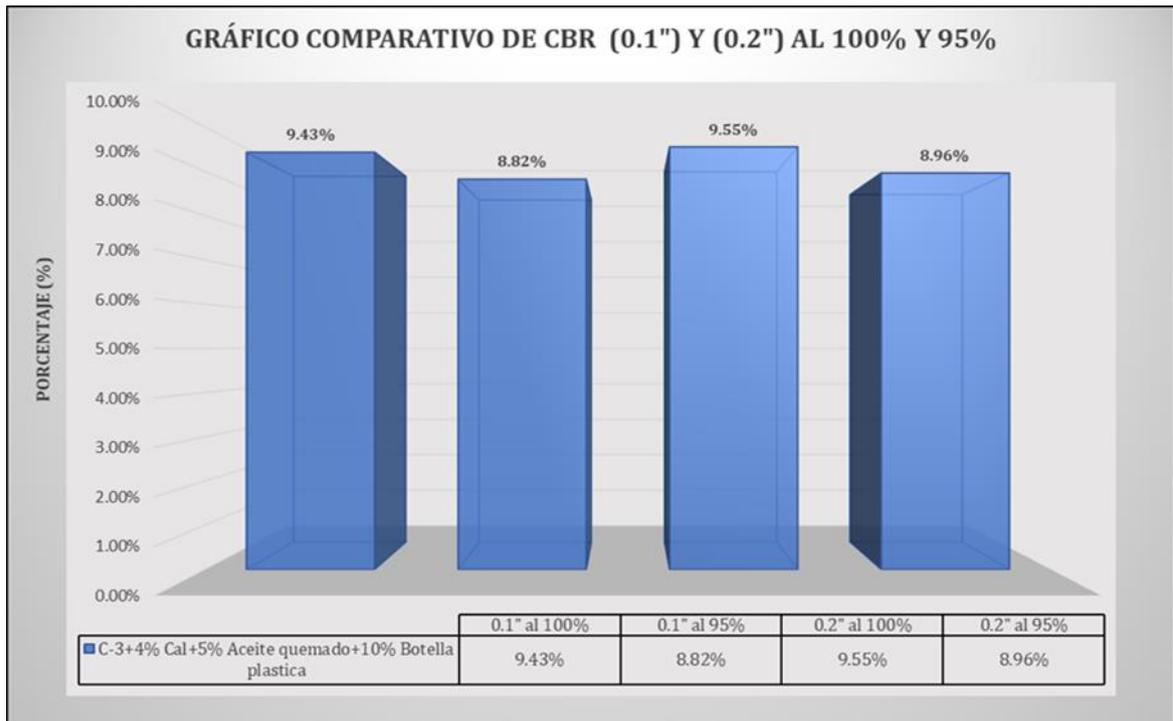


Figura 16. CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-03 + óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica
Fuente: Elaboración propia

Descripción: La C-03+4% de cal +5% Aceite quemado+10% botellas plásticas presenta una mejor capacidad portante del suelo siendo la dosificación óptima.

Evaluación de costos

El Costo de botella plástica picadas es 20 soles la bolsa de 5 kg se adquirido en las recicladoras y por ser un sector informal no su pudo adquirir un documento formal, en cuanto al kg de botellas plásticas picadas es.

$$\frac{20}{5} = 4.00 \text{ soles / kg}$$

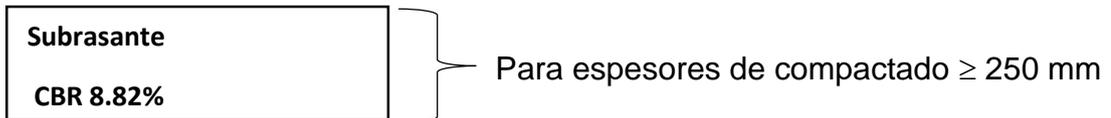
El costo de cal según la proforma de Ferrecon San Luis SAC. Es de 20 soles la bolsa de 20 kg, en cuanto al kg de cal es.

$$\frac{20 \text{ soles}}{20 \text{ kg}} = 1.00 \text{ soles / kg}$$

El costo de aceite quemado de uso automotriz según la proforma de Oleocentro Arenas es de 20 soles por 20 litros, en cuanto al litro de aceite quemado es.

$$\frac{10 \text{ soles}}{20 \text{ litros}} = 0.50 \text{ soles / l}$$

Las características y espesor de la estabilización de subrasante según su clasificación de la calicata C-3 con suelo tipo CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad), con CBR de 4.9% se obtiene un CBR de diseño de la calicata C-3+4% cal+5% aceite quemado+10% botella plástica:



NTP CE.010

Tabla 21. Costo de insumos

Insumo en %	Insumo usado por m3	Equivalente en Kg o L	Costo unitario en Kg o L	Costo total S/
10% botellas plásticas	0.10	100.00 kg	S/. 4.00	400.00
4% cal	0.04	40.00 kg	S/. 1.00	40.00
5% aceite quemado	0.05	50.00 L	S/. 0.50	25.00
Costo total por 1m3				465.00

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la elaboración el Análisis de Precios unitarios por metro cuadrado de subrasante con base a los costos de la Revista Costos, revista especializada para la construcción y con los precios de los materiales de Jaén – Cajamarca.

Tabla 22. Análisis de Precios unitarios por metro cuadro de subrasante

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					
Capataz	1	HH	0.008	32.99	0.26
Oficial	1	HH	0.008	21.61	0.17
Peon	4	HH	0.032	19.56	0.63
ALQUILER DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Camion Cisterna 4x2 Agua 122 Hp 2000 Gal	1	HM	0.008	209.98	1.68
Herramienta Manual		%MO	0.03	1.06	0.03
Motoniveladora 125hp	1	HM	0.008	236.64	1.89
Rodillo Vib. Liso Autop. 101- 135hp,10-12 Tn.	1	HM	0.008	223.95	1.79
Subpartidas					
10% Botella Plástica		M3	0.01	475	4.75
4% Cal					
5% Aceite Quemado					
8.00 HR Jornada		1000.0000 m2 Rendimiento		TOTAL	S/ 11.20

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de Leopold para el estudio del impacto ambiental

Otoko et al. (2016), en su investigación sobre la "Soft Soil Stabilization Using Palm Oil Fibre Ash", destacan cómo el uso de residuos en la estabilización del suelo puede prevenir la contaminación del suelo y del agua, un principio aplicable al aceite quemado. Según Andriani et al. (2023) en su estudio "Analysis of clay improvement as subgrade using Palm Oil Fuel Ash (Pofa)", el uso de residuos industriales, como la ceniza de aceite de palma, en la mejora de suelos demuestra cómo los residuos pueden reciclarse eficientemente en aplicaciones de construcción, reduciendo la acumulación de desechos peligrosos. También Podemos mencionar lo dicho por Rubio (2001), en "Experiencia en España con la utilización de residuos y materiales secundarios en carreteras", enfatiza la necesidad de cumplir con las normativas ambientales al utilizar residuos en la construcción de carreteras, lo cual es aplicable al aceite quemado.

Tabla 23. Matriz de Leopold sobre el impacto Ambiental

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS		EFEECTO ACCION	Replanteo y levantamiento topografico	Instalaciones de campamentos	Ex planacion	D e s m o n t e y L i m p i e z a								
CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	1. TIERRA	A. Recursos minerales		15	8	15	15	15	8	8	8			
		B. Materiales de construcción	8			8		8		8	8			
		C. Suelos	8	8	15		15	15		8	8	8		
		D. Geomorfología		8	15	15	15	15		8				
	2. AGUA	A. Subterránea					10							
		B. Calidad		8	10	10	18		18					
		C. Temperatura				8	8	8		8				
	3. ATMÓSFERA	A. Calidad (gases, partícula)			20		20			15	20	20	20	
		B. Clima (Micro y macro)		8	8		8	8		8	8		8	
		C. Temperatura			8					8		8		
	4. PROCESOS	A. Inundaciones		8										
		B. Erosión		8	12	15	8	8	8	8	8		8	
		C. Sedimentación y precipitación			8	8	8							
		D. Estabilidad			15	15	15	15		15			15	
		E. Movimientos de aire			8									
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	A. Árboles		18	18	18	18					18	18
			B. Arbustos		10	10	10	10					10	10
			C. Hierbas		8	8	8	8	8		8			
			D. Cosechas		8	8						8		
	2. FAUNA	A. Pájaros (Aves)												
B. Animales terrestres incluso reptiles			8	8	8	8					8	8		
C. Espacios en peligro														
FACTORES CULTURALES	1. USOS DEL TERRITORIO	A. Espacios abiertos o salvajes												
		B. Paisaje		8	8	8	8	8		8	8	8	8	
		C. Industrial						8			8	8	8	
	2. NIVEL	A. Estados de vida											20	
		B. Salud y seguridad		20	20								20	20
		C. Empleo					20			20		20	20	
D. Densidad de población														

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Se planteó el objetivo Determinar la clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas en la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Esto en base a los aportes de Sotomayor (2023) del ensayo de clasificación de suelos de la calicata C-03 en el sistema SUCS determino un suelo tipo SP-SM y según AASHTO un suelo tipo A-1-b(0), no presenta LL, LP y IP en cuanto a su contenido de humedad es 2.7% y sus propiedades químicas de sales solubles en agua y suelo es 300 ppm, de nuestros resultados del ensayo de clasificación de suelos de la calicata C-01 en el sistema SUCS es un suelo tipo CL y su LL es 34.99%, su LP es 17.04% y su IP es 17.95% y según AASHTO es un suelo tipo A-6(6) (Malo), un contenido de humedad de 3.82%, en sales nos arroja 0000ppm y con un peso específico de 2.68 gr/cm³, en tanto Camacho y Huamán (2023) de su muestra patrón obtuvo de su clasificación de suelos, según AASHTO un suelo tipo A-7-5

(32) y en el sistema SUCS un suelo tipo CH y su LL es 72.097%, de su LP es de 34.646% y su IP es 37.451%, se presenta del ensayo de clasificación de suelos de la calicata C-02 en el sistema SUCS un suelo tipo SC (Arena arcillosa con grava) y su LL es 33.29%, su LP es 14.35% y su IP es 18.94% y según AASHTO un suelo tipo A-7-5 (32), un contenido de humedad de 14.41%, en sales nos arroja 1000ppm y con un peso específico de 2.66 gr/cm³, según Zhu et al. (2023) de su muestra patrón obtuvo de su clasificación de suelos, según SUCS es un suelo tipo CH y su LL es 55.87%, su LP es 27.43% y su IP es 28.44%, considerando esto, de nuestros resultados del ensayo de clasificación de suelos de la calicata C-01 en el sistema SUCS es un suelo tipo CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad) y su LL es 40.08%, su LP es 14.71% y su IP es 22.36% y según AASHTO es un suelo tipo A-6(12) (Malo), un contenido de humedad de 21.69%, en sales nos arroja 3000ppm y con un peso específico de 2.79 gr/cm³.

En relación de determinar sus propiedades de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz en favor de la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023, esto en base a los aportes de Abukhattala & Fall (2021) se usó tereftalato de polietileno (PET) de dos tipos, en escamas con dimensiones de 7

mm x 8mm x 0.7 mm y en gránulos con dimensiones de 3.65 mm a 4.45 mm con espesor de 2.70 mm a 1.65 mm en porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 10% para cada tipo, donde según los resultados se pudo determinar que el 10% de PET en escamas fue el que mejor comportamiento brindó al suelo, considerando esto, nuestros resultados de las propiedades de botellas plásticas (PET) del ensayo granulométrico realizado al insumo de escamas de botellas plásticas, donde se puede apreciar que el mayor peso retenido es la malla ¼", siendo el tamaño del insumo de 1/4" y el resultado de los ensayos para la adición del insumo escamas de botellas plásticas en porcentajes de 9%, 10%, 11%, donde según los resultados se pudo determinar que el 10% fue el que mejor aportó al CBR del suelo, así mismos Young et al. (2019) de sus propiedades de la cal, nos indica que al añadir cal la reacción permanece permanente cuando el pH alcanza al menos 12,4 y luego se estabiliza logrado con la prueba de demanda de cal (o saturación de cal) y de los antecedentes de adición de 3% y 6% se pudo determinar que el 4% de cal da mejor resultado, considerando esto, de nuestros resultados las propiedades del insumo cal, las sales tienen 14000ppm con un peso específico de 2.53 gr/cm³ y el resultado de los ensayos para la adición del insumo cal en porcentajes de 3.5%, 4%, 4.5%, donde se determinó el 4% fue el que mejor comportamiento brindó al suelo, en tanto Sotomayor (2023) de las propiedades de aceite de motor usado, nos indica una densidad es de 0.85 gr/m³ y al aplicar en diferentes porcentajes de 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5%, se determinó que el 3.5% da mejores resultados en la estabilización de la subrasante, considerando esto, de nuestros resultados las propiedades del insumo aceite quemado residual de uso automotriz, con un pH de 8.357 y el resultado de los ensayos para la adición del insumo aceite quemado residual de uso automotriz en porcentajes de 3%, 4%, 5%, donde según los resultados se pudo determinar que el 5% fue el que mejor comportamiento brindó al suelo

Se planteó como tercer objetivo específico: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 202, estos resultados se basan en los aportes de Sotomayor (2023) del ensayo de Proctor modificado, para la calicata C-03 de la muestra patrón se obtuvo un resultado en su M.D.S de 1.982 gr/cm³, y su O.C.H de 8.460%, así mismo su CBR es de 40.40%, en cuanto nuestros resultados obtenidos del

ensayo de Proctor modificado, para la calicata C-01 de la muestra patrón se obtuvo un resultado en su M.D.S de 1.76 gr/cm³, y su O.C.H de 10.88%, así mismo un CBR de 5.52%, en tanto a Camacho y Huamán (2023) de su muestra patrón obtuvo un resultado, en su M.D.S de 1.526 gr/cm³, y su O.C.H de 22.945%, así mismo un CBR es de 0.99%, en cuanto nuestros resultados obtenidos del ensayo de Proctor modificado, para la calicata C-02 de la muestra patrón se obtuvo un resultado en su M.D.S de 1.84 gr/cm³, y su O.C.H de 11.10%, así mismo un CBR de 5.86%, también se tiene a Yin et al. (2022) de su muestra patrón obtuvo un resultado, en su M.D.S de 0.001449 gr/cm³, y su O.C.H de 34%, así mismo su CBR es de 1.7%, en cuanto nuestros resultados obtenidos del ensayo de Proctor modificado, para la calicata C-03 de la muestra patrón se obtuvo un resultado en su M.D.S de 1.80 gr/cm³, y su O.C.H de 12.10%, así mismo un CBR de 4.90%.

Se planteó como cuarto objetivo: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. Esto en base a los aportes de la investigación de Zhu et al. (2023) de sus resultados se pudo observar que el O.C.H del suelo disminuyó en 0.98% y la M.D.S se redujo a 0.038 gr/cm³ cuando el contenido de tiras de PET aumentó del 0% al 2,0%, en nuestros resultados para la calicata C-03+10% de botellas plásticas que obtuvo mejor resultado, se observó de la M.D.S un incremento de 0.02 gr/cm³ y su O.C.H disminuyó en 1.53%, en cuanto Haider et al. (2023) con adición de PET en porcentajes de 0.1% a 1%, donde el 0.7% de PET mejora el CBR en 2.9%, con adiciones en porcentajes de 9%, 10% y 11%, de nuestros resultados se observó un mejor aporte al CBR con adición del 10% de botellas plásticas a la calicata C-03, logrando una mejora al CBR de 1.26%, así mismo Gidday y Mittal (2020) nos indica que el aumento de cal a materiales de subrasante dispersivos (suelo MH) aumenta su O.C.H en un 7.43% y reduce su M.D.S en un 0.16 g/cm³ para el mismo esfuerzo de compactación con un período de curado de 14 días y en suelo CH, el O.C.H aumenta en un 7% con una adición óptimo de cal del 9% y su M.D.S disminuye de 0.06 g/cm³, por lo cual, se concluye después de diferentes cantidades de tratamiento con cal el suelo de subrasante cambió a los

grupos GC y GM, en nuestros resultados para la calicata C-03+4% de cal que obtuvo mejor resultado, se observó de la M.D.S un incremento de 0.29 gr/cm³, y su O.C.H disminuyó en 1.53%, también se tiene a Young et al. (2019) que realizaron una exploración de los factores que influyen en el diseño de subrasantes estabilizadas con cal, donde experimentaron con 4% de cal haciendo pruebas de CBR empapado durante 4 días para determinar cuál sería el aumento en CBR, se obtuvo un valor medio del 37%, siendo un buen resultado a comparación del 1% de CBR que presentó el suelo patrón, con adiciones en porcentajes de 3.5%, 4% y 4.5%, en cuanto a nuestros resultados se observó un mejor aporte al CBR con adición de 4% de cal a la calicata C-03, logrando una mejora al CBR de 1.33%, según Sotomayor (2023) del ensayo de Proctor modificado, para la calicata C-03+3.5% de residuo de aceite de motor que obtuvo mejor resultado sin alteraciones, arrojan en su M.D.S de 1.982 gr/cm³, y su O.C.H de 8.46%, en nuestros resultados para la calicata C-03+5% de aceite quemado de usos automotriz que obtuvo mejor resultado, se observó de la M.D.S un incremento de 0.09 gr/cm³, y su O.C.H disminuyó en un 5.48%, así mismo Sotomayor (2023) concluyó que al 3.5% de residuo de aceite de motor logra mejores resultados en la estabilización del suelo y teniendo un alto valor en CBR 46.30%, con adiciones en porcentajes de 3%, 4% y 5%, en nuestros resultados se observó un mejor aporte al CBR con adición de 5% de aceite quemado de usos automotriz a la calicata C-03, logrando una mejora al CBR de 1.26%. Se planteó como quinto objetivo: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de la combinación de las más óptimas obtenidas del suelo con el CBR más bajo + escamas de botellas plásticas, suelo con el CBR más bajo + cal y suelo con el CBR más bajo + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. En cuanto a la investigación de Zhu et al. (2023) donde se observó que el O.C.H del suelo disminuyó en 0.98%, y el M.D.S se redujo en 0.038 gr/cm³ cuando el contenido de tiras de PET aumentó del 0% al 2,0%, según Haider et al. (2023) con adición de PET en porcentajes de 0.1% a 1%, donde con el 0.7% de PET mejora el CBR en un 2.9%, así mismo Gidday y Mittal (2020) nos indica que el aumento de cal a materiales de subrasante dispersivos (suelo MH) aumenta su O.C.H en 7.43% y reduce su M.D.S en un 0.16 g/cm³ para el mismo esfuerzo de compactación con un período de curado

por 14 días y en suelo CH, en su O.C.H aumenta en 7% con un contenido de cal del 9% y su M.D.S disminuye de 0.06 g/ cm³, también se tiene a Young et al. (2019) que realizaron una exploración de los factores que influyen en el diseño de subrasantes estabilizadas con cal, donde experimentaron con 4% de cal haciendo pruebas de CBR empapado durante 4 días para determinar cuál sería el aumento en CBR, se obtuvo un valor medio del 37%, siendo un buen resultado a comparación del 1% de CBR que presentó el suelo patrón, según Sotomayor (2023) del ensayo de Proctor modificado, para la calicata C-03+3.5% de residuo de aceite de motor que obtuvo mejor resultado, arrojan resultados sin alteración de la muestra patrón en su M.D.S de 1.982 gr/cm³, y su O.C.H de 8.46%, así concluyó que al 3.5% de residuo de aceite de motor logra mejores resultados en la estabilización del suelo y teniendo un alto valor en CBR 46.3%, en nuestros resultados de la máxima densidad seca en unidades de gr/cm³ obtenidos del ensayo de Proctor modificado, para las calicatas C-03+ óptimo Cal + óptimo Aceite quemado+ óptimo de botella plástica su M.D.S incremento en 0.28 gr/cm³ y su O.C.H aumenta en 1.57% y su resultado del ensayo de CBR, logro una mejora al CBR de 3.92%.

Se planteó como sexto objetivo: Determinar la estimación del costo por m³ en la aplicación de los resultados de la investigación en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023. En cuanto a la información brindada por la Revista costos (2023), donde se estima un costo de 163.28 soles por m³ en la conformación de la subrasante (p.11), así mismo nuestros resultados de la evaluación de costos de los insumos utilizados para la aplicación de la presente investigación se estima un costo de 465.00 soles por m³.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, de las tres calicatas, la que proporciona mejores resultados de sus propiedades por contener un índice plástico de 17.95% menor que las otras dos calicatas estudiadas, debido a ello un menor comportamiento de fallas asociados a suelos cohesivos es la calicata C-01.

En conclusión, de los insumos utilizados los resultados de sus propiedades descritos en las tablas 7, 8 y 9 respaldan utilizar las botellas plásticas, cal y aceite quemado, en favor de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén.

En conclusión, de los resultados de su M.D.S, O.C.H y de su CBR de las calicatas C-01, C-02 y C-03 el suelo con CBR más bajo con respecto a las otras dos calicatas es la calicata C-03 con un CBR de 4.90%, tomándolo como muestra para el mejoramiento de suelo.

En conclusión, al determinar su MDS, OCH y su CBR de las muestras C-03 + cal, C-03 + aceite quemado y C-03+ de botella plástica en favor de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén, la que arrojó un mejor resultado es la muestra C-03 + cal logrando mejorar su CBR en 1.33%, y a su vez obtenemos los porcentajes óptimos para la calicata C-03, de las botellas plásticas un 10%, de cal un 4% y del aceite residual de uso automotriz un 5%.

En conclusión, para la calicata C-03 + óptimo de cal + óptimo aceite quemado + óptimo de botella plástica en favor de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén, de su CBR, para una penetración 0.1" y 0.2" (al 100% y 95%), se obtuvo un incremento respecto a la muestra patrón de 4.45%, 3.92% y 3.52%, 3.34%, respectivamente.

En conclusión, de los resultados de la estimación del costo por m³ en la aplicación de la investigación en favor de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén, es de 465 soles por m³.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere muestras de 25 -100g para el tamizado en el ensayo granulométrico, debido a muestras mayores la exactitud de resultados se reduce porque no permite que las muestras estén presentes en el tamiza de prueba.

Se sugiere la utilización de botellas plásticas reciclada, aceite quemado residual y diversos materiales de reciclaje en futuras investigaciones para ser implementado en la ingeniería vial como parte con la protección de un compromiso y del entorno natural en su conservación, así mismo por cuidar nuestro planeta contribuir al esfuerzo global.

Se sugiere con el fin de evitar resultados alterados, enrasar bien los moldes del ensayo CBR antes de sumergirlos en agua para evitar filtraciones.

Se sugiere ampliar la investigación del insumo de cal dado a los resultados obtenidos con el fin de implementar una Normativa de la estabilización In situ de cal para espesor de compactado 250 mm en subrasantes de vías urbanas con CBR < 6% dado que, se podría obtener mejores resultados y favorables económicamente en comparación con el método tradicional.

Se sugiere ampliar la investigación del insumo de botellas plásticas en escamas de 1 a 4 mm dado a los resultados obtenidos con el fin de obtener una mejora en su índice de plasticidad de suelos arcillosos por ende un mejor CBR.

Se sugiere ampliar la investigación con la finalidad de optimizar costos del insumo botellas plásticas reciclada, picada en escamas con la implementación, operación y mantenimiento de una planta de reciclado de PET, para estimar costo de producción de PET triturado.

REFERENCIAS

- IQBAL, Kamran et al. Effect of Used Motor Oil and Bitumen as Additive on the Permeability and Mechanical Properties of Low Plastic Soil. *Advances in Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, **2020**, 1–10 [consultado el 3 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/1360197>
ISSN 1687-8442.
- ABUKHETTALA, M. Y FALL, M. (2021)., Geotechnical characterization of plastic waste materials in pavement subgrade applications. *Transportation Geotechnics*, **27**(1), 1-34.
<https://acortar.link/mL2a2v>
- ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R., (2020). Stabilization of soils through the use of oily sludge. *Revista Ingeniería de Construcción*, **35**(1), 5-20.
<https://acortar.link/qH1HAI>
- ALKIKI, Ibrahim, KARABASH, Zuheir y ALDAOOD, Abdulrahman., (2023). Effect of lime treatment on swelling and some geotechnical properties of an expansive soil from mosul city. *Journal of Engineering Science and Technology*, **18**(1), 167-186.
<https://acortar.link/Ek7yp7>
- AMAKYE, S., ABBY, S. (2021). Understanding the performance of expansive subgrade materials treated with non-traditional stabilisers. *Cleaner Engineering and Technology*, **4**(4), 1-15.
<https://acortar.link/tnkJwt>
- AMAKYE, Samuel, S. ABADÍA, BOOTH, COLIN Y OTI, Jonathan., (2022). Performance of sustainable road pavements founded on clay subgrades treated with eco-friendly cementitious materials. *Revista Sustainability*. **14**(19), 1-23.
<https://acortar.link/IL2UFV>
- AMENA, Shelema., (2022). Utilizing solid plastic wastes in subgrade pavement layers to reduce plastic environmental pollution. *Cleaner Engineering and Technology* **7**(1), 1-6.
<https://acortar.link/jzFA8p>
- AZIZ, Hussein Yousif, MAULA, Baydaa Hussain y ABBAS, Basim Jabbar. Evaluation of stabiliser material using a waste additive mixture. *Open*

Engineering [en línea]. 2020, 10(1), 311–317 [consultado el 27 de septiembre de 2023]. ISSN 2391-5439. Disponible en: <https://www.scopus.com/>

CAMPOS, M. (2019). *Evaluación del pavimento flexible por el Método del PCI, calle Dorado Cuadra 1- 10 del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo* [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://acortar.link/k570IJ>

DEL CASTILLO, R. D. y OROBIO, Armando., (2020). Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. *Revista Informes de la Construcción*, 72(558), 1-8. <https://acortar.link/LNtdI5>

FIRAT, Ali, AKBULUT, Nurullah, DEMIR, Suleyman y YILDIZ, Ozgur., (2023). Use of a biopolymer for road pavement subgrade. *Revista Sustainability*, 15(10), 1-17. <https://acortar.link/HLOBY7>

GHANIZADEH, Ali, SALEHI, Mandana y JALALI, Farhang., (2023). Investigating the effect of lime stabilization of subgrade on the fatigue & rutting lives of flexible pavements using the nonlinear mechanistic-empirical analysis. *Geotechnical and Geological Engineering*, 41(1), 1287-1307. <https://acortar.link/X9hOrB>

GIDDAY, Bisrat y MITTAL, Satyendra., (2020). Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime. *Heliyon*, 6(2), 1-7. <https://acortar.link/m8jPpK>

GONG, Xuzhong, ZHANG, Tong, ZHANG, Junqiang, WANG, Zhi, LIU, Junhao, CAO, Jianwei y WANG, Chuan., (2022). Recycling and utilization of calcium carbide slag - current status and new opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 159(1), 1-20. <https://acortar.link/Kee9xt>

GUDINA, Oluma, AGON, Elmer, GEREMEW, Anteneh., (2019). Performance studies on subgrade formation using lime and cement in road projects. *Applied Journal of Environmental Engineering Science*, 5(4), 420-436. <https://acortar.link/9RFbkC>

HAIDER, Ahmed Basil et al. Using Waste PET Shreds for Soil Stabilization: Efficiency and Durability Assessment. *International Journal of*

Geosynthetics and Ground Engineering [en línea]. 2023, 9(4) [consultado el 26 de septiembre de 2023]. ISSN 2199-9279. Disponible en: <https://www.scopus.com>

HEWAYDE, Esam, ABBAS, Mohammed y KUBBA, Ziyad. Influence of engine oil on geotechnical properties of cohesive soil. *International Journal of Engineering Research and Technology* [en línea]. 2019, 12(1), 33–41 [consultado el 26 de septiembre de 2023]. ISSN 09743154. Disponible en: <https://www.scopus.com/https://acortar.link/1cH6ar>

IBTISAM, Kamal y YOUSIF, Bas., (2022). Materials and technologies in road pavements - an overview. *Materialstoday*, 42(5), 2660-2667. <https://acortar.link/30vCpU>

KANAGARAJ, Balamurali, LUBLOY, Eva, ANAND, N., HLAVICKA, Viktor y KIRAN, Tattukolla., (2023). Investigation of physical, chemical, mechanical, and microstructural properties of cement-less concrete-state-of-the-art review. *Construction and Bulding Materials*, 365(1), 1-27. <https://acortar.link/nnyPFA>

LIU, Ziming, LI, Song y WANG, Yongdan., (2022). Characteristics of asphalt modified by waste engine oil / polyphosphoric acid: Conventional, high-temperature rheological, and mechanism properties. *Journal of Cleaner Production*, 330(1), 1-12. <https://acortar.link/X7JZKI>

MALICKI, Konrad, GÓRSZCZYK, Jaroslaw y DIMITROVOVÁ, Zuzana., (2021). Recycled polyester geosynthetic influence on improvement of road and railway subgrade bearing capacity-laboratory investigations. *Revista Materialesc*, 14, 1-11. <https://acortar.link/n0a3HU>

MERCEDEZ, Marco (2019). Modelo de gestión para mantenimiento de pavimentos flexibles en Vías Urbanas del distrito de Chiclayo. Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5914/BC-4257%20MERCEDES%20TELLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MUHANNAD, Ismeik, FATHI, Shaqour., (2020). Effectiveness of lime in stabilising subgrade soils subjected to freeze-thaw cycles. *Road Materials and Pavement Design*, 21(1), 42-60.

- PASAYE, Lisbeth, MÁRQUEZ, Liliana, IGNACIO, Juan y SÁNCHEZ, Juan., (2020). Impacto del aceite residual automotriz en un suelo: remediación por bioestimulación. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(2). 84-93
<https://acortar.link/uGLNPp>
- RAY, Pinak, PAUL, Amarabati, GHOSH, Sourav, SARKAR, Kanisha y NARAYAN, Ranendra., (2020). An experimental study on fly ash with lime and gypsum for quality improvement in pavement. *SN Applied Sciences*, 2(1991), 61-81.
<https://acortar.link/67Setc>
- WANG, Xuefei, DONG, Xuping, ZHANG, Zhishuai, ZHANG, Jianmin, MA, Guowei y YANG, Xiang., (2022). Compaction quality evaluation of subgrade based on soil characteristics assessment using machine learning. *Transportation Geotechnics*, 32, 45-59. <https://acortar.link/VA1MN5>
- YIN, Zihong, LEIREN, Raymond y MARAKA, Kevin, (2022). Experimental study of black cotton soil stabilization with natural lime and pozzolans in pavement subgrade construction. *Revista Coatings*, 23(2), 72-81.
<https://acortar.link/PXdWQR>
- YOUNG, S., ISMAIL, G. y CHONG, A., (2019). Towards innovative design and construction standards for lime stabilised subgrades. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 512, 1-10.
<https://acortar.link/DTD5RR>
- ZHU, Jiasheng et al. Performance of clay soil reinforced with PET plastic waste subjected to freeze-thaw cycles for pavement subgrade application. *Cold Regions Science and Technology* [en línea]. 2023, 103957 [consultado el 26 de septiembre de 2023]. ISSN 0165-232X. Disponible en: <https://www.scopus.com>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI	Botellas plásticas	Es un polímero logrado a partir de reacciones de polimerización por condensación, en cada una de las cuales se desperdicia una molécula de agua. Su creación es a consecuencia de la unión de ácido terettálico (TA) y etilenglicol (ABUKHETTALA et al. 2021)	Los polímeros reciclados serán provenientes de plástico reciclado usado será de botellas plásticas de bebidas en forma de escamas proporcional a la muestra del suelo	Porcentaje de incorporación	9	Razón
					10	
					11	
	Cal	La cal es una sustancia de color grisáceo oblanco que consiste en óxido de calcio, que se produce cuando un mineral de cal se quema por completo. De acuerdo con (Gong et al., 2023)	Young et al. (2019) sustentan que cuando el suelo es arcilloso logra mejorar gradualmente con un porcentaje del 4%, donde la resistencia de la subrasante de características arcillosas y con ello al mismo tiempo mejora el CBR de la subrasante un valor medio de 37%.	Porcentaje de incorporación	3.5	Razón
					4	
					4.5	
				Propiedades físicas	Peso específico	
	Propiedades químicas	Salas solubles				
	Aceite Quemado	Proviene de una parte del motor de los vehículos que son muy contaminantes, porque tienen gran cantidad de metales pesados y tienen un porcentaje bajo de biodegradabilidad. Por tanto, requiere un tratamiento adecuado y, a la vez, una buena y adecuada gestión. (Baloa et al., 2019)	Reyes et al. (2001, p.7) define que El aceite residual es una mezcla de hidrocarburos que contiene restos provenientes del desgaste de un motor cuando está en funcionamiento donde el sistema de transmisión perdiendo sus propiedades y características al momento de mezclarse con el suelo	Porcentaje de incorporación	3	Razón
4						
5						
Propiedades químicas				pH		
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM
VD	Estabilizando la subrasante	Es el suelo de soporte del pavimento a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), en el cual va a ubicarse del pavimento. De igual forma funciona como el asiento directo del terreno ya que forma parte del prisma del pavimento (MTC, 2018 p.11).	El proceso para realizar la estabilización de un suelo mediante el cual, se va a someter al suelo natural a cierto grado de manipulación con el fin de poder mejorar sus propiedades de resistencia y así reducir los espesores de las capas de la carpeta asfáltica para que pueda resistir los efectos de las cargas que son producto del tránsito. También que sea capaz soportar los efectos adversos del producto del clima cumpliendo con la calidad de servicio de toda la subrasante (Fernández, 1991).	Propiedades físicas	Granulometría	Razón
					Peso específico	
					Contenido de humedad	
					Límites de Atterberg	
				Clasificación de suelos	SUCS	
					AASTHO	
				Propiedades mecánicas del suelo	Proctor Modificado	
CBR						
Propiedades químicas	Salas solubles					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Instrumento 1: Ficha para ensayo de Análisis Granulométrico.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	FECHA DE MUESTREO	:
UBICACIÓN	:	HORA DE MUESTREO	:
TESISTA	:	MUESTREADO POR	:
MATERIAL	:	FECHA DE RECEPCIÓN	:
CÓDIGO DE MUESTRA	:	FECHA DE ENSAYO	:
COORDENADAS	:	FECHA DE EMISIÓN	:
TÉCNICO ENCARGADO	:		

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 339.128:1999 (revisada el 2019)

Equipamiento	Balanza						Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	
								Humedad	

Código de Tamices	Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)	Descripción
M-6-01	6 in.	150					1. Masa de material Masa seca inicial:
M-4-01	4 in.	100					Masa seca lavada:
M-3-03	3 in.	75					2. Descripción Tamaño máximo:
M-2-09	2 in.	50					Tamaño máximo nominal:
M-1 1/2-09	1 1/2 in.	37.5					Bloques (>300 mm), %:
M-1 -09	1 in.	25					Bolones (75 mm - 300mm), %:
M-3/4 -12	3/4 in.	19					Grava, %:
M-3/8 -08	3/8 in.	9.5					Arena, %:
M-4 -15	No. 4	4.75					Fino (%):
M-10-09	No. 10	2					3. Características Diámetro efectivo D_{60} (mm):
M-20-11	No. 20	0.85					Diámetro efectivo D_{30} (mm):
M-40-10	No. 40	0.425					Diámetro efectivo D_{10} (mm):
M-60-05	No. 60	0.25					Coefficiente de uniformidad (Cu):
M-140-01	No. 140	0.106					Coefficiente de curvatura (Cc):
M-200-15	No. 200 Fondo	0.075					4. Observaciones del ensayo: Muestra alterada Cumple con la masa mínima requerida:

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

--	--	--

Revisado y aprobado

Revisado y aprobado

Revisado y aprobado

Instrumento 2: Ficha para ensayo de Peso Específico.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 TESISTA :
 MATERIAL :
 CÓDIGO DE MUESTRA :
 COORDENADAS :
 TÉCNICO ENCARGADO :

FECHA DE MUESTREO
 HORA DE MUESTREO
 MUESTREO POR
 FECHA DE RECEPCIÓN
 FECHA DE ENSAYO
 FECHA DE EMISIÓN

Peso específico						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(g)					
Peso del recipiente	(g)					
Peso de la muestra	(g)					
Volumen	(cm ³)					
Peso unitario suelto seco	(g/cm ³)					
Contenido de humedad	(%)					
Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)					

Peso unitario compactado						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(g)					
Peso del recipiente	(g)					
Peso de la muestra	(g)					
Volumen	(cm ³)					
Peso unitario compactado seco	(g/cm ³)					
Contenido de humedad	(%)					
Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)					

Revisado y aprobado

Revisado y aprobado

Revisado y aprobado

Instrumento 3: Ficha para ensayo de contenido de humedad.

INFORME DE ENSAYO					
PROYECTO		FECHA DE MUESTREO			
UBICACIÓN		HORA DE MUESTREO			
TEJISTA		MUESTREADO POR			
MATERIAL		FECHA DE RECEPCIÓN			
CÓDIGO DE MUESTRA		FECHA DE ENSAYO			
COORDENADAS		FECHA DE EMISIÓN			
TÉCNICO ENCARGADO					
SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)					
Especimen de ensayo	Contenido de humedad reportado \pm 1%	Condiciones ambientales de ensayo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Temperatura</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Humedad</td> </tr> </table>	Temperatura	Humedad
Temperatura					
Humedad					
Número del contenedor		Equipamiento	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Balanza</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Horno</td> </tr> </table>	Balanza	Horno
Balanza					
Horno					
Masa del contenedor, g, M_c					
Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, M_{cm}					
Fecha (inicio de ensayo)					
Hora (inicio de ensayo)					
Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g					
Fecha (fuera del horno)					
Hora (fuera del horno)					
Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g					
Fecha (fuera del horno)					
Hora (fuera del horno)					
Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, M_{cs}					
Fecha (fuera del horno)					
Hora (fuera del horno)					
Masa de agua, g, $M_w = M_{cm} - M_{cs}$					
Masa de las partículas sólidas, g, $M_s = M_{cs} - M_c$					
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) \cdot 100$					
Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual) Tamaño máximo aproximado de partícula (visual) Observaciones del ensayo: * Muestra alterada * Horno controlado a * Exclusión de algún material * Más de un tipo de material * Cumple con la masa mínima requerida					
Revisado y aprobado		Revisado y aprobado			
Revisado y aprobado		Revisado y aprobado			

Instrumento 4: Ficha para ensayo del contenido de sales solubles.

Proyecto:

Lugar:

Solicitante:

Fecha:

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
DE SALES SOLUBLES EN EL SUELOS Y AGUA SUBTERRÉNEA**
N.T.P. 339.152 BS- 1377

MUESTRA		Muestra		Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-

Datos de Ensayo		CANTIDAD DE SALES SOLUBLES		
1.-	Relacion de la mezcla suelo - agua destilada			
2.-	Numero de beaker			
3.-	Peso de beaker	g.		
4.-	Peso de beaker + residuo de sales	g.		
5.-	Peso de residuos de sales	g.		
6.-	Volumen de la solucion tomada	ml.		
7.-	Constituyentes de sales solubles totales	ppm.		
8.-	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%		
9.-	Promedio	%		

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \cdot D}{E} \cdot 10^6 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
- (m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
- D=Relación de la mezcla suelo:agua
- E=volumen de extracto acuos evaporado ,ml

Instrumento 5: Ficha para ensayo de Límites de Atterberg.

<p>PROYECTO _____</p> <p>UBICACIÓN _____</p>	<p>LUGAR _____</p> <p>DISTRITO _____</p> <p>PROVINCIA _____</p> <p>DEPARTAMENTO _____</p> <p>FECHA _____</p>																															
<p>LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO - NTP 339.129 (ASTM D4318)</p>																																
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">LIMITE LIQUIDO</th> <th style="background-color: #e0f0ff;">L. PLASTICO</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> <td></td> </tr> </table>	LIMITE LIQUIDO		L. PLASTICO				<p>NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-4318 NTP 339.129</p> <p>INDICE DE PLASTICIDAD 0.00 < 7% SUELOS POCO plasticidad baja ARCILLOSOS</p> <p>INDICE DE GRUPO $IG=0.2(a)+0.005(a^*c)+0.1(b^*d)$</p>																								
LIMITE LIQUIDO		L. PLASTICO																														
<p>MUESTRA _____</p> <p>CAPSULA N° _____</p> <p>1. Peso suelo húmedo+cápsula (gr) _____</p> <p>2. Peso suelo seco + cápsula (gr) _____</p> <p>3. Peso del agua (gr) _____</p> <p>4. Peso de la cápsula (gr) _____</p> <p>5. Peso suelo seco (gr) _____</p> <p>6. % de humedad _____</p> <p>N° de golpes _____</p>	<p>CI-M3</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																															<p>CLASIFICACIÓN SUCS:</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p>CLASIFICACIÓN AASHTO</p> <p style="text-align: center;">----</p>
<p>CURVA DE FLUIDEZ</p> <p>Es una regla cerca del límite líquido descubierto :A. Casagrande</p>																																

Revisado y Arobado

Revisado y Arobado

Revisado y Arobado

Instrumento 6: Ficha para clasificación de suelos (SUCS).

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (a malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	* GM / GU	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O IP. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
				GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	$C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
				SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* SM / SU	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O IP. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
				SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	
		SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (a malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	O - Grava, S - Arena, O - Suelo Orgánico, P - Turba, M - Limo C - Arcilla, W - Bien Graduado, P - Mal Graduado, L - Baja Compresibilidad, H - Alta Compresibilidad
				CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.					
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.	CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 		
	CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
	OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 ⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFijo d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL IP. ES DE 6 O MENOS. EL SUFijo u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Instrumento 7: Ficha para clasificación de suelos (AASHTO).

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-		-	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

- (1): No plástico
 (2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor a LL menos 30
 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Índice de grupo :

$$IG = (F - 35) \cdot [0,2 + 0,005 \cdot (LL - 40)] + 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$$

Siendo :

F : % que pasa el tamiz ASTM n° 200.
 LL : límite líquido.
 IP : índice de plasticidad.

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A - 2 - 6 y A - 2 - 7

Instrumento 8: Ficha para ensayo de Proctor Modificado.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:		FECHA DE MUESTREO	:
UBICACIÓN	:		HORA DE MUESTREO	:
TESISTA	:		MUESTREO POR	:
MATERIAL	:		FECHA DE RECEPCIÓN	:
CÓDIGO DE MUESTRA	:		FECHA DE ENSAYO	:
COORDENADAS	:		FECHA DE EMISIÓN	:
TÉCNICO ENCARGADO	:			:

SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).
NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm ³)	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	
Número de ensayos					
Peso molde + molde (g)					
Peso suelo húmedo compactado (g)					
Peso volumétrico húmedo					
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)					
Peso suelo seco + tara (g)					
Peso de la tara (g)					
Peso de agua (g)					
Peso de suelo seco (g)					
Contenido de agua					
Peso volumétrico seco					
Densidad máxima seca:	g/cm ³		Húmedad óptima :		%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD

--

Revisado v aprobado

Revisado v aprobado

Revisado v aprobado

Instrumento 9: Ficha para ensayo de CBR.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO											
PROYECCION SOCIAL											
PROYECTO :										CBR AL 100%: 0,1" = %	
										0,2" = %	
LUGAR :											
CALICATA :										CBR AL 95%: 0,1" = %	
FECHA :										0,2" = %	
CBR											
MOLDE N°			M4			4			18		
											
N° DE CAPAS			5			5			5		
N° DE GOLPES POR CAPA			56			25			12		
CONDICION DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)											
PESO DEL MOLDE (gr)											
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)											
VOLUMEN DEL SUELO (cm3)											
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)											
CAPSULA N°											
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)											
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)											
PESO DE AGUA CONTENIDA											
PESO DE CAPSULA (gr)											
PESO DE SUELO SECO (gr)											
HUMEDAD (%)											
DENSIDAD SECA (gr/cm3)											
EXPANSION											
MOLDE N°			M4			4			18		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
Revisado y Aprobado			Revisado y Aprobado			Revisado y Aprobado					

Anexo 3: Modelo de consentimiento

CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Jhonny Armando Olivos Merino con CIP 080858.
Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023
Línea Investigación: de	Diseño de Infraestructura Vial
Sublínea investigación: de	Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ing. Benavente León, Christian.

De antemano le agradezco sus aportes.

Chiclayo, 16/06/2023


.....
Tesisista: ANDY LUIS VILLEGAS DIAZ
D.N.I: 42214615

CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Exequiel Bazán Quispe con CIP 79733.
Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023
Línea de Investigación:	de Diseño de Infraestructura Vial
Sublínea de investigación:	de Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ing. Benavente León, Christian.

De antemano le agradezco sus aportes.

Chiclayo, 16/06/2023



.....
Tesis: ANDY LUIS VILLEGAS DIAZ
D.N.I: 42214615

CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Edwin Anderson Terrones Zelada con CIP 215062.
Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023
Línea de Investigación:	de Diseño de Infraestructura Vial
Sublínea de investigación:	de Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ing. Benavente León, Christian.

De antemano le agradezco sus aportes.

Chiclayo, 16/06/2023



.....
Tesista: ANDY LUIS VILLEGAS DIAZ
D.N.I: 42214615

Anexo 4: Evaluación por juicio de expertos
Validación de Instrumento 1.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Análisis Granulométrico de la muestra de suelo de la subrasante.
Objetivo del instrumento	Determinar el tamaño de las partículas de la muestra.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					




Validación de Instrumento 2.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Peso específico.
Objetivo del instrumento	Determinar la propiedad física, en relación entre el peso mismo y el volumen que ocupa.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny Armando Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 80858

Validación de Instrumento 3.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Contenido de humedad.
Objetivo del instrumento	Determinar la propiedad física, la cantidad de agua contenida en el suelo.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny Armando Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 60858

Validación de Instrumento 4.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Salas solubles en suelo y agua
Objetivo del instrumento	Propiedades químicas del suelo y aguas subterráneas.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny Augusto Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 8085P

Validación de Instrumento 5.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Límites de Atterberg
Objetivo del instrumento	Propiedades físicas del suelo; cambio de una consistencia a otra debido al contenido de humedad.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny A. Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 80858

Validación de Instrumento 6.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Clasificación SUCS
Objetivo del instrumento	Clasificación de suelos
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny Alejandro Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP- 87044

Validación de Instrumento 7.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Clasificación AASTHO
Objetivo del instrumento	Clasificación de suelos
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny Armas Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG CIP- 80858

Validación de Instrumento 8.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Proctor Modificado
Objetivo del instrumento	Propiedades mecánicas de la subrasante: Optimo contenido de humedad y densidad máxima seca.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny A. Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 60869

Validación de Instrumento 9.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Jhonny A. Olivos Merino
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	CBR
Objetivo del instrumento	Capacidad de soporte del suelo
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					



Jhonny Armando Olivos Merino
INGENIERO CIVIL
REG CIP- 8085P

Validación de Instrumento 1.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

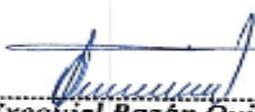
Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Análisis Granulométrico de la muestra de suelo de la subrasante.
Objetivo del instrumento	Determinar el tamaño de las partículas de la muestra.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 2.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Peso específico.
Objetivo del instrumento	Determinar la propiedad física, en relación entre el peso mismo y el volumen que ocupa.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 3.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/05/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Contenido de humedad.
Objetivo del instrumento	Determinar la propiedad física, la cantidad de agua contenida en el suelo.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 4.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e Institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Salas solubles en suelo y agua
Objetivo del instrumento	Propiedades químicas del suelo y aguas subterráneas.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis [X] según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 5.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e Institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Límites de Atterberg
Objetivo del instrumento	Propiedades físicas del suelo; cambio de una consistencia a otra debido al contenido de humedad.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 6.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Clasificación SUCS
Objetivo del instrumento	Clasificación de suelos
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 7.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Clasificación AASTHO
Objetivo del instrumento	Clasificación de suelos
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 8.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Proctor Modificado
Objetivo del instrumento	Propiedades mecánicas de la subrasante: Optimo contenido de humedad y densidad máxima seca.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 9.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

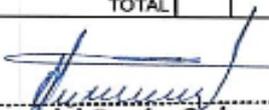
Fecha	16/06/2023
Validador	Exequiel Bazán Quispe
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	CBR
Objetivo del instrumento	Capacidad de soporte del suelo
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


Exequiel Bazán Quispe

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 79733

Validación de Instrumento 1.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

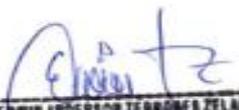
Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Análisis Granulométrico de la muestra de suelo de la subrasante.
Objetivo del instrumento	Determinar el tamaño de las partículas de la muestra.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 215062

Validación de Instrumento 2.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Peso específico.
Objetivo del instrumento	Determinar la propiedad física, en relación entre el peso mismo y el volumen que ocupa.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ARDENSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 215062

Validación de Instrumento 3.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Contenido de humedad.
Objetivo del instrumento	Determinar la propiedad física, la cantidad de agua contenida en el suelo.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 215082

Validación de Instrumento 4.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

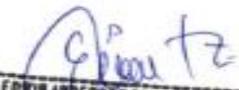
Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Sales solubles en suelo y agua
Objetivo del instrumento	Propiedades químicas del suelo y aguas subterráneas.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D 0	R 1	B 2	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ARBERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 215062

Validación de Instrumento 5.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Límites de Atterberg
Objetivo del instrumento	Propiedades físicas del suelo; cambio de una consistencia a otra debido al contenido de humedad.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Díaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 215062

Validación de Instrumento 6.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

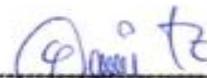
Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Clasificación SUCS
Objetivo del instrumento	Clasificación de suelos
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG CIP 215082

Validación de Instrumento 7.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

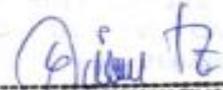
Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Clasificación AASTHO
Objetivo del instrumento	Clasificación de suelos
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 215062

Validación de Instrumento 8.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	Proctor Modificado
Objetivo del instrumento	Propiedades mecánicas de la subrasante: Optimo contenido de humedad y densidad máxima seca.
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 215062

Validación de instrumento 9.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	16/06/2023
Validador	Edwin A. Terrones Zelada
Cargo e institución donde labora	Ingeniero Civil
Instrumento a validar	CBR
Objetivo del instrumento	Capacidad de soporte del suelo
Autor(es) del instrumento	Andy Luis Villegas Diaz

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		0	1	2	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			x	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			x	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			x	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			x	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			x	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			x	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			x	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			x	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			x	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			x	
TOTAL					


EDWIN ANDERSON TERRONES ZELADA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 218062

Anexo 5: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca, 2023						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores		Tipo y Diseño de Investigación	
¿De qué forma influye la adición de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz en la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar la influencia de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz para estabilizar la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023	La adición de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y uso automotriz si llega a influir significativamente en la carga que puede tolerar la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	Variable Independiente			Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Experimental Población: Avenida Intihuantana
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
			Porcentaje de incorporación Propiedades físicas Propiedades mecánicas Porcentaje de incorporación Propiedades físicas Porcentaje de incorporación Propiedades físicas y químicas	9%, 10%, 11% Dimensión de partículas Peso específico y Resistencia 3.5%, 4%, 4.5% 3%, 4%, 5% Dimensión de partículas	Ficha de observación	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente		Diseño: Experimental Población: Avenida Intihuantana	
¿Cuál es su clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar la clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	La clasificación del suelo, propiedades físicas y químicas que impacto genera en la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	Dimensiones	Indicadores		Instrumentos
			Propiedades físicas	Granulometría Peso específico Contenido de humedad Límites de Atterberg		Ficha de revisión documentaria
			Clasificación de suelos	SUCS AASTHO	Ficha de revisión documentaria	

¿Cómo influye sus propiedades de botellas plásticas, cal y el aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz en la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar sus propiedades de escamas de botellas plásticas, cal y aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz en favor de la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	Las propiedades de escamas de botellas plásticas, cal y el aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz influyen considerablemente en la capacidad de soporte de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	Propiedades mecánicas del suelo	Proctor modificado CBR	Ficha de revisión documentaria	Muestra: Avenida Intihuantana Instrumentos: Formato de recolección de datos de los ensayos laboratorio
¿Cuál es la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	La máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de las muestras del suelo patrón que impacto genera en la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.				
¿Qué impacto genera en la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante del suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante del suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	La adición individual de escamas de botellas plásticas, cal y el aceite quemado en su condición residual y de uso automotriz al suelo más desfavorable genera un impacto positivo en la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.				
¿Qué impacto genera en la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad portante de la combinación de las más óptimas obtenidas del suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de la combinación de las más óptimas obtenidas de escamas de botellas plásticas + suelo más desfavorable, cal + suelo más desfavorable y aceite quemado + suelo más desfavorable de carácter residual y de uso automotriz de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	La combinación de las más óptimas obtenidas de suelo más desfavorable + escamas de botellas plásticas, suelo más desfavorable + cal y suelo más desfavorable + aceite quemado en su condición residual y de uso automotriz influyen notablemente en la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y la capacidad portante de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.				
¿Cuánto se estimará el costo por m ³ en la aplicación de los resultados de la investigación en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023?	Determinar la estimación del costo por m ³ en la aplicación de los resultados de la investigación en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023.	La estimación del costo por m ³ , será favorable en la aplicación de los resultados de la investigación en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén – Cajamarca 2023				

Fuente: Elaboración propia



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO:

“Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023”

SOLICITADO: VILLEGAS DIAZ, ANDY LUIS

UBICACIÓN: JAÉN, JAÉN, CAJAMARCA

RESPONSABLE: ING. ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE

Noviembre, 2023



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

INDICE

1. GENERALIDADES	3
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.3 NORMATIVA VIGENTE	3
1.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
2. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO	4
2.1 GEOLOGIA	4
2.2 GEOMORFOLOGIA	4
3. PROTOCOLO DE INVESTIGACION.....	5
3.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACION DE CAMPO	5
CALICATAS	5
3.2 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO	5
3.3 IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS IN SITU.....	6
3.4 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	6
4.PERFILES ESTRATIGRAFICOS.....	6
4.2 PLASTICIDAD	7
4.3 ÍNDICE DE GRUPO	7
4.4 HUMEDAD.....	8
5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE.....	10
6. ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL SUELO	11
7.CONCLUSIONES.....	11
8.RECOMENDACIONES	12
9. Bibliografía	12


ANGELA VIVIANA VILLAVERTÉ ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 222424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente Informe Técnico tiene como objetivo reportar e interpretar los resultados del estudio de mecánica de suelos de la investigación : "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023", Para tal efecto se ha desarrollado la presente investigación geotécnica, en la cual se complementan trabajos de campo, ensayos de laboratorio y cálculos de gabinete, a fin de esclarecer las características del subsuelo, y el comportamiento del mismo, frente a esfuerzos producidos por solicitaciones propias de proyectos viales.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Las fases de exploración, análisis de campo y ensayos de laboratorios efectuados, así como la aplicación de la Ingeniería Geotécnica han sido desarrolladas con el objetivo de establecer las características de los suelos subyacentes y cuanto pueden deformarse por la aplicación de cargas que impondrán los vehículos sobre las vías proyectadas y la estructura sobre el suelo de fundación.

1.3 NORMATIVA VIGENTE

El siguiente Estudio de Mecánica de Suelos, fue desarrollado en concordancia con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- A. CE.010: "Pavimentos Urbanos"
- B. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC.

1.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio, está ubicada Pueblo libre-Jaén-Cajamarca.



Fig.1: Departamento de Cajamarca



Fig.2: Provincia de Jaén



Fig.3: Distrito de Jaén


ANGÉLICA VINDANA VILLACUEVA
 ALCALDE
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 282424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

2. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 GEOLOGIA

En Jaén se ha identificado afloramientos restringidos de calizas pertenecientes al Grupo Pucará los que infra yacen a rocas volcánicas de la formación Oyotún.

El Grupo Pucará está constituido por calizas de color gris, pardo amarillento con tonalidades rojizas por meteorización, lo conforman estratos medios a delgados, de textura microcristalina, son a veces ondulados y de aspecto brechoide. Hay afloramientos que encuentran otras particularidades, tienen venillas de calcita recristalizada y también algunas concreciones de chert y material silíceo.

También se presentan brechas calcáreas con fracturas irregulares, en estratos gruesos, macizos, que tienden a formar escarpas, la brecha se compone de fragmentos correspondientes a calizas que muestran contornos angulosos y tamaño variada, englobados en una matriz de color gris violáceo de grano fino, de naturaleza calcárea y calcáreo silíceo.

Edad y correlación. -Se ha identificado monotis típica del Noriano. Se correlaciona con la formación La Leche, también es correlacionable con la Formación Santiago.

2.2 GEOMORFOLOGIA

Complejo de terrazas inundable y no inundable

Ocupa una extensión de 42,267.41 has que equivale al 1.28% de la superficie total estudiada, comprende altitudes de 200 y 2150 m.s.n.m.

Corresponde a valles interandinos en los que existe terrazas inundables y no inundables ubicados por encima de la llanura o planicie de inundación aluvial y fluvial, originados por depósitos aluviales y fluviales del holoceno como consecuencia del transporte de sedimentos originados de procesos denudacionales y erosivos de las partes altas de las colinas y de las montañas como reflejo del accionar de los agentes geomorfológicos externos; muy excepcionalmente son originados por depósitos fluvio-glaciares del pleistoceno.

Específicamente se localiza como un área relativamente pequeña en la margen del río Chinchipe a la altura de los distritos de Huarango y San Ignacio y, del río Tabaconas al sur del distrito de La Coipa, todos de la provincia de San Ignacio; otra zona que se extiende por las márgenes del río Chinchipe atravesando el distrito de Santa Rosa, hasta el río Marañón; asimismo existe otra zona bien marcada en el distrito de Bellavista (valle Shumba), así como en el distrito de Jaén de la provincia del mismo nombre.


ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015

Otra zona representativa se localiza en el distrito de Condebamba nombrado como el Valle de Condebamba; ocupa sectores de los ríos Cajamarquino y Crisnejas y prácticamente todo el sector del río Condebamba; se extiende desde el Sur Este del distrito de Cachachi y Sur Oeste del distrito de Chancay (río Cajamarquino), hasta el Sur Este del distrito de Cachachi y Su Oeste del distrito de Cajabamba.

Asimismo, incluye importante área en las márgenes de los ríos de Nanchoc y parte baja del río Jequetepeque, así como del río Chotano entre los distritos de Chota y Lajas. Actualmente, en la totalidad de estas áreas y por la virtud de su clima, se viene practicando una agricultura intensiva con cultivos anuales como el arroz, el maíz amarillo duro, caña de azúcar y algunos frutales como el mango, la palta, productos de exportación. La pendiente dominante fluctúa del 2 al 8%.

3. PROTOCOLO DE INVESTIGACION

3.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACION DE CAMPO CALICATAS

Este sistema de exploración permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo pues facilita la visualización de la estratigrafía del suelo in situ y la extracción de muestras con características y propiedades en estado natural.

La exploración del subsuelo se realizó mediante tres (03) excavaciones a cielo abierto o calicatas, previamente ubicadas, con un área de influencia que cubre estratégicamente el área de estudio.

3.2 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Esta etapa ha comprendido las siguientes actividades:

1. El solicitante identifico previamente la ubicación de los puntos de exploración (calicatas), conviniendo en que cada calicata abarque un área de estudio adecuadamente repartida.
2. Se realizo la exploración del suelo de las calicatas, en un área de aproximadamente 1.00x1.00m. y a una profundidad mínima de 1.50m., desde el nivel del terreno natural.
3. Se extrajeron muestras representativas de los estratos identificados para cada calicata, en cantidad suficiente para la realización de los ensayos de laboratorio estándar y especiales. Asimismo, se identificaron las características físicas del suelo (color, textura, olor, entre otras).
4. Las muestras se extrajeron mediante la utilización de herramientas manuales de extracción de suelo.


ANGELAVIVIANA VILLAVICENCIO
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

3.3 IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS IN SITU

En la fecha del mes de octubre de excavación, no se ha detectado la presencia de nivel freático. Cabe indicar que el clima en la fecha, es templado-caluroso con valores de temperatura comprendidos entre 18°C-30°C; mayormente soleado con baja probabilidad de ocurrencia de precipitaciones en días previos a la exploración.

3.4 ENSAYOS DE LABORATORIO ENSAYOS ESTANDAR

- ✓ NTP339.127: Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- ✓ NTP 339.128: Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- ✓ NTP 339.132: Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 um).
- ✓ NTP 339.129: Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- ✓ NTP 339.134: Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS).
- ✓ NTP 339.135: Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
- ✓ NTP 339.152: Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

ENSAYOS ESPECIALES

- ✓ NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando una energía modificada 2700 KN-M/M3.
- ✓ NTP 339.145: Suelos. Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte California, de suelos compactados en el laboratorio.

4. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

La estratigrafía se definió mediante la interpretación de los registros estratigráficos de la exploración efectuada y se estableció la siguiente conformación del subsuelo.

4.1 CONFORMACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL SUBSUELO CALICATA 01 (C-1)

- 0.00 – 0.20 m. Relleno natural.
- 0.20 – 1.30 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (6), suelos de marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.


ANGELA VILLANUEVA VILLALOBOS
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



fmengineering@sac@gmail.com

Indecopi

N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CALICATA 02 (C - 2)

- 0.00 - 0.20 m. Relleno natural.
- 0.20 - 1.30 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (5), suelos de marrón oscuro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.

CALICATA 03 (C - 3)

- 0.00 - 0.10 m. Relleno natural.
- 0.20 - 1.30 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (5), suelos de marrón oscuro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.

4.2 PLASTICIDAD

El nivel de plasticidad del suelo, se categoriza según la siguiente tabla, extraída del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

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

✓ Subrasante:

EXPLORACIÓN	MUESTRA	AASHTO	IP (%)
C-1	E-1	A-6 (6)	17.95
C-2	E-1	A-6 (5)	18.94
C-3	E-1	A-6 (5)	23.36

4.3 ÍNDICE DE GRUPO

El índice de grupo es calculado mediante la siguiente expresión:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01 (bd)$$


ANGEL VIVANCO VILLALOBOS
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Y permite categorizar el suelo según la siguiente tabla, extraída del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG entre 4 a 9	Pobre
IG entre 2 a 4	Regular
IG entre 1 a 2	Bueno
IG entre 0 a 1	Muy Bueno

De los resultados de los ensayos de laboratorio se tienen los siguientes valores:

✓ Subrasante:

EXPLORACIÓN	MUESTRA	IG
C-1	E-1	5.525
C-2	E-1	5.340
C-3	E-1	12.17

4.4 RESULTADO DE LA HUMEDAD Y PROCTOR MODIFICADO

El material analizado presenta valores resultados del ensayo de humedad y ensayo de Proctor modificado con es el óptimo contenido (O.C.H) y la máxima densidad seca (M.D.S). obtenido para cada exploración. Según se indica:

✓ Subrasante:(Sin adición)

EXPLORACIÓN	%W	M.D.S (gr/cm3)	%O.C.H
C-1	3.82	1.76	10.88
C-2	14.41	1.84	11.10
C-3	21.19	1.80	12.10


ANGELA YAMANÁ VILLANUEVA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

- ✓ Subrasante:(Suelo de calicata C-03 + cal)

Porcentaje	M.D.S (gr/cm3)	%O.C.H
C-3+3.5% de cal	2.09	10.44
C-3+4% de cal	2.09	10.57
C-3+4.5% de cal	2.09	10.47

- ✓ Subrasante:(Suelo de calicata C-03 + Aceite quemado)

Porcentaje	M.D.S (gr/cm3)	%O.C.H
C-3+3% de A. Q	1.89	6.77
C-3+4% de A. Q	1.90	6.75
C-3+5% de A. Q	1.89	6.62

- ✓ Subrasante:(Suelo de calicata C-03 + Botella de plástico)

Porcentaje	M.D.S (gr/cm3)	%O.C.H
C-3+9% de B. P	1.81	10.17
C-3+10% de B. P	1.82	10.30
C-3+11% de B. P	1.79	10.31

- ✓ Subrasante:(Suelo de calicata C-03 + óptimo de cal + óptimo de aceite quemado+
óptimo de botella de plástico)

Porcentaje	M.D.S (gr/cm3)	%O.C.H
C-3+4% Cal+5% Aceite quemado+10% de botella plástica	2.08	13.67


ANGELA VIVIANA VILLAVERTDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



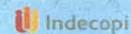
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE.

El CBR de diseño del proyecto se ha definido sobre la base de la sectorización de áreas debido a su capacidad de soporte de suelo de subrasante, según se indica en la tabla siguiente extraída del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

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

Se han utilizado valores de CBR obtenidos en el laboratorio, de muestras extraídas de las calicatas C-1, C-2 y C-3 según lo indicado en la Norma CE. 010 "Pavimentos Urbanos" del R.N.E y el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC. Los valores de CBR, obtenidos de ensayos de laboratorio, son los siguientes:

Calicata	Adición	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
		100%	95%	100%	95%
C-1	0%	5.73%	5.52%	6.83%	6.17%
C-2	0%	6.19%	5.86%	7.09%	6.52%
C-3	0%	4.98%	4.90%	6.03%	5.62%
C-3+cal	3.5%	6.41%	5.69%	6.50%	6.20%
	4%	6.95%	6.23%	7.03%	6.69%
	4.5%	6.16%	5.41%	6.23%	5.94%
C-3+Aceite quemado	3%	5.33%	4.85%	5.57%	5.25%
	4%	6.02%	5.78%	6.18%	6.12%
	5%	6.67%	6.16%	6.77%	6.45%
C-3+Botella plástica	9%	5.91%	5.76%	6.30%	5.94%
	10%	6.50%	6.29%	6.82%	6.42%
	11%	5.99%	5.87%	6.46%	6.04%
C3+óptimo de cal óptimo de Aceite quemado+ óptimo de botella plástica	4%cal+5%A. Quemado+10% B. Plástica	9.43%	8.82%	9.55%	8.96%

Se ha tomado como valor de CBR el referido al 95% y 100% de la Máxima Densidad Seca obtenida del ensayo de Proctor, para una penetración de carga de 0.1" y 0.2"

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ARCAÑE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



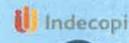
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

6. ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL SUELO

A continuación, se muestra una tabla de contenidos de sales solubles totales en las calicatas de exploración:

✓ Subrasante

EXPLORACIÓN	MUESTRA	P.P.M.	NIVEL
C-1	E-1	0000	No perjudicial
C-2	E-1	1000	No perjudicial
C-3	E-1	3000	No perjudicial

7. CONCLUSIONES

- ✓ El presente informe técnico corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos, del proyecto: "Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de Subrasante Incorporando Residuos de Construcción en la Trocha los Amautas - Jaén 2023"
- ✓ La investigación corresponde a trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis cuyos resultados se presentan en el siguiente informe. Se realizaron tres (03) calicatas o excavaciones a cielo abierto. La profundidad de excavación mínima fue de 1.50 m. desde el nivel de suelo natural.
- ✓ Si en la zona del proyecto, se notara la presencia de filtraciones superficiales debido a lluvias, aniegos, fugas, entre otros; a la profundidad excavación con respecto a la superficie natural del terreno, se recomienda diseñar un sistema de drenaje superficial (sangría) para poder evacuar el agua de filtración y facilitar el proceso constructivo y la funcionalidad del terreno.
- ✓ Del ensayo de CBR obtenemos que la calicata con menor capacidad portante es la calicata C-03.
- ✓ De las combinaciones del ensayo CBR obtenemos que la calicata C-03 + cal al 3.5%, 4%, y 4.5% el más óptimo es con la adición al 4% de cal.
- ✓ De las combinaciones del ensayo CBR obtenemos que la calicata C-03 + aceite quemado al 3%, 4%, y 5% el más óptimo es con la adición al 5% de aceite quemado.
- ✓ De las combinaciones del ensayo CBR obtenemos que la calicata C-03 + botella plástica al 9%, 10%, y 11% el más óptimo es con la adición al 10% de botella plástica.
- ✓ De las combinaciones del ensayo CBR obtenemos la dosificación óptima que la calicata C-03 + 4% de cal + 5% de aceite quemado + 10% de botella plástica.


ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C.Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Indecopi

N°00146584

N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda, la aireación de la capa de subrasante, para que el nivel de humedad natural descienda hasta alcanzar el óptimo contenido de humedad de acuerdo a los resultados del ensayo de Proctor modificado. Posteriormente se debe compactar la subrasante hasta alcanzar el 95% de la Máxima Densidad Seca obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Además, puesto que el nivel de subrasante se clasifica como S1 (Subrasante buena), se recomienda mejorar la estructura del pavimento de la siguiente manera.
- ✓ Se recomienda realizar los ensayos teniendo en cuenta las normativas vigentes y los parámetros de presión que nos indica, así como los materiales que se va utilizar por ensayos.
- ✓ La extracción de muestra se debe tener en cuenta la normativa de muestro para las muestras alteradas e inalteradas y su correcto traslado al laboratorio.

9. Bibliografía

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones. Actualizado, concordado, normas complementarias. Lima 2018, Cámara Peruana de la Construcción.
- ✓ Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC.
- ✓ Juárez Badillo – Rico Rodríguez: "Mecánica de Suelos" Tomo I.
- ✓ Enrique Rivva López: "Materiales para el Concreto". Tercera Edición 2014.
- ✓ Karl Terzaghi/ Ralph B. Peck: "Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica". Segunda Edición 1973.


ANGÉLICA VIVIANA VELAZCO ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



lmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANEXOS

F&M


ANGELA VIVILA VILLALBA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 282424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para las adiciones

F&M


ANGELA VIVIANA VILLALBA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



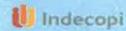
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringasac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Fecha: 14/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO:
Método de ensayo para el análisis granulométrico
Norma N.T.P. 399.128

Peso inicial :	434,1
Muestra :	Botellas Plásticas

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50,000	0,00	0,000	0,000	100,0
1 1/2"	37,500	0,00	0,000	0,000	100,0
1"	25,000	0,00	0,000	0,000	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,000	0,000	100,0
1/2"	12,500	0,00	0,000	0,000	100,0
3/8"	9,500	136,93	31,542	31,542	68,5
1/4"	6,300	288,74	66,512	98,054	1,9
Nº4	4,750	5,02	1,156	99,210	0,8
Nº 10	2,000	1,62	0,373	99,583	0,4
Nº 20	0,850	1,56	0,359	99,942	0,1
Nº 40	0,425	0,25	0,058	100,000	0,0
Nº 60	0,250	0,00	0,000	100,000	0,0
Nº 140	0,150	0,00	0,000	100,000	0,0
Nº 200	0,075	0,00	0,000	100,000	0,0
FONDO		0,00	0,000	100,000	0,0



ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MEDICIÓN DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha: 15/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS (G_s)

N.T.P. 359.151 ASTM D - 854

CAL	M - 01
-----	--------

Muestra	M-01
---------	------

Temperatura (°C)	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9987140	0,9986244	0,9985296	0,9984347	0,9983345	0,9982343	0,9981288	0,9980233
Fac. correc. (K)	1,0005	1,0004	1,0003	1,0002	1,0001	1,0000	0,9999	0,9998
Temperatura (°C)	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9979126	0,9978019	0,9976861	0,9975702	0,9974494	0,9973286	0,9972028	0,9970770
Fac. correc. (K)	0,9997	0,9996	0,9995	0,9993	0,9992	0,9991	0,9990	0,9988
Temperatura (°C)	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9969463	0,9968156	0,9966804	0,9965451	0,9964052	0,9962652	0,9962070	0,9959761
Fac. correc. (K)	0,9987	0,9986	0,9984	0,9983	0,9982	0,9980	0,9979	0,9977

Estrato	Numero de fiola	Volumen de la Fiola (ml)	Masa de la Fiola (M _f)	Masa de la fiola + H ₂ O (M _a)	T _i (°C)	T _x (°C)
E - 1	F - 1	250	104,13	352,16	27,5	27,0

01	Estrato	E-1			
02	Nº de fiola	F - 01			
03	Masa de la fiola (M _f)	g.	104,13		
04	Masa de la muestra de suelo seco	g.	50		
05	Masa de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (3)+(4)	g.	154,13		
06	Masa de la muestra + Fiola + agua	g.	382,45		
07	Masa de la fiola + peso de agua [M _a (T _x)]	g.	352,19		
08	Peso especifico relativo de sólidos (G _s) [(4)/((4)+(7-6))] g/cm ³		2,53		
09	Temperatura del ensayo (T _x)	°C	27		
10	Factor de corrección	K	0,9983		
11	Peso especifico relativo de sólidos a 20°C (G _s) (8)x(10) g/cm ³		2,53		

$$M_s(T_x) = \frac{\text{Densidad del agua } T_x}{\text{Densidad del agua } T_i} \times (M_f - M_f) + M_f$$

M_a : Masa de la Fiola + Agua

M_f : Masa de la Fiola

T_x : temperatura del ensayo

T_i : Temperatura calibrada

K, Valor que se calcula dividiendo la densidad relativa del agua a la temperatura del ensayo por la densidad relativa del agua a 20°C.

ANGELA VIVIANA VILLALBA ALBALADE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Lugar: Villegas Diaz, Andy Luis
Solicitante: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 14/10/2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
DE SALES SOLUBES EN EL SUELOS Y AGUA SUBTERRÉNEA**
N.T.P. 339.152 BS-1377

MUESTRA	Cal	Muestra	E-01	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-

Datos de Ensayo		CANTIDAD DE SALES SOLUBLES			
1.-	Relacion de la mezcla suelo - agua destilada		5		
2.-	Numero de beaker		1		
3.-	Peso de beaker	g.	70,69		
4.-	Peso de beaker + residuo de sales	g.	70,83		
5.-	Peso de residuos de sales	g.	0,14		
6.-	Volumen de la solucion tomada	ml.	50,00		
7.-	Constituyentes de sales solubles totales	ppm.	14000		
8.-	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	1,4		
9.-	Promedio	%		1,40	

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \cdot D}{E} * 10^6 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
(m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
D=Relación de la mezcla suelo:agua
E=volumen de extracto acuoso evaporado ,ml

ANGELA VIVIANA VALLE LEIVA
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para calicata (C-01)

F&M


ANGEL VIVIANA MILLANUEVA ALCALA
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Cortacancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Fecha: 13/10/2023

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBES EN EL SUELOS Y AGUA SUBTERRÉNEA
N.T.P. 339.152 BS- 1377

MUESTRA	C-01	Muestra	E-01	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-

Datos de Ensayo		CANTIDAD DE SALES SOLUBLES	
1.- Relacion de la mezcla suelo - agua destilada		5	
2.- Numero de beaker		M-1	
3.- Peso de beaker	g.	12,64	
4.- Peso de beaker + residuo de sales	g.	12,64	
5.- Peso de residuos de sales	g.	0,00	
6.- Volumen de la solucion tomada	ml.	50,00	
7.- Constituyentes de sales solubles totales	ppm.	0	
8.- Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0,0	
9.- Promedio	%	0,00	

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) + D}{E} * 10^6 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
(m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
D=Relación de la mezcla suelo:agua
E=volumen de extracto acuos evaporado ,ml

ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha: 14/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS (G_s)

N.T.P. 339.131 ASTM D - 854

C-01	M - 01
------	--------

Muestra	M-01
---------	------

Tabla.- Densidad Relativa del agua y Factor de conversiones K para diferentes temperaturas								
Temperatura (°C)	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
Densidad Rel H ₂ O	0,9987140	0,9986244	0,9985296	0,9984347	0,9983345	0,9982343	0,9981288	0,9980233
Fac. correc. (K)	1,0005	1,0004	1,0003	1,0002	1,0001	1,0000	0,9999	0,9998
Temperatura (°C)	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
Densidad Rel H ₂ O	0,9979126	0,9978019	0,9976861	0,9975702	0,9974494	0,9973286	0,9972028	0,9970770
Fac. correc. (K)	0,9997	0,9996	0,9995	0,9993	0,9992	0,9991	0,9990	0,9988
Temperatura (°C)	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0
Densidad Rel H ₂ O	0,9969463	0,9968156	0,9966804	0,9965451	0,9964052	0,9962652	0,9961207	0,9959761
Fac. correc. (K)	0,9987	0,9986	0,9984	0,9983	0,9982	0,9980	0,9979	0,9977

Estrato	Numero de fiola	Volumen de la Fiola (ml)	Masa de la Fiola (Mf)	Masa de la fiola + H ₂ O (M _a)	T _i (°C)	T _x (°C)
E - 1	F - 1	250	106,25	354,80	29	29,5

01	Estrato	E-1		
02	Nº de fiola	F - 01		
03	Masa de la fiola (M _f)	g.	106,25	
04	Masa de la muestra de suelo seco	g.	50	
05	Masa de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (3)+(4)	g.	156,25	
06	Masa de la muestra + Fiola + agua	g.	386,20	
07	Masa de la fiola + peso de agua [Ma (Tx)]	g.	354,80	
08	Peso específico relativo de sólidos $(G_s) = \frac{(4)}{[(4) + (7-6)]}$ g/cm ³		2,69	
09	Temperatura del ensayo (T _x)	°C	29,5	
10	Factor de corrección	K	0,9977	
11	Peso específico relativo de sólidos a 20°C (G _s) (8)x(10) g/cm ³		2,68	

$$M_a(T_x) = \frac{\text{Densidad del agua } T_x}{\text{Densidad del agua } T_i} \times (M_a - M_f) + M_f$$

M_a : Masa de la Fiola + Agua
M_f : Masa de la Fiola
T_x : temperatura del ensayo
T_i : Temperatura calibrada

K, Valor que se calcula dividiendo la densidad relativa del agua a la temperatura del ensayo por la densidad relativa del agua a 20°C.

ANSELMA YANA PRELAZARTE CALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante : Villegas Diaz, Andy Luis
Lugar : Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha de excavación : 07/10/2023 **Calicata** : C - 1
Fecha de muestreo : 07/10/2023 **Nivel freático** : No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACIÓN: C-01

CALICATA:	C-01	UBICACIÓN:	Avenida Intihuantana
------------------	------	-------------------	----------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	L.L	L.P	IP	PPM	Descripción visual (IN-SITU)
0.1									Terreno Natural
0.2									
0.3	1.30m	E-01	CL	3,82%	34,99%	17,04%	17,95%	0	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A 6 (6), suelos de marron claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra


ANGELA URBANOVIC LUIS ALVARO
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

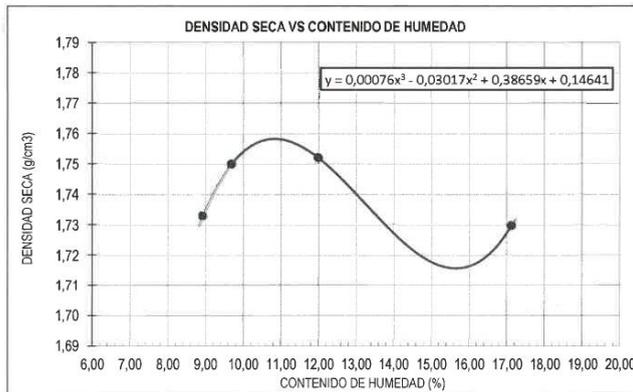
Fecha: 15/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-1	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4411	4411	4411	4411
Peso de la muestra compactada + molde	g	6185	6215	6255	6315
Peso del envase + suelo humedo	g	110,27	93,42	98,15	80,06
Peso del envase + suelo seco	g	102,25	86,26	88,97	70,07
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,44	12,42	12,43	11,75

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1,868	1,920	1,962	2,026
Peso del agua	g	8,0	7,2	9,2	10,0
Peso de suelo seco	g	89,81	73,8	76,54	58,32
Contenido de humedad	%	8,9	9,7	12,0	17,1
Densidad seca	g/cm ³	1,73	1,75	1,75	1,73



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	1,76
O.C.H (%)	10,88

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m³.

ANGELA VIVIANA VILLAGUERA
ANGELA VIVIANA VILLAGUERA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 20/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-1 CAPA: M-1 UBICACIÓN: Terreno Existente

1. Datos:							
1.1 N° de molde	-	1	2	3			
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15,25	15,3	15			
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,61	11,52	11,6			
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8620	8600	8602			
1.5 N° de capas	-	5	5	5			
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10			
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13300	13370	13250	13350	13200	13340
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	12,10	12,09	112,58	29,02	19,38	22,41
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	89,06	107,27	198,51	116,59	91,47	119,73
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	81,00	97,17	190,23	103,45	76,42	99,34
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	8,06	10,10	8,28	13,14	15,05	20,39
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	68,90	85,08	77,65	74,43	57,04	76,93
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	11,70	11,87	10,66	17,65	26,38	26,50
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28,31	28,50	28,50	27,39		
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2143,00	2143,00	2143,00	2143,00		
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4680	4750	4650	4750	4596	4738
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2,184	2,217	2,172	2,217	2,146	2,211
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1,955	1,982	1,961	1,884	1,698	1,748

EXPANSION													
MOLDE		1				2				3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión			
			Pulg	(mm)	(%)	Pulg	(mm)	(%)	Pulg	(mm)	(%)		
16-Oct	05:20:00 p. m.	0	0,00	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-		
17-Oct	05:20:00 p. m.	24	0,01	0,030	0,026%	0,02	0,051	0,044%	0,03	0,076	0,066%		
18-Oct	05:20:00 p. m.	48	0,02	0,046	0,039%	0,03	0,076	0,066%	0,05	0,127	0,109%		
19-Oct	05:20:00 p. m.	72	0,03	0,079	0,068%	0,04	0,102	0,088%	0,05	0,127	0,109%		
20-Oct	05:20:00 p. m.	96	0,03	0,084	0,072%	0,04	0,102	0,088%	0,07	0,178	0,153%		

PENETRACION																	
MOLDE		1				2				3							
PENETRACION		CARGA ESTANDAR	CARGA				CARGA				CARGA						
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		
0,025	0,64		38,50	84,88	28,29			28,50	14,90	4,97			21,50	47,40	15,80		
0,050	1,27		60,30	132,94	44,31			50,30	21,50	7,17			43,30	95,46	31,82		
0,075	1,91		80,60	177,69	59,23			70,60	28,20	9,40			63,60	140,21	46,74		
0,100	2,54	1000	94,80	209,00	69,67	63,78	6,38	84,80	186,95	62,32	59,84	5,98	77,80	171,52	57,17	55,24	5,52
0,125	3,18		110,20	242,95	80,98			100,20	220,90	73,63			93,20	205,47	68,49		
0,150	3,81		119,40	263,23	87,74			109,40	241,19	80,40			102,40	225,75	75,25		
0,175	4,45		132,70	292,55	97,52			122,70	270,51	90,17			115,70	255,07	85,02		
0,200	5,08	1500	140,70	310,19	103,40	104,00	6,93	130,70	288,14	96,05	102,44	6,83	123,70	272,71	90,90	92,58	6,17
0,300	7,62		178,20	392,86	130,95			168,20	370,82	123,61			161,20	355,38	118,46		
0,400	10,16		201,60	444,45	148,15			191,60	422,41	140,80			184,60	406,97	135,66		
0,500	12,70		222,30	490,09	163,36			212,30	468,04	156,01			205,30	452,61	150,87		

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANDREA VILLALBA LARREA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



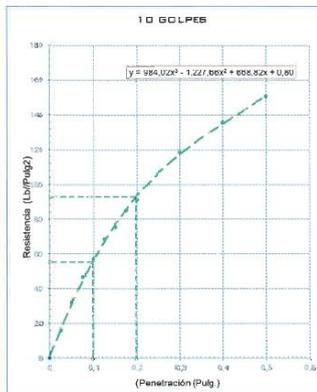
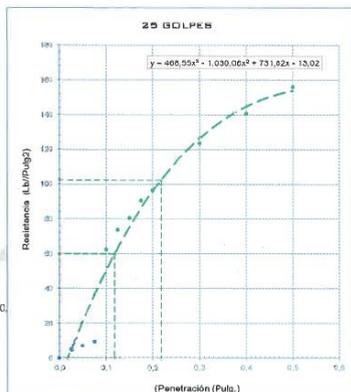
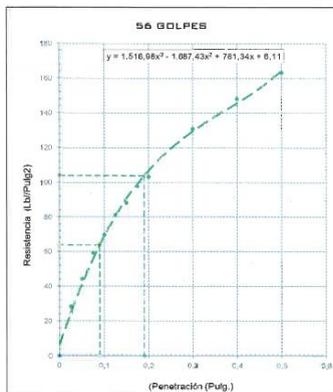
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10,88
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,76
95% MDS (g/cm ³)	1,67

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	5,73
CBR al 95% de MDS (%)	5,52
CBR al 100%: 0.2"	6,83
CBR al 95% de MDS (%)	6,17



Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANGELA VIVIANA VILLALBA
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para calicata (C-02)

F&M


ANGELA VIVIANA VILLALOBOS ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Cortcancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

PROYECTO : "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

SOLICITANTE : Villegas Diaz, Andy Luis

UBICACIÓN : Avenida Intihuantana, Jaén

FECHA : 10/10/2023

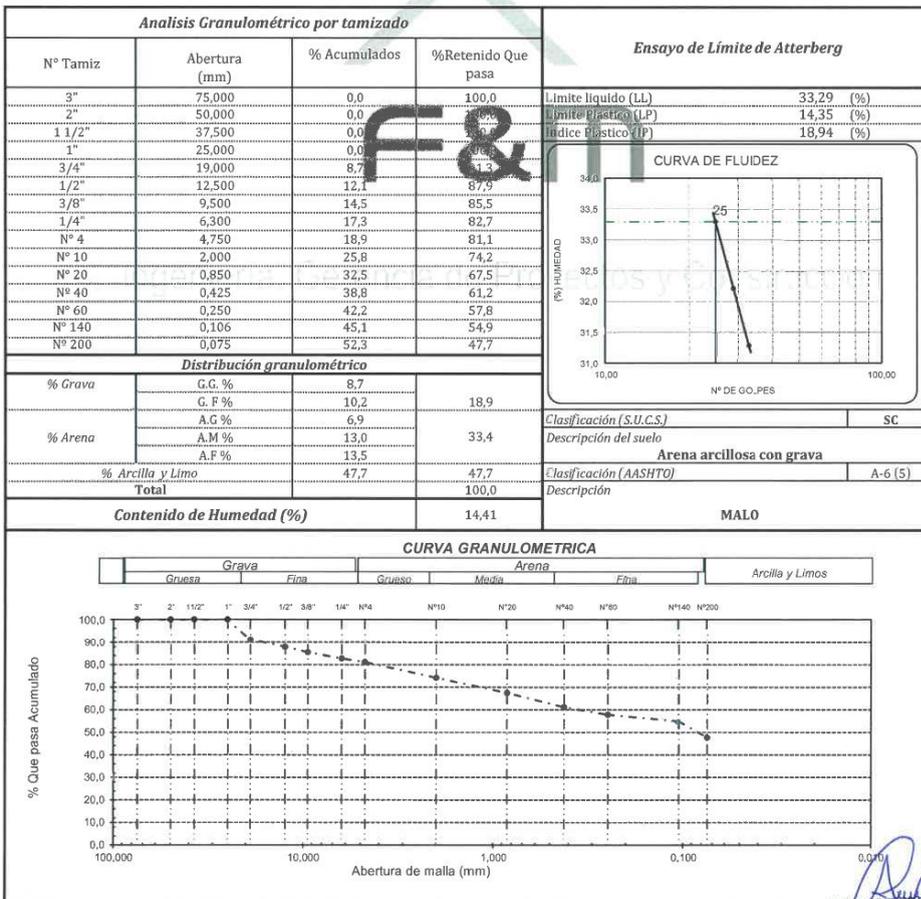
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-02

Muestra: M - 01

Profundidad: 0.20-1.50m



Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

[Signature]
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando subrasante del pavimento flexible, calle Intihuantana cuadra 16, Jaén - Cajamarca 2023 "
Lugar: Calle Intihuantana cuadra 16, Jaén
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Fecha: 13/10/2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
 DE SALES SOLUBLES EN EL SUELOS Y AGUA SUBTERRÉNEA**
 N.T.P. 339.152 BS - 1377

MUESTRA	C-02	Muestra E-01	Profundidad -
		Muestra -	Profundidad -
		Muestra -	Profundidad -
		Muestra -	Profundidad -

Datos de Ensayo		CANTIDAD DE SALES SOLUBLES	
1.- Relacion de la mezcla suelo - agua destilada			
2.- Numero de beaker		-1	
3.- Peso de beaker	g.	1,19	
4.- Peso de beaker + residuo de sales	g.	19,20	
5.- Peso de residuos de sales	g.	0,01	
6.- Volumen de la solucion tomada	ml.	50,00	
7.- Constituyentes de sales solubles totales	ppm.	1000	
8.- Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0,1	
9.- Promedio	%		0,10

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \cdot D}{E} * 10^6 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
 (m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
 D=Relación de la mezcla suelo:agua
 E=volumen de extracto acuos evaporado ,ml


ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALBALADE
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha: 14/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS (G_s)

N.T.P. 339.131 ASTM D - 854

C-02	M - 01
------	--------

Muestra	M-01
---------	------

Tabla.- Densidad Relativa del agua y Factor de conversiones K para diferentes temperaturas								
Temperatura (°C)	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9987140	0,9986244	0,9985296	0,9984347	0,9983345	0,9982343	0,9981288	0,9980233
Fac. correc. (K)	1,0005	1,0004	1,0003	1,0002	1,0001	1,0000	0,9999	0,9998
Temperatura (°C)	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9979126	0,9978019	0,9976861	0,9975702	0,9974494	0,9973286	0,9972028	0,9970770
Fac. correc. (K)	0,9997	0,9996	0,9995	0,9993	0,9992	0,9991	0,9990	0,9988
Temperatura (°C)	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9969463	0,9968156	0,9966804	0,9965451	0,9964052	0,9962652	0,9962070	0,9959761
Fac. correc. (K)	0,9987	0,9986	0,9984	0,9983	0,9982	0,9980	0,9979	0,9977

Estrato	Numero de fiola	Volumen de la Fiola (ml)	Masa de la Fiola (M _f)	Masa de la fiola + H ₂ O (M _s)	T _i (°C)	T _x (°C)
E - 1	F - 1	250	106,28	354,75	29	29,5

01	Estrato	E-1		
02	Nº de fiola	F - 01		
03	Masa de la fiola (M _f)	g.	106,28	
04	Masa de la muestra de suelo seco	g.	50	
05	Masa de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (3)+(4)	g.	156,28	
06	Masa de la muestra + Fiola + agua	g.	386,02	
07	Masa de la fiola + peso de agua [M _a (T _x)]	g.	354,75	
08	Peso específico relativo de sólidos $\frac{(G_s) [(4) / ((4) \cdot (7-6))]}{K}$ g/cm ³		2,67	
09	Temperatura del ensayo (T _x)	°C	29,5	
10	Factor de corrección	K	0,9977	
11	Peso específico relativo de sólidos a 20°C (G _s) (8)x(10) g/cm ³		2,66	

$$M_s(T_x) = \frac{\text{Densidad del agua } T_x}{\text{Densidad del agua } T_i} \times (M_s - M_f) + M_f$$

M_s : Masa de la Fiola + Agua

M_f : Masa de la Fiola

T_x : temperatura del ensayo

T_i : Temperatura calibrada

K. Valor que se calcula dividiendo la densidad relativa del agua a la temperatura del ensayo por la densidad relativa del agua a 20°C.

ANGELA VIANA DE LA LLAVE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante : Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar : Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha de excavación : 07/10/2023 **Calicata** : C - 2

Fecha de muestreo : 07/10/2023 **Nivel freático** : No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACIÓN: C-02

CALICATA:	C-02	UBICACIÓN:	Avenida Intihuantana
------------------	------	-------------------	----------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	L.P	IP	PPM	Descripción visual (IN-SITU)
0.1									
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9	1.30m	E-01	SC	14,41%	33,29%	14,35%	18,94%	1000	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (5), suelos de marrón oscuro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

ANGELA VIVIANA PELOTRUENA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

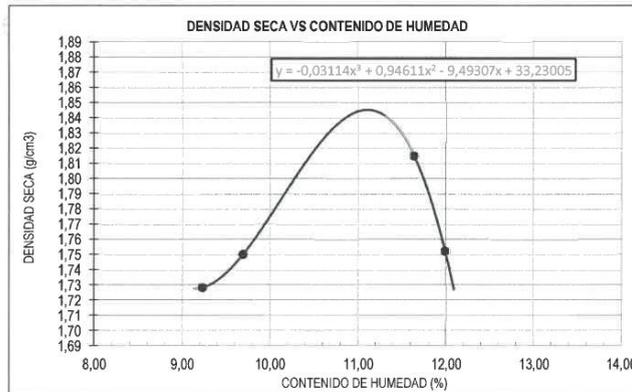
Fecha: 15/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-2	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS						
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4411	4411	4411	4411	4411
Peso de la muestra compactada + molde	g	6185	6215	6255	6315	6315
Peso del envase + suelo humedo	g	110,27	93,42	98,15	81,00	81,00
Peso del envase + suelo seco	g	102,00	86,26	88,97	73,78	73,78
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-04
Peso del envase	g	12,44	12,42	12,43	11,75	11,75

CÁLCULOS						
Densidad humeda	g/cm ³	1,888	1,920	1,962	2,026	2,026
Peso del agua	g	8,3	7,2	9,2	7,2	7,2
Peso de suelo seco	g	89,56	73,8	76,54	62,03	62,03
Contenido de humedad	%	9,2	9,7	12,0	11,6	11,6
Densidad seca	g/cm ³	1,73	1,75	1,75	1,81	1,81



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

1,84

O.C.H (%)

11,10

Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m².

ANGELA VIVIANA CALLEJA ESCOBAR
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



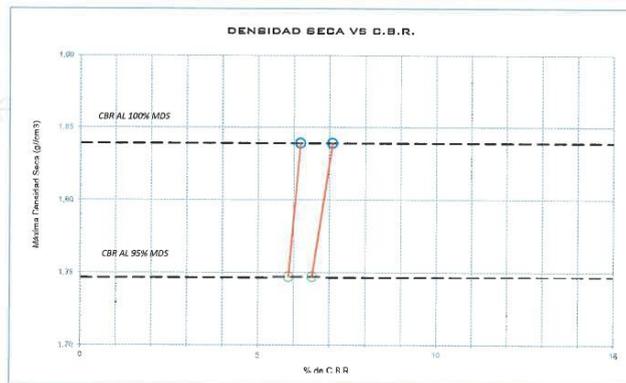
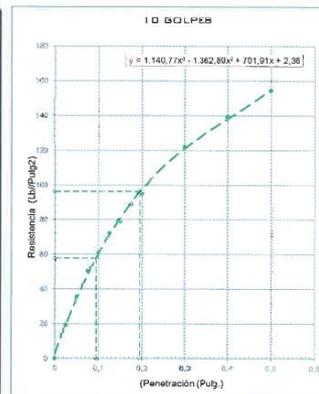
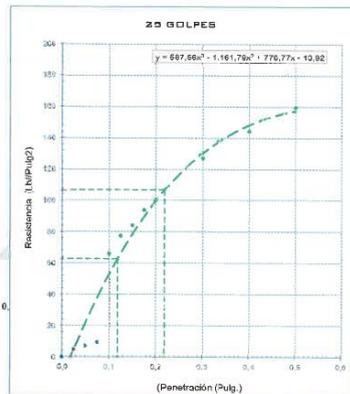
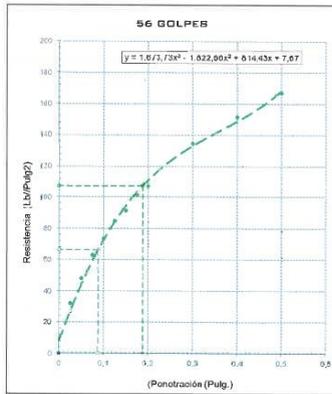
Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	11,10
Maxima densidad seca (g/cm ³)	1,84
95% MDS (g/cm ³)	1,75

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6,19
CBR al 95% de MDS (%)	5,86
CBR al 100%: 0.2"	7,09
CBR al 95% de MDS (%)	6,52



Observaciones:
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANGELA VIVIANA VILLALOBOS ALVARADO
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineering@comail.com



N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para calicata (C-03)

F&M


ANGÉLICA VIANA VALLANUEVA ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

SOLICITANTE : Villegas Diaz, Andy Luis

UBICACIÓN : Avenida Intihuantana, Jaén

FECHA : 10/10/2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

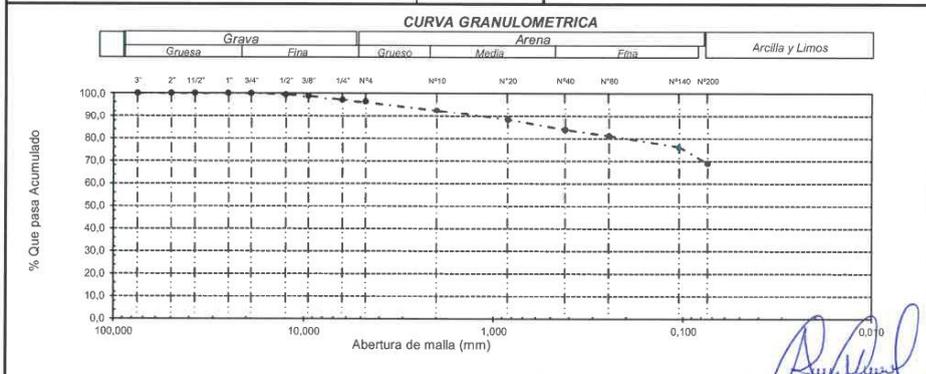
CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03

Muestra: M - 01

Profundidad : 0.20-1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa		
3"	75,000	0,0	100,0	Límite líquido (LL)	40,08 (%)
2"	50,000	0,0	100,0	Límite Plástico (LP)	17,71 (%)
1 1/2"	37,500	0,0	100,0	Índice Plástico (IP)	22,36 (%)
1"	25,000	0,0	100,0		
3/4"	19,000	0,0	100,0		
1/2"	12,500	0,6	99,4		
3/8"	9,500	1,2	98,8		
1/4"	6,300	2,9	97,1		
Nº 4	4,750	3,6	96,4		
Nº 10	2,000	7,3	92,7		
Nº 20	0,850	11,5	88,5		
Nº 40	0,425	16,1	83,9		
Nº 60	0,250	18,8	81,2		
Nº 140	0,106	23,7	76,3		
Nº 200	0,075	31,0	69,0		
Distribución granulométrica				CURVA DE FLUIDEZ	
% Grava	G.G. %	0,0	3,6		
	G.F. %	3,6			
% Arena	A.C. %	3,7	27,4		
	A.M. %	8,8			
	A.F. %	14,9			
% Arcilla y Limo		69,0	69,0	Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Total		100,0	100,0	Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Contenido de Humedad (%)			21,19	Clasificación (AASHTO)	A-6 (12)
				Descripción	MALO



Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

[Signature]
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Solicitante: Villegas Díaz, Andy Luis
Fecha: 13/10/2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
 DE SALES SOLUBLES EN EL SUELOS Y AGUA SUBTERRÉNEA**
 N.T.P. 339.152 BS - 1377

MUESTRA	C-03	Muestra	E-01	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-
		Muestra	-	Profundidad	-

Datos de Ensayo		CANTIDAD DE SALES SOLUBLES	
1.-	Relacion de la mezcla suelo - agua destilada		5
2.-	Numero de beaker		M-1
3.-	Peso de beaker	g.	13,13
4.-	Peso de beaker + residuo de sales	g.	13,16
5.-	Peso de residuos de sales	g.	0,03
6.-	Volumen de la solucion tomada	ml.	50,00
7.-	Constituyentes de sales solubles totales	ppm.	3000
8.-	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0,3
9.-	Promedio	%	0,30

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \cdot D}{E} * 10^6 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
 (m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)
 D=Relación de la mezcla suelo:agua
 E=volumen de extracto acuos evaporado ,ml


 ANGELA VINDA VILLALBA CALDE
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha: 14/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS (G_s)

N.T.P. 339.131 ASTM D - 854

C-03 M - 01

Muestra M-01

Tabla.- Densidad Relativa del agua y Factor de conversiones K para diferentes temperaturas								
Temperatura (°C)	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9987140	0,9986244	0,9985296	0,9984347	0,9983345	0,9982343	0,9981288	0,9980233
Fac. correc. (K)	1,0005	1,0004	1,0003	1,0002	1,0001	1,0000	0,9999	0,9998
Temperatura (°C)	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9979126	0,9978019	0,9976861	0,9975702	0,9974494	0,9973286	0,9972028	0,9970770
Fac. correc. (K)	0,9997	0,9996	0,9995	0,9993	0,9992	0,9991	0,9990	0,9988
Temperatura (°C)	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0
Densidad Rel. H ₂ O	0,9969463	0,9968156	0,9966804	0,9965451	0,9964052	0,9962652	0,9962070	0,9959761
Fac. correc. (K)	0,9987	0,9986	0,9984	0,9983	0,9982	0,9980	0,9979	0,9977

Estrato	Numero de fiola	Volumen de la Fiola (ml)	Masa de la Fiola (M _f)	Masa de la fiola + H ₂ O (M _s)	T _i (°C)	T _x (°C)
E - 1	F - 1	250	106,35	354,90	28,5	29,5

01	Estrato	E-1			
02	Nº de fiola	F - 01			
03	Masa de la fiola (M _f)	g.	106,35		
04	Masa de la muestra de suelo seco	g.	50		
05	Masa de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (3)+(4)	g.	156,35		
06	Masa de la muestra + Fiola + agua	g.	387,02		
07	Masa de la fiola + peso de agua [M _a (T _x)]	g.	354,90		
08	Peso específico relativo de sólidos (G _s) ((4)/[(4)+(7-6)])	g/cm ³	2,80		
09	Temperatura del ensayo (T _x)	°C	29,5		
10	Factor de corrección	K	0,9977		
11	Peso específico relativo de sólidos a 20°C (G _s) (8)x(10)	g/cm ³	2,79		

$$M_s(T_x) = \frac{\text{Densidad del agua } T_x}{\text{Densidad del agua } T_i} \times (M_s - M_f) + M_f$$

M_s : Masa de la Fiola + Agua

M_f : Masa de la Fiola

T_x : temperatura del ensayo

T_i : Temperatura calibrada

K. Valor que se calcula dividiendo la densidad relativa del agua a la temperatura del ensayo por la densidad relativa del agua a 20°C.


ANGELA VIVIANA DALLAQUENA ALVARADO
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MEDÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Proyecto : "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante : Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar : Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha de excavación : 07/10/2023 **Calicata** : C-3

Fecha de muestreo : 07/10/2023 **Nivel freático** : No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACIÓN: C-03

CALICATA:	C-03	UBICACIÓN:	Avenida Intihuantana
------------------	------	-------------------	----------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	PPM	Descripción visual (IN-SITU)
0.1									
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9	1.30m	E-01	CL	21,19%	40,08%	17,71%	23,36%	3000	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (5), suelos de marron oscuro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

ANDY VILLEGAS DIAZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

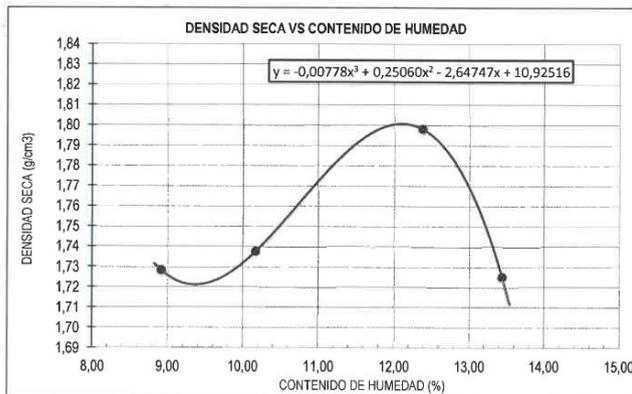
Fecha: 15/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4411	4411	4411	4411
Peso de la muestra compactada + molde	g	6180	6210	6250	6310
Peso del envase + suelo humedo	g	110,00	93,55	98,20	81,23
Peso del envase + suelo seco	g	101,98	86,05	88,00	73,55
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,10	12,32	12,13	11,55

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1,882	1,914	1,957	2,021
Peso de agua	g	8,0	7,5	10,2	7,7
Peso de suelo seco	g	89,88	73,5	75,87	62
Contenido de humedad	%	8,9	10,2	13,4	12,4
Densidad seca	g/cm ³	1,73	1,74	1,72	1,80



RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)

1,80

O.C.H (%)

12,10

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn.

Angel Villanueva Alcantara
ANGEL VILLANUEVA ALCANTARA
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



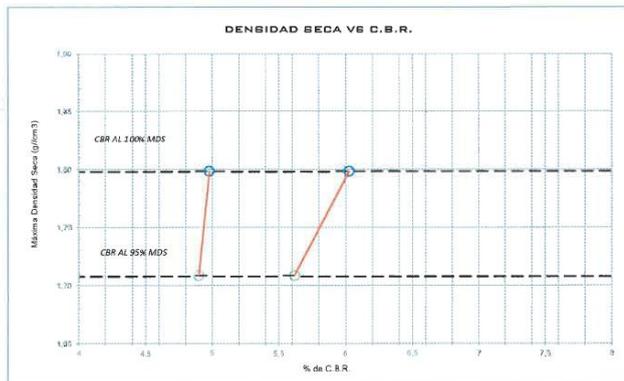
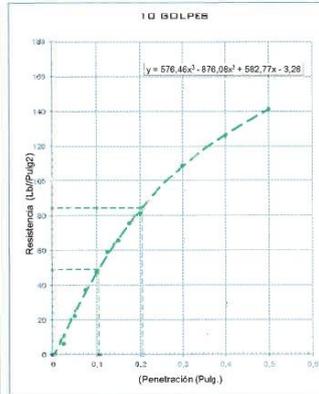
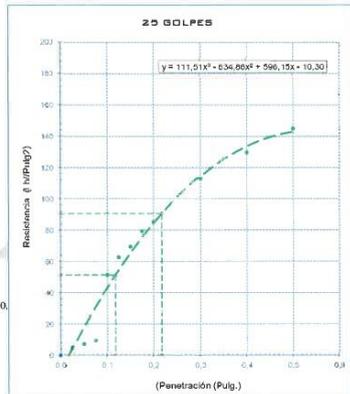
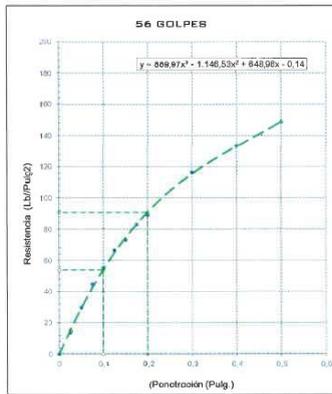
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12,10
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,80
95% MDS (g/cm ³)	1,71

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	4,99
CBR al 95% de MDS (%)	4,90
CBR al 100%: 0.2"	6,03
CBR al 95% de MDS (%)	5,62



Observaciones:

Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Angela Vimalva
ANGELA VIMALVA ALVARADO
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengineering@gmail.com

Indecopi N°00146584
N°00146585

ISO Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para el suelo de C-03+adiciones de Cal


ANGÉLICA VIVIANI VILLANUEVA ALCAIDE
INGENIERA CIVIL
REG. OIP. 232424



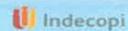
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha: 20/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

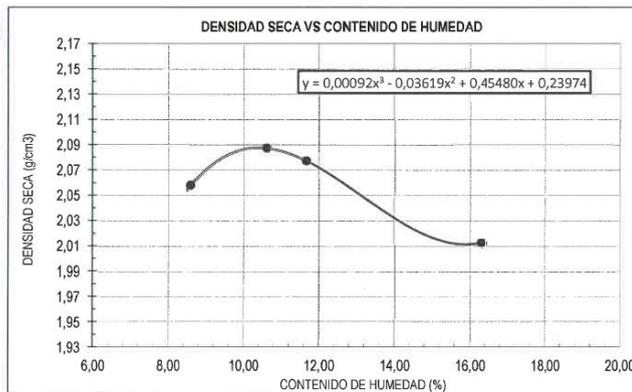
MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +3.5% Cal
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-----------------

DATOS

Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6510	6580	6590	6610
Peso del envase + suelo humedo	g	88,11	84,68	97,30	98,96
Peso del envase + suelo seco	g	82,16	77,82	88,30	86,87
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,89	13,23	11,21	12,78

CÁLCULOS

Densidad humeda	g/cm ³	2,234	2,309	2,320	2,341
Peso del agua	g	6,0	6,4	9,0	12,1
Peso de suelo seco	g	69,27	64,6	77,09	74,09
Contenido de humedad	%	8,6	10,6	11,7	16,3
Densidad seca	g/cm ³	2,06	2,09	2,08	2,01



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	2,09
O.C.H (%)	10,44

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m³

[Firma]
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



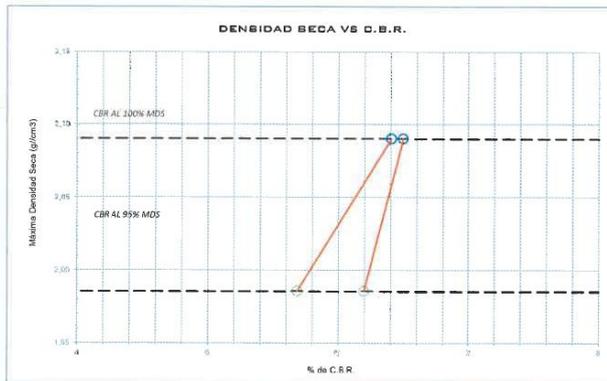
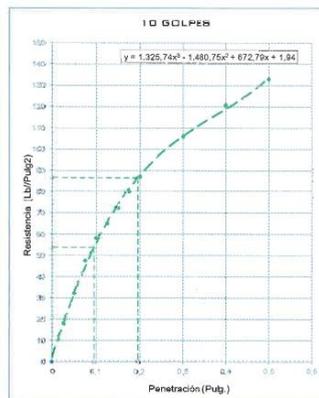
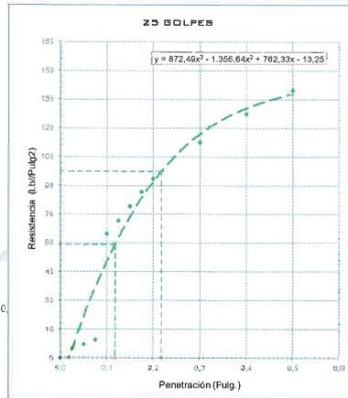
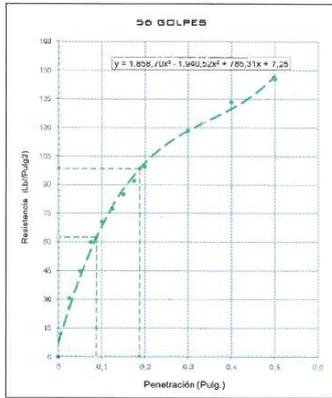
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10,44
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2,09
95% MDS (g/cm ³)	1,99

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6,41
CBR al 95% de MDS (%)	5,69
CBR al 100%: 0.2"	6,50
CBR al 95% de MDS (%)	6,20



Observaciones:
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Angela Vivaldi
ANGELA VIVALDI
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

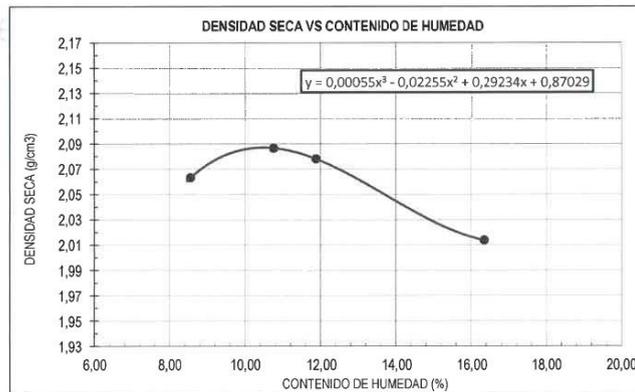
Fecha: 20/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +4% Cal
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	---------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6515	6582	6595	6612
Peso del envase + suelo humedo	g	88,10	84,75	97,32	98,93
Peso del envase + suelo seco	g	82,17	77,80	88,18	86,82
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,85	13,20	11,25	12,75

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	2,240	2,311	2,325	2,343
Peso del agua	g	5,9	7,0	9,1	12,1
Peso de suelo seco	g	69,32	64,50	76,93	74,07
Contenido de humedad	%	8,6	10,8	11,9	16,3
Densidad seca	g/cm ³	2,06	2,09	2,08	2,01



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

2,09

O.C.H (%)

10,57

Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700krf/m³.

Andy Luis Villegas Diaz
ANDY LUIS VILLEGAS DIAZ ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327493



fmengineeringnac@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



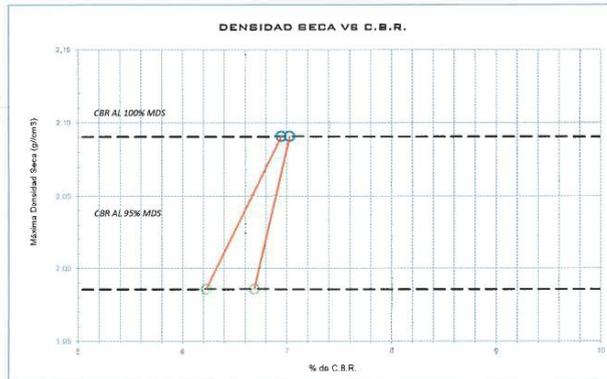
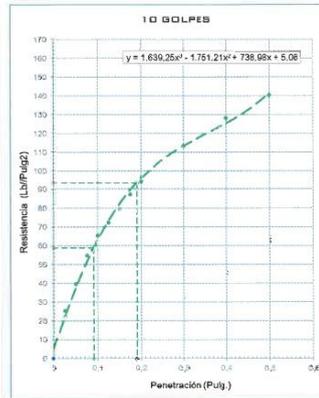
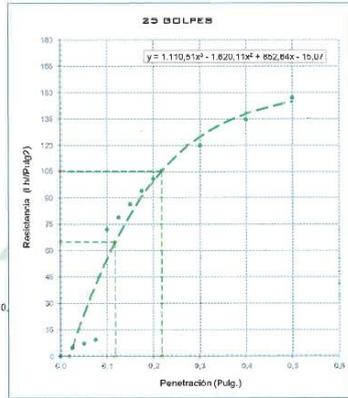
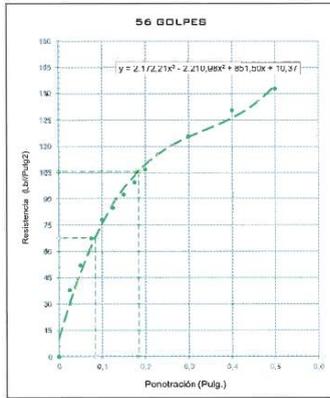
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10,57
Maxima densidad seca (g/cm ³)	2,09
95% MDS (g/cm ³)	1,99

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% de 0.1"	6,95
CBR al 95% de MDS (%)	6,23
CBR al 100% de 0.2"	7,03
CBR al 95% de MDS (%)	6,69



Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Angela Villanueva
ANGELA VILLANUEVA VILLANUEVA, ESCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

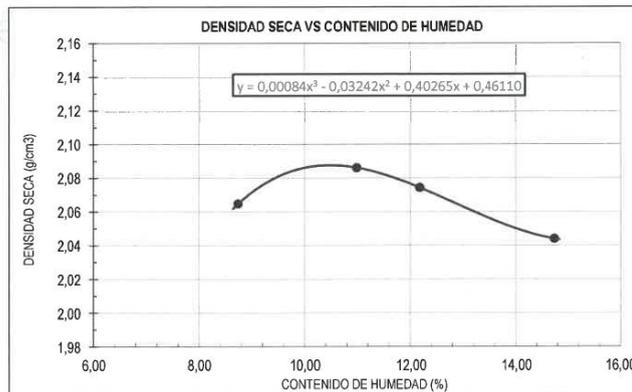
Fecha: 20/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +4.5% Cal
----------	-----	-------	-----	-----------	-----------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6520	6586	6597	6614
Peso del envase + suelo humedo	g	88,15	84,90	97,45	98,92
Peso del envase + suelo seco	g	82,10	77,78	88,10	87,85
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,85	13,00	11,35	12,75

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	2,245	2,315	2,327	2,345
Peso de agua	g	6,1	7,1	9,4	11,1
Peso de suelo seco	g	69,25	64,2	76,75	75,1
Contenido de humedad	%	8,7	11,0	12,2	14,7
Densidad seca	g/cm ³	2,06	2,09	2,07	2,04



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	2,09
O.C.H (%)	10,47

Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m³

[Firma]
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



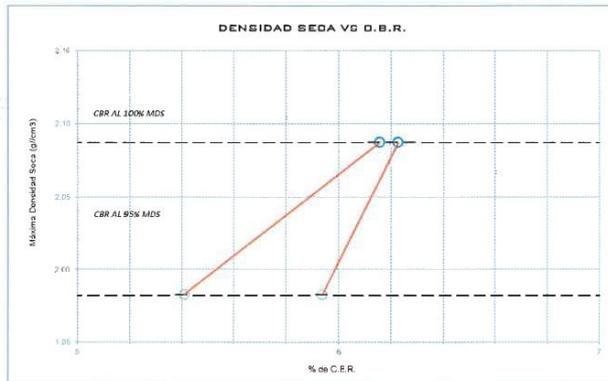
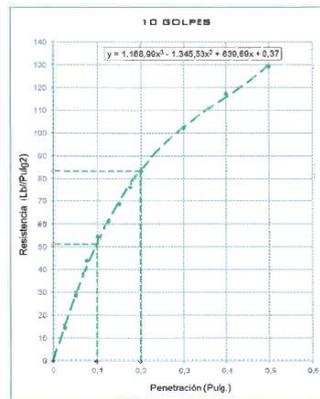
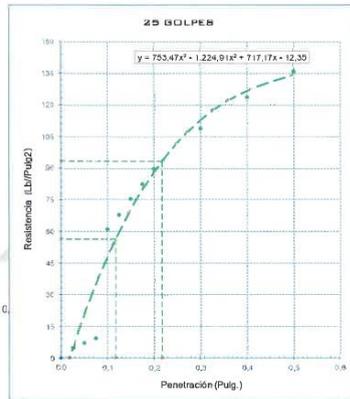
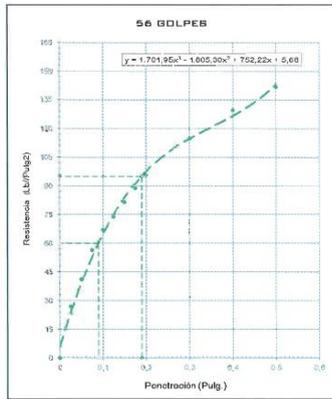
Engineering and Construction S.A.S.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10,47
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2,09
95% MDS (g/cm ³)	1,98

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6,16
CBR al 95% de MDS (%)	5,41
CBR al 100%: 0.2"	6,23
CBR al 95% de MDS (%)	5,94



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145: Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANGEL V. VILLALOBOS ESCALANTE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para el suelo de C-03+adiciones de Aceite quemado


ANGELITA VILLALBA COLLAO CALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



ISO
Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

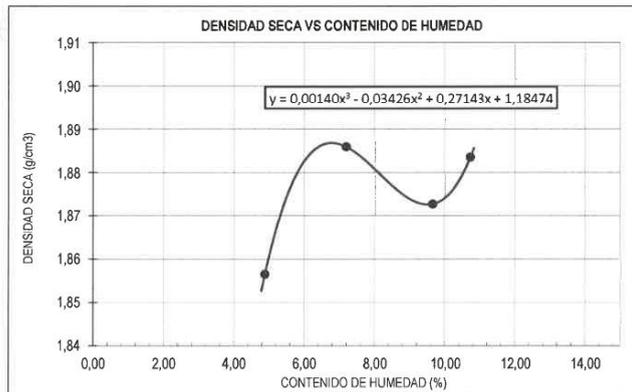
Fecha: 26/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +3% Aceite quemado
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm3	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6240	6310	6340	6370
Peso del envase + suelo humedo	g	85,53	78,35	69,20	79,60
Peso del envase + suelo seco	g	82,13	73,84	64,17	73,03
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,55	11,19	12,10	11,78

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm3	1,947	2,052	2,054	2,086
Peso del agua	g	3,4	4,5	5,0	6,6
Peso de suelo seco	g	69,58	62,54	52,07	61,25
Contenido de humedad	%	4,9	7,2	9,7	10,7
Densidad seca	g/cm3	1,86	1,89	1,87	1,88



RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)	1,86
O.C.H (%)	6,77

Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m.

[Firma]
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 31/10/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

MUESTRA: C-3 **CAPA:** M-1 **Adición:** Suelo +3% Aceite quemado

1. Datos:		1		2		3	
1.1 N° de molde	-						
1.2 Diametro interior de molde	cm	15,20		15,24		15,24	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,66		11,64		11,64	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8730		8650		8260	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13110	13230	13105	13200	13100	13190
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	18,95	11,80	16,40	16,10	19,18	15,92
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	81,43	74,15	82,44	93,80	84,85	87,75
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	77,12	62,20	74,12	78,01	70,00	71,03
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	4,31	11,95	8,32	15,79	14,85	16,72
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	58,17	50,40	57,72	61,91	50,82	55,11
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	7,41	23,71	14,41	25,50	29,22	30,34
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28,12		28,27		28,27	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2143,00		2143,00		2143,00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4580	4500	4455	4550	4940	4930
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2,044	2,100	2,073	2,123	2,259	2,301
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1,903	1,698	1,817	1,692	1,748	1,765

EXPANSION														
MOLDE			1				2				3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)				
27-Oct	04:50:00 p. m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-			
28-Oct	04:50:00 p. m.	24	0,044	1,118	0,959%	0,05	1,270	1,091%	0,060	1,524	1,309%			
29-Oct	04:50:00 p. m.	48	0,064	1,626	1,395%	0,05	1,270	1,091%	0,070	1,778	1,527%			
30-Oct	04:50:00 p. m.	72	0,084	2,134	1,830%	0,09	2,286	1,964%	0,100	2,540	2,182%			
31-Oct	04:50:00 p. m.	96	0,110	2,794	2,397%	0,15	3,810	3,273%	0,200	5,080	4,364%			

PENETRACIÓN																	
MOLDE			1					2					3				
PENETRACIÓN		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		
0,025	0,64		22,60	49,82	16,61			14,60	14,90	4,97			10,60	23,37	7,79		
0,050	1,27		34,50	76,06	25,35			26,50	21,50	7,17			22,50	49,60	16,53		
0,075	1,91		57,80	127,43	42,48			49,80	28,20	9,40			45,80	100,97	33,66		
0,100	2,54	1000	74,60	164,46	54,82	53,98	5,40	66,60	146,83	48,94	48,96	4,90	62,60	138,01	46,00	47,79	4,78
0,125	3,18		86,00	189,60	63,20			78,00	171,96	57,32			74,00	163,14	54,38		
0,150	3,81		97,30	214,51	71,50			89,30	196,87	65,62			85,30	188,05	62,68		
0,175	4,45		103,00	227,08	75,69			95,00	209,44	69,81			91,00	200,62	66,87		
0,200	5,08	1500	114,70	252,87	84,29	84,26	5,62	106,70	235,23	78,41	80,28	5,35	102,70	226,41	75,47	76,16	5,08
0,300	7,62		147,20	324,52	108,17			139,20	306,88	102,29			135,20	296,06	99,35		
0,400	10,16		152,00	335,10	111,70			144,00	317,47	105,82			140,00	308,65	102,88		
0,500	12,70		200,00	440,92	146,97			192,00	423,29	141,10			188,00	414,47	138,16		

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANGÉLICA PATRICIA BERMEJO ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

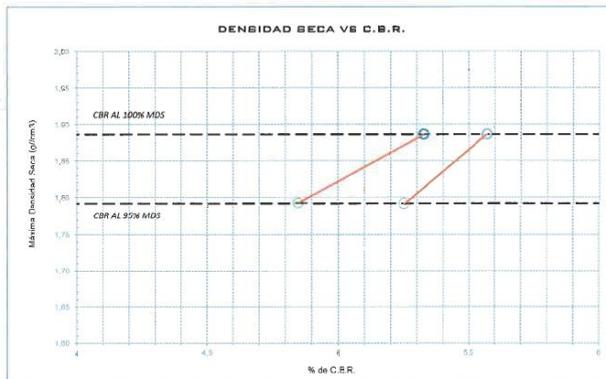
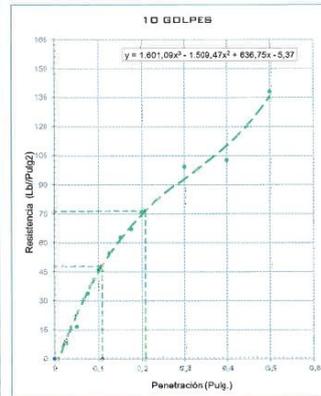
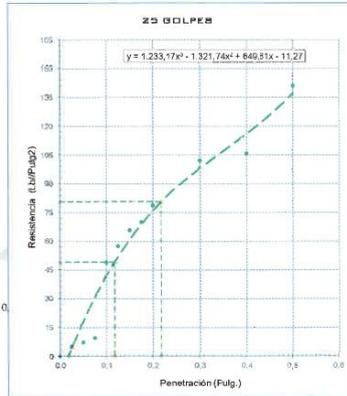
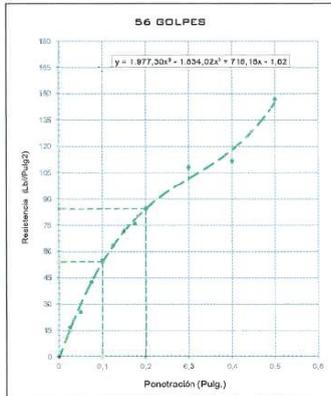
CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR

Humedad óptima (%)	6,77
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,89
95% MDS (g/cm ³)	1,79

DATOS DEL CBR

CBR al 100%: 0.1"	5,33
CBR al 95% de MDS (%)	4,85
CBR al 100%: 0.2"	5,57
CBR al 95% de MDS (%)	5,25



Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANGELLA YAMANA VILLALOBOS ALCALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

Fecha: 26/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

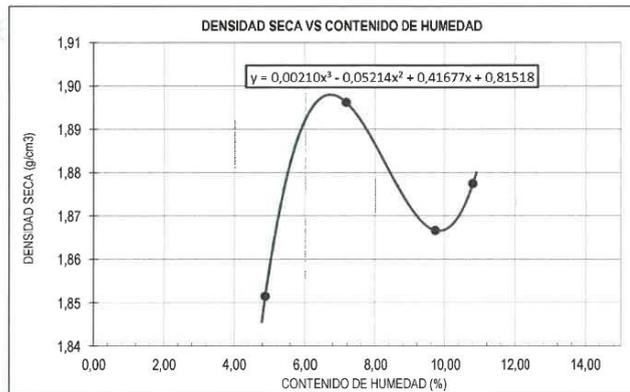
MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +4% Aceite quemado
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------------------

DATOS

Volumen de molde	cm3	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6235	6320	6335	6365
Peso del envase + suelo humedo	g	85,50	78,30	69,21	79,62
Peso del envase + suelo seco	g	82,10	73,80	64,15	73,00
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,50	11,12	12,15	11,70

CÁLCULOS

Densidad humeda	g/cm3	1,942	2,032	2,048	2,080
Peso del agua	g	3,4	4,5	5,1	6,6
Peso de suelo seco	g	69,5	62,7	52	61,3
Contenido de humedad	%	4,9	7,2	9,7	10,8
Densidad seca	g/cm3	1,85	1,90	1,87	1,88



RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)

1,90

O.C.H (%)

6,75

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m².

Angel V. Ballón
ANGEL V. BALLÓN
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761
949327495

ingenier@fmsac@gmail.com

Indecopi N°00146584
N°00146585
 ISO 9001:2015

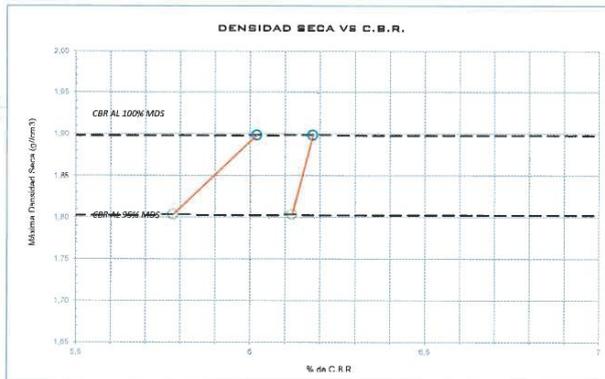
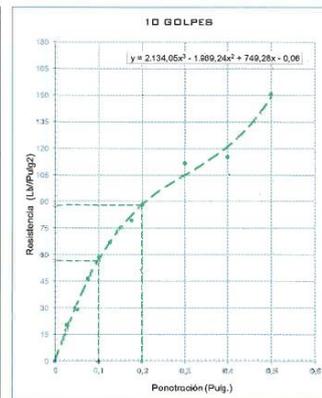
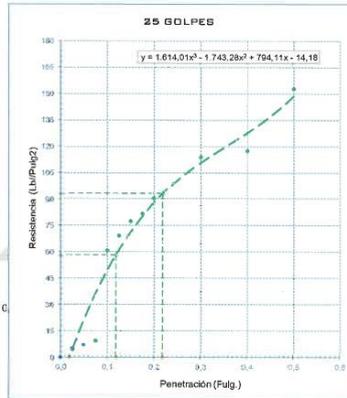
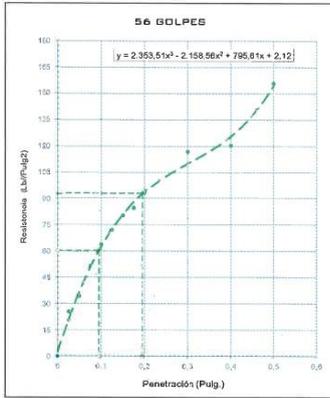


Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción
**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	6,75
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,90
95% MDS (g/cm ³)	1,80

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6,02
CBR al 95% de MDS (%)	5,78
CBR al 100%: 0.2"	6,18
CBR al 95% de MDS (%)	6,12



Observaciones:
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANSELMA VIANA
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232434



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

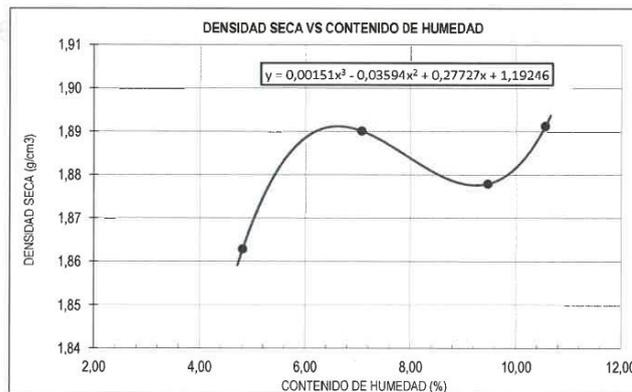
Fecha: 26/10/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +5% Aceite quemado
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6245	6312	6342	6375
Peso del envase + suelo humedo	g	86,53	79,35	70,20	80,60
Peso del envase + suelo seco	g	83,13	74,84	65,17	74,03
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,50	11,10	12,05	11,78

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1,953	2,024	2,056	2,091
Peso del agua	g	3,4	4,5	5,0	6,6
Peso de suelo seco	g	70,63	63,34	53,12	62,25
Contenido de humedad	%	4,8	7,1	9,5	10,6
Densidad seca	g/cm ³	1,86	1,89	1,88	1,89



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	1,89
O.C.H (%)	6,62

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m³.

ANGELA VILLAGAS DIAZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 31/10/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

MUESTRA: C-3	CAPA: M-1	Adición: Suelo +5% Aceite quemado
---------------------	------------------	--

1. Datos:							
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15,20		15,24		15,24	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,66		11,64		11,64	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8735		8655		8265	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13115	13235	13108	13205	13105	13195
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	18,96	11,78	16,42	16,15	19,17	15,95
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	81,44	74,16	82,40	93,78	84,86	87,71
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	77,11	62,18	74,10	78,10	70,02	71,12
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	4,33	11,98	8,30	15,68	14,84	16,59
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	58,15	50,40	57,68	61,95	50,85	55,17
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	7,45	23,77	14,39	25,31	29,18	30,07
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28,12		29,27		28,27	
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2143,00		2143,00		2143,00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4880	4504	4453	4550	4840	4930
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2,244	2,100	2,076	2,123	2,259	2,301
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1,902	1,697	1,817	1,694	1,749	1,769

EXPANSION											
MOLDE		1				2				3	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)	
27-Oct	04:50:00 p. m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-
28-Oct	04:50:00 p. m.	24	0,044	1,118	0,959%	0,05	1,270	1,091%	0,060	1,524	1,309%
29-Oct	04:50:00 p. m.	48	0,064	1,626	1,395%	0,05	1,270	1,091%	0,070	1,778	1,527%
30-Oct	04:50:00 p. m.	72	0,084	2,134	1,830%	0,09	2,286	1,964%	0,100	2,540	2,182%
31-Oct	04:50:00 p. m.	96	0,110	2,794	2,397%	0,15	3,810	3,273%	0,200	5,080	4,364%

PENETRACION																	
MOLDE		1						2						3			
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg ²)	CARGA				CARGA				CARGA		CARGA				
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%
0.000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		
0.025	0,64		47,60	104,94	34,98			37,60	14,90	4,97			34,60	76,28	25,43		
0.050	1,27		59,50	131,17	43,72			49,50	21,50	7,17			46,50	102,51	34,17		
0.075	1,91		82,80	182,54	60,85			72,80	28,20	9,40			69,80	153,88	51,29		
0.100	2,54	1000	99,60	219,58	73,19	67,18	6,72	89,60	197,53	65,84	62,21	6,22	86,60	190,92	63,64	60,28	6,03
0.125	3,18		111,00	244,71	81,57			101,00	222,67	74,22			98,00	216,05	72,02		
0.150	3,81		122,30	269,63	89,88			112,30	247,58	82,53			109,30	240,96	80,32		
0.175	4,45		128,00	282,19	94,06			118,00	260,15	86,72			115,00	253,53	84,51		
0.200	5,08	1500	139,70	307,99	102,66	102,01	6,80	129,70	285,94	95,31	98,59	6,57	126,70	279,33	93,11	92,66	6,18
0.300	7,62		172,20	379,64	126,55			162,20	357,59	119,20			159,20	350,98	116,99		
0.400	10,16		177,00	390,22	130,07			167,00	368,17	122,72			164,00	361,56	120,52		
0.500	12,70		225,00	496,04	165,35			215,00	473,99	158,00			212,00	467,38	155,79		

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

ANSELMA VILLEGAS ALCAIDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



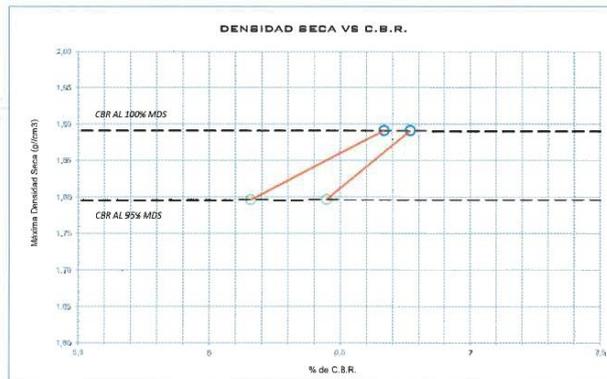
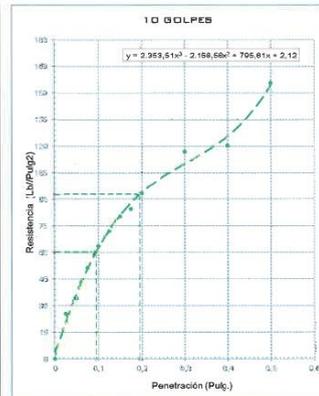
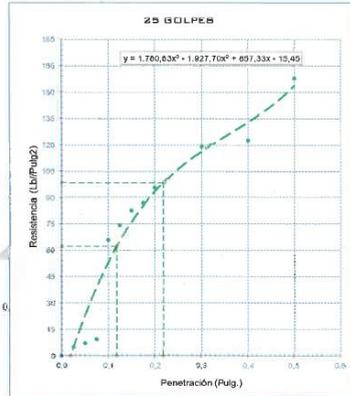
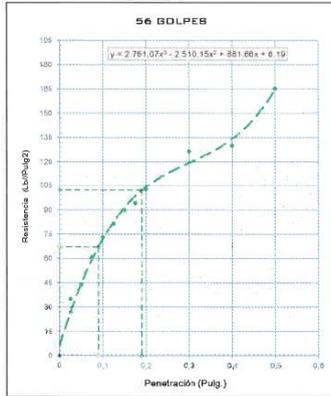
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	6,62
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,89
95% MDS (g/cm ³)	1,80

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6,67
CBR al 95% de MDS (%)	6,16
CBR al 100%: 0.2"	6,77
CBR al 95% de MDS (%)	6,45



Observaciones:
.- Normativa.

NTP 339.145, Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

[Signature]
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para el suelo de C-03+adiciones de botellas plásticas


ANGELA VINYAZO CALLELLA
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232436



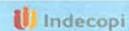
Calte Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



ISO
9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

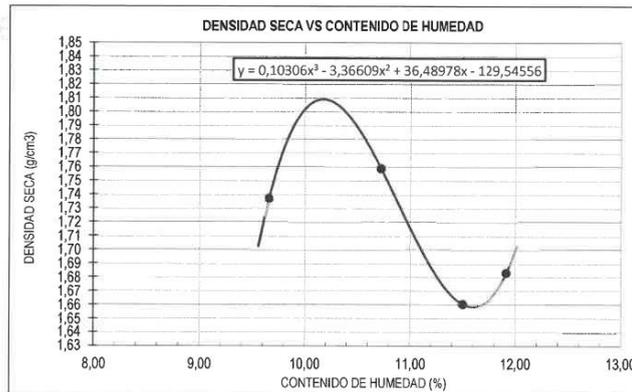
Fecha: 01/11/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +9% Botella de plastico
----------	-----	-------	-----	-----------	-------------------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6150	6180	6200	6240
Peso del envase + suelo humedo	g	85,53	76,80	69,20	79,60
Peso del envase + suelo seco	g	78,00	70,03	64,17	73,03
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,55	13,20	12,10	11,78

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1,851	1,883	1,905	1,947
Peso del agua	g	7,5	6,8	5,0	6,6
Peso de suelo seco	g	65,45	56,8	52,07	61,25
Contenido de humedad	%	11,5	11,9	9,7	10,7
Densidad seca	g/cm ³	1,66	1,68	1,74	1,76



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

1,81

O.C.H (%)

10,17

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m².

ANCLA VILLAGAS DIAZ ANDY LUIS
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengineeringnac@gmail.com

Indecopi

Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Díaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 06/11/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-3 **CAPA:** M-1 **Adición:** Suelo +9% Botella de plástico

1. Datos:		1		2		3							
1.1 N° de molde	-	1		2		3							
1.2 Diametro interior de molde	cm	15,21		15,25		15,21							
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,63		11,61		11,61							
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8725		8645		8255							
1.5 N° de capas	-	5		5		5							
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10							
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada						
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13100	13200	13100	13200	13100	13180						
2. Cálculo de contenido de humedad:		P-01		P-02		P-03		P-04		P-05		P-06	
2.1 Cápsula N°	-	P-01		P-02		P-03		P-04		P-05		P-06	
2.2 Peso de cápsula	g	18,94		11,79		16,38		16,08		19,17		15,90	
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	81,40		74,10		82,40		93,80		84,80		87,70	
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	77,10		62,20		74,10		78,00		70,00		71,03	
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	4,30		11,90		8,30		15,80		14,80		16,67	
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	58,16		50,41		57,72		61,92		50,83		55,13	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	7,39		23,61		14,38		25,52		29,12		30,24	
3. Resultados:		1		2		3							
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28,16		29,31		28,16							
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2143,00		2143,00		2143,00							
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4375	4475	4455	4555	4845	4925						
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2,042	2,088	2,072	2,126	2,261	2,298						
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1,901	1,689	1,816	1,694	1,751	1,764						

EXPANSION		MOLDE		1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		
				Pulg	(%)	Pulg	(mm)	(%)	Pulg	(mm)	(%)	
02-Nov	02:50:00 p. m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-	
03-Nov	02:50:00 p. m.	24	0,044	1,118	0,961%	0,05	1,270	1,094%	0,060	1,524	1,313%	
04-Nov	02:50:00 p. m.	48	0,064	1,626	1,398%	0,05	1,270	1,094%	0,070	1,778	1,531%	
05-Nov	02:50:00 p. m.	72	0,084	2,134	1,835%	0,09	2,286	1,969%	0,100	2,540	2,188%	
06-Nov	02:50:00 p. m.	96	0,110	2,794	2,402%	0,15	3,810	3,282%	0,200	5,080	4,376%	

PENETRACIÓN		MOLDE		1						2						3					
PENETRACIÓN		CARGA ESTANDAR (lb/pulg ²)	CARGA						CARGA						CARGA						
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%				
0,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00						
0,025	0,64		36,60	80,69	26,90			32,60	14,90	4,97			29,60	65,26	21,75						
0,050	1,27		48,50	106,92	35,64			44,50	21,50	7,17			41,50	91,49	30,50						
0,075	1,91		71,80	158,29	52,76			67,80	28,20	9,40			64,80	142,86	47,62						
0,100	2,54	1000	88,60	195,33	65,11	61,34	6,13	84,60	186,51	62,17	59,28	5,93	81,60	179,90	59,97	57,65	5,76				
0,125	3,18		100,00	220,46	73,49			96,00	211,64	70,55			93,00	205,03	68,34						
0,150	3,81		111,30	245,37	81,79			107,30	236,56	78,85			104,30	229,94	76,65						
0,175	4,45		117,00	257,94	85,98			113,00	249,12	83,04			110,00	242,51	80,84						
0,200	5,08	1500	128,70	283,73	94,58	94,08	6,27	124,70	274,92	91,64	94,53	6,30	121,70	268,30	89,43	89,13	5,94				
0,300	7,62		161,20	355,38	118,46			157,20	346,57	115,52			154,20	339,95	113,32						
0,400	10,16		166,00	365,97	121,99			162,00	357,15	119,05			159,00	350,53	116,84						
0,500	12,70		214,00	471,79	157,26			210,00	462,97	154,32			207,00	456,36	152,12						

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Angela
ANGELA TORRES GARCIA CALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



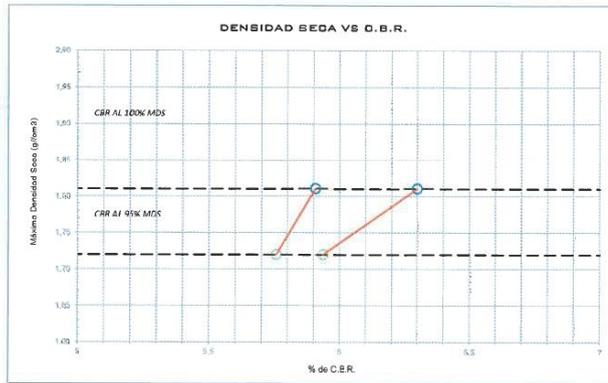
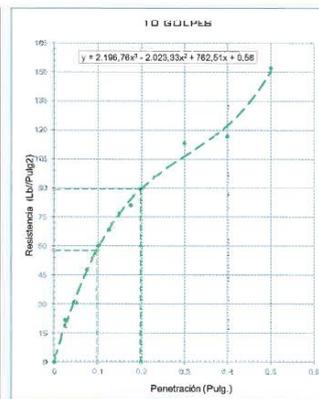
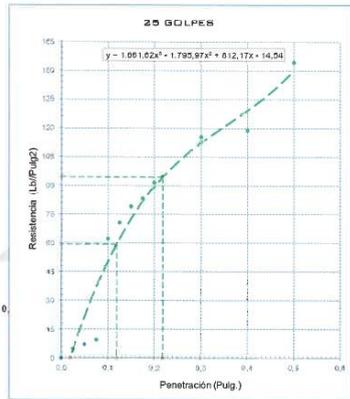
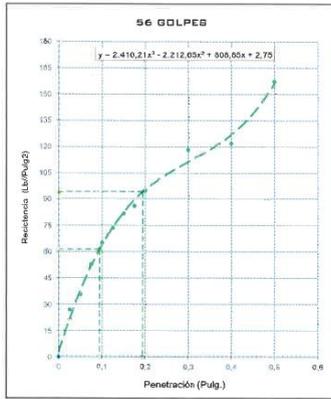
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10,17
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,81
95% MDS (g/cm ³)	1,72

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	5,91
CBR al 95% de MDS (%)	5,76
CBR al 100%: 0.2"	6,30
CBR al 95% de MDS (%)	5,94



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

[Signature]
ANGELA CRISTINA PACHECO CALUDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengineeringnac@gmail.com

Indecopi N°00146584
N°00146585
ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

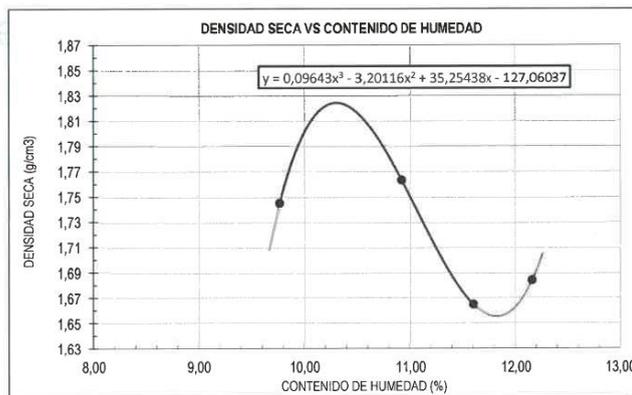
Fecha: 01/11/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +10% Botella de plastico
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6156	6185	6210	6248
Peso del envase + suelo humedo	g	85,59	76,88	69,25	79,69
Peso del envase + suelo seco	g	77,99	69,98	64,17	73,00
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,50	13,25	12,15	11,75

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1,859	1,889	1,915	1,956
Peso del agua	g	7,6	6,9	5,1	6,7
Peso de suelo seco	g	65,40	56,8	52,02	61,25
Contenido de humedad	%	11,6	12,2	9,8	10,9
Densidad seca	g/cm ³	1,66	1,68	1,74	1,76



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	1,82
O.C.H (%)	10,30

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m³.

Andy Luis Villegas Diaz
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Díaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 06/11/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-3 **CAPA:** M-1 **Adición:** Suelo +10% Botella de plástico

1. Datos:		1		2		3	
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15,21		15,25		15,21	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,63		11,61		11,61	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8725		8645		8255	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13105	13205	13105	13205	13105	13185
2. Cálculo de contenido de humedad:		1		2		3	
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	18,97	11,80	16,45	16,14	19,20	15,93
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	81,40	74,10	82,40	93,80	84,80	87,70
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	76,52	62,00	73,78	77,85	69,53	70,97
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	4,88	12,10	8,62	15,95	15,27	16,73
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	57,55	50,20	57,33	61,71	50,33	55,04
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	8,48	24,10	15,04	25,85	30,34	30,40
3. Resultados:		1		2		3	
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28,16		28,31		28,16	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2143,00		2143,00		2143,00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4380	4480	4460	4560	4850	4930
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2,044	2,091	2,081	2,128	2,263	2,301
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1,884	1,885	1,809	1,691	1,736	1,765

EXPANSION		MOLDE		1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión		DIAL Pulg	Expansión		DIAL Pulg	Expansión		
				(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)	
02-Nov	02:50:00 p. m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-	
03-Nov	02:50:00 p. m.	24	0,046	1,168	1,005%	0,06	1,524	1,313%	0,070	1,778	1,531%	
04-Nov	02:50:00 p. m.	48	0,065	1,651	1,420%	0,06	1,524	1,313%	0,080	2,032	1,750%	
05-Nov	02:50:00 p. m.	72	0,085	2,159	1,856%	0,10	2,540	2,188%	0,110	2,794	2,407%	
06-Nov	02:50:00 p. m.	96	0,115	2,921	2,512%	0,14	3,556	3,063%	0,220	5,588	4,813%	

PENETRACIÓN		MOLDE		1					2					3				
PENETRACIÓN		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA					CARGA					CARGA					
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	
0,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			
0,025	0,64		46,60	102,74	34,25			42,60	14,90	4,97			39,60	87,30	29,10			
0,050	1,27		58,50	128,97	42,99			54,50	21,50	7,17			51,50	113,54	37,85			
0,075	1,91		81,80	180,34	60,11			77,80	28,20	9,40			74,80	164,91	54,97			
0,100	2,54	1000	98,60	217,38	72,46	66,65	6,66	94,60	208,56	69,52	65,00	6,50	91,60	201,94	67,31	62,93	6,29	
0,125	3,18		110,00	242,51	80,84			106,00	233,69	77,90			103,00	227,08	75,69			
0,150	3,81		121,30	267,42	89,14			117,30	258,60	86,20			114,30	251,99	84,00			
0,175	4,45		127,00	279,99	93,33			123,00	271,17	90,39			120,00	264,55	88,18			
0,200	5,08	1500	138,70	305,78	101,93	101,28	6,75	134,70	296,96	98,99	102,43	6,83	131,70	290,35	96,78	96,23	6,42	
0,300	7,62		171,20	377,43	125,81			167,20	368,61	122,87			164,20	362,00	120,67			
0,400	10,16		176,00	388,01	129,34			172,00	379,19	126,40			169,00	372,58	124,19			
0,500	12,70		224,00	493,83	164,61			220,00	485,02	161,67			217,00	478,40	159,47			

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023 "

Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis

Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén

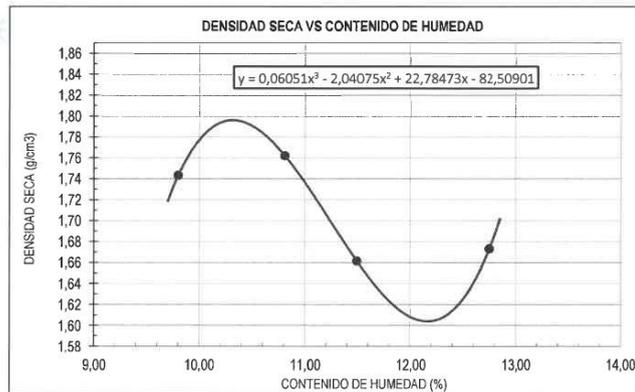
Fecha: 01/11/2023

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo +11% Botella de plastico
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	939,81	939,81	939,81	939,81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6151	6183	6209	6245
Peso del envase + suelo humedo	g	85,50	77,15	69,20	79,60
Peso del envase + suelo seco	g	77,99	69,98	64,17	73,00
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12,65	13,75	12,85	11,95

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1,853	1,887	1,914	1,953
Peso del agua	g	7,5	7,2	5,0	6,6
Peso de suelo seco	g	65,34	56,2	51,32	61,05
Contenido de humedad	%	11,5	12,8	9,8	10,8
Densidad seca	g/cm ³	1,66	1,67	1,74	1,76



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

1,79

O.C.H (%)

10,31

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m².

ANITA VILLEGAS DIAZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmcegincc@msuc@gmail.com

Indecopi

Nº00146594
Nº00146595



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 06/11/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

MUESTRA: C-3 **CAPA:** M-1 **Adición:** Suelo +11% Botella de plastico

1. Datos:		1		2		3	
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15,20		15,23		15,20	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,62		11,60		11,60	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8720		8640		8250	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13100	13195	13098	13200	13095	13180
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	18,97	11,80	16,45	16,14	19,20	15,93
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	81,40	74,10	82,40	93,80	84,80	87,70
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	76,52	62,00	73,78	77,85	69,53	70,97
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	4,88	12,10	8,62	15,95	15,27	16,73
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	57,55	50,20	57,33	61,71	50,33	55,04
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	8,48	24,10	15,04	25,85	30,34	30,40
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28,13		28,13		28,13	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2143,00		2143,00		2143,00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4390	4478	4458	4560	4845	4930
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2,044	2,088	2,082	2,128	2,261	2,301
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1,884	1,883	1,809	1,691	1,735	1,765

EXPANSION		MOLDE		1		2		3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)	
02-Nov	05:50:00 p. m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-
03-Nov	05:50:00 p. m.	24	0,047	1,194	1,027%	0,07	1,778	1,533%	0,080	2,032	1,752%
04-Nov	05:50:00 p. m.	48	0,070	1,778	1,530%	0,08	2,032	1,752%	0,090	2,286	1,971%
05-Nov	05:50:00 p. m.	72	0,090	2,286	1,967%	0,20	5,080	4,379%	0,300	7,620	6,569%
06-Nov	05:50:00 p. m.	96	0,130	3,302	2,842%	0,22	5,588	4,817%	0,350	8,890	7,664%

PENETRACIÓN		MOLDE		1				2				3					
PENETRACIÓN		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA				CARGA				CARGA						
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		
0,025	0,64		37,60	82,89	27,63			35,60	14,90	4,97			31,60	69,67	23,22		
0,050	1,27		49,50	109,13	36,38			47,50	21,50	7,17			43,50	95,90	31,97		
0,075	1,91		72,80	160,50	53,50			70,80	28,20	9,40			66,80	147,27	49,09		
0,100	2,54	1000	89,60	197,53	65,84	61,87	6,19	87,60	193,12	64,37	61,00	6,10	83,60	184,31	61,44	58,70	5,87
0,125	3,18		101,00	222,67	74,22			99,00	218,26	72,75			95,00	209,44	69,81		
0,150	3,81		112,30	247,58	82,53			110,30	243,17	81,06			106,30	234,35	78,12		
0,175	4,45		118,00	260,15	86,72			116,00	255,74	85,25			112,00	246,92	82,31		
0,200	5,08	1500	129,70	285,94	95,31	94,80	6,32	127,70	281,53	93,84	96,90	6,46	123,70	272,71	90,90	90,54	6,04
0,300	7,62		162,20	357,59	119,20			160,20	353,18	117,73			156,20	344,36	114,79		
0,400	10,16		167,00	368,17	122,72			165,00	363,76	121,25			161,00	354,94	118,31		
0,500	12,70		215,00	473,99	158,00			213,00	469,58	156,53			209,00	460,77	153,59		

Observaciones:
.- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR. Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Andy Luis Villegas Diaz
ANDY LUIS VILLEGAS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 232424



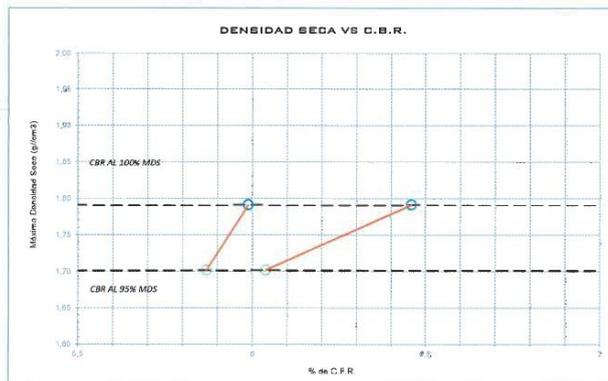
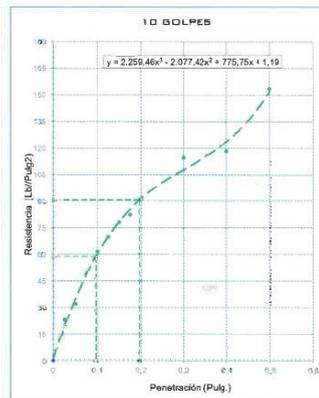
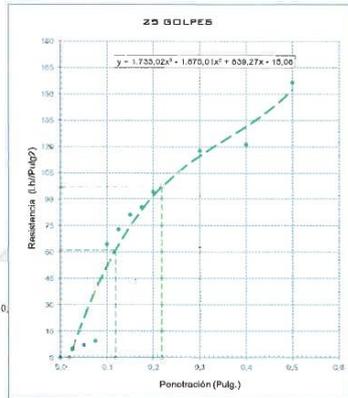
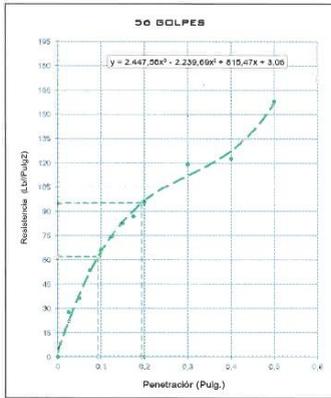
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10,31
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,79
95% MDS (g/cm ³)	1,70

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	5,99
CBR al 95% de MDS (%)	5,87
CBR al 100%: 0.2"	6,46
CBR al 95% de MDS (%)	6,04



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Angela Viviana...
ANGELA VIVIANA VILLAGUIRACALDE
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ensayos para el suelo de C-03+ óptimo de cal+ óptimo de aceite quemado + óptimo de botellas plásticas


INGENIERA EN MANEJO DE OBRAS PÚBLICAS
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengeeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Proyecto: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023"
Solicitante: Villegas Diaz, Andy Luis
Lugar: Avenida Intihuantana, Jaén
Fecha: 11/11/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

MUESTRA: C-3 **CAPA:** M-1 **Adición:** Suelo +dóximo de Cal al 4%+dóximo de aceite quemado al 5%+dóximo de botella plástica al 10%.

1. Datos:		1		2		3	
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15,26		15,26		15,26	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11,65		11,67		11,65	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	7235		6100		8270	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar		Mojada		S/Mojar	
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	11885	11900	11800	11900	12095	12188
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	29,65	12,11	112,45	29,25	19,38	22,41
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	109,09	110,21	198,51	115,59	91,47	119,73
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	101,52	99,91	188,63	104,10	78,56	100,34
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	7,57	10,30	9,88	11,49	12,91	19,39
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	71,87	87,80	76,18	74,85	59,18	77,93
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	10,53	11,73	12,97	15,35	21,81	24,88
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28,35		28,35		28,35	
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2143,00		2143,00		2143,00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4450	4661	5709	5800	3825	3918
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2,07	2,17	2,66	2,706	1,785	1,828
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1,963	1,948	2,355	2,346	1,465	1,464

EXPANSION		MOLDE		1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		
07-Nov	05:00:00 p. m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-	
08-Nov	05:00:00 p. m.	24	0,030	0,762	0,654%	0,04	1,016	0,871%	0,050	1,270	1,090%	
09-Nov	05:00:00 p. m.	48	0,040	1,016	0,872%	0,05	1,270	1,088%	0,060	1,524	1,308%	
10-Nov	05:00:00 p. m.	72	0,050	1,270	1,090%	0,06	1,524	1,306%	0,070	1,778	1,526%	
11-Nov	05:00:00 p. m.	96	0,060	1,524	1,308%	0,07	1,778	1,524%	0,080	2,032	1,744%	

PENETRACION		MOLDE		1					2					3				
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg ²)	CARGA					CARGA					CARGA					
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	
0,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00			
0,025	0,64		97,60	215,17	71,72			91,60	14,90	4,97			71,60	157,85	52,62			
0,050	1,27		116,90	257,72	85,91			110,90	21,50	7,17			90,90	200,40	66,80			
0,075	1,91		137,70	303,58	101,19			131,70	28,20	9,40			111,70	246,26	82,09			
0,100	2,54	1000	152,10	335,32	111,77	92,08	9,21	146,10	322,09	107,36	92,38	9,24	126,10	278,00	92,67	82,64	8,26	
0,125	3,18		161,40	355,83	118,61			155,40	342,60	114,20			135,40	298,51	99,50			
0,150	3,81		171,40	377,87	125,96			165,40	364,64	121,55			145,40	320,55	106,85			
0,175	4,45		181,50	400,14	133,38			175,50	386,91	128,97			155,50	342,82	114,27			
0,200	5,08	1500	191,50	422,18	140,73	140,02	9,33	185,50	408,96	136,32	143,27	9,55	165,50	364,86	124,62	122,42	8,16	
0,300	7,62		217,30	479,06	159,69			211,30	465,84	155,28			191,30	421,74	140,58			
0,400	10,16		237,50	523,60	174,53			231,50	510,37	170,12			211,50	466,28	155,43			
0,500	12,70		254,10	560,19	186,73			248,10	546,97	182,32			228,10	502,87	167,62			

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Andy Luis Villegas Diaz
ANITA VILLEGAS DIAZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADOS

F&M


ANSC C/ PUEBLO LIBRE - JAÉN
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146584

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008785-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 37 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004591-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Servicios de construcción



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:z036ner2zm

Pág. 1 de 1



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 42 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004590-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Estudios de mecánica de suelos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: v12q0d0p6m

Pág. 1 de 1



CERTIFICATE

This is to certify that the Quality Management System of

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

has been assessed and found to conform to the requirements of

ISO 9001:2015

This Certificate is valid for the following scope

SOIL MECHANICS, CONCRETE AND ASPHALT AND GEOTECHNICAL EXPLORATION
LABORATORY SERVICES.

Certificate No.	:AMER11653
Registration Date	:24/06/2023
Issue Date	:28/06/2023
Expiry Date	:23/06/2024
Recertification Date	:23/06/2026



Bhavne

Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA
Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit www.americocert.com The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of America Quality Standards Registech Pvt Ltd. & shall be returned immediately when demanded.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2101-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
FECHA : 2022/01/31
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 6200 g
Nº DE SERIE : C213945170 DIV. DE ESCALA (d) 0.1 g
MODELO : SPX6201ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 1 g
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA
CLASE : III CAPACIDAD MÍNIMA 2 g

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022**

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	26.7	26.7		67	67

Medición Nº	Carga L1 = 3000.00 g			Carga L2 = 6000.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
2	3000.00	0.080	-0.030	5999.90	0.040	-0.090
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
4	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
5	2999.90	0.040	-0.090	5999.90	0.050	-0.100
6	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
7	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
8	3000.00	0.060	-0.010	5999.90	0.030	-0.080
9	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
10	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.080	0.03
6000.00	0.080	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2		1.00	0.080	-0.030		1999.90	0.040	-0.090	-0.060	0.02
3		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
4		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
5		1.00	0.070	-0.020		1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

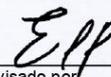
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2.00	2.00	0.070	-0.020	0.000					
10.00	10.00	0.070	-0.020	0.000	10.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
100.00	100.00	0.080	-0.030	-0.010	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	500.00	0.070	-0.020	0.000	499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.01
1000.00	999.90	0.040	-0.090	-0.070	999.90	0.020	-0.070	-0.050	0.01
1500.00	1499.90	0.050	-0.100	-0.080	1499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	1999.90	0.030	-0.080	-0.060	0.02
3000.00	3000.00	0.070	-0.020	0.000	3000.00	0.060	-0.010	0.010	0.02
4000.00	4000.10	0.090	0.060	0.080	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.10	0.090	0.060	0.080	5000.20	0.090	0.160	0.180	0.03
6000.00	6000.00	0.070	-0.020	0.000	6000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03

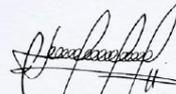
$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g


 Revisado por:
 Eler Pozo S
 Dpto. Metrología


 Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Dpto. Metrología





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2102-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
FECHA : 2023/01/31
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA - PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 30 kg
Nº DE SERIE : 8354661311 DIV. DE ESCALA (d) 0.001 kg
MODELO : R21PE30ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.010 kg
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA NO INDICA
CLASE : III CAPACIDAD MÍNIMA 0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 333, 334, 335, 336-CM-M-2022**

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial			H. R. %	Final		
	25.1	24.9			70	70	
Medición Nº	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg			
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001	
2	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0002	0.0003	
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001	
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001	
5	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001	
6	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006	
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001	
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001	
9	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006	
10	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001	

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0005	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
	1
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	24.9	24.9

	Inicial	Final
	70	70

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
5		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	25.0	24.9

	Inicial	Final	Final
	70	70	70

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.20	0.20	0.0080	-0.0075						
0.50	0.50	0.0070	-0.0065	0.0010	0.50	0.0006	-0.0001	0.0074	0.001
0.10	0.10	0.0070	-0.0065	0.0010	0.10	0.0002	0.0003	0.0078	0.001
0.50	0.50	0.0080	-0.0075	0.0000	0.50	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001
1.00	1.00	0.0005	0.0000	0.0075	1.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.001
5.00	5.00	0.0009	-0.0004	0.0071	5.00	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.002
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0073	15.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	0.0073	20.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002
25.00	25.00	0.0005	0.0000	0.0075	25.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.003
30.00	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	0.003

$$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} R^2}$$

EPP

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrología

Javier Negrón C.

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE TEMPERATURA
LT-1446-2023

Página 1 de 4

Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Dirección	MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN	
Equipo	HORNO	
Marca	PYS EQUIPOS	
Modelo	STHZ-2A	
Serie	2205138	
Procedencia	CHINA	
Identificación	N/I	
Ventilación	FORZADA	
Ubicación	Laboratorio de Temperatura de Pys Equipos E.I.R.L	
Instr.de medida	Termómetro	
Alcance	50°C hasta 300°C	
Resolución	0.1 °C	
Marca	N/I	
Selector	Digital	
Alcance	50°C hasta 300°C	
Div. Escala	0.1 °C	
Marca	N/I	
Carga	N/I	
Fecha de calibración	2023-05-29	
Lugar	Laboratorio de Temperatura de Pys Equipos E.I.R.L Calle 4, Mz F1 Lt.5 Urb. Virgen del Rosario "S.M.P" - Lima Perú	
Método utilizado	<i>Método de comparación según el PC-018 2da edición, junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermicos con aire como medio termóstatico" publicada por el snm/INDECOPI.</i>	



EIP

Revisado v firmado digitalmente por:
Eier Pozo S.
Dpto. Metrología

Calibrado v firmado digitalmente por:
Javier Neuron C.
Dpto. Metrología



Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28.9	29.4
Humedad Relativa (%)	63	60

Patrones de referencia:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Cert. de calibración
Lab. De temperatura de DSI PERÚ AUTOMATION	Termómetro de indicación digital Lutron con sensor tipo "T", resolución 0.1°C, Incertidumbre de 0.12 °C	T-0030-2023
Lab. De Temperatura y humedad METROIL	Termohigrómetro digital con incertidumbres 0.3°C / 2.8%	1AT - 1184 - 2023

Distribución de los termopares dentro del medio isotermico



Los termopares 5 y 10 se encuentran ubicados al centro de sus respectivos niveles

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a "C" cm de las paredes laterales y a "D" cm del frente y fondo de la estufa

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración
T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado
T.MAX: Temperatura máxima
T.MIN: Temperatura mínima
DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo



Resultados de medición

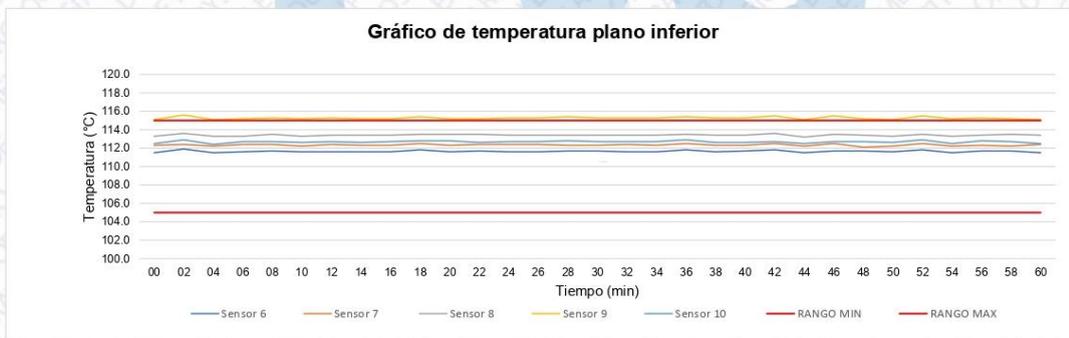
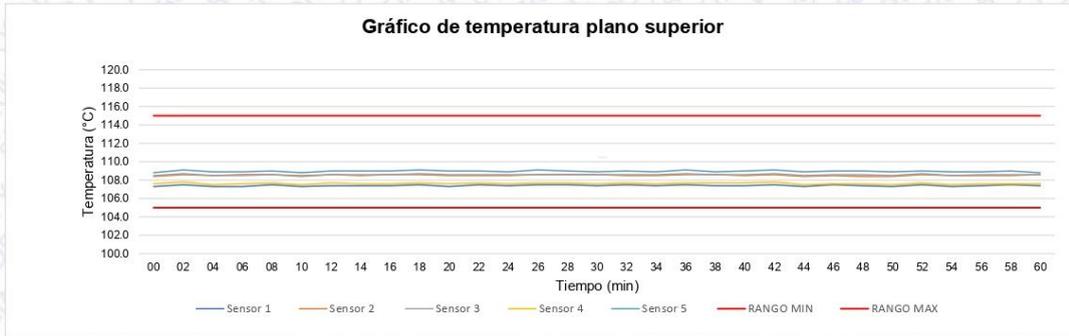
Temperatura de trabajo	Posición del controlador/Selector	Tiempo de calentamiento estabilización	Control de temperatura
110°C ± 5°C	110°C	3 horas	Electrónico

Tiempo (min)	T ind. (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
00	110	107.3	108.4	108.5	107.6	108.8	111.5	112.3	113.3	115.1	112.5	110.5	7.8
02	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.9	112.4	113.6	115.6	112.9	110.8	8.1
04	110	107.3	108.5	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.3	115.1	112.4	110.5	7.8
06	110	107.3	108.6	108.5	107.6	108.9	111.6	112.4	113.3	115.2	112.7	110.6	7.9
08	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.0	111.7	112.4	113.5	115.3	112.7	110.7	7.8
10	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.8	111.6	112.2	113.3	115.2	112.6	110.5	7.9
12	110	107.4	108.6	108.6	107.7	109.0	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.9
14	110	107.4	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.2	112.6	110.6	7.8
16	110	107.4	108.6	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.2	112.7	110.6	7.8
18	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.1	111.8	112.5	113.5	115.4	112.8	110.8	7.9
20	110	107.3	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.5	115.2	112.8	110.6	7.9
22	110	107.5	108.5	108.6	107.7	109.0	111.7	112.4	113.5	115.2	112.6	110.7	7.7
24	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.6	7.9
26	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.1	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.8
28	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.0	111.7	112.3	113.4	115.4	112.8	110.7	7.9
30	110	107.4	108.6	108.6	107.6	108.9	111.7	112.3	113.4	115.3	112.7	110.7	7.9
32	110	107.5	108.5	108.6	107.7	109.0	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.8
34	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.6	112.3	113.4	115.3	112.7	110.6	7.9
36	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.1	111.8	112.5	113.5	115.4	112.9	110.8	7.9
38	110	107.4	108.6	108.6	107.7	108.9	111.6	112.3	113.4	115.3	112.6	110.6	7.9
40	110	107.4	108.5	108.6	107.7	109.0	111.7	112.3	113.4	115.3	112.6	110.7	7.9
42	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.8	112.5	113.6	115.5	112.7	110.8	8.0
44	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.2	115.1	112.5	110.5	7.8
46	110	107.5	108.5	108.6	107.6	109.0	111.7	112.5	113.5	115.5	112.7	110.7	8.0
48	110	107.4	108.4	108.6	107.6	109.0	111.7	112.1	113.4	115.2	112.7	110.6	7.8
50	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.9	111.6	112.2	113.3	115.1	112.6	110.5	7.8
52	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.0	111.8	112.5	113.5	115.5	112.9	110.8	8.0
54	110	107.3	108.5	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.3	115.2	112.5	110.5	7.9
56	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.7	112.3	113.4	115.3	112.8	110.7	7.9
58	110	107.5	108.5	108.6	107.6	109.0	111.7	112.2	113.5	115.2	112.7	110.7	7.7
60	110	107.4	108.6	108.6	107.6	108.8	111.5	112.4	113.4	115.1	112.5	110.6	7.7
T.PROM	110.0	107.4	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.3	112.7		
T.MAX	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.9	112.5	113.6	115.6	112.9		
T.MIN	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.8	111.5	112.1	113.2	115.1	112.4		
DTT	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5		

Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre
Máxima Temperatura medida	115.6	0.2
Mínima Temperatura medida	107.3	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.9	0.2
Estabilidad Medida (+-)	0.2	0.0
Uniformidad medida	8.1	0.2



Distribución de la temperatura



Suelos - Asfaltos - Concreto

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Observaciones:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao
(+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología

NA-6987-001 R0

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL

Marca : PINZUAR

Modelo : PS-111

Serie : 0323

Procedencia : Colombia

Identificación : No presenta

Fecha de calibración : 2023-07-18

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de medición del dimensionamiento del equipo con patrones calibrados acreditados por PINZUAR LTDA.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

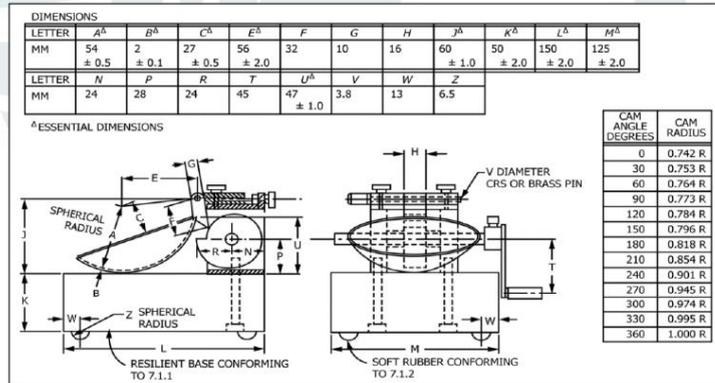
La calibración se realizó en el Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. Sucursal del Perú.
Calle Ricardo Palma N° 998 Urb. San Joaquin Bellavista - Callao.

5. OBSERVACIONES

El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / MTC E 110-2000

6. REFERENCIAS DE MEDICIÓN

ASTM D 4318



Ing. Feiix Jaramillo Castillo

Metrólogo del Laboratorio de Metrología.
PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ

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

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao
(+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118
www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología****NA-6987-001 R0**

Página 2 de 2

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	50,9 %h.r.	50,0 %h.r.

8. TRAZABILIDAD

Este certificado de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Equipo de Medición	Código de Identificación	Certificado de Calibración
Pie de Rey de 300 mm- Interiores	015201P	L-25931-002
Pie de rey de 150 mm- Exteriores	015202P	L-23351-001
Profundímetro Digital de 150 mm	025204P	L-25931-003
Balanza Digital 10200 g x 0,01 g	021202P	M-29430-001

9. RESULTADOS

Mediciones realizadas en partes donde indiquen una tolerancia.
Los resultados son el promedio realizado de 5 mediciones

Letras	Características	Resultado	Incertidumbre
N.A.	Peso de la copa y el soporte	4006,67 g	0,25 g
E	Distancia del eje de rotación al eje central de la copa	56,26 mm	0,17 mm
B	Espesor de la copa	1,95 mm	0,11 mm
J	Profundidad de la copa	59,91 mm	0,16 mm
K	Altura de la base	49,80 mm	0,16 mm
M	Ancho de la base	150,82 mm	0,20 mm
L	Longitud de la base	125,66 mm	0,31 mm

Fin del Certificado

PyS

EQUIPOS

Comercialización de Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelos, Concreto, Asfalto, Tamices, Mantenimiento y Calibración

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Punto de Extensión: 50.8 Milímetros.

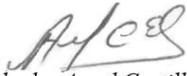
NOMBRE DEL PRODUCTO: TRÍPODE DE EXPANSIÓN PARA CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS142

SERIE DEL PRODUCTO: 330

FECHA: 23/05/2023


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

PyS
EQUIPOS

 Calle 4, Mz F1 Lt 05 Urb. Virgen del Rosario – SMP – Lima.
 (511) 5220723
 945183033 / 970055989 / 945181317
 ventas@pys.pe; apoza@pys.pe; ysalazar@pys.pe
 www.pys.pe

 www.facebook.com/pysequi/
 www.instagram.com/pysequipos_eirl/
 www.tiktok.com/@pysquipos_eirl



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-514-2023

Página 1 de 2

Solicitante : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA – JAEN.
Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTES
Fabricante : BAKER
Modelo : K50
Serie : EJC884
Alcance de Identificación : 0 – 1”
División de Escala : 0.001”
Tipo : Analógico
Lugar de Calibración : Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.
Fecha de Calibración : 2023-01-31
Fecha de emisión : 2023-01-31

Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23.7°C	23.7°C
Humedad Relativa	65%	65%

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la “Guía para la expresión de incertidumbre en la medición”. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

RESULTADO DE MEDICION

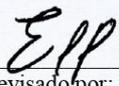
Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1.5-1	0.0984	0.0988	0.0004
5	0.1968	0.1972	0.0004
5-1.5-1	0.2953	0.2956	0.0003
10	0.3937	0.3940	0.0003
10-1.5-1	0.4921	0.4924	0.0003
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1.5-1	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1.5-1	0.8858	0.8862	0.0004
20-5	0.9843	0.9846	0.0003

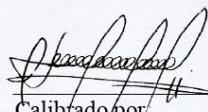
Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón		Indicación del comparador	Error de Indicación
	Pulg	Pulg		
5				
	0.1968	0.1972	0.0004	
	0.1968	0.1972	0.0004	
	0.1968	0.1972	0.0004	
	0.1968	0.1972	0.0004	

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia
 0.001 in = 1ml
 1 in = 0.25mm
 1 in = 0.01 pulgada


 Revisado por:
 Eler Pozo S.
 Dpto. de Metrología


 Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Dpto. de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-540-2023

Página 1 de 2

Solicitante : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA
- JAEN - JAEN
Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTES
Fabricante : BAKER
Modelo : K50
Serie : EJC928
Alcance de Identificación : 0 – 1”
División de Escala : 0.001”
Tipo : Analógico
Lugar de Calibración : Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.
Fecha de Calibración : 2023-05-18
Fecha de emisión : 2023-05-18

Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	28.3°C	28.3°C
Humedad Relativa	65%	65%

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la “Guía para la expresión de incertidumbre en la medición”. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

RESULTADO DE MEDICION

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1-1.5	0.0984	0.0984	0.0000
5	0.1968	0.1968	0.0000
5-1-1.5	0.2952	0.2952	0.0000
10	0.3937	0.3938	0.0001
10-1-1.5	0.4922	0.4924	0.0002
10-5	0.5906	0.5906	0.0000
10-5-1-1.5	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7874	0.0000
20-1-1.5	0.8858	0.8860	0.0002
20-5	0.9842	0.9844	0.0002

Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
10-5-1-1.5	Pulg	Pulg	Pulg
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia

0.001 in = 1ml

1 in = 0.25mm

1 in = 0.01 pulgadas

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrología

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 - Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C.
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVILCERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC041 - F - 2023Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	230097	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
3. Dirección	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	
4. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	PALIO	
Modelo	PE7026,2	
Número de Serie	0422003	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X10	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2023-06-22	
6. Fecha de Emisión	2023-06-26	

Sello

JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951; 913 190 274EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC041 - F - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,2 %	LEDI-PUCP INF-LE 014-23 B

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: MAVIN, Modelo: NS4-5T y Serie: HE9701110



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC041 - F - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kgf)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	Patrón de Referencia	
10	500	500,6	498,6	498,6	499,3	
20	1000	1002,6	1002,4	1002,3	1002,4	
30	1500	1503,8	1503,7	1503,6	1503,7	
40	2000	2004,8	2004,5	2004,1	2004,5	
50	2500	2505,8	2505,8	2505,6	2505,7	
60	3000	3006,7	3006,8	3006,1	3006,6	
70	3500	3507,9	3507,8	3507,2	3507,6	
80	4000	4008,4	4008,8	4007,9	4008,3	
90	4500	4509,9	4510,1	4509,7	4509,9	
100	5000	5011,4	5011,7	5011,0	5011,4	
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0,14	0,40	---	0,02	0,30
1000	-0,24	0,03	---	0,01	0,30
1500	-0,24	0,01	---	0,01	0,30
2000	-0,22	0,03	---	0,01	0,30
2500	-0,23	0,01	---	0,00	0,30
3000	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
3500	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
4000	-0,21	0,02	---	0,00	0,30
4500	-0,22	0,01	---	0,00	0,30
5000	-0,23	0,01	---	0,00	0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------



13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS



REPORTE DE ANÁLISIS N° 82 – 2023 – FIQIA

1. NOMBRE DE CLIENTE : Wiegas Diaz Andy Luis
2. TESIS : Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subestante de la Avenida Inhuatana, Jaén - Cajamarca, 2023.

1. DATOS DE LA MUESTRA

- Numero de muestras : 01
- Tipo de muestra : Aceite quemado
- Envase : 01 botella plástica
- Fecha de recepción de la muestra : 29/11/2023

2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

MÉTODO	ACEITE QUEMADO
pH	8.357

3. CONCLUSIONES

- Los análisis se realizaron en la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias – FIQIA; en el Laboratorio de Investigación y Servicios Técnicos cumpliendo con los estándares de control de calidad establecidos por el Laboratorio. El equipo usado fue un potenciómetro de mesa marca HANNA HI 5221, debidamente calibrado.
- La muestra fue tomada por el interesado.

Firma		Firma	
Analista	Ing. Cristian David Vizconde Beltrán	V°B°	Dr. César Augusto Montaña Arce
Fecha de Reporte	29 de Noviembre del 2023		

Anexo 7: Panel fotográfico.

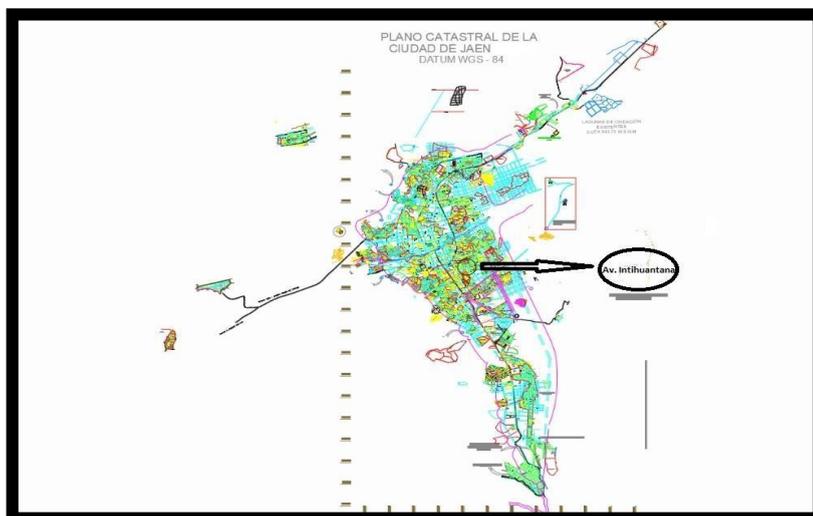


Foto 1: Ubicación de la muestra.



Foto 2: Extracción de muestra de calicata C-01.



Foto 3: Extracción de muestra de calicata C-02.



Foto 4: Extracción de muestra de calicata C-03.

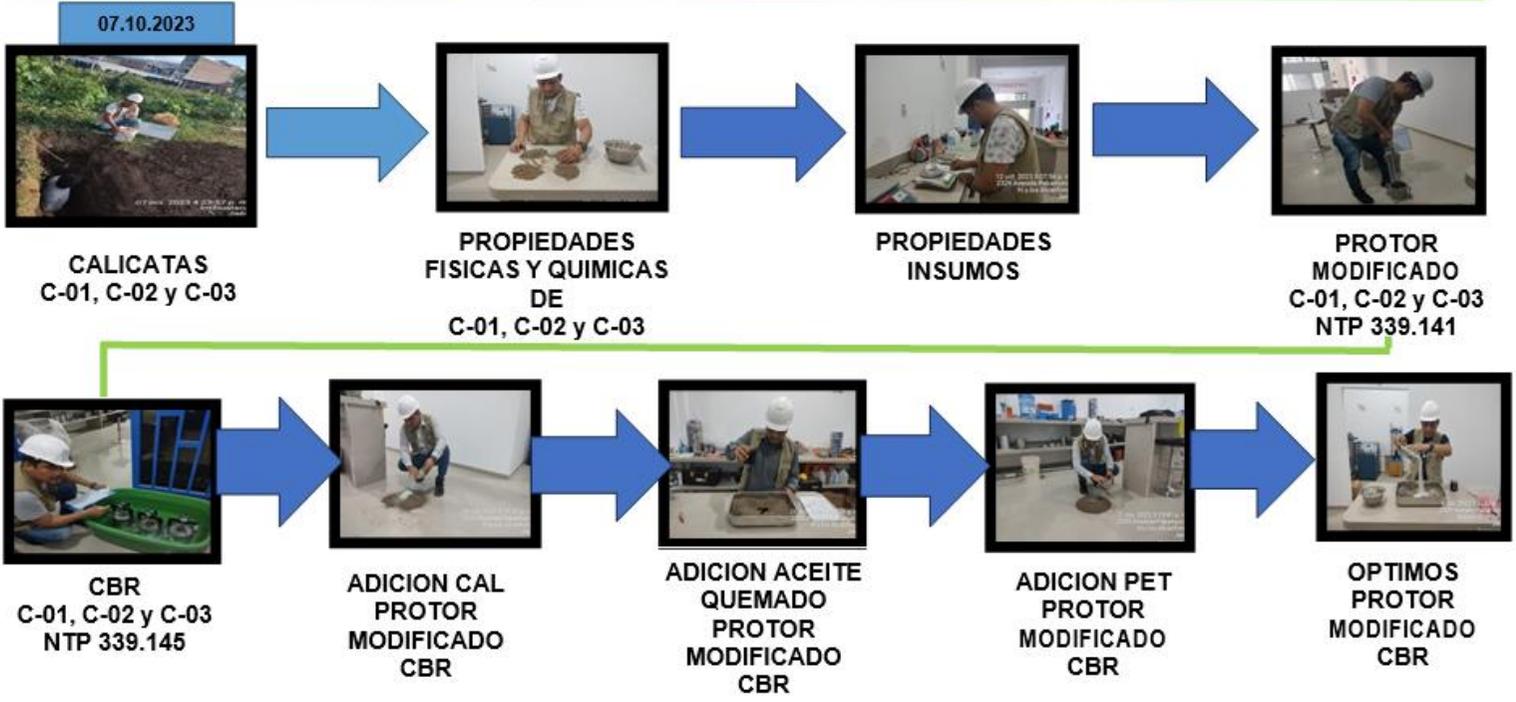


Foto 5: Resumen de ensayos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENAVENTE LEON CHRISTHIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de botellas plásticas, cal y aceite quemado estabilizando la subrasante de la Avenida Intihuantana, Jaén - Cajamarca, 2023", cuyo autor es VILLEGAS DIAZ ANDY LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 08 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENAVENTE LEON CHRISTHIAN DNI: 72228127 ORCID: 0000-0003-2416-4301	Firmado electrónicamente por: CBLEON el 11-01- 2024 16:31:12

Código documento Trilce: TRI - 0689230