



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Leon Simeon, Cesar Alejandro (orcid.org/0000-0002-5641-0450)

Reymundo Chorres, Kevin Rommel (orcid.org/0000-0003-4911-4909)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Esta presente tesis de investigación va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres que siempre me apoyaron y a las amistades, todos ellos creyeron en que lograría este objetivo.

León Simeón, César Alejandro

Dedico esta tesis de investigación a mis familiares, amistades en especial a mi madre que siempre estuvo apoyándome y creyendo en mi en este largo proceso.

Reymundo Chorres, Kevin Rommel

Agradecimiento

Agradezco a Dios mantenerme con vida y bien de salud, a mis padres por su apoyo y a la Universidad César Vallejo, por ayudarme a culminar la carrera a través de las conferencias y asesoramientos del docente que siempre nos mostró su apoyo para poder culminar nuestro artículo de investigación.

León Simeón, César Alejandro

Agradezco a Dios por otorgarme personas maravillosas, quienes han creído en mí siempre, aconsejándome a lo largo del camino trasado en la carrera y a la Universidad César Vallejo.

Reymundo Chorres, Kevin Rommel

Índice de contenidos

Carátula	
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	4
III. METODOLOGÍA.....	16
IV. Resultados.....	29
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	48
Referencias	49
Anexos	56

Índice de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de contenido de humedad	32
Tabla 2. Granulometría por tamices	32
Tabla 3. Porcentajes del material granular	32
Tabla 4. Clasificación del suelo	34
Tabla 5. Proctor Modificado.....	35
Tabla 6. Porcentaje del CBR al 100%	36
Tabla 7. Cálculo de ESAL para Pavimento Flexible	38
Tabla 8. Cálculo de la Variación de Serviciabilidad.....	40
Tabla 9. Valor del Coeficiente estructural (a_2) y Módulo resiliente.....	41
Tabla 10. Valor de los coeficientes estructurales.....	41
Tabla 11. Valores de variables de la ecuación para diseño estructural.	41
Tabla 12. Diseño del espesor con el material granular	42
Tabla 13. Diseño del espesor con el material granular adicionando polvo de grafito	42
Tabla 14. Diseño del espesor con el material granular adicionando fibra de coco.	42

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1. Capas de un pavimento flexible.	9
Figura 2. Material granular.	10
Figura 3. Polvo de grafito	11
Figura 4. Fibra de coco	11
Figura 5. Juego de tamices	12
Figura 6. Copa de Casagrande	13
Figura 7. Taras, cápsula , espátula y placa de vidrio esmerilado.....	13
Figura 8. Molde y pistón.....	14
Figura 9. Clasificación vehicular.....	15
Figura 10. Ubicación de la zona de estudio del proyecto de investigación.	19
Figura 11. Ubicación de la cantera para extraer el material granular.....	19
Figura 12. Av. Los Inca – Calicatas 01.....	21
Figura 13. Excavación del terreno a evaluar – Calicata (01).....	22
Figura 14. Av. Los Incas – Calicata 02.....	22
Figura 15. Excavación del terreno a evaluar – Calicata (02).....	23
Figura 16. Av. Los Incas – Calicata 03.....	23
Figura 17. Excavación del terreno a evaluar – Calicata (03).....	24
Figura 18. Tamizaje de muestra seca	25
Figura 19. Ensayo de plasticidad	25
Figura 20. Ensayo Proctor modificado	26
Figura 21. Ensayo penetración CBR.....	27
Figura 22. Conteo Vehicular	27
Figura 23. Mapa político del Perú	29
Figura 24. Mapa político del departamento de Lima	29
Figura 25. Ubicación del distrito de Comas.....	30
Figura 26. Grafica de porcentajes del material granular	33
Figura 27. Requerimiento granulométrico para la base	34
Figura 28. Grafica de máxima densidad seca.....	35
Figura 29. Grafica del óptimo contenido de humedad.....	36
Figura 30. Grafica del CBR aplicando las dosificaciones de FC y PG.	37
Figura 31. Factores de distribuciones direccional y de carril.....	37
Figura 32. Categorías de Sub rasante	38
Figura 33. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr).....	39
Figura 34. Fórmula del espesor estructural del pavimento flexible.	40
Figura 35. Coeficiente estructural para la base pavimento flexible (a2).....	41

Resumen

La presente investigación señala que los pavimentos en lima presentan fallas estructurales que genera hundimientos y deformación en las avenidas conduciéndonos a emplear las pruebas necesarias para el análisis del comportamiento físico-mecánico que se genera en la base estructural del pavimento flexible. Se empleó la metodología de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo siendo esto de diseño experimental, ocupando como muestra 3 calicatas en 1km de la avenida Los Incas y material granular de la cantera Unicon Jicamarca.

Se estableció que contamos con una subrasante regular para la ecuación básica del diseño de un pavimento flexible, visualizamos el comportamiento de la base empleando una muestra patrón derivado del material granular de cantera la cual tiene una resistencia optima según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la norma AASTHO 93, ejecutamos los ensayos para visualizar el comportamiento de la base granular añadiendo sus dosificaciones respectivos de cada agregado planteado en la tesis; obteniendo resultados beneficiosos. El cual concluimos que adicionando un 2.7% de polvo de grafito y un 4.0% de fibra de coco a un material granular genera mejoramiento en relación al soporte del material (CBR).

Palabras Clave: Polvo de grafito, Fibra de coco, Pavimento flexible

Abstract

The present investigation indicates that the pavements in Lima present structural failures that generate subsidence and deformation in the avenues, leading us to use the necessary tests for the analysis of the physical-mechanical behavior that is generated in the structural base of the flexible pavement. The applied type methodology was used, with a quantitative approach, this being an experimental design, occupying as a sample 3 pits in 1km of Los Incas avenue and granular material from the Unicon Jicamarca quarry.

It was established that we have a regular subgrade for the basic equation of the design of a flexible pavement, we visualize the behavior of the base using a standard sample derived from quarry granular material which has optimal resistance according to the Ministry of Transport and Communications (MTC).) and the AASTHO 93 standard, we run the tests to visualize the behavior of the granular base by adding their respective dosages of each aggregate proposed in the thesis; obtaining beneficial results. Which we conclude that adding 2.7% graphite powder and 4.0% coconut fiber to a granular material generates improvement in relation to the support of the material (CBR).

Keywords: Graphite powder, Coconut fiber, Flexible flooring

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación determina la realidad problemática de los pavimentos en Lima por fallas estructural que genera hundimientos y deformación en la estructura lo cual conduce a emplear las pruebas necesarias para el análisis del comportamiento mecánico que se genera en la base estructural del pavimento flexible. Según información internacional, se habla de una conferencia que tuvo como objetivo, identificar el déficit de acuerdo con la vida útil diseñada en las avenidas principales, se tuvo en cuenta que dichas obras se elaboraron con un asfalto modificado por las temperaturas de Indonesia; a pesar de ello nos informa que el estado en el que se encontró fue muy desfavorable teniendo en cuenta el corto tiempo que se estima haber culminado la ejecución de estas carreteras arteriales. Finalmente se optó por el método de implementación y se desarrolló los criterios para la ejecución de las capas del pavimento con un espesor estándar de acuerdo con la planificación empleada con los recientes volúmenes de cargas excesivas de vehículos y teniendo en cuenta las extremas condiciones climáticas. (Sutoyo, 2020).

Mientras tanto, de manera nacional, según la tesis titulada. “Geomalla biaxial para optimizar base y subbase de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla en 2018” esta tesis tuvo como finalidad mejorar las partes del pavimentos que presentan mayores daños puntuales debido a la carga parcial que se genera por los vehículos, identifica las propiedades mecánicas de los agregados para la base que refiera a la alta resistencia, rigidez y durabilidad que tendrá la estructura con las cargas diseñadas y algunos factores valorados al extremo para incrementar dicha capacidad de cargas y mejorar la vida útil del pavimento. El autor determinó que el diseño de pavimento flexible con uso de refuerzo en la base y sub base optimiza en espesor y por ende en costo con el uso de material. (Robles L, 2018).

Es por ello, que en esta investigación tiende a plantearse la siguiente problemática ¿Cómo influye la implementación de fibra de coco y polvo de grafito en el comportamiento de la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022?, del cual se genera los siguientes problemas específicos: ¿Cuál será el contenido de humedad y la clasificación de suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022?, ¿Cuál será la variación de la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av.

Los Incas, Lima - 2022?, ¿Cuál será el resultado del diseño estructural del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima - 2022?. Este estudio se justifica teóricamente en emplear los diseños de estructura para el pavimento flexible con el que se determinará un diseño empleado con la norma ASSHTO y la CE.010. Aparte todo ello se evaluó adicionando los materiales de fibra de coco y polvo de grafito en la base del pavimento flexible. Respecto a la justificación social, se emplea en la ejecución de obra para el sector público y privado con beneficios favorables para la sociedad que alberga dichos tramos de los pavimentos. Es por ello que con estos agregados como la fibra de coco y el polvo de grafito son aplicables para el distrito de comas. La justificación económica, pone en práctica la investigación previa a los ensayos con el cual mejore el costo de la implantación de los agregados como la fibra de coco y el polvo de grafito. Por lo que con respecto al mejoramiento de la base se logra costear benéficamente con respecto al mayor tiempo de vida útil para el pavimento. La justificación ambiental, tiene a ser benéfico al ecosistema de la ejecución de la investigación. Sin embargo, por ser situado en un distrito tiene a mejorar benéficamente el medio ambiente por ser material natural como en el caso de la fibra de coco y derivado del carbono como es el caso del polvo de grafito. La justificación metodológica, considera un mejoramiento en la implementación de los aditivos. En esta investigación se empleará una proporción de 0%, 3.5%, 4% y 4.5% para la fibra de coco y 0%, 2.2%, 2.7%, 3.2% para el polvo de grafito en la base del pavimento flexible.

Se determinó, según investigaciones desarrolladas, que la fibra de coco es un buen estabilizante para las estructuras granulométricas bajo la carpeta asfáltica (Weitian Zhao; Qun Yang, 2022); mientras que, por otro lado, el material del polvo de grafito se ha obtenido, según estudios referidos, un desempeño favorable en la conducción de calor y resistencia a la compresión bajo normativas de carreteras y estudios químicos del componente (Wu D; Yang J; Yang R; Zhu J; Liu S, 2021).

Por otro lado, se agregaron agentes antifisurantes al material de la base estabilizada con cemento y se aplica sobre ella el pavimento asfáltico luego de compactar la base con los aditivos y materiales granulométricos. Los resultados mostrados determinaron que la empleabilidad del agregado genera menos grietas y fortalece la adherencia que no se estima habitualmente entre la base y el pavimento asfáltico. (Jingsong S, Yuan Z, Shuyin W, Qiulin W, Yuying J, Yang D, 2022). Es por ello que en este estudio se empleará dichos agregados a la base granulométrica del pavimento flexible para

analizar el comportamiento que se genere bajo fuerzas puntuales y/o rendimiento mecánico en beneficio al hallazgo de una nueva implementación de agregados para ampliar la vida útil de las carreteras.

Debido a ello, esta investigación tiene como objetivo general, Evaluar la implementación de fibra de coco y polvo de grafito en el comportamiento de la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022, el cual se identificará que material tiene mayores beneficios en la base para la pavimentación mediante un análisis comparativo del diseño convencional de la estructura del pavimento flexible de la zona a la que se lleve a cabo el estudio. Es por ello que los objetivos específicos de esta investigación tienden a ser, Determinar el contenido de humedad y clasificación del suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima – 2022; Determinar la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av. Los Incas, Lima – 2022; Realizar el diseño estructural del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima – 2022. Por último, como hipótesis general es la implementación de fibra de coco y polvo de grafito influyen en el comportamiento de la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022. También en la hipótesis específica, Existe una variación del contenido de humedad y clasificación del suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima – 2022; Existe una variación en la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av. Los Incas, Lima – 2022; Existe una variación en el espesor de las capas del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente proyecto de investigación se tuvo como consideración diversas variedades de artículos científicos, los cuales ayuda para este trabajo, como antecedentes científico Journal of Civil Engineering (2022) nos dice que, Evaluó la influencia de considerar las características del agregado base y su efecto sobre la rigidez y el daño. Se utilizaron dos enfoques para modificar los coeficientes de ajuste en los modelos de módulo elástico dependiente de la tensión para considerar las características de los materiales granulares. Los resultados mostraron que los pavimentos delgados eran particularmente sensibles a estas características, y se esperaba que la capacidad del pavimento fuera mayor que en los modelos predeterminados al considerar los agregados triturados. En contraste, la capacidad puede ser tan baja como el 40% de la estimación convencional para agregados parcialmente triturados.

Así mismo, Chakravarti, S; Rajkumar, G; Shankar, S. (2022). De la revisión detallada como objetivo nos dice que la resistencia a la tracción indirecta (ITS) es el parámetro más influyente considerado en el diseño de la mezcla del EATB. Este documento cubre los métodos de diseño, las características de compactación, los períodos de curado, los contenidos de aditivos, el desarrollo de la resistencia, los parámetros de resistencia, la determinación del contenido óptimo de asfalto emulsionado y, por último, la evaluación del rendimiento de EATB. Los resultados mostraron que la densidad seca máxima, la estabilidad Marshall y el ITS se consideran indicadores primarios de rendimiento de la EATB. El módulo, la formación de surcos y la fatiga se consideran indicadores secundarios de rendimiento. En general, las bases recicladas que utilizan asfalto emulsionado demostraron ser sostenibles y económicas en comparación con los áridos naturales.

Khan, R; Snothwal, K (2019). Se ha llevado a cabo la estabilización del suelo arcilloso para mejorar sus propiedades de ingeniería del suelo. Para estabilizar el suelo arcilloso, use polvo de horno de ladrillos y fibra de coco residual, se lleva a cabo un experimento para evaluar las propiedades de la mezcla del suelo con un porcentaje del 10%, 20% y 30% de polvo de horno de ladrillos y contenido de fibra de coco de 0,5%, 0,75% y 1,0% en peso de muestra de suelo y luego se realizan las pruebas.

Las pruebas realizadas para suelos arcillosos mezclados con polvo de horno de ladrillos y fibra de bonote son de límite líquido, límite plástico, compactación (OMC y MDD) y relación de carga de California (CBR). Se diseñaron secciones de pavimentos flexibles para subrasantes no estabilizados y estabilizados para ser intensidades de tráfico de ejes estándar. Se analiza el preámbulo de polvo de horno de ladrillos y fibra de coco para mejorar las características de los materiales de subrasante de expansión y otros materiales de subbase. También diseñe el espesor del pavimento cuando esté estabilizado con polvo de horno de ladrillo optimizado y fibra de coco. Los resultados revelan que el valor de CBR aumentó con el aumento del polvo de horno de ladrillos y la fibra de coco. El tratamiento de estabilización del suelo mejoró significativamente las propiedades de ingeniería del suelo y redujo el espesor del pavimento y también el costo del proyecto.

A su vez Muhammed S; Mohannad S (2021). En este estudio, se analizó mediante FEM un pavimento flexible que consta de 5 capas (superficie, ligante, base, subbase y subrasante). Se utilizó el software ABAQUS (6.14-2) para investigar la influencia de la profundidad de la capa base en las tensiones y desplazamientos verticales. Se adoptaron tres espesores diferentes (10, 20 y 30 cm) con otros espesores de capa de pavimento constantes. El diseño y análisis de pavimentos flexibles se realizaba en el pasado con métodos semiexperimentales, utilizando las características elásticas de las capas de pavimento. Debido a las complejas interferencias entre varias capas y su consumo de tiempo, los métodos tradicionales de análisis y diseño de pavimentos fueron reemplazados por métodos rápidos y potentes que incluyen el método de elementos finitos (FEM) y el método de elementos discretos (DEM). FEM requiere menos poder computacional y es más apropiado para entornos continuos. Los resultados de este estudio mostraron que los niveles de tensión en la parte superior de la capa base aumentaron alrededor de un 37 % cuando el espesor de esta capa aumentó de 10 cm a 30 cm, mientras que los niveles de tensión en la parte superior de la capa subbase disminuyeron alrededor de un 64 %. Cuando la capa base aumentó de 10 a 20, de 20 a 30 y de 10 a 30 cm, el desplazamiento vertical disminuyó en un 18%, 24% y 37% respectivamente.

Por otro lado, Wu D; Yang J; Yang R; Zhu J; Liu S (2021). Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del compuesto absorbente propuesto sobre las propiedades

y la eficiencia de calentamiento por microondas de las mezclas asfálticas. Se usó una mezcla de polvo de grafito al 20 % y polvo de magnetita al 80 % como compuesto absorbente de microondas para reemplazar el relleno mineral común en las mezclas de asfalto para mejorar su capacidad de absorción de microondas. Los resultados indican que la adición de polvo de grafito y magnetita mostró una mejora en la eficiencia de calentamiento por microondas de las mezclas asfálticas. Los resultados de la prueba de rendimiento del pavimento muestran que el rendimiento mecánico, incluida la estabilidad dinámica, la tensión de flexión, la estabilidad Marshall residual y la relación de resistencia a la tracción después y antes del ciclo de congelación-descongelación, satisfacen los requisitos de especificación relevantes.

Además, Shin X; Rew Y; Ivers E; Shon C; Stenger E; Park P (2019). Este estudio investiga la viabilidad de mitigar los problemas relacionados con la temperatura, como el efecto isla de calor, la formación de capas de hielo y los problemas térmicos del pavimento de asfalto, mediante el control de las propiedades térmicas de la mezcla asfáltica en caliente (HMA). Los resultados de las pruebas muestran que el HMA modificado con EPP produce una reducción en la conductividad térmica, la capacidad calorífica y la resistencia a la tracción indirecta de hasta un 17, 32 y 27 %, respectivamente. Por el contrario, la sustitución de una parte de los rellenos tradicionales por polvo de grafito aumenta la resistencia a la tracción indirecta y la conductividad térmica hasta un 40 y un 43 %, respectivamente. Los resultados de la simulación muestran que la amplitud de la variación diaria de la temperatura superficial se reduce a medida que aumenta la conductividad térmica del HMA. El HMA que contiene 4,8 % de grafito por volumen de la mezcla reduce la amplitud de la temperatura superficial diaria en un 8,1 % en la simulación de verano y en un 9,6 % en la simulación de invierno. Esto implica que el HMA modificado con conductividad térmica mejorada, como el modificado con grafito, es efectivo para mitigar el agrietamiento térmico, la formación de surcos y el efecto de isla de calor urbano. Además, la resistencia a la tracción indirecta mejorada del HMA modificado con grafito traerá una extensión adicional de la vida útil del pavimento. El estudio paramétrico para amplios rangos de conductividad térmica y capacidad calorífica muestra que la amplitud de temperatura diaria en la superficie de un pavimento se puede reducir hasta en un 28,9 % seleccionando agregados altamente conductores y polvo de grafito.

Así mismo, Briceno J; Molina J; Sanchez L; Verjel V. (2021). Con el crecimiento y desarrollo de las carreteras, la ingeniería civil ha mostrado un gran interés en el diseño óptimo de pavimentos. Considerando la diversidad de condiciones climáticas y topográficas, el interés se ha centrado en su durabilidad y desempeño. Esta investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento de bases y sub-bases de pavimentos flexibles sometidos a la condición no saturada, la estructura del pavimento fue diseñada bajo los métodos (AASHTO, 1993) y Venezolano (Salame et al., 1970), utilizando como base experimental base la capacidad de carga por medio de la prueba de capacidad de carga de California (CBR) (Stanton y Porter, 1929). Se determinó el CBR de diseño en condición saturada drenada y saturada no drenada en material base y subbase para evaluar la duración teórica del pavimento, para ambos métodos de diseño de espesores. Utilizando los espesores encontrados bajo la condición saturada drenada se determinó la duración teórica al someterlos a la condición saturada no drenada, comparando la duración del pavimento flexible en ambas condiciones y se concluyó el análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Como resultado final se pudo constatar la disminución de la duración teórica del pavimento al someterlo a la condición saturada no drenada de su estructura laminar.

También, Benemaran RS; Esmaeili-Falak M; Javadi A. (2022). En este estudio, como objetivo se presenta un modelo basado en el aumento de gradiente extremo (XGB) para predecir el módulo resiliente de cimientos de pavimento flexible. El modelo se optimiza utilizando cuatro métodos de optimización diferentes (optimización de enjambre de partículas (PSO), optimización de araña social (SSO), algoritmo de seno coseno (SCA) y optimización de multiverso (MVO) y una base de datos recopilada de literatura técnica publicada anteriormente. Los resultados muestran que todos los diseños desarrollados tienen una buena capacidad de trabajo para estimar el M-R de la base de pavimento flexible.

Además, Li J; Qin Q; Sun J; Ma Y; Li Q (2022). En esta investigación, se desarrollan 27 compuestos ECCC incorporados por combinación de polvo de grafito (GP), escoria de alto horno (GGBS) y escoria de acero (SS). Se llevan a cabo la metodología de experimentos de flexión, resistencia a la compresión no confinada (UCS) y experimentos de resistencia con evaluaciones del modo de falla para explorar la

influencia de los rellenos conductores propuestos con diferentes fracciones. Los resultados muestran que el grafito mejora considerablemente la conductividad, pero reduce drásticamente el rendimiento mecánico. Tanto la escoria de acero como el GGBS redujeron la resistencia a la compresión y a la flexión después de que su proporción de reemplazo excediera el 20 %. Además, en comparación con GGBS, SS demostró una mejor influencia en el rendimiento mecánico y conductivo. Se explora una relación de 15 % en peso de GGBS, 20 % en peso de SS y 4 % en peso de GP como el diseño óptimo con 3,4 MPa de resistencia a la flexión, 36 MPa de resistencia a la compresión y 7779 Ω cm de resistencia. Por último, se lleva a cabo una investigación microestructural para explorar el mecanismo mecánico y conductivo de ECC.

Por otro lado, Yang H; Ouyang J; Cao P; Chan W; Han B; Ou J (2022). En este documento, se fabricaron mezclas asfálticas eléctricamente conductoras (ECAM) agregando dos materiales conductores (lana de acero y grafito). Se estudiaron los efectos de la lana de acero y el grafito sobre la conductividad eléctrica y las propiedades del pavimento de ECAM. Los resultados mostraron que la lana de acero puede reducir en gran medida la resistividad eléctrica de las mezclas asfálticas. Mientras tanto, ECAM con lana de acero tiene una excelente resistencia al agrietamiento a baja temperatura y una buena susceptibilidad a la humedad y resistencia a la formación de surcos en comparación con la mezcla de asfalto simple. Sin embargo, el problema de agregación de la lana de acero no se puede evitar con su alto contenido. Como resultado, existe un límite superior del contenido de lana de acero. El grafito no solo puede disminuir efectivamente la resistividad eléctrica de la mezcla asfáltica, sino que también tiene una buena resistencia a la formación de surcos y se puede dispersar fácilmente en la mezcla. Para fabricar un ECAM uniforme con mejores propiedades de conductividad eléctrica y pavimento, se emplea la adición híbrida de lana de acero y grafito. Este método puede reducir el contenido de lana de acero, resolviendo así el problema de la dispersión y mejorando aún más la conductividad eléctrica y las propiedades del pavimento de la mezcla asfáltica. Por lo tanto, el método de adición híbrida es más adecuado para fabricar mezclas asfálticas conductoras.

Pavimento flexible: Es una estructura donde está conformada por capas como la carpeta asfáltica, base, subbase y la subrasante que dan soporte a la superficie de rodamiento la cual genera cargas vehiculares (Rondón H, Reyes F. 2da edición, 2022). Estas capas deben distribuir las cargas generadas en la superficie durante su periodo de diseño, el cual no genera una deformación o variación de la estructura y del terreno natural. Se sabe que en la capa superior de toda la estructura del pavimento flexible debe ser impermeable, antideslizante y resistente a la acción abrasiva generada por el tráfico.

El pavimento tiende a generar un comportamiento admisible a la capacidad estructural y funcional el cual es medible a lo largo de su vida útil.

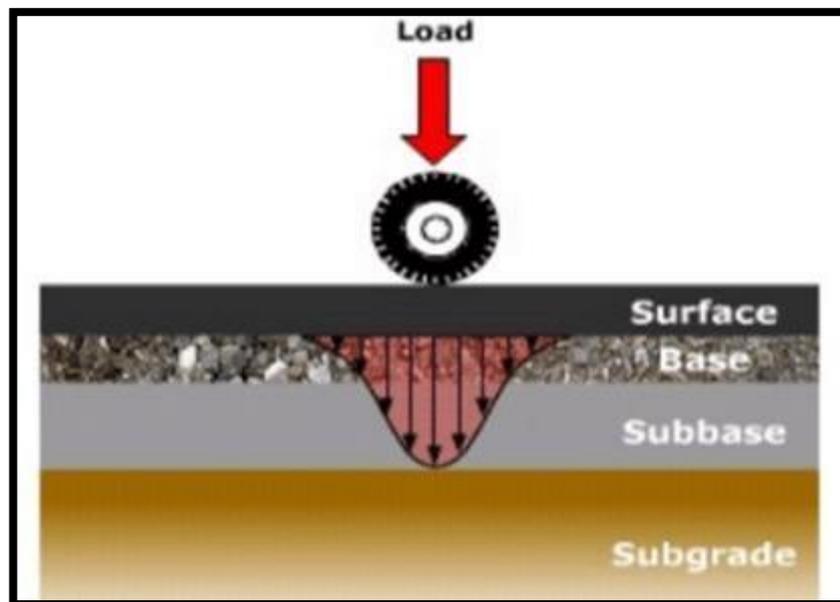


Figura 1. Capas de un pavimento flexible.
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Capa de rodadura o carpeta asfáltica: Es la capa superior de la estructura del pavimento flexible elaborada con materiales pétreos y productos asfálticos, así mismo deberá tener una cierta dureza (Rondón H, Reyes F. 2da edición, 2022). Su función principal de esta capa es soportar la carga de rodamiento generada por el tránsito vehicular. En este pavimento flexible el espesor adecuado para esta capa puede variar entre los 5 a 10 centímetros.

Base: Es la capa que se encuentra debajo de la carpeta asfáltica la cual está conformada por material granular compactada sobre la subbase, en algunas

ocasiones esta capa está colocada directamente sobre la subrasante (Rondón H, Reyes F. 2da edición, 2022). Su función principal es reducir las cargas impuestas por los vehículos generadas en la carpeta asfáltica para transmitir estas cargas con menor intensidad para las capas que se encuentran descendientes de ésta. En este pavimento flexible el espesor compactado de esta capa puede variar entre 10 y 30 centímetros.



Figura 2. Material granular.
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Subbase: La subbase está conformada por material granular la cual se encuentra por debajo de la capa base siendo compactada sobre la subrasante mejorada, similar a la capa de la base su función principal de la subbase es transmitir a las subrasante las cargas del tránsito impuestas en magnitud moderadas y tolerables por esta capa. También contribuye al drenaje. En este pavimento flexible el espesor compactado de esta capa puede variar entre 10 y 50 centímetros.

Subrasante: Es la capa sobre la cual se cimienta la estructura del pavimento flexible, su función es soportar en últimas instancias la carga transmitida por el tránsito. También debe generar un comportamiento adecuado ante el medio ambiente así mismo esta capa debe presentar una baja sensibilidad al cambio volumétrico y a la humedad. En este pavimento flexible su espesor compactado de esta capa puede variar entre 20 a 50 centímetros.

Polvo de grafito: Es un elemento encontrado de manera natural en su forma mineral y se consigue en polvo con procesos sintéticos. Tiene un uso habitual que es la escritura y/o pintado, también sirve como lubricante por sus características como la inercia química, conductividad eléctrica, conductividad térmica y lubricidad (Alvarado J, Roque B, 2020). Es derivado del carbono cristalino muy blando con una dureza de Mohs de 1 a 2.



Figura 3. Polvo de grafito

Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Fibra de coco: Según S. Revathi, M. Dinesh, S.G. Suba Sri Varsan (2023). El coco es un material composición de la epidermis y mesocarpio por la cual se le conoce como fibra de coco así mismo esta fibra es un residuo con grandes beneficios por sus propiedades ya que son un buen estabilizante para las estructuras granulométricas bajo la carpeta asfáltica. Presenta propiedades que complementan a la estabilización al pavimento, ya que tiene una mejor resistencia a los esfuerzos de flexión, dureza, comprensión, tracción y estabilidad, tiende a brindar beneficios de alta calidad debido a que es un material de origen vegetal.



Figura 4. Fibra de coco

Fuente: Imagen referencia, elaboración propia.

Perfil estratigráfico: Para la elaboración del perfil estratigráfico se tuvo en cuenta las siguientes normas ASTM D420 y AASHTO - T86. Un perfil detallado del suelo debe realizarse solamente donde la relación sigue entre las profundidades y abscisas de diferente tipos de suelo y roca, en los perfiles del subsuelo se debe graficar con perforaciones reales en la base o datos de cortes, acorde a la profundidad del suelo determinada. La interpolación de estos se debe desarrollar con la ayuda de las condiciones geológicas y geográficas apuntando la continuidad asumida de los estratos.

Granulometría: Los suelos consisten de varias formas y tamaños de acuerdo a sus partículas. Es por ello que con este método se logra separar partículas en rangos de tamaños y también se determina la masa de estas partículas que son retenidas por rango de manera cuantitativa. Es algo común que los tamices sean de apertura cuadrada con un rango de 3 pulgadas (75 mm) hasta el tamiz No. 200 (75 μ m). Para procesar la muestra y obtener su espécimen se procede a proporcionar el peso húmedo, secado al aire y secado al horno de la muestra propia a estudiar.



Figura 5. Juego de tamices
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Contenido de humedad: Es la cantidad de agua que tienen los materiales o sustancias. en representación:

$$m_h = m_s + m_{H_2O}$$

Se obtiene mediante la diferencia entre masa húmeda y la masa seca para hallar la masa de agua que contiene el material de muestra.

Límite líquido: Es el límite arbitrario entre semilíquido y plástico de un suelo conteniendo agua en porcentajes. Se determina mediante el ensayo con proporción del suelo esparcido en una copa de bronce dividiendo el espécimen por una herramienta ranuradora dejándolo fluir con impactos mecánicos causados repetitivamente por la copa.



Figura 6. Copa de Casagrande
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Límite Plástico: Es el límite entre el estado plástico y semisólido de un suelo que contiene agua en porcentaje. Se determina presionando la masa del suelo para con ella formar un hilo de 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ plg) de diámetro hasta que el agua sea reducida a tal punto que el hilo formado se quiebre y sea difícil continuar enrollando. El contenido de agua en ese punto se reporta como límite plástico.



Figura 7. Taras, cápsula, espátula y placa de vidrio esmerilado.
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Índice de plasticidad: El tope de contenido de agua la cual el suelo se comporta plásticamente. Cuantitativamente se determina la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Proctor Modificado: El objetivo de este ensayo es poder determinar la densidad seca y humedad de compactación de los materiales a usar en explanadas y capas granulares firmes, con lo cual el resultado de esto será utilizado para un control de calidad sobre la compactación del sector a trabajar. el proctor modificado es un ensayo el cual es compactado en una capa de 4 o 6 pulgadas (101,6 o 152,4 mm) de diámetro con un molde de 10,00 lbf (44,48 N), el pistón se deja caer desde una altura de 18,00 in (457,2 mm) produciendo un esfuerzo de compactación de 56 000 ft-ibf/ft³ (2700 kN-m/m³).



Figura 8. Molde y pistón.

Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

California Bearing Ratio (CBR): Es un ensayo que se aplica al material el cual no se conoce el efecto del contenido de agua para una mejor compactación. Determina la capacidad de resistencia de la muestra bajo compactación y peso unitario seco específico. Se mide la resistencia a la penetración de un suelo bajo el contenido de humedad y densidad rectificadas por el Proctor modificado el cual ejerce mayor eficacia a la compactación de la muestra; también se conoce la carga unitaria mediante penetración al material expresado en %. Se logra obtener la densidad y humedad, sus propiedades expansivas del material.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada es una metodología que permita recopilar y analizar datos relevantes con enfoque en la resolución de problemas prácticos y concretos mediante la aplicación de conocimientos científicos y técnicos. (Córdova, 2019).

Por tanto, esta investigación se basa en los resultados de otras investigaciones culminadas y con ello se empleará sus propias pruebas con la finalidad de mejorar las condiciones de la base para la estructura de pavimento.

Diseño de investigación

El diseño experimental es un proceso clave en la investigación científica que permite establecer la relación causal entre una variable independiente y una variable dependiente. (Hernández, 2018).

Es por ello que, esta investigación es de diseño experimental, porque se manipuló a conveniencia la variable independiente implementando dosificaciones para obtener los resultados.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente (X1): Polvo de grafito

Definición Conceptual

Las propiedades que se examinaron son la absorción de agua, la densidad, resistencia a la flexión y a la compresión. El efecto del grafito, la microestructura y las propiedades mecánicas de los compuestos de grafito producido por la aleación mecánica y extrusión en caliente muestran que el tamaño de partículas y cristalitas del polvo molido mecánicamente afecta el tamaño de grano de las muestras extruidas (E. Gutiérrez, E. Salazar, A. Salinas, R. Deaquino, A. Ponce, M. Yacaman, D. Alducin, E. Ortega, A. Bedolla, B. Fernández, R. Martínez, C. Garay, 2023).

Definición operacional

Esta variable será medida aplicando las dosificaciones de 2.2%, 2.7% y 3.2% con respecto al peso total calculado sobre la mezcla total.

Dimensiones

- Dosificación

Indicadores

- 0%
- 2.2%
- 2.7%
- 3.2%

Escala de Medición

- De razón

Variable independiente (X2): Fibra de coco

Definición Conceptual

Es un buen estabilizante para las estructuras granulométricas bajo la carpeta asfáltica. Presenta propiedades que complementan a la estabilización al pavimento, ya que tiene una mejor resistencia a los esfuerzos de flexión, dureza, comprensión, tracción y estabilidad, tiende a brindar beneficios de alta calidad debido a que es un material de origen vegetal. (S. Revathi, M. Dinesh, S.G. Suba Sri Varsan, 2023).

Definición operacional

Esta variable será medida aplicando las dosificaciones de 3.5%, 4.0% y 4.5% con respecto al peso total calculado sobre la mezcla total.

Dimensiones

- Dosificación

Indicadores

- 0%
- 3.5%
- 4.0%
- 4.5%

Escala de Medición

- De razón

Variable dependiente (Y): Comportamiento de la base del pavimento flexible

Definición Conceptual

La base granular consiste en el material tamizado por rangos de tamaños específicos que ayuden a una rigidez en la compactación que puede ser obtenidos de forma natural o procesados ya sea mediante un agregado o no de algún tipo de estabilizador

o ligante para mejorar su resistencia, esta capa se colocara sobre una subbase, afirmado o subrasante (MTC, 2019, p 377).

Definición operacional

Esta variable será medida por los ensayos de laboratorio considerando 3 muestras de las cuales obtendremos los datos del CBR (California Bearing Ratio), estructura del pavimento flexible y costos del mismo.

Dimensiones

- Contenido de humedad y clasificación del suelo por AASHTO
- Resistencia del suelo
- Diseño estructural

Indicadores:

- Calicatas
- Granulometría
- Ensayos de humedad
- Limite líquido
- Proctor modificado
- California Bearing Ratio (CBR)

Escala de Medición:

- De razón

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Según Gallardo (2017 p.35) nos dice que la población tiene como objetivo especializarse en las características de contenido, tiempo y lugar; a todo ello se define como un número absoluto de individuos y/o elementos siendo de interés conciso para la investigación.

En la presente investigación la muestra es el pavimento flexible de la Av. Los Incas, Comas.

Muestra

Donald (2017 p.32) Demarca que la muestra es derivada de la total población que se ejecutará en la investigación con fines de obtener información por lo que se genera la medición de las variables del estudio.

Por ello se analizará la muestra del material al extraer 3 estudios de calicatas con profundidad de 1.5 m del tramo ubicado en la Av. Los Incas; desde el cruce con la Av. Trapiche hasta la Av. Universitaria, teniendo una distancia de 1 km en el distrito de Comas. También.

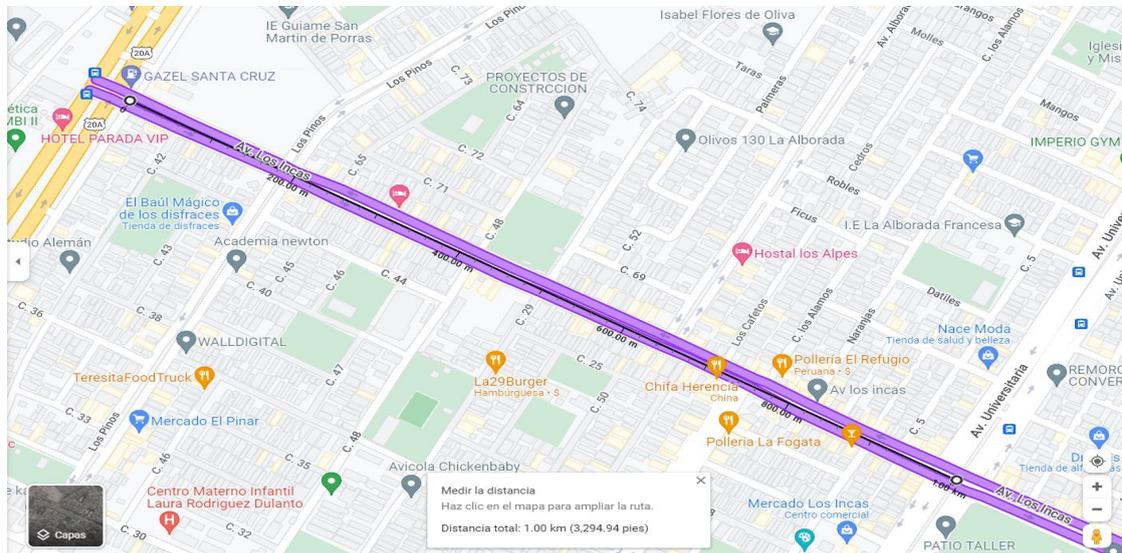


Figura 10. Ubicación de la zona de estudio del proyecto de investigación.
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

También se determinaremos el estudio del material granular de la cantera Unicon Jicamarca extrayendo 200 Kg, ubicado la 24Q4+F5F, Lurigancho-Chosica 15461 para ser evaluadas como base granular del pavimento flexible con las propiedades establecidas en el manual de carreteras del MTC.

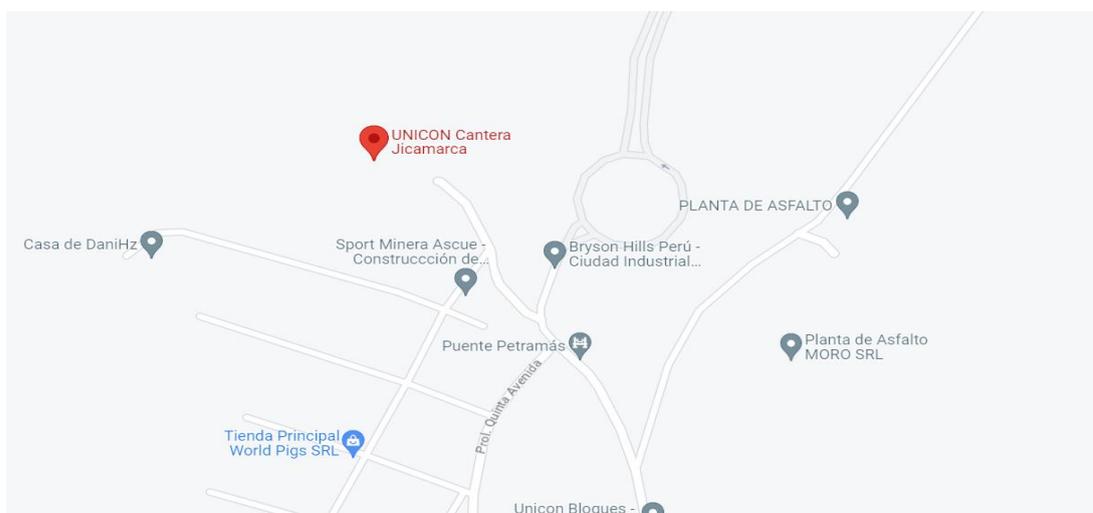


Figura 11. Ubicación de la cantera para extraer el material granular.
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Muestreo

El muestreo no probabilístico puede producir estimaciones sesgadas, ya que el mecanismo de selección suele ser a conveniencia al incluir observaciones de otras fuentes que pueden considerarse derivadas de la población objetivo (Gerhard Tutz, 2023, vol. 621).

El muestreo de la presente investigación es no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis

Hao H, Bi K, Chen W (2021) En la unidad de análisis son los elementos que pertenecen constituyen la población.

Para la investigación se usará la unidad de análisis del diseño de material granular del pavimento flexible y otros diseños de base con la adición de los materiales naturales de fibra de coco y polvo de grafito

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de observación es de interés prácticos debido a que se basa en observar las operaciones de los sistemas de proceso, utiliza un modelo numérico con las medidas conocidas del proceso para proporcionar resultados medibles Venkateswarlu Ch, Rama K (2022).

Es por ello que, en esta investigación se procederá a realizar una recolección de datos mediante el procedimiento de los ensayos del laboratorio observando que los equipos estén calibrados y en óptimas condiciones para obtener resultados que cumplan los estándares establecidos por las normas del manual de carreteras del MTC y el ASTM (American Society for Testing and Materials).

3.5. Procedimientos

En la investigación se realizó un procedimiento para recopilar todos los resultados con la finalidad que cumpla nuestros objetivos e hipótesis de las variables propuestas en nuestro estudio de investigación. En el procedimiento como principal objetivo se obtiene las muestras derivadas de las calicatas de la Av. Los Incas, desde el cruce de la Av. Trapiche hasta la Av. Universitaria, distrito de Comas; A su vez se procedió a obtener material granulométrico de cantera Unicon Jicamarca ubicado la 24Q4+F5F, Lurigancho-Chosica 15461. Luego se adquirió los ensayos planteados para este estudio, los cuales serán: Análisis granulométrico, contenido de humedad,

limites líquido y plástico, clasificación de suelo, proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio), adicionando los agregados como el polvo de grafito y la fibra de coco los cuales serán extraídos en Lima. Continuaremos analizando resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos con respecto a las variables que serán medidas aplicando las dosificaciones de 3.5%, 4.0% y 4.5% para la fibra de coco, y 1.2%, 1.7% y 2.2% para el polvo de grafito con respecto al peso total calculado sobre la mezcla total, y el 0% el cual representa a un ensayo de material granular. Se concluye con el análisis de los resultados confirmando las hipótesis planteadas con respecto a un comportamiento favorable relacionado a la base del pavimento flexible.

Como primer paso para el diseño de infraestructura vial para nuestra investigación, procedemos con el estudio del suelo para determinar el tipo del suelo del terreno, la cual implementamos nuestro estudio para un mejoramiento de la base del pavimento flexible adicionando fibra de coco y polvo de grafito.

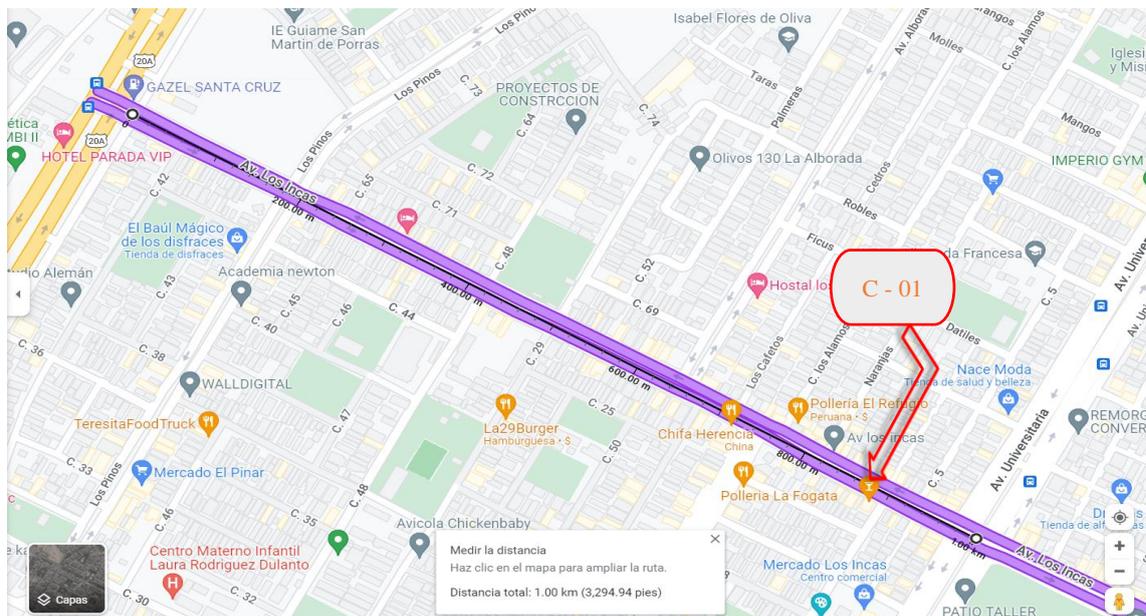


Figura 12. Av. Los Inca – Calicatas 01
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia



Figura 13. Excavación del terreno a evaluar – Calicata (01)
 Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

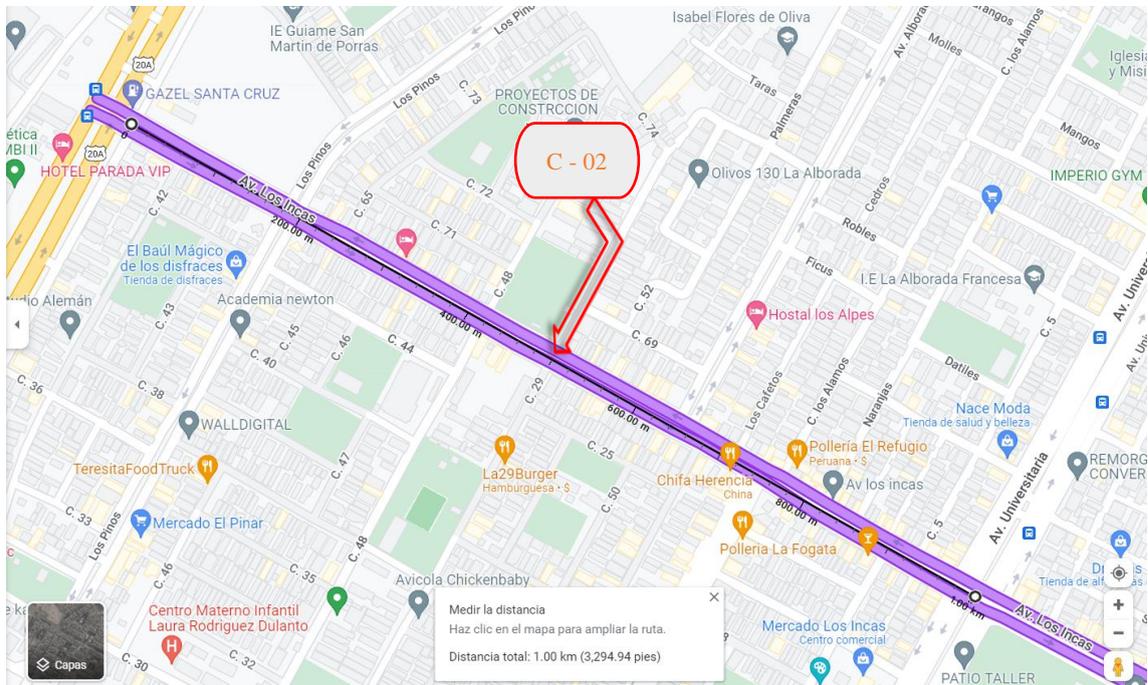


Figura 14. Av. Los Incas – Calicata 02
 Fuente: Imagen referencial, elaboración propia



Figura 15. Excavación del terreno a evaluar – Calicata (02)
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

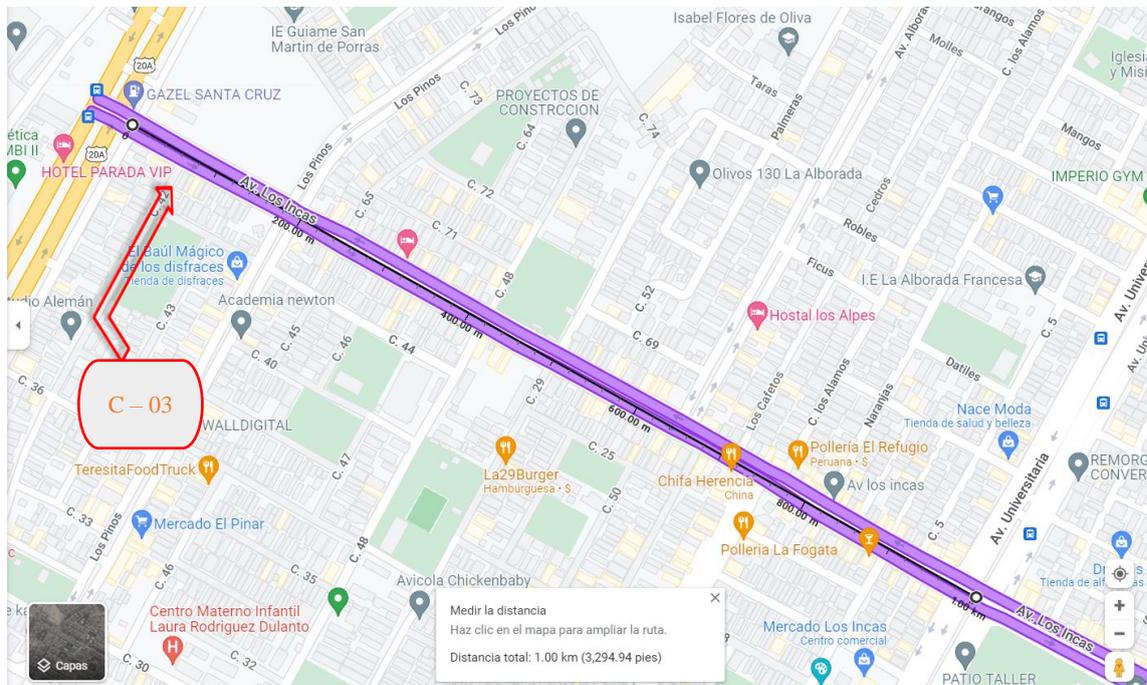


Figura 16. Av. Los Incas – Calicata 03
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia



Figura 17. Excavación del terreno a evaluar – Calicata (03)
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Análisis granulométrico: Partimos de seleccionar una muestra para proceder al cuarteo con elegimos 2 fracciones en diagonal para mantener la equidad. Se emplea a calcular el peso del material húmedo en la balanza de precisión, una vez obtenido el peso se lleva a un horno con una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Luego de 24 horas estando en el horno se procede a volver a pesar el material donde determinamos el peso seco del material y así obtenemos el porcentaje de humedad que contiene la muestra. Continuando con el ensayo se lava la muestra seca con la malla 200 con la finalidad de quitar impurezas donde nuevamente se lleva al horno para el secado de la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Finalmente empleamos el tamizado de la muestra seca empezando por el tamiz $\frac{3}{4}$ " hasta el N°200. Con todo ello se obtiene la curva granulométrica con los porcentajes que pasa por cada tamiz determinando el nombre de grupo de la muestra.



Figura 18. Tamizaje de muestra seca
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Limite líquido y plástico: Con la otra muestra del cuarteo, se tamiza con la malla N° 40 donde trabajos con el material que pasa esta malla. Se agrega una cierta cantidad de agua de manera técnica, se cubre la muestra por 24 horas para lograr su saturación y proceder a emplear los ensayos mediante la copa de Casagrande, tara, espátula, acanaladores y placa de vidrio esmerilado para obtener el límite líquido y plástico del terreno. Con este procedimiento obtenemos la clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelo) mediante un gráfico con los datos obtenidos del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.



Figura 19. Ensayo de plasticidad
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Proctor Modificado: Se recoge una muestra que se emplea al tamizado N° 4, con la muestra obtenida que pasa por este tamiz se procede a compactar por 5 capas en un molde donde el pistón se deja caer desde una altura de 18,00 in (457,2 mm) produciendo un esfuerzo de compactación de 56 000 ft-ibf/ft³ (2700 kN-m/m³). Obteniendo una curva de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.



Figura 20. Ensayo Proctor modificado
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

California Bearing Ratio (CBR): Se obtiene 3 muestras para realizar el ensayo el cual se agrega el óptimo contenido de humedad saturando por 4 días colocando su sobre pasas estandarizadas, durante el tiempo estimado se realiza la verificación de expansión diaria. Finalmente se escurre 10 minutos aproximadamente donde luego se procede el ensayo de penetración del CBR obteniendo la densidad seca y el óptimo contenido de humedad al 90% con 10 golpes, al 95% con 25 golpes y al 100% con 56 golpes.



Figura 21. Ensayo penetración CBR.
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Diseño de pavimento flexible: Realizamos el conteo vehicular para determinar la carga proporcional mediante el peso por los ejes equivalentes contabilizados.

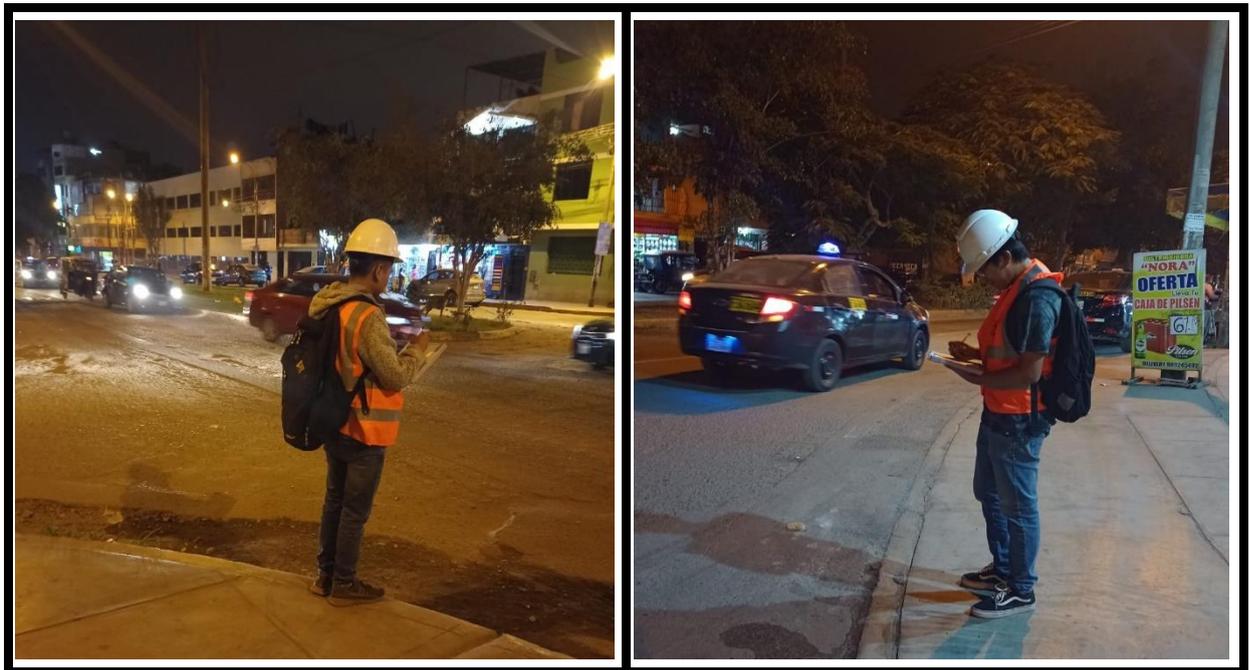


Figura 22. Conteo Vehicular
Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Obtenido los datos estimados, procedemos a realizar el diseño de pavimentos flexible mediante la norma AASTHO93 y con los parámetros planteados por la norma CE 0.10 de Pavimentos Urbanos. Dentro de esta norma, realizaremos la ecuación básica para

el diseño estructural del pavimento flexible obteniendo las dimensiones de diseño para la base e identificamos la variación de dichos espesores agregando el polvo de grafito y fibra de coco con sus respectivas dosificaciones, comparando con el espesor de diseño utilizando el material extraído de la cantera como espesor convencional para la carpeta base del pavimento flexible.

3.6. Método de análisis de datos

Se deduce un análisis de datos debido a que es un proceso de gran importancia en la investigación debido a que nos describe los estudios a realizar mediante los datos previos a recolectar por intermedio de los instrumentos y técnicas planteadas. Al momento de realizar un análisis de datos se recomienda tener la debida comprensión e interpretación que nos permitirá mejor percepción del problema propuesto y conocer a detalle los resultados que se obtiene dando una respuesta que corrobora las hipótesis validándola o invalidándolas (Niño Rojas, 2017, pag.103). Para analizar los resultados recolectados de este proyecto de investigación se realizará en principio los ensayos planteados ya mencionados anteriormente en el laboratorio para evaluar el comportamiento de la variable dependiente que son las propiedades físicas y mecánicas de la base de material granular del pavimento flexible, adicionando a ello analizar la implementación de las variables dependientes que son la fibra de coco y el polvo de grafito; con estos ensayos planteados en esta investigación se obtendrá datos para ser analizados y comparados, luego a ello seguirá la presentación de respuestas al problema genera y los problemas específicos propuestos, junto a ello se realizará la aclaración de las hipótesis planteadas, para finalmente comprender los resultados recopilados.

3.7. Aspectos éticos

Según Espinoza Freire (2020 pg.333) El principio de la existencia del ser humano estando en un entorno bajo cualquier ámbito social es la ética, esta suele ser alterada y vulnerada por las razones mismas de la sociedad, la ética es el principio del ser humano que decreta la conducta bajo un contexto presente denotando la moral. Es por ello que se empleará la ejecución de los reglamentos legales y éticos propuestos por la Universidad César Vallejo. Se tomará como base de datos los antecedentes citados de fuentes confiables por la norma para referencia de estilo ISO 690-2 con la finalidad que esta investigación sea autentica y confiable.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Título de la tesis:

“Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022”.

Ubicación política

En la presente investigación está ubicado en el distrito de Comas, provincia de Lima, en el departamento de Lima – Perú.



Figura 23. Mapa político del Perú

Fuente: Imagen referencial, elaboración



Figura 24. Mapa político del departamento de Lima

Fuente: Imagen referencial, elaboración

Ubicación del proyecto

En la presente investigación la zona de estudio se realizó en la Av. Los Incas en el distrito de Comas, Lima – Perú.

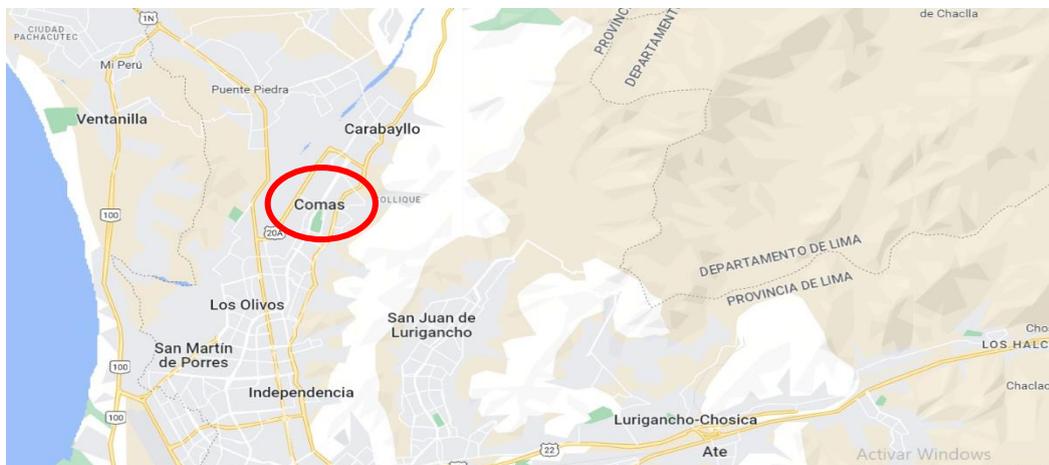


Figura 25. Ubicación del distrito de Comas.

Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Limites

En la presente investigación, nuestra zona de estudio está ubicado en del distrito de Comas con una superficie de 48.75 km², está limitada al norte con el distrito de Puente Piedra , al noreste con el distrito de Carabayllo, al sur con el distrito de Independencia, al suroeste con el distrito de Los Olivos y finalmente al sureste con el distrito de San Juan de Lurigancho.

Antecedentes

En la actualidad el pavimento de la avenida los Incas se encuentran en un estado malo ya que presentan fallas de fisuras reportados como daños de piel de cocodrilo, fisuras de bloque y agrietamientos, así mismo esta presenta fallas de desprendimientos como baches y deformaciones superficiales visualizando ahuellamiento. Es por ello que a presencia de estas fallas del pavimento se desarrolló está presente investigación en esta zona de estudio con la finalidad de mejorar la situación de este problema, con el propósito de generar un mejor beneficio a los pobladores de la zona con los aspectos sociales, económicos y ambiental.

Ubicación geográfica

La localización geográfica de la presente investigación está ubicada en el distrito de Comas, región de Lima – Perú.

Coordenadas

- Zona: 18 L
- Este: 276061.38 m E
- Sur: 8682496.92 m S

Altitud

La tesis titulada “Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022” presenta una altitud de 145 m.s.n.m.

Vías de acceso

El acceso para ingresar a la avenida los Incas, distrito de Comas esta interceptada por dos avenidas principales, las cuales son entre la Av. Universitaria y la Av. Trapiche la cual ambas avenidas conectan Panamericana Norte por diferentes rutas.

Clima

La zona de estudio está ubicado en el distrito de Comas, la cual presenta un clima subtropical árido con una temperatura anual promedio de 22.1°C con una variación de +/- 6°C.

Resultados

En esta investigación se presenta los resultados asignados de acuerdo con los objetivos presentados en la matriz de consistencia los cuales son: determinar el contenido de humedad y clasificación del suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, determinar la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito y el diseño estructural del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base.

Objetivo específico 1: Determinar el contenido de humedad y clasificación del suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima – 2022.

Realizando el 1er ensayo determinamos el contenido de humedad mediante la norma Pavimentos Urbanos (CE. 010) ejecutando con la norma técnica ASTM D 2216 en la muestra convencional y con adición del polvo de grafito y fibra de coco implementando las dosificaciones 2.2%, 2.7% y 3.2%; 3.5%, 4.0% y 4.5% respectivamente.

Tabla 1. Porcentaje de contenido de humedad

AGREGADOS	H%
PG 0% + FC 0%	1.2%
PG 2.2%	1.0%
PG 2.7%	1.1%
PG 3.2%	0.9%
FC 3.5%	1.1%
FC 4.0%	1.0%
FC 4.5%	1.0%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados: Se considera una pérdida relativamente pronunciada del contenido de humedad empleando a un terreno húmedo proporcionalmente natural las dosificaciones respectivas de cada material agregado a estudiar presentado por nuestros investigadores.

Continuamos con el ensayo de granulometría donde se determina la clasificación de tamaños de partículas del material granular mediante la norma Pavimentos Urbanos (CE. 010) ejecutando la norma técnica ASTM D 6913 en la muestra convencional, también con adición del polvo de grafito y fibra de coco implementando las siguientes dosificaciones 2.2%, 2.7% y 3.2%; 3.5%, 4.0% y 4.5% respectivamente.

Tabla 2. Granulometria por tamices

AGREGADOS		GRANULOMETRIA							
		TAMIZ 2"	TAMIZ 1"	TAMIZ 3/8"	TAMIZ N°4	TAMIZ N°10	TAMIZ N°20	TAMIZ N°40	TAMIZ N°200
1.	PG 0% + FC 0%	100	93.6	72.2	55.0	36.7	31.4	23.7	12.3
2.	PG 2.2%	100	94.1	71.0	52.6	36.6	31.8	24.2	14.0
3.	PG 2.7%	100	94.7	72.8	56.6	39.5	34.3	25.4	14.2
4.	PG 3.2%	100	94.7	71.6	55.9	41.5	34.1	25.3	14.6
5.	FC 3.5%	100	93.9	83.3	55.3	36.4	31.5	23.4	11.9
6.	FC 4.0%	100	93.2	69.2	53.0	36.2	31.5	23.3	11.5
7.	FC 4.5%	100	93.9	72.1	55.6	39.0	31.9	23.1	11.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Porcentajes del material granular

AGREGADOS	GRAVA	ARENA	FINOS
PG 0% + FC 0%	45.0%	42.8%	12.3%
PG 2.2%	47.4%	38.6%	14.0%
PG 2.7%	43.4%	42.4%	14.2%
PG 3.2%	44.1%	41.3%	14.6%
FC 3.5%	44.7%	43.4%	11.9%
FC 4.0%	47.0%	41.5%	11.5%
FC 4.5%	44.4%	44.5%	11.1%

Fuente: Elaboración propia

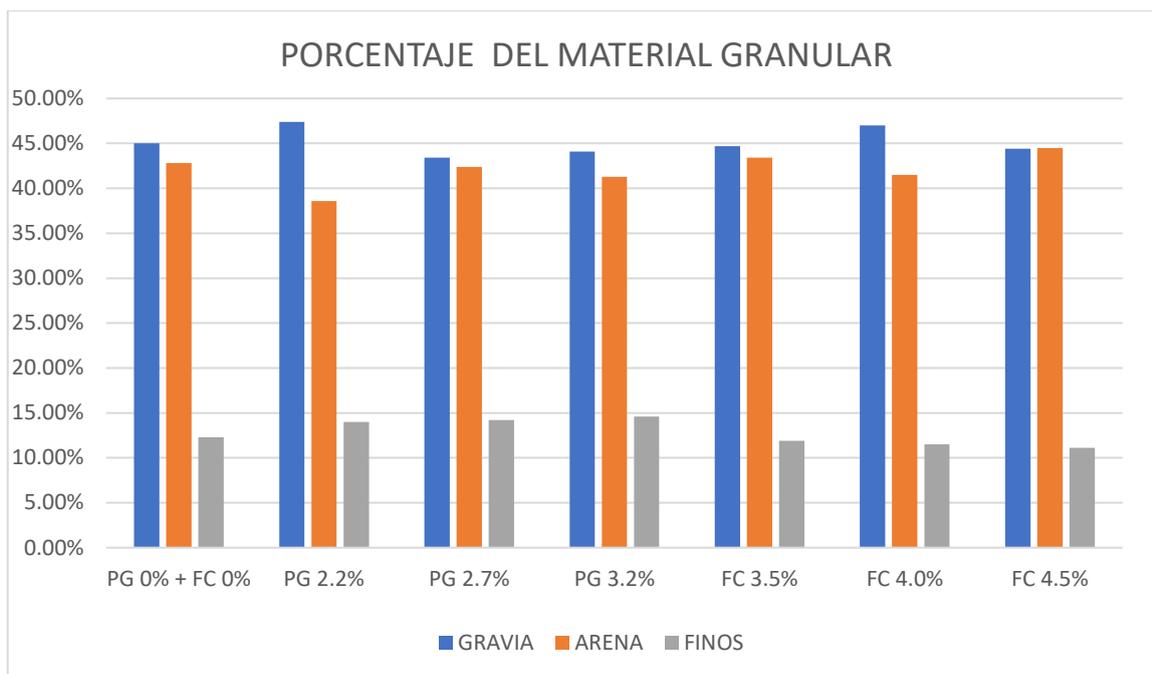


Figura 26. Grafica de porcentajes del material granular
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados, se determina los porcentajes proporcionados por el material granular estudiado. Obteniendo los siguientes porcentajes de acuerdo al material granular y su adición; 45.0% convencional, 47.4%, 43.4%, 44.1% para el polvo de grafito, 44.7%, 47.0%, 44.4% para la fibra de coco en grava; 42.8% convencional, 38.6%, 42.4%, 41.3% para el polvo de grafito, 43.4%, 41.5%, 44.5% para la fibra de coco de arena; 12.3% convencional, 14.0%, 14.2%, 14.6%, para el polvo de grafito, 11.9%, 11.5%, 11.1% para la fibra de coco para finos según sus muestras en sus dosificaciones de 0% para material convencional, 2.2%, 2.7% y 3.2% para el polvo de grafito, 3.5%, 4.0% y 4.5% para la fibra de coco respectivamente. Se realiza el indicador respectivo según la norma técnica de pavimentos urbanos (CE 0.10) determinando mediante los requisitos granulométricos para la Base Granular que todas las muestras se ubican en la “GRADACIÓN B”.

TABLA 6
Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	---	---

ICG

7
 Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org

25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm. (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC

* La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Figura 27. Requerimiento granulométrico para la base
 Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)

Adjuntando a los resultados también cabe resaltar la obtención de clasificación de suelos mediante los datos de la granulometría recolectados de los ensayos empleados mediante dichos porcentajes presentados anteriormente, por lo que obtenemos los siguientes suelos clasificados según el sistema AASHTO y mediante el método SUCS.

Tabla 4. Clasificación del suelo

MUESTRAS	Clasificación de suelo		
	AASHTO	SUCS	NOMBRE DEL GRUPO
PG 0% + FC 0%	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
PG 2.2%	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
PG 2.7%	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
PG 3.2%	A-1-a (O)	GM	Grava limosa con arena
FC 3.5%	A-1-a (O)	GP GM	Grava pobremente gradada con limo
FC 4.0%	A-1-a (O)	GP GM	Grava pobremente gradada con limo
FC 4.5%	A-1-a (O)	GP GM	Grava pobremente gradada con limo

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 2: Determinar la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av. Los Incas, Lima – 2022.

Para determinar la capacidad de soporte de la base aplicamos el ensayo de Proctor modificado como el método C debido a que según la norma Técnica ASTM D1557 nos indica que el material granular retenido en el tamiz ¾" debe ser menor al 30%

retenido, adicionando fibra de coco y polvo de grafico con unas dosificaciones de 3.5%, 4.0% y 4.5% así mismo 2.2%, 2.7% y 3.2% respectivamente la cual se aprecia su densidad seca y contenido de humedad siendo así compactado por 5 capas con 56 golpes por cada uno, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 5. Proctor Modificado

Muestras		Proctor Modificado	
		Máxima Densidad Seca	Óptimo Contenido de Humedad
1.	PG 0% + FC 0%	2328 g/cm ³	5.9%
2.	PG 2.2%	2316 g/cm ³	6.2%
3.	PG 2.7%	2311 g/cm ³	6.5%
4.	PG 3.2%	2308 g/cm ³	6.6%
5.	FC 3.5%	2290 g/cm ³	6.3%
6.	FC 4.0%	2295 g/cm ³	6.2%
7.	FC 4.5%	2306 g/cm ³	6.1%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados podemos determinar que la de la muestra patrón obtenemos los resultados de la densidad seca en 2328 g/, así mismo nuestra mayor densidad seca adicionado el polvo de grafito es en un 2.2% donde obtenemos los resultados de 2316 g/cm³ y por último añadiendo un 4.5% de fibra de coco obtenemos la mayor densidad seca obteniendo un resultado de 2306 g/cm³.

A continuación, se muestra las siguientes graficas adicionando las dosificaciones implementadas en esta investigación:

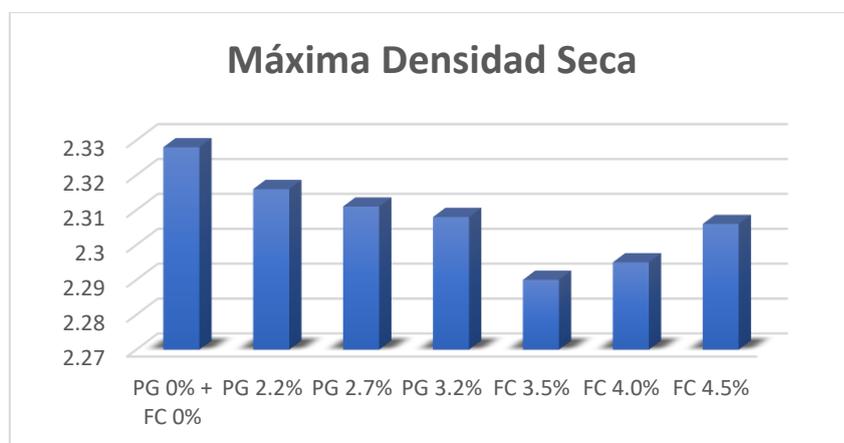


Figura 28. Grafica de máxima densidad seca.

Fuente: Elaboración propia

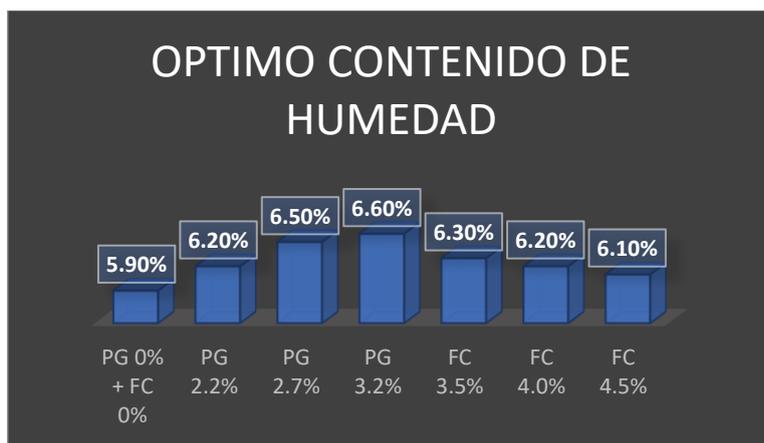


Figura 29. Grafica del óptimo contenido de humedad
Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo se precede a realizar la penetración del CBR obteniendo la densidad seca y el contenido de humedad, los porcentajes de un CBR optimo se determina a medida del 90% aplicando 10 golpes, al 95% con 25 golpes y al 100% con 56 golpes, sin embargo, para esta investigación estamos proponiendo un mejoramiento a la base del pavimento flexible por lo cual según la Norma Técnica C.E.010 de Pavimentos Urbanos para el CBR de la base se deberá aplicar al 100% con un total de 56 golpes.

Tabla 6. Porcentaje del CBR al 100%

Muestras		California Bearing Ratio (CBR)	
		Densidad al 100%	CBR al 100%
1.	PG 0% + FC 0%	2328 g/cm ³	92.4%
2.	PG 2.2%	2316 g/cm ³	98.1%
3.	PG 2.7%	2311 g/cm ³	101.0%
4.	PG 3.2%	2308 g/cm ³	103.8%
5.	FC 3.5%	2290 g/cm ³	93.5%
6.	FC 4.0%	2295 g/cm ³	93.7%
7.	FC 4.5%	2306 g/cm ³	93.4%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en el siguiente ensayo se agregó al material granular las dosificaciones de un 2.2% , 2.7% y 3.2% de polvo de grafico obteniendo los resultados en incremento del CBR al 98.1% , 101% y 103.8% respectivamente por lo cual a mayor dosificación agregada nuestro CBR aumenta, mientras tanto para la fibra de coco se agregó las dosificaciones de 3.5%, 4.0% y 4.5% obteniendo nuestro mayor resultado al 4.0% con

un CBR al 93.7%, a diferencia del polvo de grafito al aumentar mayor dosificación el CBR obtenido decrece. Lo cual se demuestra en el siguiente grafico:

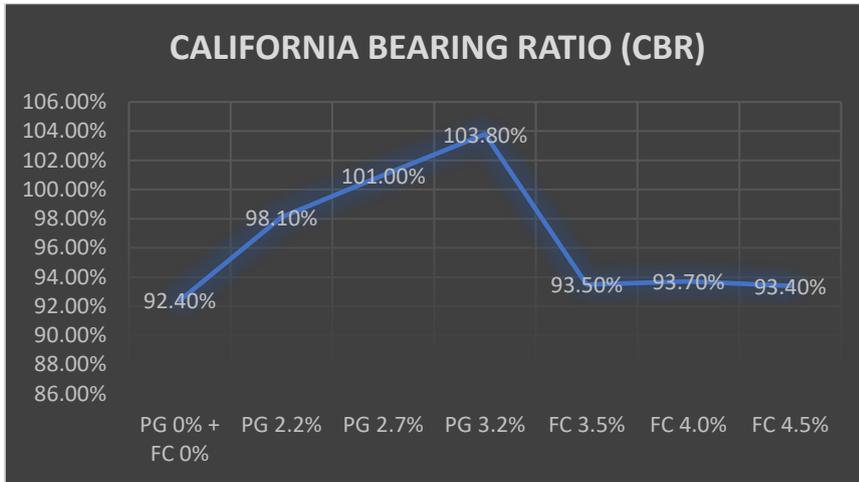


Figura 30. Grafica del CBR aplicando las dosificaciones de FC y PG.
Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 3: Realizar el diseño estructural del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima – 2022

Empezamos con el estudio de tránsito que presenta en la Av. Los incas dentro de 1 Km en el cual nuestro material granular de cantera con sus respectivas dosificaciones de agregados presentarán resultados de la variación de espesores, así como se mostró de acuerdo a sus ensayos ejecutados tanto físicas como mecánicas.

Para determinar el número de calzada, sentido y carril por sentido

Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado (Fd x Fc para carril de diseño)
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Figura 31. Factores de distribuciones direccional y de carril.
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)

Localizamos el parecido a nuestra avenida que tiene 2 calzadas con separador central, 2 sentidos que contienen 2 carriles por sentido por lo que el factor ponderado para carril de diseño es de 0.40.

Tabla 7. Cálculo de ESAL para Pavimento Flexible

Pavimento Flexible		
Tasa anual de crecimiento vehículos pesados	r:	3.69%
Años de diseño del pavimento flexible	n:	20
Factor Fca vehículos pesados: $((1+r)^n - 1) / r$		28.846
Nº de calzada, sentido y carril por sentido		2 calzadas, 2 sentidos, 2 carriles por sentido
Factor direccional * Factor carril (Fc*Fd)	Fc*Fd	0.4
Numero de ejes equivalentes (ESAL)	ESAL	14,028,739.42

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos como resultado la suma de nuestros pesos reales por ejes en toneladas multiplicado por los días del año más su factor ponderado para carril del diseño y la multiplicación del factor por de vehículos pesados. Dando como resultado un Esal de 14'028,739.42.

Para continuar con el diseño observamos la categoría de nuestra Sub rasante de acuerdo con el resultado del ensayo CBR al 95% de las muestras de calicatas extraídas de nuestro lugar de estudio planteado en nuestra investigación

Cuadro 12.4
Categorías de Sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (sub rasante insuficiente

Figura 32. Categorías de Sub rasante

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)

Presentando los resultados extraídos del laboratorio nos arroja como fin un 8.5% al 95% del CBR, por ello determinamos una categoría de S2 que representa una Subrasante de carácter Regular.

Comprendemos que el periodo de diseño a ser empleado para este pavimento flexible será de hasta 20 años como máximo. Ejecutaremos la ecuación básica para obtener los espesores respectivos de acuerdo a las capas estructurales.

Ya obtenido el Esal, que en la ecuación de pavimentos es representado como (W18), continuamos con el Módulo de Resiliente (Mr) que en nuestro caso representa a 10051.2255 PSI

A continuación, se empieza a determinar el nivel de confiabilidad (R) para el cálculo de espesor del pavimento.

Cuadro 12.8
Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_R)
Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Figura 33. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_R)

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)

Seleccionando el rango de tráfico mediante el ESAL hallado en un principio determinamos el coeficiente estadístico de la desviación estándar normal, obteniendo como resultado: Z_r = - 1.282

La desviación estándar combinada (S_o) es el valor determinante de la variabilidad del tránsito esperado. La guía AASTHO nos recomienda presentar un valor intermedio

entre 0.4 y 0.5 para pavimentos flexibles el cual en el manual de suelos y pavimentos recomienda contar con el valor de 0.45

Al determinar la serviciabilidad inicial y final para el diseño de pavimentos según AASTHO 93 nos recomienda plantearnos la ejecución de la ecuación con el siguiente valor.

Tabla 8. Cálculo de la Variación de Serviabilidad.

Po:	4
Pi:	2.5
ΔPSI	1.5

Fuente: Elaboración propia

Comenzamos a ejecutar la formula básica para determinar el espesor estructural del pavimento flexible.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 34. Fórmula del espesor estructural del pavimento flexible.

Fuente: Método AASTHO 93

Obteniendo un valor de SN = 4.59.

Empezamos a determinar los coeficientes estructurales de las capas del pavimento planteas como a1, a2 y a3 según el cuadro 12.13 de la norma AASTHO 93

A continuación, comenzamos a emplear los CBR de nuestras muestras de cantera más la adición de sus dosificaciones respectivamente para determinar el coeficiente a2 y visualizar el comportamiento que este coeficiente proporciona a nuestro cálculo de diseño del pavimento flexible.

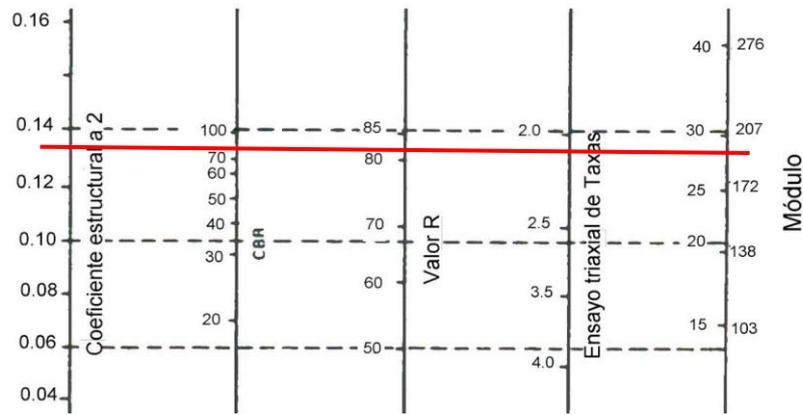


Figura 35. Coeficiente estructural para la base pavimento flexible (a2).
Fuente: Método AASHTO 93

Tabla 9. Valor del Coeficiente estructural (a2) y Módulo resiliente.

CBR (Base)	Mr (Base)	a2
92.40	29366.6667	0.13721333

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Valor de los coeficientes estructurales.

Coeficiente Capa (Sub-base)	a3 =	0.047
Coeficiente Capa (Base)	a2 =	0.138
Coeficiente Capa (C°Asf)	a1 =	0.17

Fuente: Elaboración propia

Ejecutamos la fórmula básica para determinar el espesor estructural ya debidamente incorporado los datos restantes a dicha prescripción.

Tabla 11. Valores de variables de la ecuación para diseño estructural.

Datos Obtenidos					
R%	Zr	So	N° ESAL'S	Mr Subrasante	ΔPSI
90%	-1.282	0.45	14,028,739.42	10051.22551	1.5

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo como resultado SN = 4.90

Finalmente empleamos la corrección de los espesores más sus coeficientes determinados por su máxima compactación porcentual y recomendaciones del AASTHO 93 según sus tablas presentadas anteriormente.

$$SN = a1 * d1 + a2 * d2 * m2 + a3 * d3 + m3$$

Obtenemos como resultados las variaciones del material de cantera más sus adiciones respectivamente.

Diseño con el material granular de la cantera Unicon – Jicamarca

Tabla 12. Diseño del espesor con el material granular

D1	D2	D3
13 cm	25 cm	50 cm

Fuente: Elaboración propia

Diseño con el material granular de la cantera más adición de 2.70% de polvo de grafito.

Tabla 13. Diseño del espesor con el material granular adicionando polvo de grafito.

Polvo de grafito	D1	D2	D3
2.2 %	11 cm	20 cm	50 cm
2.7%	10 cm	20 cm	45 cm
3.2%	8 cm	25 cm	50 cm

Fuente: Elaboración propia

Diseño con el material granular de la cantera más adición de 4.00% de fibra de coco.

Tabla 14. Diseño del espesor con el material granular adicionando fibra de coco.

Fibra de coco	D1	D2	D3
3.5 %	12 cm	15 cm	50 cm
4.0%	11 cm	20 cm	50 cm
4.5%	11 cm	20 cm	50 cm

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1:

Khan, R; Snothwal, K (2019). Se ha llevado a cabo la estabilización del suelo arcilloso para mejorar sus propiedades de ingeniería del suelo. Para estabilizar el suelo arcilloso, se usó polvo de horno de ladrillos y fibra de coco residual, se lleva a cabo un experimento para evaluar las propiedades de la mezcla del suelo con un porcentaje del 10%, 20% y 30% de polvo de horno de ladrillos y contenido de fibra de coco de 0,5%, 0,75% y 1,0% en peso de muestra de suelo y luego se realizan las pruebas. Se analiza el preámbulo de polvo de horno de ladrillos y fibra de coco para mejorar las características de los materiales de subrasante de expansión y otros materiales de subbase. Dando como resultado que el tratamiento de estabilización del suelo mejoró significativamente las propiedades de ingeniería del suelo

Es por ello que los resultados beneficiosos arrojados de nuestra clasificación de suelo se aprecia la diferencia preeminente con respecto a los agregados similares y sus dosificaciones variadas en la investigación de Khan, R; Snothwal, K. Esto se resume en que el material base al cual es añadido estos agregados, es procedente de una selección de agregado granular de la cantera Unicon Jicamarca y este material es derivado para la base de la estructura del pavimento flexible.

Objetivo específico 2:

Por otro lado, Khan, R; Snothwal, K (2019). Determina también que las pruebas realizadas para suelos arcillosos mezclados con un 10%, 20% y 30% de polvo de horno de ladrillos y 0.5%, 0.75% y 1.0% de fibra de coco son de límite líquido, límite plástico, compactación (OMC y MDD) y relación de carga de California (CBR). Dando como resultados la revelación de que el valor de CBR aumentó con el aumento del polvo de horno de ladrillos y la fibra de coco; reduciendo el espesor del pavimento y también el costo del proyecto.

Mientras que en la investigación opta por dosificaciones inferiores a 2% con el material de fibra de coco debido a que se busca llegar a una CBR estándar con un material base arcilloso para cumplir con la norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos con respecto a su resistencia del material en la subrasante. Se presenta una diferencia de porcentajes de dosificación para el agregado fibra de coco de 3.5%, 4.0% y 4.5%

debido a que se ejecutará las mismas pruebas, pero para la capa base del pavimento flexible, lo que exige una mayor capacidad de resistencia del material granular con su dosificación de agregado designado.

A todo ello se genera un aumento de CBR oportuno para conocer el porcentaje máximo de adición a un material granular selecto de cantera con un CBR no menor al 80% según la norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos, en otros términos, la fibra de coco da un gran beneficio dependiendo al tipo de material base y a la capacidad de resistencia que se estime de este material granular.

Objetivo específico 3:

A comparación de Muhammed S; Mohannad S (2021). En este estudio, se analizó mediante FEM un pavimento flexible que consta de 5 capas (superficie, ligante, base, subbase y subrasante). Se utilizó el software ABAQUS (6.14-2) para investigar la influencia de la profundidad de la capa base en los desplazamientos verticales y otros términos. Se adoptaron tres espesores diferentes (10, 20 y 30 cm) con otros espesores de capa de pavimento constantes. Los resultados de este estudio mostraron que el desplazamiento vertical disminuyó en un 18%, 24% y 37% al incrementar el espesor de la base de 10 a 30 cm respectivamente.

Mientras que en la investigación presentada genera beneficios al aumentar el espesor de la base de 10 cm a 30 cm. En nuestro caso determinamos el espesor ajustable a nuestros distintos resultados de resistencia del suelo sometido a su máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad. Se presenta una variación de disminución de espesores a la estructura del pavimento flexible, obteniendo unos espesores mediante los resultados con material granular de cantera de 13cm, 25cm y 50cm para la carpeta asfáltica, base y subbase respectivamente como espesores de muestra patrón; llegando a disminuir 2cm, 5cm y 0cm con adición de un 4.00% de fibra de coco y 3cm, 5cm y 5cm con adición de un 2.70% de polvo de grafito respectivamente con la muestra patrón.

Objetivo general:

Con respecto a nuestro objetivo general, se evidencia el cambio beneficioso al adicionar el polvo de grafito y la fibra de coco con respecto al comportamiento de la

base granular, por lo que, Mohannad S (2021). Al concluir con un alto porcentaje favorable hacia la resistencia de las cargas verticales que se generan en su investigación como problemática determina que es recomendable al aumentar el espesor de la base proporcionalmente a su diseño. Así mismo, Verjel V. (2021). Emplea la investigación con objetivo de analizar el comportamiento de bases y subbases de pavimentos flexibles sometidos a capacidades de cargas por medio de la prueba del CBR; determinando un el material base y subbase optimo para evaluar la duración teórica del pavimento en sus diseños de espesores estandarizados concluyendo que se emplea disminución de durabilidad teórica del pavimento mediane condiciones de saturación no drenada en sus estructuras diseñadas para los materiales designados para cada capa.

En esta investigación, los ensayos granulométricos nos brindaron valores significativos cuando se implementó la dosificación de 4.5% de fibra de coco en el material de la carpeta base siendo esto beneficioso para la clasificación de suelos SUCS, pero esta muestra tiene una pérdida de resistencia en el ensayo del CBR .Mientras que por otro lado en los ensayos de resistencia al 100% de su compactación se visualiza unos resultados significativos al implementar la dosificación de 3.2% y 2.7% de polvo de grafito donde se obtiene el mayor CBR en toda la investigación. Es por ello, que lo más resaltante de esta investigación con respecto al comportamiento de la base mediante su material granular y adición de agregados es al implementar los porcentajes de la mezcla del polvo de grafito.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo específico 1:

De acuerdo, a los resultados arrojados en el objetivo de las propiedades físicas; se concluyó que para el ensayo granulométrico al realizar la adición del polvo de grafito con 2.2%, 2.7% y 3.2% aumenta el porcentaje retenido de los finos con 14.0%, 14.2% y 14.6% respectivamente, mientras que con la adición de fibra de coco con 3.5%, 4.0% y 4.5% se obtiene una disminución de porcentaje retenido de los finos con 11.9%, 11.5% y 11.1%. Es por ello que en la clasificación SUCS se determina que el suelo fue de grava limosa con arena para la muestra con adición de polvo de grafito, mientras que para la adición de fibra de coco se determinó un suelo de grava pobremente gradada con limo.

Objetivo específico 2:

Asimismo, para los resultados generados mediante el objetivo representativo a las propiedades mecánicas; se precisa que para el óptimo contenido de humedad en la muestra patrón el porcentaje es de 5.9% mientras que su densidad seca es de 2.328 g/cm³ y al 100% de compactación llega un valor de 92.4% CBR. Por temas de costo se optó como resultado favorable para la adición de 2.7% de polvo de grafito obteniendo un 6.5% como óptimo contenido de humedad, con ello una densidad seca de 2.311 g/cm³ que a su vez al 100% de compactación llega a un valor de 101.0% CBR. Por otro lado, para el agregado de fibra de coco se decretó que con un 4.0%FC nos precisa un 6.2% como óptimo contenido de humedad que a su vez se obtiene una densidad seca de 2.295 g/cm³, es preciso acotar que a su vez al 100% de compactación llega a un valor de 93.7%.

Por otro lado, el porcentaje con dosificación de polvo de grafito de 2.7%PG y 3.2%PG resultó con 6.2%, 6.5% y 6.6% respectivamente, mientras que, el porcentaje con dosificación de fibra de coco de 3.5%FC, 4.0%FC y 4.5%FC resultó con 6.3%, 6.2% y 6.1% respectivamente

Objetivo específico 3:

Por otro lado, a consecuencia del diseño estructural del pavimento se establece que con la muestra patrón se genera los espesores de 13cm para la carpeta asfáltica, 25cm para la base y 50cm para la subbase, el cual consideramos óptimos según la norma CE 0.10 Pavimento Urbanos. Empleando la comparación del comportamiento

de la base adicionando 2.7%PG a la muestra patrón se establece un espesor de 10cm para la carpeta asfáltica, 20cm para la base y 45cm para la subbase; y con la adición de 4.0%FC en la base granular se ejecuta un 11cm para la carpeta asfáltica, 20cm para la base y 50cm para la subbase. Por lo cual con las dosificaciones de 2.7%PG y 4.0%FC genera una disminución de espesor para la base y sobre todo para la carpeta asfáltica debido a que disipa las fuerzas verticales que son efectuadas por la carga de diseño generada del conteo vehicular y sus ejes equivalentes. Y todo estos resultados y conclusiones son respaldados por la norma técnica CE 0.10 Pavimentos urbanos junto con el manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos y AASTHO 93.

Objetivo general:

Con respecto al objetivo general se puntualiza que adicionando el polvo de grafito desde un porcentaje no inferior a 2.7% con respecto a su peso total calculado sobre la mezcla total se presentan resultados significativos en la carpeta base del pavimento flexible para la Av. Los Incas de Comas; ya que en el ensayo mecánicos de material granular como el CBR al 100% de su compactación brinda resultados muy con diferencias notorias a comparación del ensayo con el material granular de cantera sin adición alguna, lo que concluye que el material granular de cantera más su adición de polvo de grafito tiene a generar gran resistencia a las cargas generadas por los ejes equivalentes al tráfico que se diseña en el lugar de estudio. Por otro lado, con respecto a la fibra de coco, se concluye la determinación de un comportamiento en la base del pavimento flexible no muy variado con respecto a sus dosificaciones, pero si notorios a comparación de la muestra patrón con material granular de cantera, es decir, se visualiza un aumento de CBR al emplear los ensayos a la muestra patrón con adición de 4.0%FC, el cual empieza a decaer para el ensayo de la muestra patrón con adición de 4.5%FC. Dando como conclusión que al seguir aumentando su adición de este agregado se empieza a generar perdida en la resistencia de cargas verticales.

VII. RECOMENDACIONES

Con respecto a las propiedades físicas se sugiere que para mejorar los resultados de las muestras del material granular con sus aditivos se verifique que esté aditivo no contenga algún desecho proporcionado por el mismo al ser de origen natural. Con relación al polvo de grafito se recomienda investigar un elemento similar a este material derivado del carbono debido a que el costo es un poco desfavorable; por otro lado, con la fibra de coco se añadiría como recomendación un cuidado más sigiloso con respecto a su descomposición natural.

Asimismo, se observa que la resistencia del material granular patrón logró obtener un CBR adecuado y que al ser combinada por los aditivos de origen natural se presentó una mejora en su grado de resistencia significativamente, es por ello, que se recomienda la ejecución de ensayos empleando la fusión de estos dos agregados en un material granular para determinar químicamente su comportamiento al ser unificados.

Finalmente, para la presente investigación se recomienda estimar una forma de aumentar el beneficio de la resistencia de cargas verticales adicionando fibra de coco con algún tratamiento distinto. Por otro lado seguir investigando las propiedades que nos brinda el polvo de grafito como material conductor de calor e impermeable ante la resistencia máxima a cargas verticales ejercidas por la demanda vehicular. Asimismo, incentivar a futuros investigadores a que innoven y empleen nuevas metodologías adquiriendo recursos orgánicos para estimular el equilibrio del ecosistema con la humanidad

REFERENCIAS

Sutoyo. Design of the strong and durable of flexible pavement on road segment with the heavy traffic and overloads. Surabaya, Indonesia. (2020).

ISSN: 17578981

DOI: 10.1088/1757-899X/930/1/012061

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096820383&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=225&citeCnt=0&searchTerm=>

Robles, L; Arriola, C. Geomalla biaxial para optimizar base y subbase de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla. Perú. (2018)

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24979>

Weitian Zhao, Qun Yang. Análisis de la influencia del desempeño del pavimento semiflexible basado en las características de distribución de agregados del esqueleto de la matriz. Shanghai, China. (2022).

ISSN: 0950-0618

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127633>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822013083>

Wu D; Yang J; Yang R; Zhu J; Liu S. Preparation and properties of microwave-Absorbing Asphalt Mixtures Containing Graphite and Magnetite Powder. Journal of Testing and Evaluation (2021).

ISSN: 00903973

[https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=22&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-](https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=22&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=51225249&db=eoah)

[85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=51225249&db=eoah](https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=22&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=51225249&db=eoah)

Jingsong Shan, Yuan Zhang, Shuyin Wu, Qiulin Wu, Yuying Jiao, Yang Du. Cracking behavior of asphalt pavement with a graded gravel layer based on computational granular mechanics. Qingdao-China (2022)

ISSN: 0950-0618

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128199>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822018633>

Journal of Civil Engineering. Analysis of the effect of unbound granular base characteristics on the performance of flexible pavements. Ottawa, Canada. (2022)

ISSN: 1559-1568

DOI:10.1139/cjce-2021-0461

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/analysis-effect-unbound-granular-base/docview/2709902996/se-2?accountid=37408>

Chakravarti, S; Rajkumar, G; Shankar, S. A review on design, evaluation, and performance of emulsified asphalt-treated bases using recycled aggregates. Países Bajos. (2022).

ISSN: 46570-46586 DOI:10.1007/s11356-022-20522-5

<https://www.proquest.com/docview/2680443821/EF017CE2F5AA42C0PQ/5?acountid=37408>

Khan, R; Snothwal, K. Soil stabilization using brick kiln dust and waste coir fibre. Chandigarh, India. (2019).

ISSN: 22773878

DOI: 10.35940/ijrte.B1834.078219

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85071116628&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=340&citeCnt=1&searchTerm=>

Muhammed S; Mohannad S. La Influencia del Espesor de Capa Base en Pavimentos Flexibles. Baghdad-Irak. (2021).

ISSN: 1792-8036

DOI: 10.48084/etasr.4573

<https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=1d8fb064-37b3-43d6-b069-45a018be5da1%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=154770103&db=iih>

Wu D; Yang J; Yang R; Zhu J; Liu S. Preparation and properties of microwave-Absorbing Asphalt Mixtures Containing Graphite and Magnetite Powder. Journal of Testing and Evaluation (2021).

ISSN: 00903973

<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=22&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=51225249&db=eoah>

Shin X; Rew Y; Ivers E; Shon C; Stenger E; Park P. Effects of thermally modified asphalt concrete on pavement temperature. Astana-Kazakhstan (2019).

ISSN: 10298436; 1477268X

DOI: 10.1080/10298436.2017.1326234

<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=48&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=49746293&db=eoah>

Briceno J; Molina J; Sanchez L; Verjel V. Duracion teorica en pavimentos flexibles con bases y subbases sujetass a condicioón de saturación no drenada. Bogota-Colombia (2021).

ISSN: 1316-7081

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000637013200012>

Benemaran RS; Esmaeili-Falak M; Javadi A. Predicting resilient modulus of flexible foundation using extreme gradient boosting based optimised models. OXON-Inglaterra (2022).

ISSN: 1029-8436

DOI: 10.1080/10298436.2022.2095385

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000823604500001>

Li J; Qin Q; Sun J; Ma Y; Li Q. Mechanical and conductive performance of electrically conductive cementitious composite using graphite, steel slag, and GGBS. Chengdu-China (2022).

ISSN: 1464-4177

DOI: 10.1002/surco.202000617

<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=e5f54a25-b17c-4303-8063-f3c02c73aa25%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=155695343&db=a9h>

Yang H; Ouyang J; Cao P; Chan W; Han B; Ou J. Effect of Steel Wool and Graphite on the Electrical Conductivity and Pavement Properties of Asphalt Mixture. Dalian China (2022).

ISSN: 0899-1561

DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004105

<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=57&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=154712692&db=a9h>

Niño V. Metodología de la Investigación. Primera edición, Bogotá, Colombia (2017)
ISBN. 978-958-8675-94-7

https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24802w/Nino-Rojas-Victor-Miguel_Metodologia-de-la-Investigacion_Disenoy-ejecucion_2011.pdf

Ghos, S; Ali, S; Zaman, M; Chen, D; Hobson, K; Behm, M. Evaluation of Transverse Cracking in Flexible Pavements Using Field Investigation and AASHTOWare Pavement ME Design. United States. (2022).

ISSN: 19966814

DOI: 10.1007/s42947-021-00037-x

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85109270201&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+design&nlo=&nlr=&nls=&sid=30259b612a41c1af53ebb749d48f2ed9&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+design%29&relpos=60&citeCnt=2&searchTerm=>

Ch. Venkateswarlu, Rama Rao Karri. Optimal state estimation; nonlinear system; dynamic model; observability of nonlinear system; continuous system; discrete system. Paises Bajos (2022)

ISBN 9780323858786

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85878-6.00006-3>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323858786000063>

Pai, R; Bakare, M; Patel, S; Shahu, J. Structural Evaluation of Flexible Pavement Constructed with Steel Slag-Fly Ash-Lime Mix in the Base Layer. Evaluación. Gujarat, India. (2021).

ISSN: 08991561

DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003711

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85102979309&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=146&citeCnt=9&searchTerm=>

Skaf, M; Bartolomé, J; Gonzalo, H; Linares, A; Ortega., V; Manso, J. Capas base bituminosas para pavimentos flexibles con escorias siderúrgicas. Burgos, España. (2021).

ISSN: 23521457

DOI: 10.1016/j.trpro.2021.11.012

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85121785753&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=172&citeCnt=0&searchTerm=>

Weir, T; White, G; Espinosa, R. Review of the design, characterisation and production of foamed bitumen stabilised base courses for pavement construction. Sippy Downs, Australia. (2021).

ISSN: 14488353

DOI: 10.1080/14488353.2021.1974658

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85113974366&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=183&citeCnt=0&searchTerm=>

Torio, K; Sargado, J; Peckley, D. Flexible pavement design using mechanistic-empirical pavement design guide in the Philippines. Filipinas. (2019).

ISSN: 21862982

DOI: 10.21660/2019.64.08570

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084294308&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=317&citeCnt=1&searchTerm=>

Asadi, M; Ashtiani, R. Stability analysis of anisotropic granular base layers in flexible pavements. Estados Unidos. (2018).

ISSN: 22143912

DOI: 10.1016/j.trgeo.2018.01.001

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85041693248&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+base&nlo=&nlr=&nls=&sid=eff99d5f422fea47867921588e4c5248&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+base%29&relpos=426&citeCnt=8&searchTerm=>

Shin X; Rew Y; Ivers E; Shon C; Stenger E; Park P. Effects of thermally modified asphalt concrete on pavement temperature. Astana-Kazakhstan (2019).

ISSN: 10298436; 1477268X

DOI: 10.1080/10298436.2017.1326234

<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=48&sid=7480ab80-d558-48f8-9d59-85857b50da6b%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=49746293&db=eoah>

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000612216600009>

E. Gutiérrez, E. Salazar, A. Salinas, R. Deaquino, A. Ponce, M. Yacaman, D. Alducin, E. Ortega, A. Bedolla, B. Fernández, R. Martínez, C. Garay. Texture, microstructure and mechanical properties of AA7075-graphite composites produced through mechanical alloying and hot-extrusion. Mexico (2023).

ISSN: 0254-0584

DOI: 10.1016/j.matchemphys.2023.127323

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058423000317>

Ministerio de transporte y comunicaciones. Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción.(EG-2019).

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)

Espinoza Freire, E. E., & Calva Nagua, D. X. La ética en las investigaciones educativas. Revista Universidad y Sociedad (2020).

ISBN: 978-607-15-0291-9

<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-333.pdf>

S. Revathi, M. Dinesh, S.G. Suba Sri Varsan. Mechanical properties of concrete incorporating coconut fibers and copper slag. India (2023).

ISSN: 2214-7853

DOI: 10.1016/j.matpr.2023.02.276

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785323008209>

Hernández, R., Fernández, C. Y Baptista, P. Metodología de la Investigación. (5.^a ed.). México (2018).

<https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Gallardo Eliana. Metodología de la investigación (1^{er} ed.). Huancayo (2017).

ISBN: 978-612-4196

<http://repositorio.continental.edu.pe/>

Donald, F. Enfoque conceptual de la Investigación del comportamiento. México (2017).

<https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>

Córdova, M. Estadística aplicada. Lima (2019). ISBN: 9972-813-05-3

<https://docer.com.ar/doc/1xss0>

Gerhard Tutz. Probability and non-probability samples: Improving regression modeling by using data from different sources. Germany (2023).

ISSN: 0020-0255

DOI: 10.1016/j.ins.2022.11.032

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025522013214>

Rambabi D, Sharma S, Abdul M. Development of pavement quality concrete with SCM's, fibers and graphite. (2022).

ISBN: 2214-7853

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.400>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321063161>

Niki D, Edmond V. Microstructural effects on dynamic response of rigid and flexible pavements to moving load under plane strain. Shanghai (2022).

ISBN: 0267-7261

DOI: 10.1016/j.soildyn.2022.107544

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026772612200389X>

Rondón H, Reyes F. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. Colombia (2022).

ISBN: 978-958-503-114-2

https://www.google.com.pe/books/edition/Pavimentos_2da_edici%C3%B3n/UBt1EAAAQBAJ?hl=es-419&qbpv=1&dq=estructuras+de+pavimento+flexible&pg=PA477&printsec=frontcover

Zhu Z, Jiusu L, Fujian N. Material innovation preparation and performance study of semi-flexible pavement materials. China (20202).

ISBN: 2214-5095

DOI: 10.1016/j.cscm.2022.e01355

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522004879>

Hao H, Bi K, Chen W, Pham T, Li J. Towards next generation design of sustainable, durable, multi-hazard resistant, resilient, and smart civil engineering structures. Australia (2021).

ISBN: 01410296

DOI: 10.1016/j.engstruct.2022.115477

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144290678&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=civil+engineering+research+methodology&sid=15e5b757d3958d6af32f52c0ed6be6d0&sot=b&sdt=b&sl=53&s=TITLE-ABS-KEY%28civil+engineering+research+methodology%29&relpos=3&citeCnt=2&searchTerm=>

Rui R, Jiyang F, Yijen C, Christopher Y, Chunhui L. Steel fiber confined graphite concrete for pavement deicing. China (2018).

ISBN: 1359-8368

DOI: 10.1016/j.compositesb.2018.08.013

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836818320055>

Salman A, Osama D, Maha M, Safeer U, Muhammad F, Fahid A, Ijaz K, Mohamed A, Turki M. Effect of coconut fiber on low-density polyethylene plastic-sand paver blocks. Saudi Arabia (2022).

DOI: [10.1016/j.asej.2022.10198](https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.10198)

ISBN: 2090-4479

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447922002933>

Zhu Z, Jiusu L, Fujian N. Material innovation preparation and performance study of semi-flexible pavement materials. China (20202).

ISBN: 2214-5095

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01355>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522004879>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022

Autores: León Simeón, César Alejandro – Reymundo Chorres, Kevin Rommel

VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Fibra de Coco	Es un buen estabilizante para las estructuras granulométricas bajo la carpeta asfáltica. Presenta propiedades que complementan a la estabilización al pavimento, ya que tiene una mejor resistencia a los esfuerzos de flexión, dureza, comprensión, tracción y estabilidad, tiende a brindar beneficios de alta calidad debido a que es un material de origen vegetal. (S. Revathi, M. Dinesh, S.G. Suba Sri Varsan, 2023).	Estas variables serán medidas aplicando las dosificaciones de 3.5%, 4.0% y 4.5% con respecto al peso total calculado sobre la mezcla total.	Dosificación	0% 3.5% 4.0% 4.5%	De razón
Polvo de grafito	Las propiedades que se examinaron son la absorción de agua, la densidad, resistencia a la flexión y a la compresión. El efecto del grafito, la microestructura y las propiedades mecánicas de los compuestos de grafito producido por la aleación mecánica y extrusión en caliente muestran que el tamaño de partículas y cristalitas del polvo molido mecánicamente afecta el tamaño de grano de las muestras extruidas (E. Gutiérrez, E. Salazar, 2023).	Estas variables serán medidas aplicando las dosificaciones de 1.2%, 1.7% y 2.2% con respecto al peso total calculado sobre la mezcla total.		0% 2.2% 2.7% 3.2%	
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Comportamiento de la base del pavimento flexible	La base granular consiste en materiales granulares que puede ser obtenidos de forma natural o procesados con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, debidamente aprobado, esta capa se colocara sobre una subbase, afirmado o subrasante (MTC, 2019, p 377).	Esta variable será medida por los ensayos de laboratorio considerando 3 muestras de las cuales obtendremos los datos del CBR (California Bearing Ratio), estructura del pavimento flexible y costos.	Clasificación del suelo por AASHTO	- Análisis granulométrico - Contenido de humedad - Límites líquido y plástico - Clasificación de suelo	De razón
			Resistencia del suelo	- Proctor modificado - California Bearing Ratio (CBR)	De razón
			Diseño Estructural	- Conteo vehicular - CBR (Sub rasante)	De razón

Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Anexo 2: Matriz de Consistencia

TÍTULO: Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022

Autores: León Simeón, César Alejandro – Reymundo Chorres, Kevin Rommel

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente (X)			
¿Cómo influye la implementación de fibra de coco y polvo de grafito en el comportamiento de la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022?	Evaluar la implementación de fibra de coco y polvo de grafito en el comportamiento de la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022	La implementación de fibra de coco y polvo de grafito influyen en el comportamiento de la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022	Fibra de Coco	Dosificación	0%	- Balanza de precisión - Ficha de recolección de datos
					3.5%	
			Polvo de Grafito		4.0%	
					4.5%	
					0%	
					2.2%	
					2.7%	
					3.2%	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente (Y)			
¿Cuál será el contenido de humedad y la clasificación de suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima - 2022?	Determinar el contenido de humedad y clasificación del suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima – 2022.	Existe una variación del contenido de humedad y clasificación del suelo al implementar la fibra de coco y el polvo de grafito a la base del pavimento flexible, Av. Los Incas, Lima – 2022.	Comportamiento de la base del pavimento flexible	Clasificación del suelo por AASHTO (Propiedades Físicas)	-Análisis granulométrico -Contenido de humedad -Límites líquido y plástico -Clasificación de suelo	-ASTM D 6913 -ASTM D 2216 -ASTM D 4318 -ASTM D 2488 - Ficha de recolección de datos
¿Cuál será la variación de la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av. Los Incas, Lima - 2022?	Determinar la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av. Los Incas, Lima – 2022.	Existe una variación en la capacidad de soporte de la base añadiendo fibra de coco y polvo de grafito, Av. Los Incas, Lima – 2022.		Resistencia del suelo (propiedades mecánicas)	-Proctor modificado -California Bearing Ratio (CBR)	- ASTM D 1557 - ASTM D 1883 - Ficha de recolección de datos
¿Cuál será el resultado del diseño estructural del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima - 2022?	Realizar el diseño estructural del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima – 2022.	Existe una variación en el espesor de las capas del pavimento flexible implementando fibra de coco y polvo de grafito a la base, Av. Los Incas, Lima – 2022.		Diseño Estructural	-Cuento vehicular -CBR (Sub rasante)	- MTC - ASSTHO 93 - CE.010 - Ficha de recolección de datos

Fuente: Imagen referencial, elaboración propia

Anexo 3: Cotización de los ensayos en el laboratorio

		LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD		
SERVICIOS DE LABORATORIO				COTIZACIÓN N°202-22
SEÑOR(ES) :-				FECHA: 04-11-22
ATENCIÓN : CESAR				
PROYECTO :-				
DESCRIPCION DEL SERVICIO	NORMA	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS EN CAMPO - ESTUDIO DE SUELOS				
Trabajo de calicatas a 1.50 m	-	3.00	-	S/. 600.00
Ensayos de humedad, granulometria, limites, proctor, CBR, perfil estigráfico, panel fotográfico y ubicación de las calicatas (ENSAYOS DE LAS CALICATAS).	ASTM D 6913 ASTM D 4318 ASTM D 1557 ASTM D 1883	GLOBAL	-	S/. 500.00
Ensayo de granulometria (incluye ensayo de humedad)	ASTM D 6913	7.00	S/. 45.00	S/. 315.00
Ensayo de limite liquido y plastico	ASTM D 4318	7.00	S/. 45.00	S/. 315.00
Ensayo proctor modificado	ASTM D 1557	7.00	S/. 65.00	S/. 455.00
Ensayo de CBR	ASTM D 1883	7.00	S/. 150.00	S/. 1,050.00
SUBTOTAL				S/. 3,235.00
IGV 18%				S/. 582.30
TOTAL				S/. 3,817.30

Fuente: LEM-ENGIL SRL

Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación:

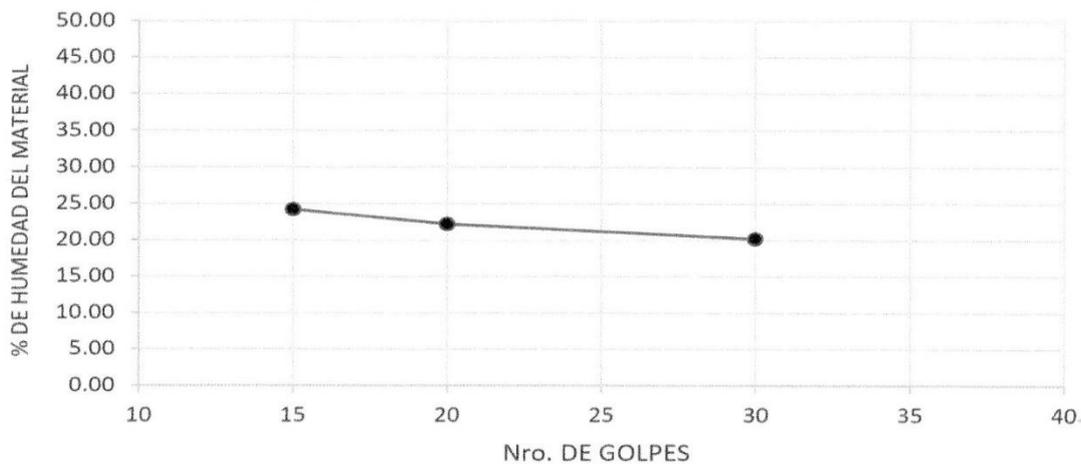
"Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes:

León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	1	2	3
TARA							
Nro. DE GOLPES	15	20	30		---	---	
PESO TARA							
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr)							
PESO TARA + MUESTRA SECA (gr)							
PESO DEL AGUA							
PESO SUELO SECO							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							



LIMITE LIQUIDO	:		%
LIMITE PLASTICO	:		%
INDICE DE PLASTICIDAD	:		%

OBSERVACIONES
* SE MUESTREARON EN CANTERA

Raúl Panto
RAÚL ANTONIO PANTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación:

"Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

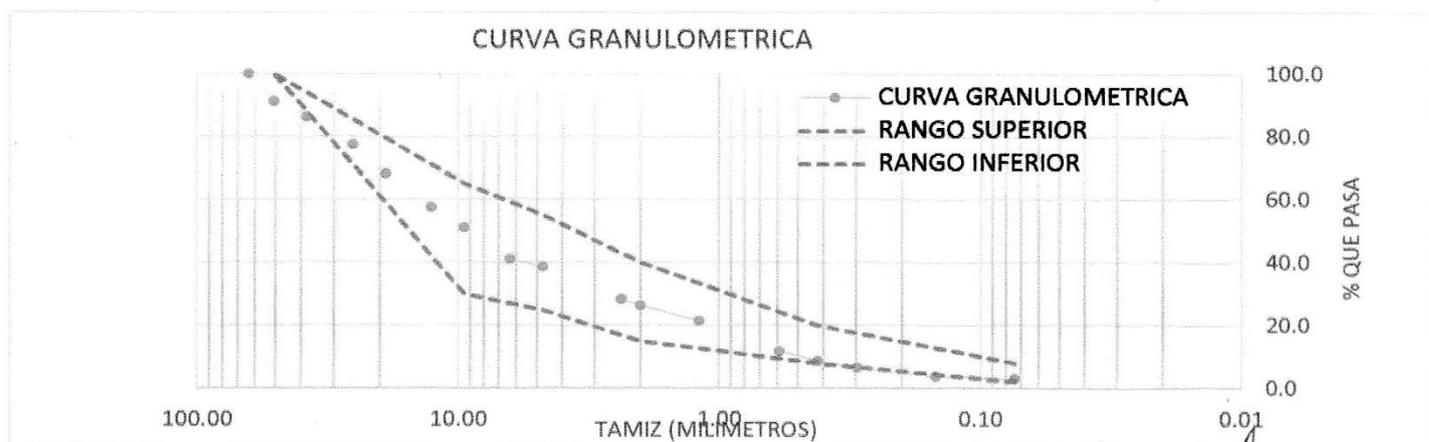
Integrantes:

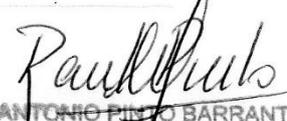
León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Q' PASA	ESPECIF. "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						CANTERA :
3"	76.200						UBICACIÓN : Av. Los Incas
2 1/2"	63.500						MUESTRA : CANTERA
2"	50.800						MATERIAL : PARA BASE
1 1/2"	38.100						TAMAÑO MAX :
1"	25.400						PESO TOTAL :
3/4"	19.050						LIMITE LIQUIDO :
1/2"	12.700						LIMITE PLASTICO :
3/8"	9.525						INDICE PLASTICO :
1/4"	6.350						HUM. NATURAL :
N° 4	4.760						CLASIFICACION
N° 8	2.380						SUCS :
N° 10	2.000						AASHTO : A-1-a (0)
N° 16	1.190						HUM. OPTIMA :
N° 30	0.590						DENSIDAD MAX :
N° 40	0.420						CBR. :
N° 50	0.297						OBSERVACIONES
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						Se clasifico con Coeficientes de :
< N° 200							Cu=
							Cc=




PAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes: León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

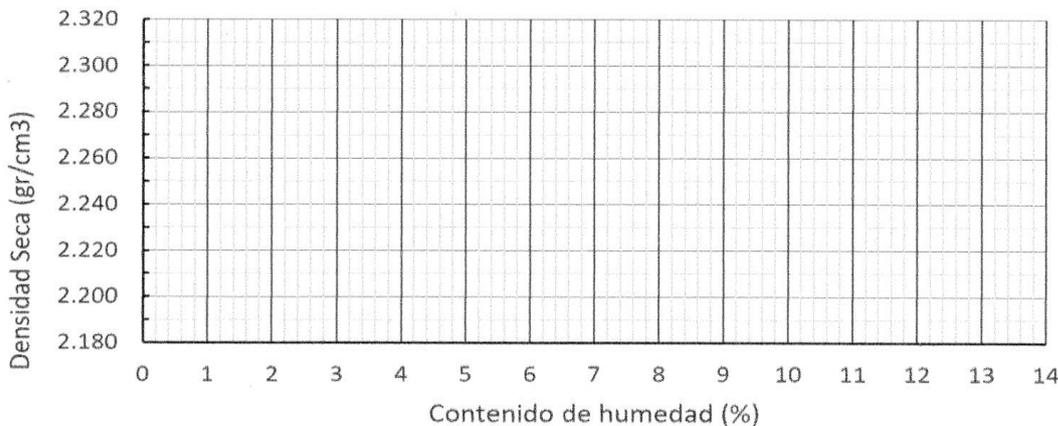
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
CANTERA	:		Técnico :
KM.	:		ING. RESP :
MATERIAL	:		FECHA :
LADO	:		

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : AASHTO T180 (D, Con Reemplazo)

VOLUMEN DEL MOLDE :					
PRUEBA N°		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo humedo compactado	gr				
Peso suelo humedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Tara	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³				
Densidad suelo seco	gr/cm ³				
		DENSIDAD MAXIMA - MDS (gr/cm³)			
		HUMEDAD ÓPTIMA - OCH (%)			



Raúl Antonio Pinto Barrantes
 RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

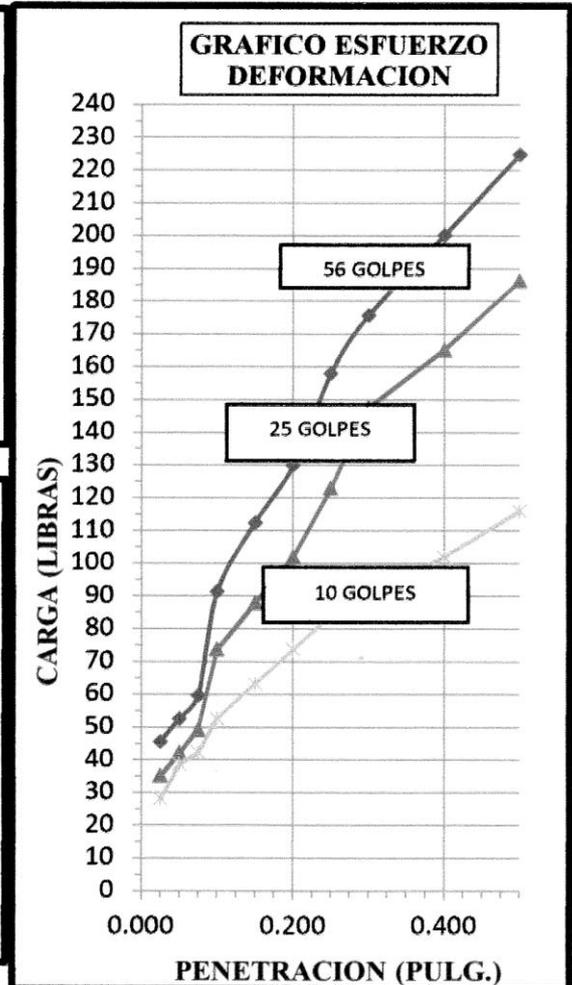
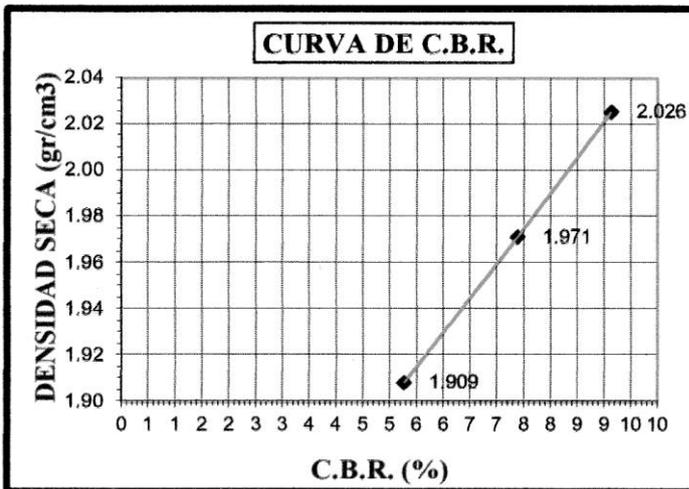
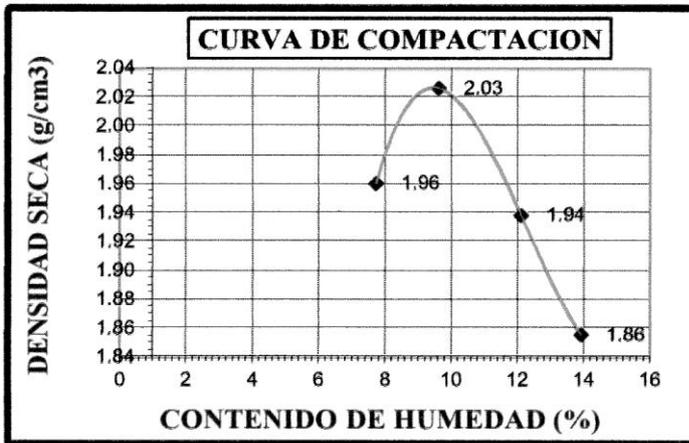
Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes: León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR N.T.P. 339.145 / ASTM D1883

CALICATA :

MUESTRA :



Raúl Pinto

RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación:

"Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes:

León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

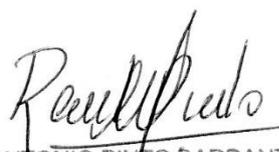
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	%

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Expansión %
1	56			
2	25			
3	10			

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100.0	
0.1	95.0	



RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304

FIRMA Y SELLO

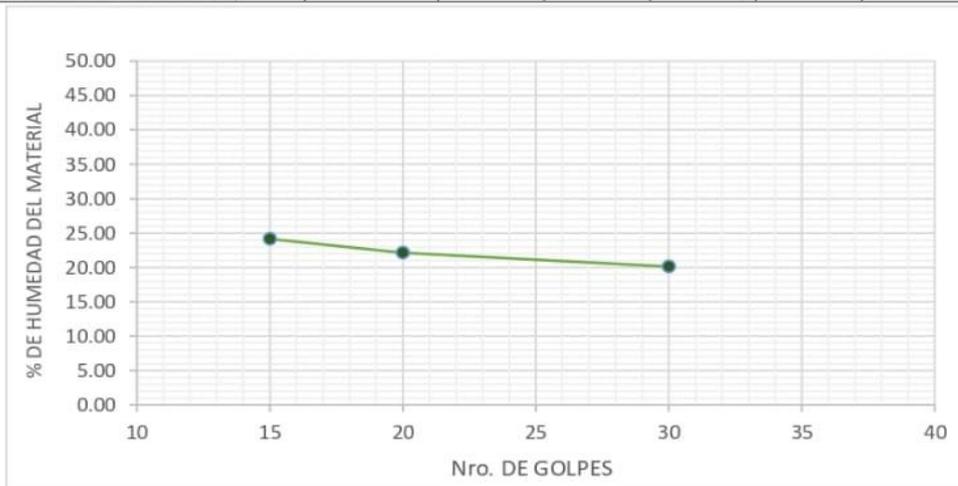
FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes: León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

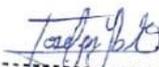
LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

TARA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	1	2	3
Nro. DE GOLPES	15	20	30		---	---	
PESO TARA							
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr)							
PESO TARA + MUESTRA SECA (gr)							
PESO DEL AGUA							
PESO SUELO SECO							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							



LIMITE LIQUIDO	:		%
LIMITE PLASTICO	:		%
INDICE DE PLASTICIDAD	:		%

OBSERVACIONES
* SE MUESTREARON EN CANTERA



 JOSELYN BRIGITTE
 YBANEZ MAYS
 Ingeniera Civil
 CIP N° 235510

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

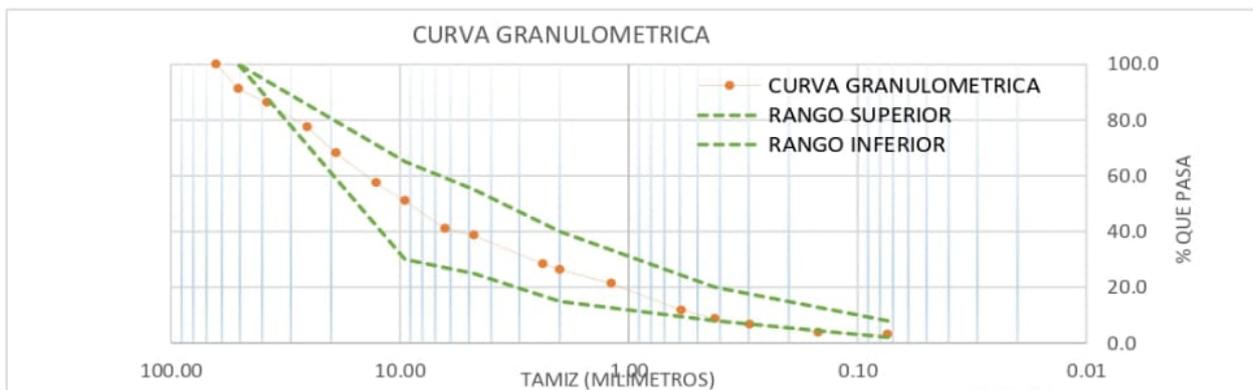
Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

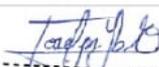
Integrantes: León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Q' PASA	ESPECIF. "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						CANTERA :
3"	76.200						UBICACIÓN : Av. Los Incas
2 1/2"	63.500						MUESTRA : CANTERA
2"	50.800						MATERIAL : PARA BASE
1 1/2"	38.100						TAMAÑO MAX :
1"	25.400						PESO TOTAL :
3/4"	19.050						LIMITE LIQUIDO :
1/2"	12.700						LIMITE PLASTICO :
3/8"	9.525						INDICE PLASTICO :
1/4"	6.350						HUM. NATURAL :
N° 4	4.760						CLASIFICACION
N° 8	2.380						SUCS :
N° 10	2.000						AASHTO : A-1-a (0)
N° 16	1.190						HUM. OPTIMA :
N° 30	0.590						DENSIDAD MAX :
N° 40	0.420						CBR. :
N° 50	0.297						OBSERVACIONES
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						Se clasifico con Coeficientes de :
< N° 200							Cu=
							Cc=




 JOCELYN BRIGITTE
 YBANEZ MAYS
 Ingeniera Civil
 CIP N° 235510

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes: León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

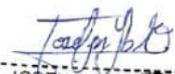
(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
CANTERA	:		Técnico :
KM.	:		ING. RESP :
MATERIAL	:		FECHA :
LADO	:		

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : AASHTO T180 (D, Con Reemplazo)

VOLUMEN DEL MOLDE :					
PRUEBA N°		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo humedo compactado	gr				
Peso suelo humedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Tara	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Densidad suelo humedo	gr/cm3				
Densidad suelo seco	gr/cm3				
		DENSIDAD MAXIMA - MDS (gr/cm3)			
		HUMEDAD ÓPTIMA - OCH (%)			




 JOSELYN BRIGITTE
 YBAÑEZ MAYS
 Ingeniera Civil
 CIP N° 235510

FIRMA Y SELLO

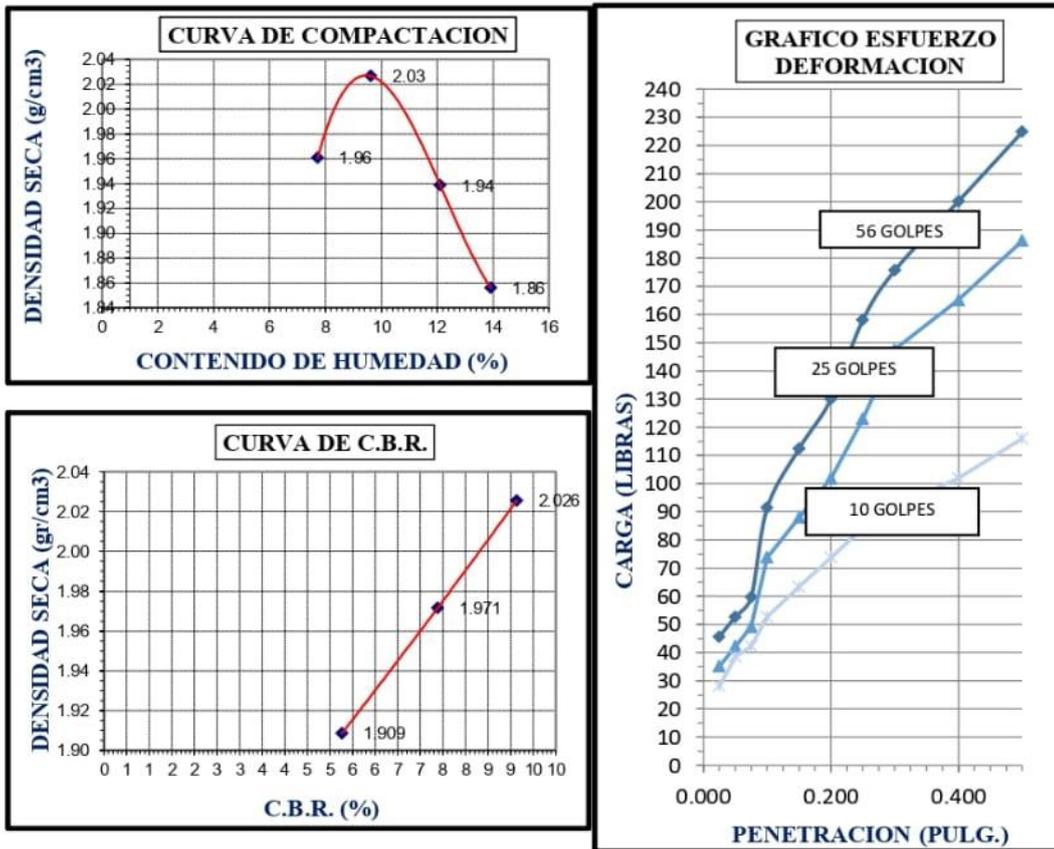
FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."
Integrantes: León Simeón, César Alejandro
 Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR N.T.P. 339.145 / ASTM D1883

CALICATA :

MUESTRA :



Joselyn Ybanez

 JOSÉLYN BRIGITTE
 YBAÑEZ MAYS
 Ingeniera Civil
 CIP N° 235510

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes: León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

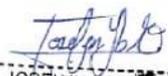
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	%

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Expansión %
1	56			
2	25			
3	10			

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100.0	
0.1	95.0	



JOSELYN BRIGITTE
YBAÑEZ MAYS
Ingeniera Civil
CIP N° 235510

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación:

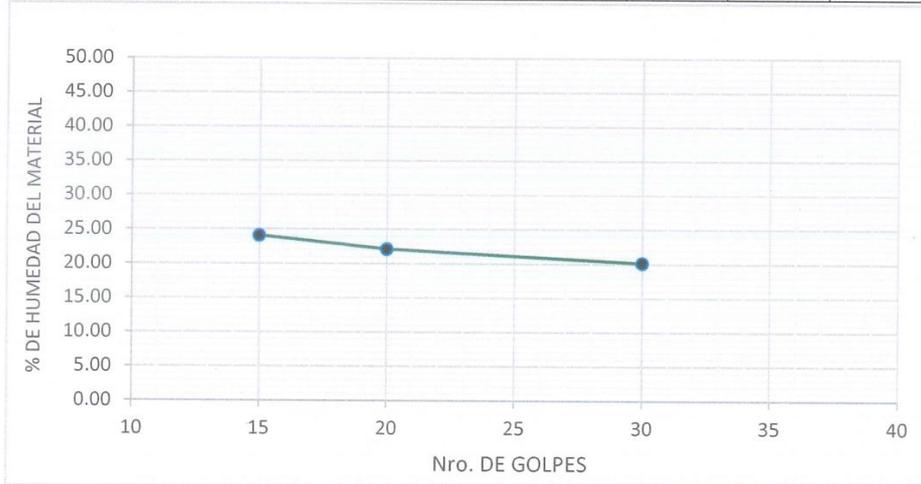
"Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

Integrantes:

León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	1	2	3
TARA							
Nro. DE GOLPES	15	20	30		---	---	
PESO TARA							
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr)							
PESO TARA + MUESTRA SECA (gr)							
PESO DEL AGUA							
PESO SUELO SECO							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							



LIMITE LIQUIDO :		%
LIMITE PLASTICO :		%
INDICE DE PLASTICIDAD :		%

OBSERVACIONES
* SE MUESTREARON EN CANTERA


 THOMAS EDSON ALVARACHI MAÑÚICO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 93399

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación:

"Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."

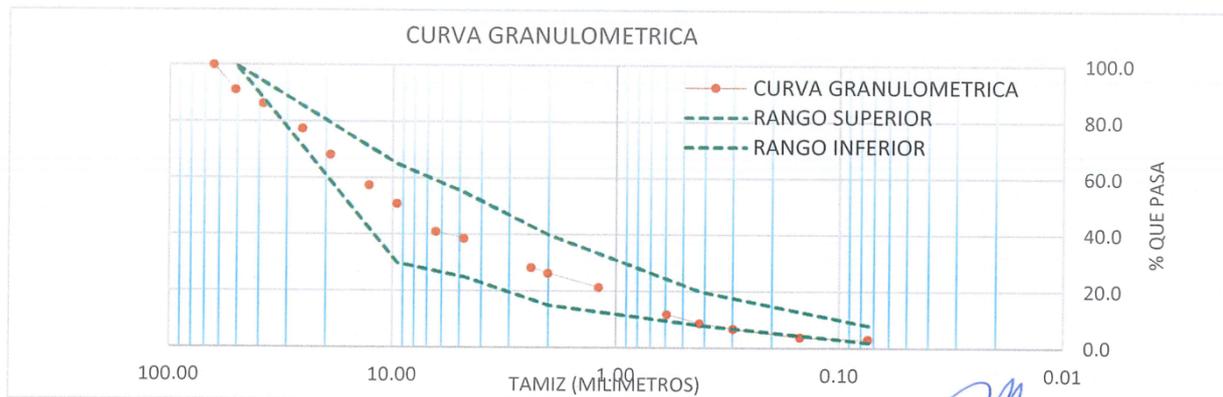
Integrantes:

León Simeón, César Alejandro
Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-1422

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Q' PASA	ESPECIF. "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						CANTERA :
3"	76.200						UBICACIÓN : Av. Los Incas
2 1/2"	63.500						MUESTRA : CANTERA
2"	50.800						MATERIAL : PARA BASE
1 1/2"	38.100						TAMAÑO MAX :
1"	25.400						PESO TOTAL :
3/4"	19.050						LIMITE LIQUIDO :
1/2"	12.700						LIMITE PLASTICO :
3/8"	9.525						INDICE PLASTICO :
1/4"	6.350						HUM. NATURAL :
N° 4	4.760						CLASIFICACION
N° 8	2.380						SUCS :
N°10	2.000						AASHTO : A-1-a (0)
N°16	1.190						HUM. OPTIMA :
N° 30	0.590						DENSIDAD MAX :
N° 40	0.420						CBR. :
N° 50	0.297						OBSERVACIONES
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						Se clasifico con Coeficientes de :
< N° 200							Cu=
							Cc=




THOMAS EDSON AGUARACHI MAÑICO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 93399

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."
Integrantes: León Simeón, César Alejandro
 Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

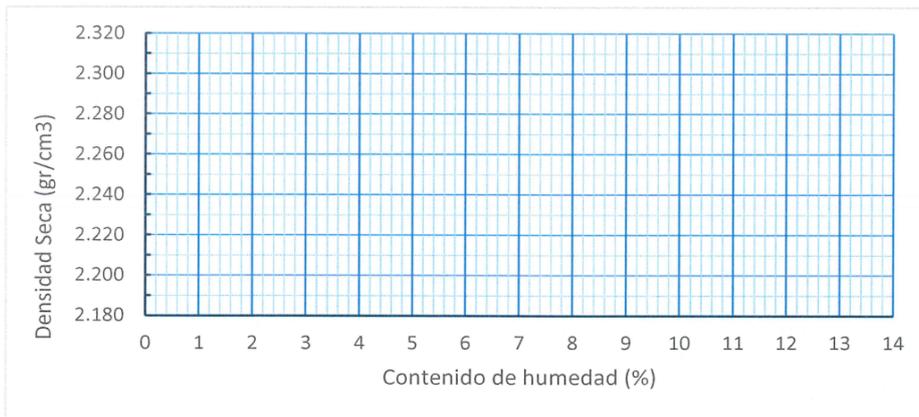
(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
CANTERA	:		Técnico :
KM.	:		ING. RESP :
MATERIAL	:		FECHA :
LADO	:		

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : AASHTO T180 (D, Con Reemplazo)

VOLUMEN DEL MOLDE :					
PRUEBA N°		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo humedo compactado	gr				
Peso suelo humedo + tara	gr				
Peso del suelo seco + tara	gr				
Tara	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				
Densidad suelo humedo	gr/cm3				
Densidad suelo seco	gr/cm3				

DENSIDAD MÁXIMA - MDS (gr/cm3)	
HUMEDAD ÓPTIMA - OCH (%)	



THOMAS EDSON HUARACHI MAÑICO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 93399

FIRMA Y SELLO

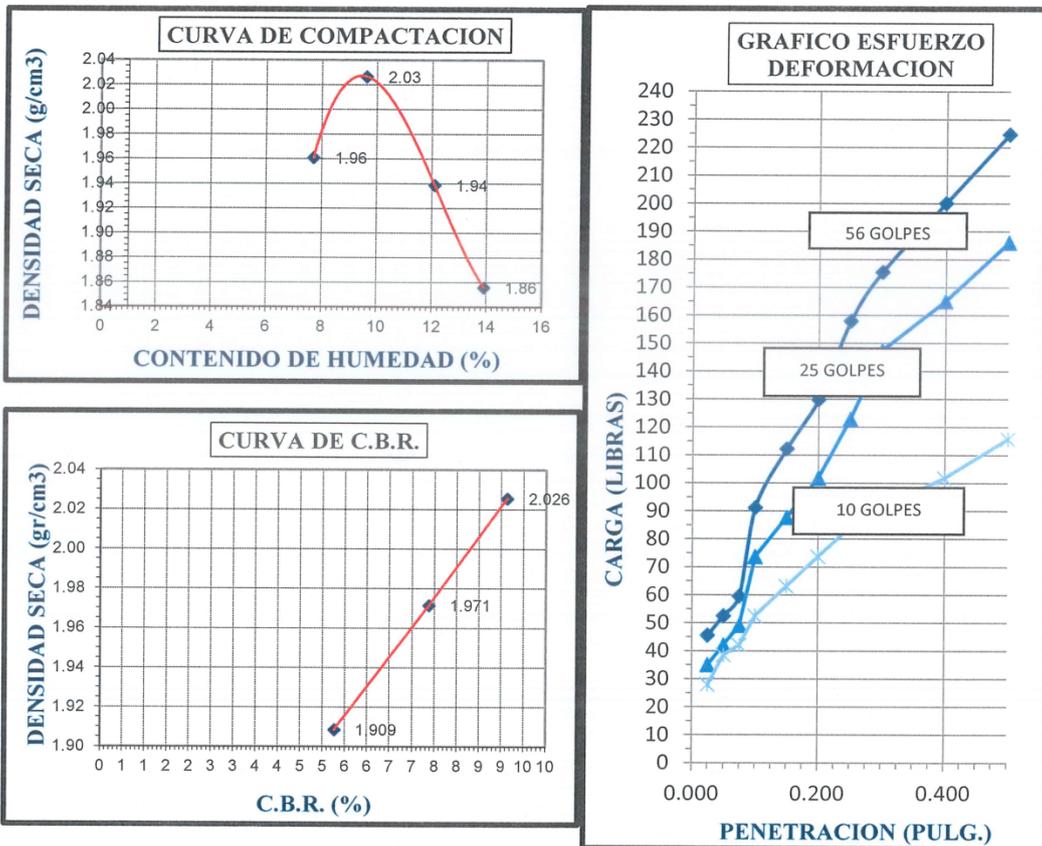
FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."
 Integrantes: León Simeón, César Alejandro
 Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR N.T.P. 339.145 / ASTM D1883

CALICATA :

MUESTRA :




 THOMAS EDSON QUIRACHI MANÚICO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 93399

FIRMA Y SELLO

FORMATO DE ENSAYO

Título de investigación: "Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022."
Integrantes: León Simeón, César Alejandro Reymundo Chorres, Kevin Rommel

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	%

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Expansión %
1	56			
2	25			
3	10			

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100.0	
0.1	95.0	


THOMAS EDUARDO INJARACHI MAÑUICO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 93399

FIRMA Y SELLO

Anexo 5: Cotización y compra del polvo de grafito



Lima, 14 de abril del 2023

¡Estimado Sr. Cesar Leon Con DNI: 72014012, gracias por contactarse con nosotros! Junto a saludarle nos es muy grato enviarle la siguiente cotización:

ITEM	Producto	Presentación	UND. MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Valor Total
1	GRAFITO EN POLVO	UND	5 kilos	3	\$ 26.85	\$ 80.56
					\$ -	\$ -
					\$ -	\$ -
					\$ -	\$ -
					\$ -	\$ -
					Sub Total	\$ 80.56
					IGV 18%	\$ 14.50
					Total	\$ 95.06
Moneda: Dólares Americanos						
Forma de Pago: Contado						
					TC DEL DÍA	S/ 3.87
					PRECIO S/.	S/ 367.87

RENZO RUPAY G.
Ejecutivo de Ventas

Teléfono: +511 748 3201
Correo: contacto@lubricantesenperu.pe
Dirección: Ca. Pedro Alcocer 150 Int. 2 - Surquillo

LUBRICANTES
www.lubricantesenperu.pe **PERU**



CONDICIONES GENERALES:

- Validez de la oferta: 3 días hábiles o sujeto a disponibilidad de stock
- Forma de Pago: Contado
- Tiempo de entrega: 24 a 48 horas, previa coordinación, luego de recibido la Orden de compra y confirmado el pago correspondiente.
- Retiro en tienda: Recojo en nuestra dirección de Surquillo previa coordinación.
- Despacho Gratis: Por compras mayores a \$ 600 dentro de Lima Metropolitana, según coordinación con despachos.
- Delivery: Compras menores a \$600, monto adicional según la dirección de entrega.
- Envíos a provincia: Monto Adicional por Embalaje y envío hasta la agencia de transporte. El flete del transporte Lima – Provincia corre por cuenta del cliente (Pago Destino)
- Una vez entregada la mercadería no se hacen cambios ni devoluciones.
- Daños asociados a la carga debido a mal manipuleo en transporte son por cuenta de cliente que requiere del flete.
- Una vez confirmado el depósito, y si no desease el producto se cobrará gastos administrativos 7% del monto depositado.

Los Términos y condiciones contenidos en el documento adjunto forman parte de la presente cotización, que rige la oferta de el/los producto(s) a ser vendido(s) y/o despachados por Oregon Chem Group S.A.C. a favor del cliente.

Fuente: LUBRICANTES PERU

Anexo 6: Cotización y compra de fibra de coco



MALLAS PROTEKTA S.A.C
JR. LUIS N.SAENZ NRO. 461 DPTO. 501

JESUS MARIA
LIMA - LIMA
ADMINISTRACION@PROTEKTA.PE
999 904 696 / 999 905 331

**BOLETA DE VENTA
ELECTRÓNICA
RUC:20601929997
N°:B001-1096**

Web:
Sucursal:

CLIENTE: CESAR ALEJANDRO LEON SIMEON

RUC/DNI: 72014012

DIRECCIÓN: CALLE 48 MZ. K4 LOTE. 27

COMAS

LIMA

FECHA DE LA VENTA: 02/05/2023

VENDEDOR: Vanessa Romero

COND. PAGO: AL CONTADO

FORMAS DE PAGO: TRANSFERENCIA
BANCARIA

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR U.	TOTAL
15	FIBRA DE COCO BLOQUE MEDIUM STD EW PRO - KG	S/ 10	S/ 150.00

SON: CIENTO CINCUENTA CON 00/100 SOLES

NOTA:



Autorizado Mediante Resolución Nro 03400511673/SUNAT
Representación Impresa de la Boleta de Venta Electrónica

Consulta tu boleta en <https://tuboleta.bsale.com.pe>

MUCHAS GRACIAS POR TU COMPRA

Yo vendo con bsale.com.pe

OP. GRAVADAS:	S/ 127.12
IGV:	S/ 22.88
ICBPER:	S/ 0.00
ISC:	S/ 0.00
OP. EXONERADA:	S/ 0.00
TOTAL:	S/ 150.00
TOTAL PAGADO:	S/ 150.00
VUELTO:	S/ 0.00

Fuente: MALLAS PROTEKTA S.A.C.

Anexo7: Cotización y compra del material granular



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

COTIZACIÓN LEM-ENGIL N° 210-2023

Me es muy grato dirigirme a su persona para saludarlo muy cordialmente presentando nuestra propuesta para la venta de material base granular.

		LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD		
SERVICIOS DE LABORATORIO		COTIZACIÓN N°210-23		
SEÑOR(ES) :-		FECHA: 12-04-23		
ATENCIÓN : LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL PROYECTO : COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022				
DESCRIPCION DEL SERVICIO	NORMA	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS EN CAMPO - ESTUDIO DE SUELOS				
Venta de material base granular 1/2 m 3 (Cantera Unicon - Jicamarca)	-	1.00	S/. 60.00	S/. 60.00
SUBTOTAL				S/. 60.00
IGV 18%				S/. 10.80
TOTAL				S/. 70.80

:

Fuente: LEM-ENGIL-SRL

Anexo 8: Adquisición de materiales agregados a la base del pavimento flexible para la presente investigación:

	
<p>Foto 1: Polvo de grafito Fuente: Elaboración propia</p>	<p>Foto 2: Fibra de coco Fuente: Elaboración propia</p>

Anexo 8: Especificación técnica del polvo de grafito



GRAFITO COLOIDAL POLVO
CERTIFICADO DE ANÁLISIS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

GRAFITO COLOIDAL

PRODUCTO : GRAFITO COLOIDAL
LOTE : 2205-B
PRODUCCIÓN : MAY.05.2022
VENCIMIENTO : —
PROCEDENCIA : CHINA

PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES	RESULTADO
Carbón fijo (%)	65.00 - 75.00	74.20
Cenizas (%)	20.00 - 30.00	21.90
Humedad (%)	0.10 - 1.50	0.40
Partículas > 45 µm [Residuo tamiz ASTM N° 325] (%)	15.00 máx.	9.50

Certificamos que los datos a continuación remitimos corresponden a los datos recibidos de nuestro proveedor

OREGON CHEM GROUP S.A.C RUC: 20604539383
JR. PEDRO ALCOCER 150 - INT. 2 - SURQUILLO - LIMA

Fuente: OREGON CHEM GROUP

Anexo 10: Especificación técnica de fibra de coco



LIDER EN AGROTEXTILES Y SISTEMAS DE CULTIVO

FIBRA DE COCO

1.- Descripción

Grado Medio, especialmente indicado como medio de cultivo para:

- Cultivo en contenedor: para mezclas con otros sustratos para la mejora de las propiedades físicas y químicas ó como sustituto.
- Hidroponía: en cultivos hortícolas, flores y berries .

2.- Beneficios

- Gran capacidad de retención de agua (8 veces su peso) combinado con una alta porosidad (95%), lo cual permite una excelente aireación – oxigenación del sistema radicular, facilitando el desarrollo de pelos radiculares absorbentes, mejorando la nutrición y estado sanitario.
- Perfecta rehidratación del sustrato.
- Homogeneidad – estructura estable; longevidad superior a la turba.
- Totalmente orgánico, 100% natural, fuente renovable.
- pH ligeramente ácido: 5,5-6,5 adecuado para la gran mayoría de plantas.

3.- Características

Materia prima	Granulometría (mm)	Volumen expandido	Embalaje (L)	pH	CE (mS/cm)
100 % fibra de coco	0 a 8	10 A 12 L	240 bloques/pallet	5,5 a 6,5	Menos de 1,5

Mallas Protekta SAC
Panamericana sur Km. 38
Almacenes BSF, Int. H29
@protektaperusac

TECNOLOGÍA QUE DA FRUTOS



ANTIÁFIDOS - ENCASILLADOS FLORES - MANTO TÉRMICO - RASCHEL - ANTIMALEZA - MONOFILAMENTO - FILM INVERNADERO - CERCOS AVÍCOLAS - PROTECCIÓN CONEJOS - ALMACIGUERAS - TURBAS - CINTA RIEGO - MULCH BICOLOR

Fuente: MALLAS PROTEKTA S.A.

Anexo 11: Panel fotográfico



Foto 1: Excavación calicata 01



Foto 2: Excavación calicata 02



Foto 3: Excavación calicata 03



Foto 4: Muestra de calicatas



Foto 5: Cuarto de la muestra



Foto 6: Calculo del peso húmedo



Foto 7: Muestra enviada al horno



Foto 8: Lavado de la muestra



Foto 9: Secado de la muestra



Foto 10: Tamizado de la muestra



Foto 11: Tamizado por malla N°40

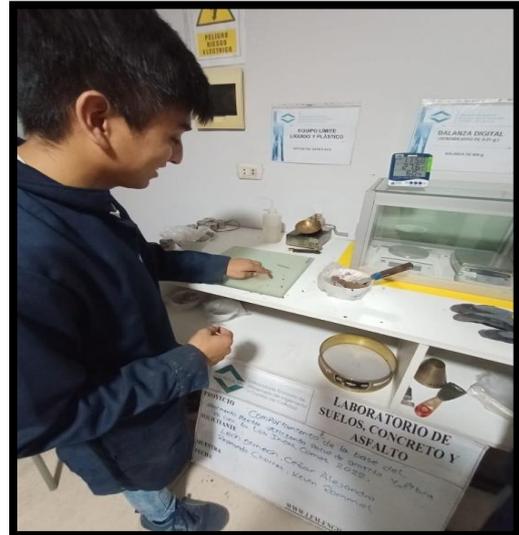


Foto 12: Ensayo de plasticidad

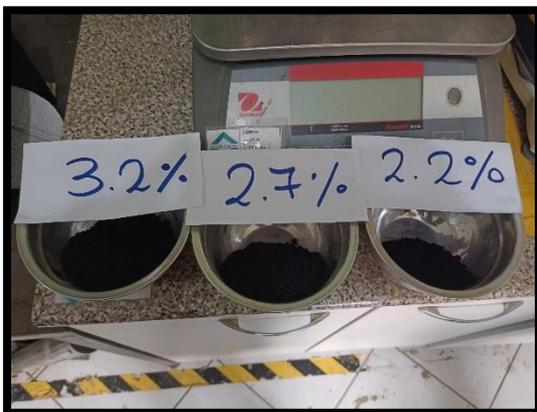


Foto 13: Dosificación polvo de grafito



Foto 14: Dosificación Fibra de coco



Foto 15: Muestra patrón + FC



Foto 16: Muestra patrón + PG

Nota: FC = Fibra de coco, PG = Polvo de grafito



Foto 17: Ensayo Proctor Modificado



Foto 18: Ensayo CBR.



Foto 19: Conteo Vehicular

Anexo 12: Calculo del Diseño del Pavimento Flexible

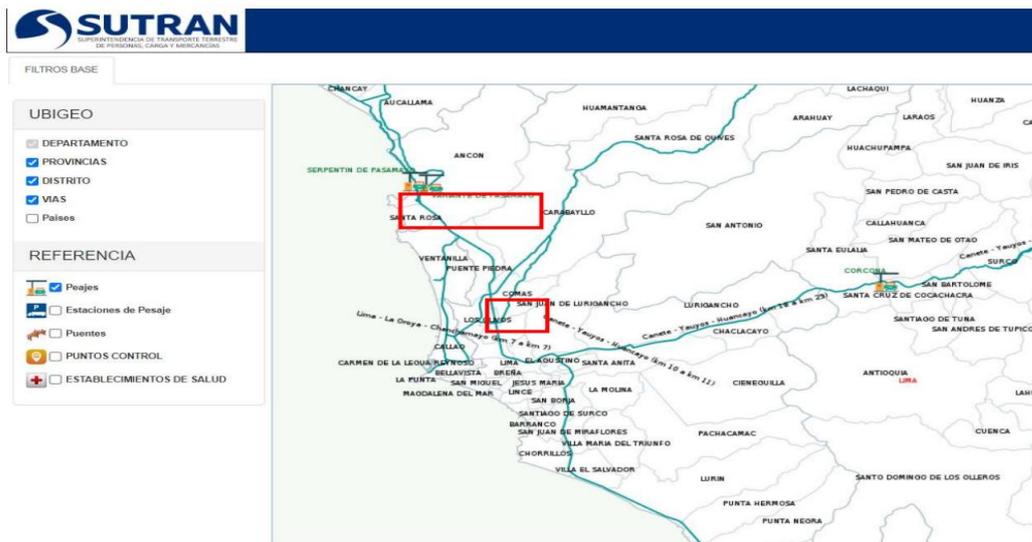


Imagen 1: Variante de Pasamayo

Fuente: SUTRAN

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: Comportamiento de la base del pavimento flexible utilizando polvo de grafito y fibra de coco, Av. Los Incas, Comas, 2022.

Ubicacion: Av. Los Incas
 Sentido: TOTAL
 Dia: Lunes
 Fecha: 8-May-23

Factor de correlación estacional	Veh. Livianos	fe:	1.0835
	Veh. Pesado	fe:	1.0175

PEAJE: VARIANTE DE PASAMAYO

HORA	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMIRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	251/282	283	351/382	>=383	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
5-Jul-23 ENTRADA Lunes	9676	3382	672	76	126	2304	0	5	58	20	78	62	134	4	0	0	0	8	0	0	12571	
	5196	3211	735	68	119	2126	0	3	49	22	66	57	119	2	0	0	0	11	0	0	11784	
	10872	6593	1407	144	245	4430	0	8	107	48	144	119	243	6	0	0	0	19	0	0	24355	
6-Jul-23 ENTRADA Martes	5495	3324	644	74	135	2319	0	1	57	25	67	60	128	6	0	0	0	10	0	0	12345	
	5116	3198	609	70	129	2208	0	2	50	20	58	56	120	5	0	0	0	12	0	0	11733	
	10611	6522	1333	144	264	4527	0	3	107	45	125	116	248	11	0	0	0	22	0	0	24078	
7-Jul-23 ENTRADA Miércoles	5923	3386	704	73	130	2386	0	4	59	21	70	59	120	5	0	0	0	7	0	0	12527	
	5173	3088	605	72	127	2167	0	3	55	25	76	62	124	5	0	0	0	11	0	0	11657	
	10796	6374	1452	145	257	4453	0	7	114	47	146	121	244	10	0	0	0	18	0	0	24184	
8-Jul-23 ENTRADA Jueves	5328	3304	708	80	134	2397	0	5	46	30	69	59	116	3	0	0	0	9	0	0	12178	
	4687	3244	712	67	126	2269	0	2	42	28	67	64	117	1	0	0	0	11	0	0	11637	
	10215	6548	1420	147	250	4566	0	7	88	58	136	123	233	4	0	0	0	20	0	0	23815	
9-Jul-23 ENTRADA Viernes	5194	3025	688	65	134	2301	0	4	52	27	68	51	126	1	0	0	0	11	0	0	11747	
	4487	2986	602	67	124	2258	0	2	48	28	70	60	117	4	0	0	0	6	0	0	10950	
	9681	6011	1380	132	258	4559	0	6	101	55	138	111	243	5	0	0	0	17	0	0	22697	
10-Jul-23 ENTRADA Sabado	4155	2856	546	58	103	1956	0	1	43	19	64	48	95	2	0	0	0	4	0	0	9950	
	3344	2466	468	53	96	1756	0	2	35	16	69	45	73	3	0	0	0	8	0	0	8433	
	7499	5322	1014	111	199	3712	0	3	78	35	132	93	168	5	0	0	0	12	0	0	16383	
11-Jul-23 ENTRADA Domingo	4091	2688	538	49	94	1935	0	2	39	17	53	46	75	1	0	0	0	4	0	0	9632	
	3106	2045	442	46	87	1622	0	1	33	14	57	44	62	3	0	0	0	10	0	0	7572	
	7197	4733	980	95	181	3557	0	3	72	31	110	90	137	4	0	0	0	14	0	0	17204	
IMDs	ENTRADA	5080.285714	3119.285714	654.2857143	67.85714286	120.8571429	2199.714286	0	3.142857143	50.57142857	23.57142857	67	55	112	3.142857143	0	0	0	7.571428571	0	0	11564.28571
	SALIDA	4472.714286	2891.142857	629.4285714	63.28571429	115.4285714	2058	0	2.142857143	44.71428571	22	66	55.42857143	104.5714286	3.285714286	0	0	0	9.857142857	0	0	10538
	TOTAL	9553	6010.428571	1283.714286	131.1428571	236.2857143	4257.714286	0	5.285714286	95.28571429	46.57142857	133	110.4285714	216.5714286	6.428571429	0	0	0	17.42857143	0	0	22102.28571
IMDa	ENTRADA	5504.310583	3379.626173	708.8955196	75.52082354	130.9446562	2383.312938	0	3.197832316	51.45602908	23.98374237	68.17197073	55.96206553	113.9591153	3.197832316	0	0	0	7.702886761	0	0	13508.25294
	SALIDA	4846.028346	3132.451425	681.9636811	68.56784174	125.0677904	2229.770492	0	2.180340215	45.49643249	23.8482621	67.15447863	56.39813357	106.4006025	3.343188833	0	0	0	10.02956499	0	0	11397.23214
	TOTAL	10350.33893	6512.077598	1390.859201	144.0886653	256.0124466	4613.083421	0	5.378172531	96.95246158	46.38568658	135.3364494	112.3601991	220.3597178	6.541020646	0	0	0	17.7343375	0	0	23905.48508
IMDa	2023	10351	6513	1391	143	257	4614	0	6	97	47	136	113	221	7	0	0	18	0	0	23914	

Tasa anual de crecimiento Vehículos Livianos	r:	1.45%
Tasa anual de crecimiento Vehículos Pesados	r:	3.69%
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución de años	n:	1

$T_n = T_0(1+r)^{n-1}$

T₀: Tránsito proyectado al año "0" en vehículo
 T_n: Tránsito actual (año base) en vehículo
 n: Año futuro de proyección
 r: Tasa anual de crecimiento de tránsito

IMDa	2024	TOTAL	10351	6513	1391	143	257	4614	0	6	97	47	136	113	221	7	0	0	18	0	0	23914
------	------	-------	-------	------	------	-----	-----	------	---	---	----	----	-----	-----	-----	---	---	---	----	---	---	-------

Imagen 2: Volumen de trafico promedio diario

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE VEHICULO		IMDa	TIPO	NUMERO	CARGA	f.P.	f. IMDA
		2023	EJE	LLANTAS	EJE Tn	FLEXIBLE	FLEXIBLE
VEHICULOS LIGEROS	Mototaxis	10351	SIMPLE	2	1	0.00052702	5.45514836
		10351	SIMPLE	2	1	0.00052702	5.45514836
	Autos	6513	SIMPLE	2	1	0.00052702	3.43245882
		6513	SIMPLE	2	1	0.00052702	3.43245882
	Pich Up	1391	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.73308003
		1391	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.73308003
	Panel	143	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.07536337
		143	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.07536337
	Combi Rural	257	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.13544325
	257	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.13544325	
Micros	4614	SIMPLE	2	1	0.00052702	2.43165439	
	4614	SIMPLE	2	1	0.00052702	2.43165439	
BUS	E2	0	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	E3	6	SIMPLE	2	7	1.26536675	7.59220049
		6	TANDEM	6	16	1.36594455	8.19566729
CAMION	E2	97	SIMPLE	2	7	1.26536675	122.740575
		97	SIMPLE	4	11	3.23828696	314.113835
	E3	47	SIMPLE	2	7	1.26536675	59.4722372
		47	TANDEM	8	18	2.01921345	94.9030323
	E4	136	SIMPLE	2	7	1.26536675	172.089878
	136	TRIDEM	10	23	1.5081836	205.112969	
SEMITRAYLERS	2S1/2S2	113	SIMPLE	2	7	1.26536675	142.986443
		113	SIMPLE	4	11	3.23828696	365.926427
		113	TANDEM	8	18	2.01921345	228.17112
	2S3	221	SIMPLE	2	7	1.26536675	279.646051
		221	SIMPLE	4	11	3.23828696	715.661418
		221	TRIDEM	12	25	1.70602625	377.031801
	3S1/3S2	7	SIMPLE	2	7	1.26536675	8.85756724
		7	TANDEM	8	18	2.01921345	14.1344942
		7	TANDEM	8	18	2.01921345	14.1344942
	>=3S3	0	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
	0	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
	0	TRIDEM	12	25	1.70602625	0	
TRAYLERS	2T2	0	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	2T3	18	SIMPLE	2	7	1.26536675	22.7766015
		18	SIMPLE	4	11	3.23828696	58.2891653
		18	SIMPLE	4	11	3.23828696	58.2891653
		18	TANDEM	8	18	2.01921345	36.3458422
	3T2	0	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0	TANDEM	8	18	2.01921345	0
		0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	3T3	0	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0	TANDEM	8	18	2.01921345	0
	0	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	0	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
ΣESAL=						3330.99728	

Imagen 3: Calculo de ejes equivalentes (ESAL)

Fuente: Elaboración propia

Transito Promedio Diario Anual	TPDA	23,914.00	Veh/día
Tasa de crecimiento	r	3.69	%
Periodo de Diseño	t	20	Años
Total de N° de Esal's	Esal's	14,028,739.42	Esal
CBR de Subrasante	CBR	8.5	%
CBR de Sub - Base (A)	CBR(A)	40	%
CBR de Base de Cantera (B)	CBR(B)	92.4	%
Módulño Elastico C° Asfáltico	M.E.C. Asf	400,000.00	Psi
Tipo de Material (Cálculo de Mr)		Fino	
Zona del Proyecto		Lima	

Imagen 4: Datos obtenidos para el diseño del pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia

determinación del Nivel de Confiabilidad (R):

Clasificación funcional	Nivel de Confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

R:	90%
----	-----

Imagen 5: Nivel de Confiabilidad (R)

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)

Definición del valor de desviación estándar normal (Zr):

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, Z _R
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Zr: -1.282

Imagen 6: Valor de desviación estándar normal (Zr)

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)

Determinación del valor de la desviación estándar total (So):

Pavimentos Flexibles= 0.40 - 0.50

So: 0.45

Imagen 7: Valor de la desviación estándar total (So)

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12.6
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de
diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Imagen 8: Nivel de confiabilidad

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO 93



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



FOTO 01



FOTO 02

FOTO 01 Y 02

EN LAS VISTAS
MOSTRADAS SE
OBSERVA LA
CALICATA C-01 EMS
CON FINES DE
PAVIMENTACIÓN.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



FOTO 03



FOTO 04

FOTO 03 Y 04

EN LAS VISTAS
MOSTRADAS SE
OBSERVA LA
CALICATA C-02 EMS
CON FINES DE
PAVIMENTACIÓN.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



FOTO 05



FOTO 06

FOTO 05 Y 06

EN LAS VISTAS
MOSTRADAS SE
OBSERVA LA
CALICATA C-03 EMS
CON FINES DE
PAVIMENTACIÓN.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL PROYECTO : COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFTO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022 UBICACIÓN : AV. LOS INCAS, COMAS CALICATA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.50 m. ESTRUCTURA : - KM / Nº CAPA : -			FORM-LEM-ENGIL-PERF-ESE-033 REV 2022		
			C-1		
		PROFUNDIDAD : 1.50 m.			
PROF. (m.)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	CLASI F. (SUCS)	SIMBOLO
0.20	↑ ACIELO ABIERTO ↓	S/M	Se presenta un suelo conformado por un suelo organico con presencia media de vegetación y raíces color marrón claro, en un estado medianamente húmedo, medianamente compacto; hasta una profundidad de 0.20 m.	OH	
1.00		M-1	Subyaciendo se presenta un suelo conformado por una arena arcillosa limosa color pardo claro, en un estado ligeramente húmedo, medianamente compacto; cuyo análisis granulométrico se subdivide en grava con un 8.0% arena con un 43.9% y fino en un 48.2%, hasta una profundidad de 1.50 m.	SC-SM	
1.50		NIVEL FREATICO NO ALCANZADO			
2.00					
		LEM-ENGIL S.R.L. VICTOR F. HERVIAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 54809			
3.00					



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL PROYECTO : COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFTO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022 UBICACIÓN : AV. LOS INCAS, COMAS CALICATA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.50 m. ESTRUCTURA : - KM / Nº CAPA : -			FORM-LEM-ENGIL- PERF-ESE-033 REV 2022		
			C-2 PROFUNDIDAD : 1.50 m.		
PROF. (m.)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	CLASI F. (SUCS)	SIMBOLO
0.20	↑ A CIELO ABIERTO ↓	S/M	Se presenta un suelo conformado por un suelo organico con presencia media de vegetación y raíces color marrón claro, en un estado medianamente húmedo, medianamente compacto; hasta una profundidad de 0.20 m.	OH	
1.00		M-1	Subyaciendo se presenta un suelo conformado por una arena arcillosa limosa color pardo claro, en un estado ligeramente húmedo, medianamente compacto; cuyo análisis granulométrico se subdivide en grava con un 9.9% arena con un 41.5% y fino en un 48.6%, hasta una profundidad de 1.50 m.	SC-SM	
1.50			NIVEL FREATICO NO ALCANZADO		
2.00					
3.00					
 LEM-ENGIL S.R.L. VICTORY H. HERVAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 54605					



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL PROYECTO : COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFTO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022 UBICACIÓN : AV. LOS INCAS, COMAS CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.50 m. ESTRUCTURA : - KM / Nº CAPA : -				FORM-LEM-ENGIL- PERF-ESE-033 REV 2022	
				C-3	
				PROFUNDIDAD : 1.50 m.	
PROF. (m.)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	CLASI F. (SUCS)	SIMBOLO
0.10	↑ A CIELO ABIERTO ↓	S/M	Se presenta un suelo conformado por un suelo organico con presencia media de vegetación y raíces color marrón claro, en un estado medianamente húmedo, medianamente compacto; hasta una profundidad de 0.10 m.	OH	
1.00		M-1	Subyaciendo se presenta un suelo conformado por una arena limosa con grava color pardo claro, en un estado ligeramente húmedo, medianamente compacto; cuyo análisis granulométrico se subdivide en grava con un 35.4% arena con un 41.2% y fino en un 23.4%, hasta una profundidad de 1.50 m.	SM	
1.50			NIVEL FREATICO NO ALCANZADO		
2.00					
3.00					



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-023
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-023
CALICATA	: C-1/M-1	FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO: 15/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	SC-SM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	A-B05
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	880.4
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	873.4
Peso del Recipiente	g.	657.0
Peso del Agua	g.	7.0
Peso del Suelo Seco	g.	216.4
Humedad	%	3.2
Promedio de Humedad	%	3.2
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	3	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

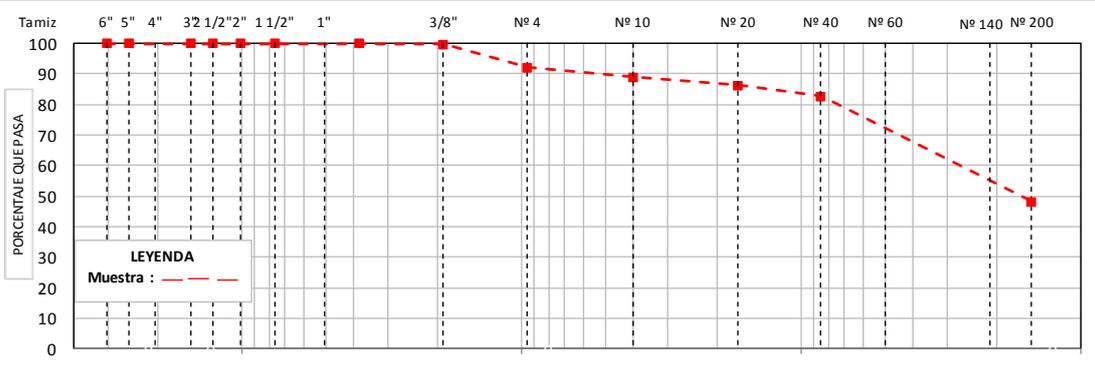


LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-023
CALICATA	: C-1/M-1	FECHA DE MUESTREO : 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO : 15/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco:	254.0	g.	
5"	127.000					Peso Fracción < 3"	-	g.	
4"	101.600					Peso Fracción < N°4:	233.8	g.	
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10:	-	g.	
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado:	Horno	X	110 °C
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Cocina		
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	AASHTO	A-4 (3)	
1/2"	12.700	0					ASTM D 2487	SC-SM	
3/8"	9.500	1.0	0.4	0.4	99.6	% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	
1/4"	6.350						BOLONOS:	0.0	
N° 4	4.750	19.2	7.6	8.0	92.0		GRAVA:	8.0	
N° 8	2.360						ARENA:	43.9	
N° 10	2.000	7.8	3.1	11.0	89.0		FINOS:	48.2	
N° 16	1.180					Observaciones: NINGUNA			
N° 20	0.840	6.8	2.7	13.7	86.3	Nombre de Grupo: Arena arcilloso-limosa			
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	9.3	3.7	17.4	82.6	ASTM D4318 L.L: 23 LP: 17 IP: 7			
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	18.2	7.2	24.5	75.5				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	59.1	23.3	47.8	52.2				
N° 200	0.075	10.2	4.0	51.8	48.2				
< 200	FONDO	122.4	48.2	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno	X	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado: Mecánico	x	N° Balanza 01: BL09	N° de Certificado: 153-CM-M-2022
		N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Observaciones: NINGUNA.		N° Tamizador: -	N° de Certificado: -

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54505

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGIL-LIM1-010 REV. 2022																									
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023																											
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-023																									
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022																											
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-023																									
CALICATA	: C-1/M-1		FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023																									
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.		FECHA DE ENSAYO: 16/04/2023																									
LIMITE LIQUIDO (Método A)			DATOS DE LA MUESTRA																									
Tarro (Recipiente)	N°	10B	49B	67B	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																							
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	31.20	32.47	29.83	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SC-SM																							
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	28.40	29.30	27.00																								
Peso de Agua	g.	2.80	3.17	2.83																								
Peso del Tarro	g.	15.87	15.98	15.46	TEMPERATURA DE SECADO																							
Peso del Suelo Seco	g.	12.53	13.32	11.54	Metodo de Secado: Horno																							
Contenido de Humedad	%	22.35	23.80	24.52	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																							
Número de Golpes		32	25	17	Agua Utilizada: Destilada																							
LIMITE PLÁSTICO			<table border="1"> <tr> <td>N° de Golpes, N</td> <td>Factor K</td> </tr> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </table>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																											
20	0.974																											
21	0.979																											
22	0.985																											
23	0.990																											
24	0.995																											
25	1.000																											
26	1.005																											
27	1.009																											
28	1.014																											
29	1.018																											
30	1.022																											
Tarro (Recipiente)	N°	02B	30																									
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	19.04	19.00																									
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	18.52	18.50																									
Peso de Agua	g.	0.52	0.50																									
Peso del Tarro	g.	15.45	15.51																									
Peso del Suelo Seco	g.	3.07	2.99																									
Contenido de Humedad	%	16.94	16.72																									
<p>Número de Golpes, N</p>			<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W_n (N / 25)^{0.121} \quad \bullet \quad LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. W_n = Contenido de Humedad. K = Factor para Limite Líquido.</p>																									
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			RESULTADOS OBTENIDOS																									
Procedimiento de Secado:	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
			N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																								
			N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																											
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																												
		<p>LEM-ENGIL S.R.L.</p> <p>VICTOR H. HERVAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.T.P. 54809</p>																										
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																												



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-024
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-024
CALICATA	: C-2/M-1	FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO: 15/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	SC-SM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	A-T03
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	1107.5
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	1087.5
Peso del Recipiente	g.	252.8
Peso del Agua	g.	20.0
Peso del Suelo Seco	g.	834.7
Humedad	%	2.4
Promedio de Humedad	%	2.4
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	2	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno:	HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
N° Balanza 01:	BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

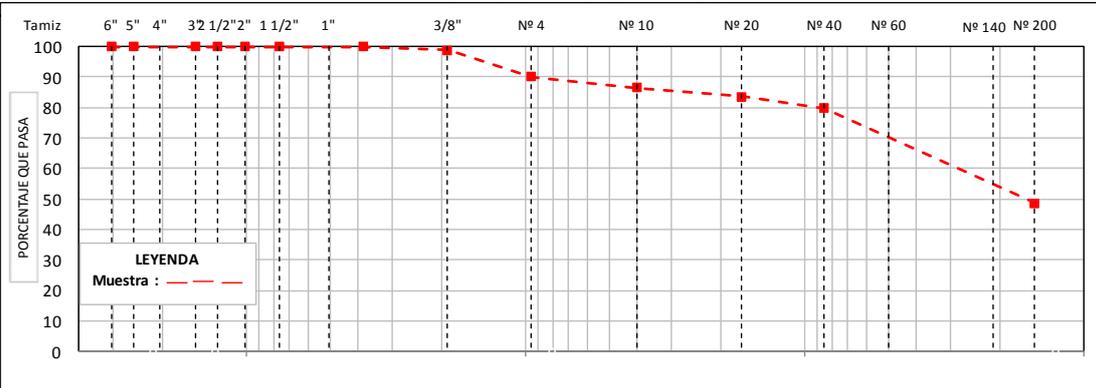


LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGL-EMS-23-024 COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-024
CALICATA	: C-2/M-1	FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO: 15/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREO POR: LEM-ENGL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 254.0 g.			
5"	127.000					Peso Fracción < 3" : - g.			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 228.9 g.			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g.			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		AASHTO	A-4 (3)
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0			ASTM D 2487	SC-SM
1/2"	12.700	0				% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	100.0
3/8"	9.500	3.0	1.2	1.2	98.8		BOLONOS:	0.0	
1/4"	6.350						GRAVA:	9.9	
N° 4	4.750	22.1	8.7	9.9	90.1		ARENA:	41.5	
N° 8	2.360						FINOS:	48.6	
N° 10	2.000	9.3	3.7	13.5	86.5	Observaciones: NINGUNA			
N° 16	1.180					Nombre de Grupo: Arena arcilloso-limosa			
N° 20	0.840	7.5	3.0	16.5	83.5	ASTM D4318 L.L: 23 LP: 17 IP: 7			
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	9.7	3.8	20.3	79.7				
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	22.8	9.0	29.3	70.7				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	47.1	18.5	47.8	52.2				
N° 200	0.075	9.1	3.6	51.4	48.6				
< 200	FONDO	123.4	48.6	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01: BL09	N° de Certificado: 153-CM-M-2022
Observaciones: NINGUNA.	N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
	N° Tamizador: -	N° de Certificado: -

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVASIACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LIM1-010 REV. 2022
-----------------------	---	--------------------------------------

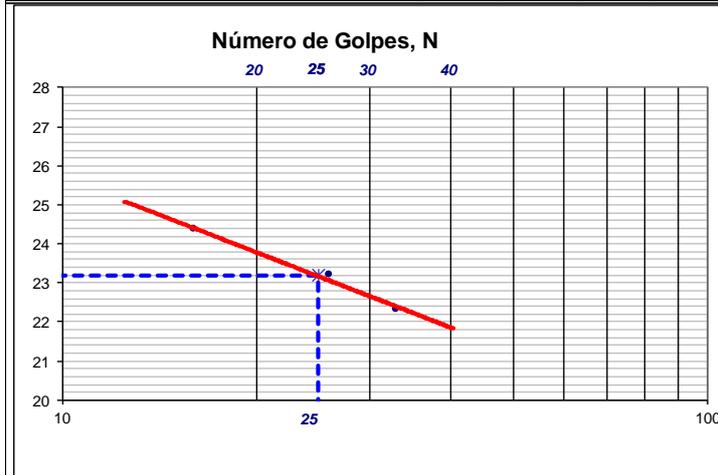
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	N° DE CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-024
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	PROYECTO : COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-024
CALICATA	: C-2/M-1	FECHA DE MUESTREO : 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO : 16/04/2023

LIMITE LIQUIDO (Método A)					
Tarro (Recipiente)	N°	23B	8	13	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	34.44	37.40	43.61	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	31.12	33.50	38.23	
Peso de Agua	g.	3.32	3.90	5.38	
Peso del Tarro	g.	16.23	16.69	16.14	
Peso del Suelo Seco	g.	14.89	16.81	22.09	
Contenido de Humedad	%	22.30	23.20	24.35	
Número de Golpes		33	26	16	

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	SC-SM
TEMPERATURA DE SECADO	
Metodo de Secado:	Horno
Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C
Agua Utilizada:	Destilada

LIMITE PLÁSTICO					
Tarro (Recipiente)	N°	8B	30		
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	16.73	16.65		
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	15.66	15.53		
Peso de Agua	g.	1.07	1.12		
Peso del Tarro	g.	9.26	8.80		
Peso del Suelo Seco	g.	6.40	6.73		
Contenido de Humedad	%	16.72	16.64		

N° de Golpes, N	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022



Ecuación de cálculo:

$$LL = W_n (N / 25)^{0.121} \quad \bullet \quad LL = KW^n$$

Donde N = Número de golpes.
W_n = Contenido de Humedad.
K = Factor para Límite Líquido.

RESULTADOS OBTENIDOS		
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LIQUIDO	PLÁSTICO	
23	17	7

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado:	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02
			N° de Certificado: 291-CT-T-2022
			N° Casagrande: CCM02
			N° de Certificado: CI-004-2022
Observaciones:	NINGUNA.		N° Balanza 01: BL16
			N° de Certificado: 022-CMM-2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR F. HERMIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54805

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-024		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-024
CALICATA	: C-2/M-1	FECHA DE MUESTREO:	14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO:	16/04/2023

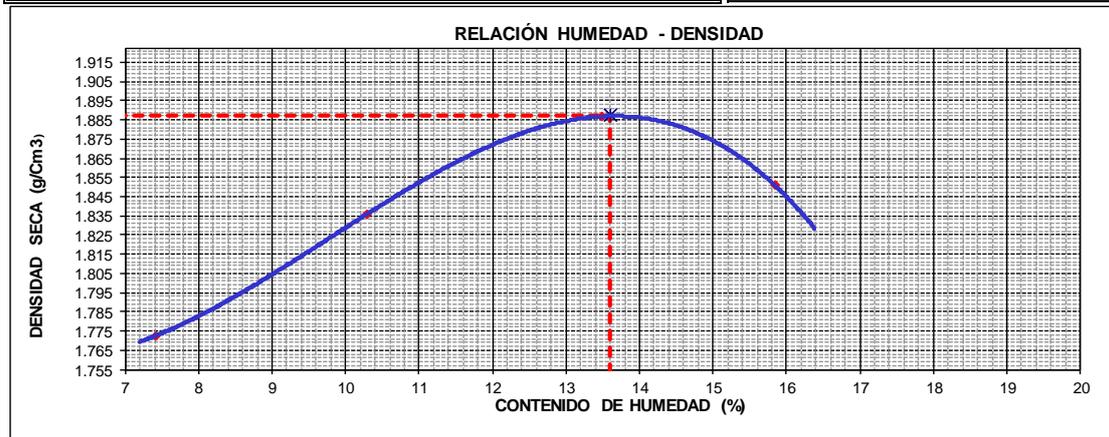
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	0.0 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	1.2 %	Molde N°:	4
Retenido en el Tamiz N°4 :	9.9 %	Peso de Molde:	3880 g.
Método:	"A"	Volumen de Molde:	943 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5
Peso de Suelo + Molde	g. 5675	5789	5899	5902	
Peso de Molde	g. 3880	3880	3880	3880	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 1795	1909	2019	2022	
Volumen del Molde	cm ³ 943	943	943	943	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 1.903	2.024	2.141	2.144	
Tara (Recipiente)	N° F-T05	E-T07	C-T11	E-T04	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 705.9	808.3	744.4	792.4	
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 682.0	763.0	684.3	728.3	
Peso de Tara (Recipiente)	g. 359.0	322.4	238.4	323.5	
Peso de Agua	g. 23.9	45.3	60.1	64.1	
Peso del Suelo Seco	g. 323.0	440.6	445.9	404.8	
Contenido de Agua	% 7.4	10.3	13.5	15.8	
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 1.772	1.836	1.887	1.851	

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestreado por :	LEM-ENGIL SRL

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
ASTM D2487	-
Temperatura de Secado Horno:	110 °C +/- 5 °C

RESULTADOS OBTENIDOS	
Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	1.887
Optimo Contenido de Humedad (%):	13.6



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02 N° de Certificado : 291-CT-T-2022
			N° de Balanza 01 : BL09 N° de Certificado : 153-CM-M-2022
			N° de Balanza 02 : BL12 N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR F. HERVIA ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54508

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

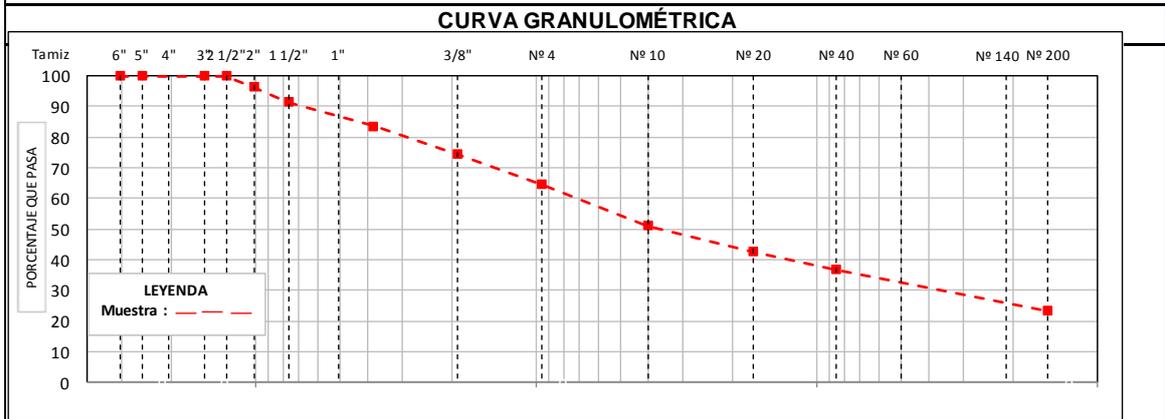
NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-025
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-025
CALICATA	: C-3/M-1	FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.10 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO: 15/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	SM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	PCB-07
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	657.3
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	645.8
Peso del Recipiente	g.	165.2
Peso del Agua	g.	11.5
Peso del Suelo Seco	g.	480.6
Humedad	%	2.4
Promedio de Humedad	%	2.4
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	2	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-025
CALICATA	: C-3/M-1	FECHA DE MUESTREO : 14/04/2023
PROFUNDIDAD	: 0.10 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO : 15/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
6"	152.400					Peso Total Seco: 6015.0 g.			
5"	127.000					Peso Fracción < 3" : - g.			
4"	101.600					Peso Fracción < N°4: 672.1 g.			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°10: - g.			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno X 110 °C Cocina			
2"	50.800	216	3.6	3.6	96.4	RESULTADOS OBTENIDOS			
1 1/2"	38.100	306	5.1	8.7	91.3				
1"	25.400	324.0	5.4	14.1	85.9	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
3/4"	19.000	143.0	2.4	16.4	83.6	AASHTO D 2487		A-1-b (0)	
1/2"	12.700	0				ASTM		SM	
3/8"	9.500	549.0	9.1	25.6	74.4	% DE PARTICULAS			
1/4"	6.350					BLOQUES: 0.0			
N° 4	4.750	593.0	9.9	35.4	64.6	BOLONOS: 0.0			
N° 8	2.360					GRAVA: 35.4			
N° 10	2.000	141.0	13.5	49.0	51.0	ARENA: 41.2			
N° 16	1.180					FINOS: 23.4			
N° 20	0.840	87.6	8.4	57.4	42.6	Observaciones: NINGUNA			
N° 30	0.600					Nombre de Grupo: Arena limosa con grava			
N° 40	0.425	61.8	5.9	63.3	36.7	ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	45.3	4.4	67.7	32.3				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	68.5	6.6	74.3	25.7				
N° 200	0.075	24.7	2.4	76.6	23.4				
< 200	FONDO	243.2	23.4	100.0					



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado	Horno	X	N° de Horno : HN02
	Cocina		N° de Certificado : 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado	Manual	X	N° Balanza 01 : BL09
	Mecánico		N° de Certificado : 153-CM-M-2022
			N° Balanza 02 : BL12
			N° de Certificado : 256-CM-M-2022
			N° Tamizador : -
			N° de Certificado : -
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ

LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERRÍAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54808



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGIL-LMI-010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023																										
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-025																								
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022																										
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-025																								
CALICATA	: C-3/M-1	FECHA DE MUESTREO:	14/04/2023																								
PROFUNDIDAD	: 0.10 - 1.50 m.	FECHA DE ENSAYO:	16/04/2023																								
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA																									
Tarro (Recipiente)	N°		MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
Número de Golpes			TEMPERATURA DE SECADO																								
LIMITE PLÁSTICO		Método de Secado: Horno																									
Tarro (Recipiente)	N°		Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Agua Utilizada: Destilada																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
Número de Golpes, N		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																										
20	0.974																										
21	0.979																										
22	0.985																										
23	0.990																										
24	0.995																										
25	1.000																										
26	1.005																										
27	1.009																										
28	1.014																										
29	1.018																										
30	1.022																										
<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W_n (N / 25)^{0.121} \bullet LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. Wn = Contenido de Humedad. K = Factor para Limite Liquido.</p>		RESULTADOS OBTENIDOS																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES</th> <th rowspan="2">ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LIQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LIQUIDO	PLÁSTICO	NP	NP	NP																
		LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																							
		LIQUIDO	PLÁSTICO																								
NP	NP	NP																									
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																											
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																								
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																										
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																											
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																											



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMÉÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-024
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. LOS INCAS, COMAS		CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-024
CALICATA: C-2/M-1		FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50 m.		FECHA DE ENSAYO: 17/04/2023

Molde N°	2B		7B		15B	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	56		25		10	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	12550	12676	12324	12485	12063	12251
Peso de molde (g)	8011	8011	8018	8018	8011	8011
Peso del suelo húmedo (g)	4539	4665	4306	4467	4052	4240
Volumen del molde (cm ³)	2116	2116	2116	2116	2103	2103
Densidad húmeda (g/cm ³)	2145	2205	2035	2111	1927	2016
% de humedad	13.7	16.9	13.8	17.9	13.7	19.0
Densidad seca (g/cm ³)	1886	1886	1788	1791	1694	1695
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	1883	1883	1883	1883	1883	1883
	100.2	100.2	95.0	95.1	90.0	90.0
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (g)	802.7	934.7	792.9	681.8	896.3	672.3
Tarro + Suelo seco (g)	736.3	835.0	713.0	614.0	803.0	580.0
Peso del Agua (g)	66.4	99.7	79.9	67.8	93.3	92.3
Peso del tarro (g)	253.0	244.9	134.4	234.5	123.3	93.0
Peso del suelo seco (g)	483.3	590.1	578.6	379.5	679.7	487.0
% de humedad	13.7	16.9	13.8	17.9	13.7	19.0

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17-abr-23	14:34:00	0	0.0000	0.000	0.0	0.0000	0	0.0	0.0000	0	0.0
18-abr-23	14:34:00	24	0.0870	0.087	0.0	0.0894	0.0894	0.0	0.0713	0.0713	0.0
19-abr-23	14:34:00	48	0.0978	0.0108	0.0	0.0998	0.0104	0.0	0.1049	0.0336	0.0
20-abr-23	14:34:00	72	0.1233	0.0255	0.0	0.1298	0.0300	0.0	0.1288	0.0239	0.0
21-abr-23	14:34:00	96	0.1512	0.0279	0.0	0.1593	0.0295	0.0	0.1732	0.0444	0.0
Sub Total					0.00			0.00			0.00
Total					0.00 %						

PENETRACIÓN

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 2B				MOLDE N° 7B				MOLDE N° 15B			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		18.0	0.8			16.0	0.7			12.0	0.5		
0.050		30.0	1.4			27.0	1.2			23.0	1.0		
0.075		55.0	2.7			55.0	2.7			46.0	2.2		
0.100	70.31	81.0	4.0	8.0	11.4	77.0	3.8	6.0	8.5	67.0	3.3	4.9	7.0
0.125		109.0	5.4			103.0	5.1			98.0	4.9		
0.150		155.0	7.8			135.0	6.8			125.0	6.3		
0.175		183.0	9.2			161.0	8.1			155.0	7.8		
0.200	105.00	230.0	11.6	15.4	14.7	211.0	10.7	13.4	12.8	183.0	9.2	11.0	10.5
0.300		386.0	19.7			341.0	17.3			284.0	14.4		
0.400		532.0	27.1			437.0	22.3			389.0	19.8		
0.500		695.0	35.5			485.0	24.7			411.0	20.9		

PROCEDIMIENTO DE SECADO:

HORNO SECADO COCINA

PRESNA CBR: PCBR-LE-01

N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTORIA HERRIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 54808

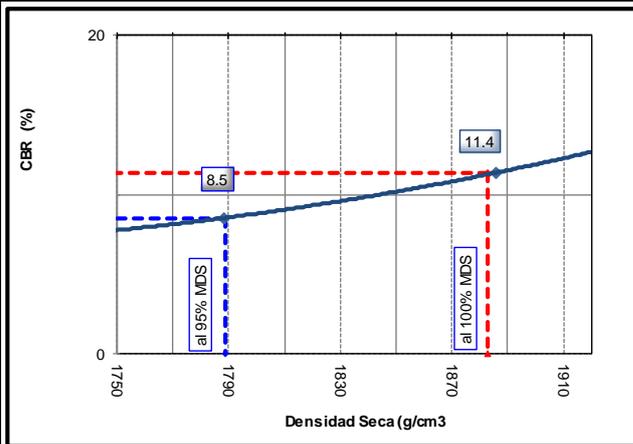
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-024
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-024
CALICATA : C-2/M-1		FECHA DE MUESTREO : 12/04/2023
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.		FECHA DE ENSAYO : 21/04/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **1883 g/cm³**
Optimo Humedad **13.6 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **11.4 %**
CBR al 95 % **8.5 %**

DENSIDAD

Densidad al 100 % **1883 g/cm³**
Densidad al 95 % **1789 g/cm³**

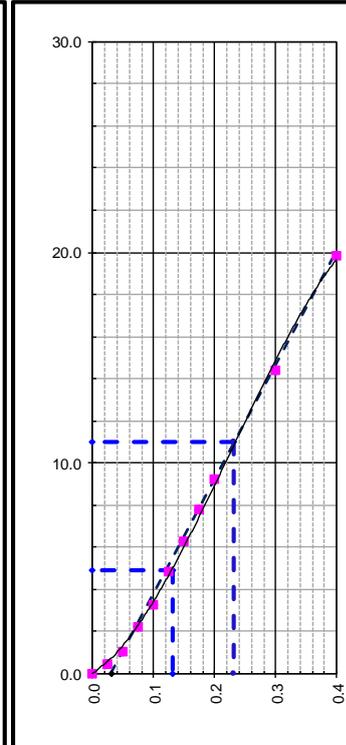
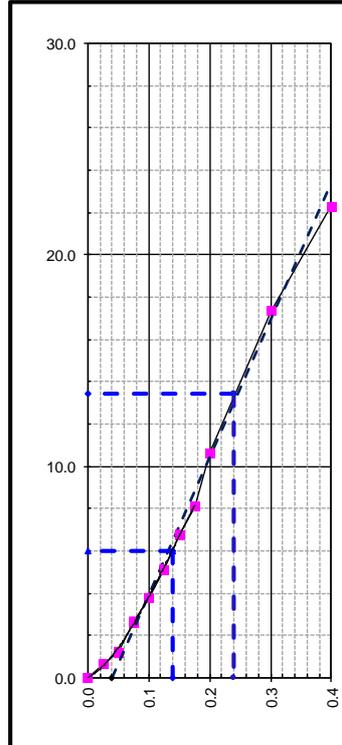
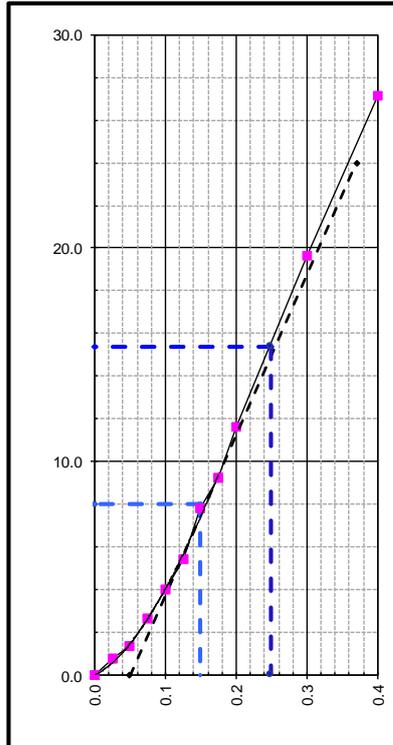
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54805

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-026
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-026
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 24/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	A-B04
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	14738.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	14573.0
Peso del Recipiente	g.	646.0
Peso del Agua	g.	165.0
Peso del Suelo Seco	g.	13927.0
Humedad	%	1.2
Promedio de Humedad	%	1.2
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno:	HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
N° Balanza 01:	BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

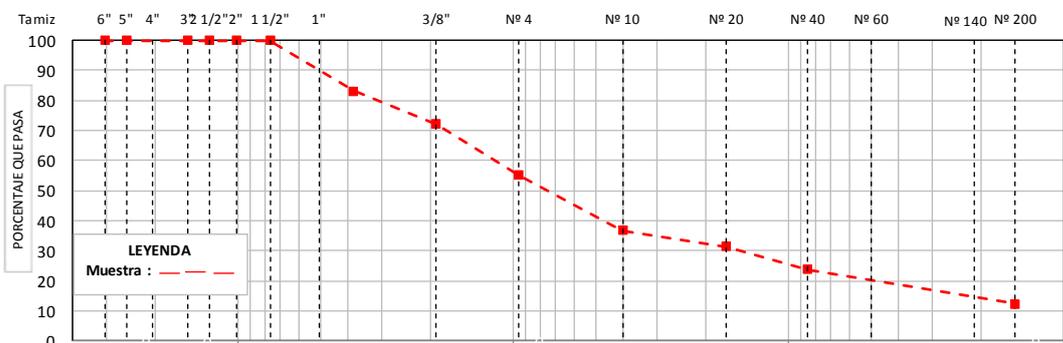


LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-026
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO : 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO : 25/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400					MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000					Peso Total Seco: 13927.0 g.			
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g.			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 534.4 g.			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g.			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C, Cocina <input type="checkbox"/>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	892.0	6.4	6.4	93.6				
3/4"	19.000	1455.0	10.4	16.9	83.1	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/2"	12.700	0						AASHTO	A-1-a (0)
3/8"	9.500	1522.0	10.9	27.8	72.2			ASTM D 2487	GM
1/4"	6.350							% DE PARTICULAS	
N° 4	4.750	2394.0	17.2	45.0	55.0				
N° 8	2.360								
N° 10	2.000	178.2	18.4	63.3	36.7				
N° 16	1.180								
N° 20	0.840	51.4	5.3	68.6	31.4				
N° 30	0.600							Observaciones: NINGUNA	
N° 40	0.425	74.5	7.7	76.3	23.7				
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	44.3	4.6	80.8	19.2				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	42.3	4.4	85.2	14.8			Nombre de Grupo: Grava limosa con arena	
N° 200	0.075	24.5	2.5	87.7	12.3				
< 200	FONDO	119.2	12.3	100.0					
						ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
		N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
		N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-

Observaciones: NINGUNA.

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR HERRERA ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGL-LMI-010 REV. 2022	
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRÁFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-026	
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023	
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023	
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA	
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487): GM	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.		
Peso de Agua	g.	TEMPERATURA DE SECADO	
Peso del Tarro	g.	Metodo de Secado: Horno	
Peso del Suelo Seco	g.	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C	
Contenido de Humedad	%	Agua Utilizada: Destilada	
Número de Golpes			
LIMITE PLÁSTICO		N° de Golpes, N	
Tarro (Recipiente)	N°	Factor K	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	20 0.974	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	21 0.979	
Peso de Agua	g.	22 0.985	
Peso del Tarro	g.	23 0.990	
Peso del Suelo Seco	g.	24 0.995	
Contenido de Humedad	%	25 1.000	
		26 1.005	
		27 1.009	
		28 1.014	
		29 1.018	
		30 1.022	
Número de Golpes, N		Ecuación de cálculo:	
50	20 25 30 40	$LL = W^n (N / 25)^{0.121} \circ LL = KW^n$	
49		Donde N = Número de golpes.	
48		W^n = Contenido de Humedad.	
47		K = Factor para Limite Liquido.	
46			
45		RESULTADOS OBTENIDOS	
44		LIMITES	
43		LIQUIDO PLÁSTICO	
42		ÍNDICE PLÁSTICO	
41		NP NP NP	
40			
39			
38			
37			
36			
35			
34			
33			
32			
31			
30			
10	25	100	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	
		N° de Certificado: 291-CT-T-2022	
		N° de Casagrande: CCM02	
		N° de Certificado: CI-004-2022	
		N° de Balanza 01: BL16	
		N° de Certificado: 022-CMM-2022	
Observaciones:	NINGUNA.		
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS			
		LEM-ENGIL S.R.L.	
		VICTOR H. HERVIAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 54809	
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.			



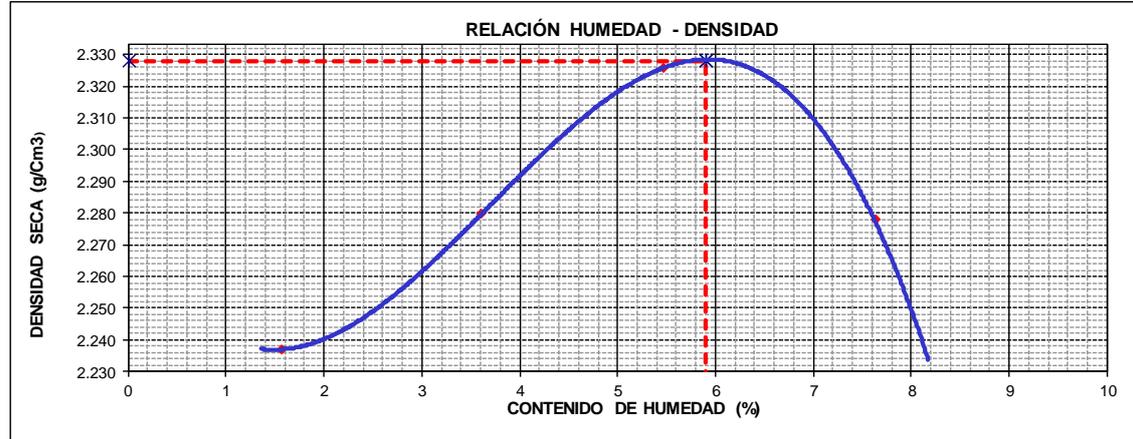
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
----------------	---	---------------------------------------

N° DE SOLICITUD : **LCE-047-04-2023**
SOLICITANTE : **LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL** N° DE CERTIFICADO: **LEM-ENGIL-EMS-23-026**
PROYECTO : **COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS 2022**
UBICACIÓN DEL PROYECTO : **AV. LOS INCAS, COMAS** N° CODIGO DE MUESTRA: **LMS-2023-026**
MATERIAL : **BASE GRANULAR** FECHA DE MUESTREO: **22/04/2023**
PROCEDENCIA : **-** FECHA DE ENSAYO: **25/04/2023**

DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	16.9 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	27.8 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	45.0 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo + Molde	g. 11913	12103	12296	12293		Muestreado por : LEM-ENGIL SRL	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4812	5002	5195	5192		ASTM D2487	-
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.272	2.362	2.453	2.451		RESULTADOS OBTENIDOS	
Tara (Recipiente)	N° E-T04	E-T06	D-T06	C-T02		Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	2.328
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 739.4	884.4	747.1	953.4		Optimo Contenido de Humedad (%) :	5.9
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 733.0	865.0	721.6	903.0			
Peso de Tara (Recipiente)	g. 323.5	326.7	255.0	242.0			
Peso de Agua	g. 6.4	19.4	25.5	50.4			
Peso del Suelo Seco	g. 409.5	538.3	466.6	661.0			
Contenido de Agua	% 1.6	3.6	5.5	7.6			
Peso Volumétrico Seco	'cm ³ 2.237	2.280	2.326	2.278			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO				
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
			N° Balanza 01 : BL09	N° de Certificado : 153-CM-M-2022
			N° Balanza 02 : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.			

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR HERRERIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-026
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS		° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-026
MATERIAL: BASE GRANULAR		FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : CANTERA UNICON - JICAMARCA		FECHA DE ENSAYO : 25/04/2023

	1B		3B		15B	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	12491	12509	12987	13019	12680	12718
Peso de molde (g)	7265	7265	8062	8062	8011	8011
Peso del suelo húmedo (g)	5226	5244	4925	4957	4669	4707
Volumen del molde (cm ³)	2120	2120	2105	2105	2103	2103
Densidad húmeda (g/cm ³)	2465	2474	2340	2355	2220	2238
% de humedad	5.9	6.3	5.9	6.5	5.9	6.8
Densidad seca (g/cm ³)	2329	2328	2211	2212	2096	2095
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2328	2328	2328	2328	2328	2328
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0
Tarro N°	E-T03	E-T05	E-T01	E-T04	E-T07	F-T02
Tarro + Suelo húmedo (g)	1021.5	2145.1	983.6	1153.4	796.5	1020.2
Tarro + Suelo seco (g)	982.2	2036.9	946.0	1103.0	770.0	978.0
Peso del Agua (g)	39.3	108.2	37.6	50.4	26.5	42.2
Peso del tarro (g)	311.8	316.5	302.8	323.5	322.4	358.0
Peso del suelo seco (g)	670.4	1720.4	643.2	779.5	447.6	620.0
% de humedad	5.9	6.3	5.9	6.5	5.9	6.8

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25-abr-23											
26-abr-23											
27-abr-23											
28-abr-23											
29-abr-23											
Sub Total											
Total											

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1B				MOLDE N° 3B				MOLDE N° 15B			
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.0	0.0				0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025	189.0	9.5				88.0	4.4			73.0	3.6		
0.050	432.0	22.0				219.0	11.1			189.0	9.5		
0.075	782.0	40.0				425.0	21.7			278.0	14.1		
0.100	997.0	51.0	65.0	92.4		689.0	35.2	54.0	76.8	375.0	19.1	28.0	39.8
0.125	1378.0	70.6				987.0	50.5			485.0	24.7		
0.150	1843.0	94.4				1328.0	68.0			672.0	34.3		
0.175	2198.0	112.7				1698.0	87.0			892.0	45.6		
0.200	2703.0	138.6	147.0	140.0		2093.0	107.3	121.0	115.2	1092.0	55.9	60.0	57.1
0.300	3654.0	187.4				2983.0	152.9			1587.0	81.3		
0.400	4255.0	218.2				3657.0	187.5			1928.0	98.8		
0.500	4892.0	250.9				4055.0	208.0			2459.0	126.1		

PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO PRENSA CBR: PCBR-LE-01
N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



V°B°



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 54809

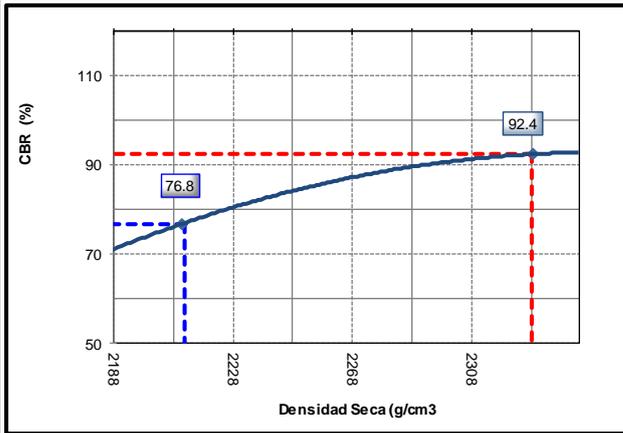
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-026		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-026	
MATERIAL : BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023	
PROCEDENCIA : CANTERA UNICON - JICAMARCA	FECHA DE ENSAYO : 29/04/2023	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **2328 g/cm³**
Optimo Humedad **5.9 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **92.4 %**
CBR al 95 % **76.8 %**

DENSIDAD

Densidad al 100 % **2328 g/cm³**
Densidad al 95 % **2212 g/cm³**

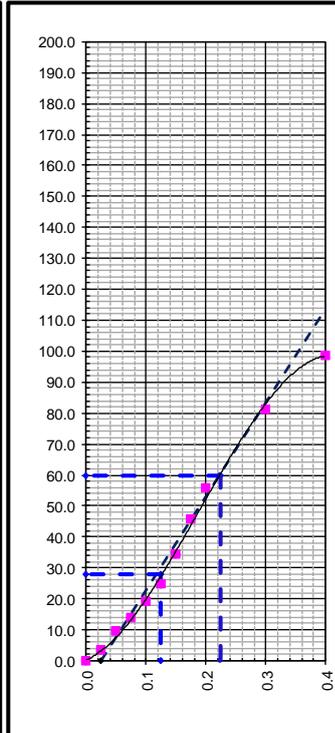
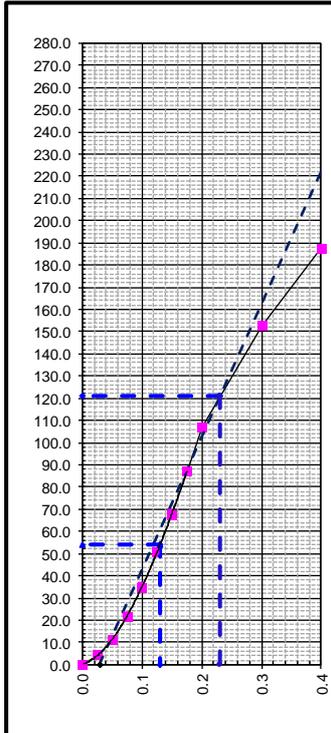
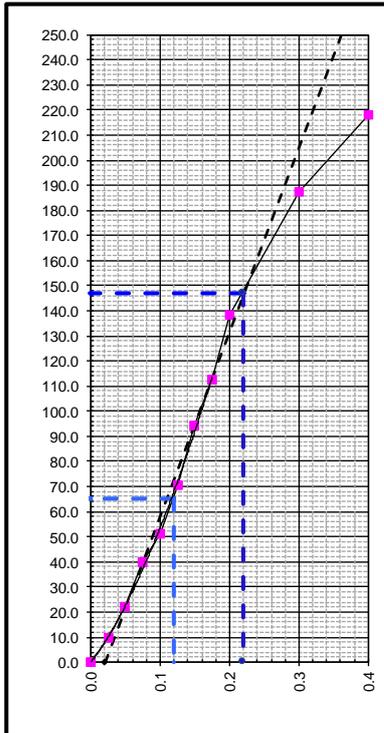
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR F. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-027
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-027
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 24/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	B-B01
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	13208.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	13079.0
Peso del Recipiente	g.	639.0
Peso del Agua	g.	129.0
Peso del Suelo Seco	g.	12440.0
Humedad	%	1.0
Promedio de Humedad	%	1.0
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

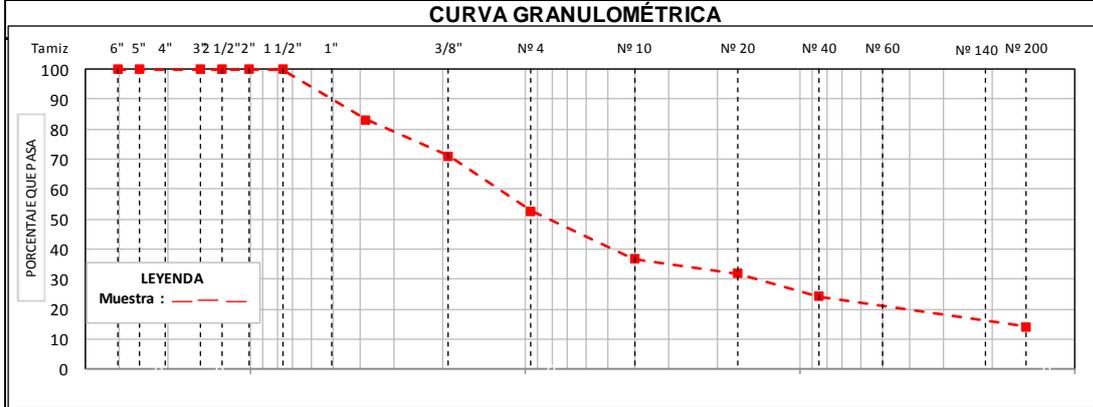


LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
----------------	--	--------------------------------------

N° DE SOLICITUD : LCE-047-04-2023
SOLICITANTE : LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO /
REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-027
PROYECTO : COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE
COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-027
MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 2.2% POLVO DE GRAFITO FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA : - FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400					MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000					Peso Total Seco: 12440.0 g			
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 655.4 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno X 110 °C Cocina			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.400	733.0	5.9	5.9	94.1				
3/4"	19.000	1378.0	11.1	17.0	83.0				
1/2"	12.700	0				RESULTADOS OBTENIDOS			
3/8"	9.500	1495.0	12.0	29.0	71.0				
1/4"	6.350								
N° 4	4.750	2289.0	18.4	47.4	52.6	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
N° 8	2.360					AASHTO D 2487 A-1-a (0) GM			
N° 10	2.000	199.4	16.0	63.4	36.6	% DE PARTICULAS			
N° 16	1.180					BLOQUES: 0.0 BOLONES: 0.0 GRAVA: 47.4 ARENA: 38.6 FINOS: 14.0			
N° 20	0.840	59.4	4.8	68.2	31.8	Observaciones: NINGUNA			
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	95.4	7.7	75.8	24.2	Nombre de Grupo: Grava limosa con arena			
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	61.4	4.9	80.7	19.3				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	44.3	3.6	84.3	15.7				
N° 200	0.075	21.4	1.7	86.0	14.0				
< 200	FONDO	174.1	14.0	100.0		ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO						
Procedimiento de Secado:	Horno	X	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
	Cocina		N° Balanza 01:	BL09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
			N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual	x	N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-
	Mecánico					
Observaciones:	NINGUNA.					

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ

LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR HERRERA ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGL-LMI-010 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-027
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GM
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	
Peso de Agua	g.	
Peso del Tarro	g.	
Peso del Suelo Seco	g.	TEMPERATURA DE SECADO
Contenido de Humedad	%	Metodo de Secado: Horno
Número de Golpes		Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C
		Agua Utilizada: Destilada
LIMITE PLÁSTICO		
Tarro (Recipiente)	N°	N° de Golpes, N
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Factor K
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	20 0.974
Peso de Agua	g.	21 0.979
Peso del Tarro	g.	22 0.985
Peso del Suelo Seco	g.	23 0.990
Contenido de Humedad	%	24 0.995
		25 1.000
		26 1.005
		27 1.009
		28 1.014
		29 1.018
		30 1.022
Número de Golpes, N		
Ecuación de cálculo:		
$LL = W^n (N / 25)^{0.121}$ o $LL = KW^n$		
Donde N = Número de golpes.		
W ⁿ = Contenido de Humedad.		
K = Factor para Limite Liquido.		
RESULTADOS OBTENIDOS		
LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LIQUIDO	PLÁSTICO	
NP	NP	NP
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Procedimiento de Secado :	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02
		N° de Certificado : 291-CT-T-2022
		N° de Certificado : CCM02
		N° de Certificado : CI-004-2022
		N° de Certificado : 022-CMM-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



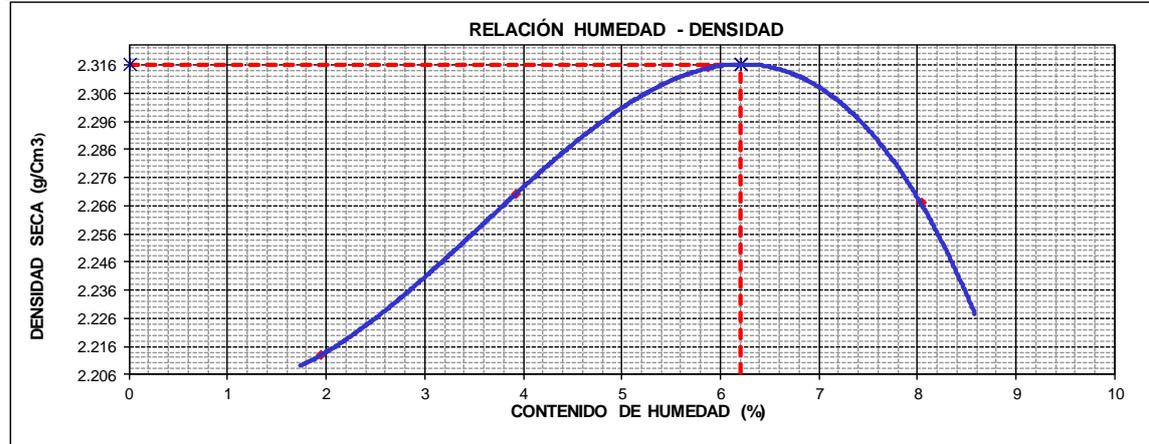
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUÑO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-027	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-027
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023

DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	17.0 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	29.0 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	47.4 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo + Molde	g. 11878	12098	12292	12288		Muestreado por : LEM-ENGIL SRL	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4777	4997	5191	5187		ASTM D2487	-
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.255	2.359	2.451	2.449		RESULTADOS OBTENIDOS	
Tara (Recipiente)	N° PCB-16	PCB-15	C-T10	PCB-07		Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	2.316
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 1333.2	1102.2	772.8	851.0		Optimo Contenido de Humedad (%) :	6.2
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 1312.0	1068.0	743.2	800.0			
Peso de Tara (Recipiente)	g. 216.4	196.4	239.3	165.1			
Peso de Agua	g. 21.2	34.2	29.6	51.0			
Peso del Suelo Seco	g. 1095.6	871.6	503.9	634.9			
Contenido de Agua	% 1.9	3.9	5.9	8.0			
Peso Volumétrico Seco	'cm ³ 2.213	2.270	2.315	2.267			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	
	N° de Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
	N° Balanza 01 :	BL09	N° de Certificado : 153-CM-M-2022
	N° Balanza 02 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO	
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.	



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-027
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS		° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-027
MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 2.2% POLVO DE GRAFITO		FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 25/04/2023

	8B		9B		14B	
	5	5	5	5	5	5
	56		25		10	
Molde N°						
N° Capa						
Golpes por capa N°						
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	12774	12789	11217	11232	12840	12863
Peso de molde (g)	7546	7546	6265	6265	8146	8146
Peso del suelo húmedo (g)	5228	5243	4952	4967	4694	4717
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2118	2118	2120	2120
Densidad húmeda (g/cm ³)	2459	2466	2338	2345	2214	2225
% de humedad	6.2	6.5	6.2	6.6	6.2	6.7
Densidad seca (g/cm ³)	2316	2316	2201	2200	2085	2085
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2316	2316	2316	2316	2316	2316
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0
Tarro N°	C-T08	E-T03	PCB-01	PCB-06	PCB-08	PCB-12
Tarro + Suelo húmedo (g)	1170.0	2064.9	872.3	1331.2	926.4	1229.1
Tarro + Suelo seco (g)	1115.5	1958.5	830.9	1259.0	882.0	1159.8
Peso del Agua (g)	54.5	106.4	41.4	72.2	44.4	69.3
Peso del tarro (g)	232.6	311.9	164.6	166.7	165.7	130.8
Peso del suelo seco (g)	882.9	1646.6	666.3	1092.3	716.3	1029.0
% de humedad	6.2	6.5	6.2	6.6	6.2	6.7

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25-abr-23											
26-abr-23											
27-abr-23											
28-abr-23											
29-abr-23											
Sub Total											
Total											

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 8B				MOLDE N° 9B				MOLDE N° 14B			
		Dial (div)	CARGA kg/cm ²	CORRECCIÓN kg/cm ²	%	Dial (div)	CARGA kg/cm ²	CORRECCIÓN kg/cm ²	%	Dial (div)	CARGA kg/cm ²	CORRECCIÓN kg/cm ²	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		178.0	9.0			93.0	4.6			79.0	3.9		
0.050		445.0	22.7			254.0	12.9			212.0	10.7		
0.075		834.0	42.6			468.0	23.9			314.0	16.0		
0.100	70.31	1150.0	58.9	69.0	98.1	728.0	37.2	57.0	81.1	419.0	21.3	32.0	45.5
0.125		1403.0	71.9			1032.0	52.8			543.0	27.7		
0.150		1923.0	98.5			1378.0	70.6			734.0	37.5		
0.175		2225.0	114.0			1743.0	89.3			982.0	50.2		
0.200	105.00	2764.0	141.7	152.0	144.8	2178.0	111.6	126.0	120.0	1234.0	63.2	68.0	64.8
0.300		3782.0	194.0			3102.0	159.1			1688.0	86.5		
0.400		4354.0	223.3			3782.0	194.0			2183.0	111.9		
0.500		4905.0	251.6			4178.0	214.3			2688.0	137.8		

PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO

PRENSA CBR: PCBR-LE-01
N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809

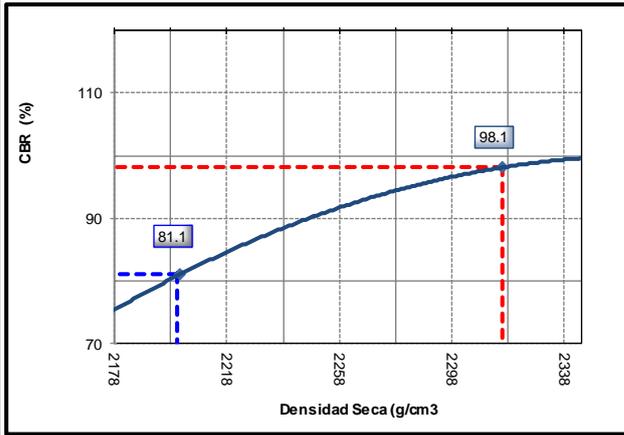
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-027		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 2.2% POLVO DE GRAFITO	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-027
PROYECTO :		FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 29/04/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **2316 g/cm³**
Optimo Humedad **6.2 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **98.1 %**
CBR al 95 % **81.1 %**

DENSIDAD

Densidad al 100 % **2316 g/cm³**
Densidad al 95 % **2200 g/cm³**

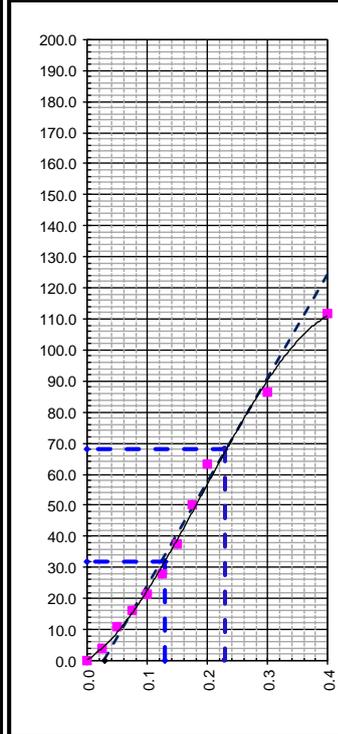
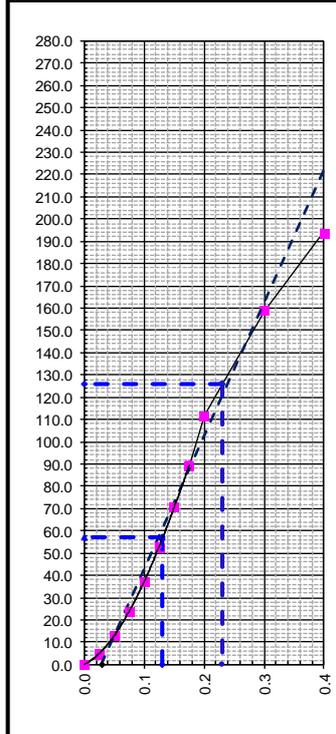
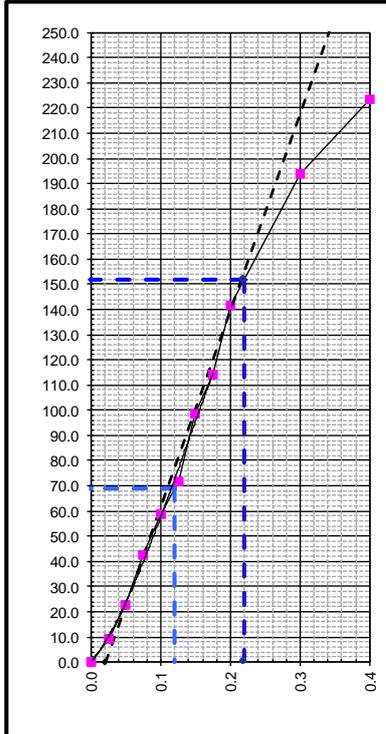
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54889

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-028
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-028
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.7% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 24/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	A-B04
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	14292.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	14142.0
Peso del Recipiente	g.	646.0
Peso del Agua	g.	150.0
Peso del Suelo Seco	g.	13496.0
Humedad	%	1.1
Promedio de Humedad	%	1.1
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

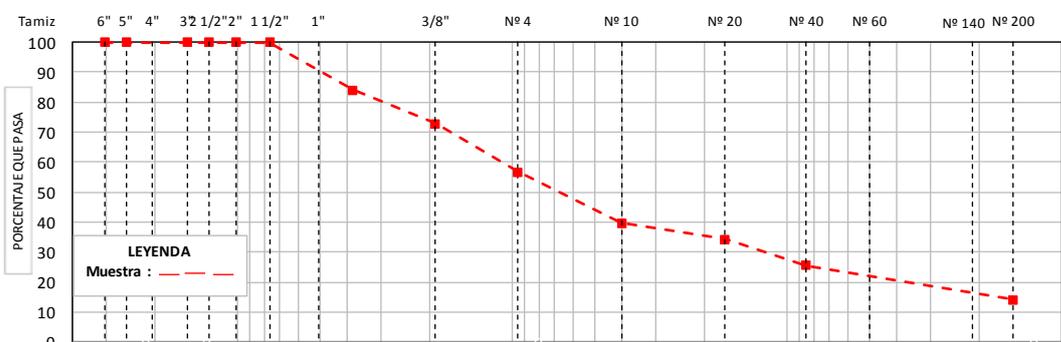


LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-028
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.7% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO : 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO : 25/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA				
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA					
6"	152.400					MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL				
5"	127.000					Peso Total Seco: 13496.0 g				
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g				
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 589.4 g				
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g				
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>				
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS				
1"	25.400	721.0	5.3	5.3	94.7					
3/4"	19.000	1432.0	10.6	16.0	84.0	CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
1/2"	12.700	0								AASHTO
3/8"	9.500	1512.0	11.2	27.2	72.8	ASTM D 2487		GM		
1/4"	6.350					% DE PARTICULAS		100.0		
N° 4	4.750	2188.0	16.2	43.4	56.6				BLOQUES:	0.0
N° 8	2.360								BOLONES:	0.0
N° 10	2.000	178.2	17.1	60.5	39.5				GRAVA:	43.4
N° 16	1.180								ARENA:	42.4
N° 20	0.840	54.6	5.2	65.7	34.3	FINOS:	14.2			
N° 30	0.600					Observaciones: NINGUNA				
N° 40	0.425	92.2	8.9	74.6	25.4	Nombre de Grupo: Grava limosa con arena				
N° 50	0.300					ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP				
N° 60	0.250	57.4	5.5	80.1	19.9					
N° 80	0.177									
N° 100	0.150									
N° 140	0.106	40.3	3.9	84.0	16.0					
N° 200	0.075	19.1	1.8	85.8	14.2					
< 200	FONDO	147.6	14.2	100.0						

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
	N° Balanza 01: BL09	N° de Certificado: 153-CM-M-2022
	N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Procedimiento de Tamizado: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Tamizador: -	N° de Certificado: -

Observaciones: NINGUNA.

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR HERRERA AGOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LIM1-010 REV. 2022		
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023			
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL			
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022			
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-028		
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.7% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023		
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023		
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA		
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL		
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GM		
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.			
Peso de Agua	g.			
Peso del Tarro	g.			
Peso del Suelo Seco	g.			
Contenido de Humedad	%			
Número de Golpes				
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">NP</td> </tr> </table>		NP		TEMPERATURA DE SECADO
		NP		
Metodo de Secado: Horno				
		Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C		
		Agua Utilizada: Destilada		
LIMITE PLÁSTICO				
Tarro (Recipiente)	N°	N° de Golpes, N		
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Factor K		
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	20 0.974		
Peso de Agua	g.	21 0.979		
Peso del Tarro	g.	22 0.985		
Peso del Suelo Seco	g.	23 0.990		
Contenido de Humedad	%	24 0.995		
		25 1.000		
		26 1.005		
		27 1.009		
		28 1.014		
		29 1.018		
		30 1.022		
<p>Número de Golpes, N</p>		<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W_n (N / 25)^{0.121} \text{ o } LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. W_n = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.</p>		
		RESULTADOS OBTENIDOS		
		LIMITES		
LIQUIDO	PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO		
NP	NP	NP		
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO				
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02		
		N° de Certificado : 291-CT-T-2022		
		N° Casagrande : CCM02		
		N° de Certificado : CI-004-2022		
		N° Balanza 01 : BL16		
		N° de Certificado : 022-CMM-2022		
Observaciones:	NINGUNA.			
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS				
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ				



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-028
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 2.7% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023

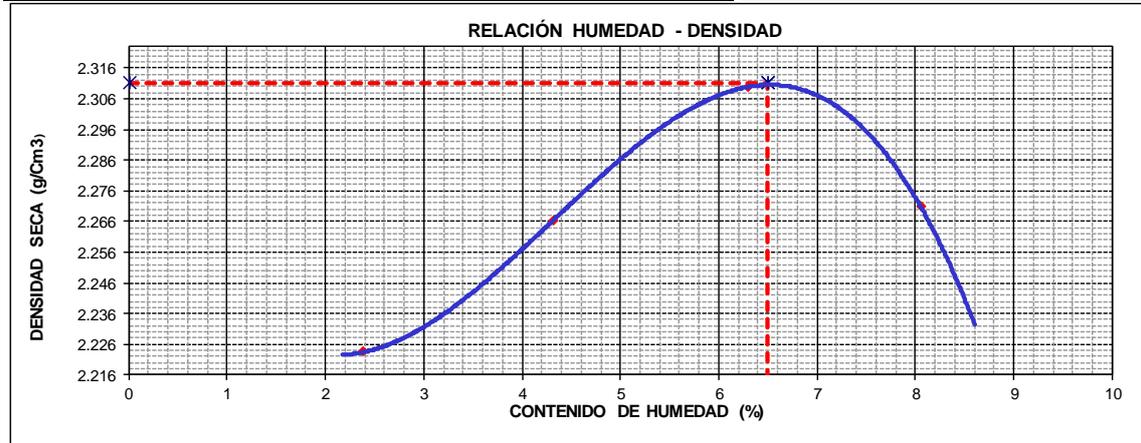
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	16.0 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	27.2 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	43.4 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5
Peso de Suelo + Molde	g. 11922	12108	12301	12298	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4821	5007	5200	5197	
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.276	2.364	2.455	2.454	
Tara (Recipiente)	N° G-T01	F-T04	E-T01	C-T01	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 1817.3	1536.3	1790.0	1390.1	
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 1782.3	1488.0	1702.0	1304.0	
Peso de Tara (Recipiente)	g. 310.0	368.0	302.8	235.0	
Peso de Agua	g. 35.0	48.3	88.0	86.1	
Peso del Suelo Seco	g. 1472.3	1120.0	1399.2	1069.0	
Contenido de Agua	% 2.4	4.3	6.3	8.1	
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.223	2.266	2.310	2.271	

DATOS DE LA MUESTRA
Muestreado por: LEM-ENGIL SRL

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
ASTM D2487	-
Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	

RESULTADOS OBTENIDOS
Máxima Densidad Seca (g/cm ³): 2.311
Optimo Contenido de Humedad (%): 6.5



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
		N° Balanza 01 : BL09	N° de Certificado : 153-CM-M-2022
		N° Balanza 02 : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO
 LEM-ENGIL S.R.L. VICTOR HERRERIAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 54808
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

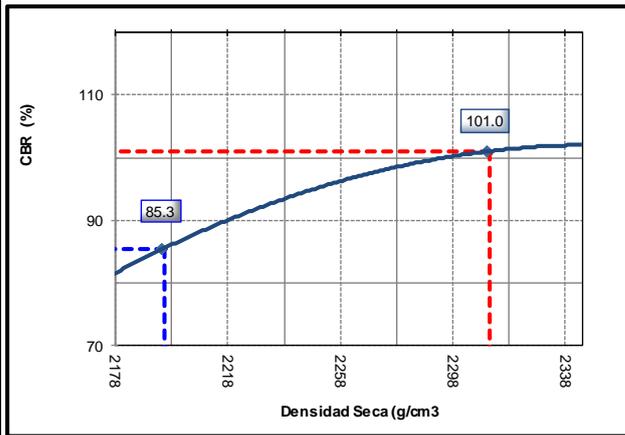
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999				LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04								
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023													
SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL			N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-028										
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022													
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS			° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-028										
MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 2.7% POLVO DE GRAFITO			FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023										
PROCEDENCIA : -			FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023										
Molde N°	2B		7B		2A								
N° Capa	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		10								
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	13218	13235	12960	12984	12722	12745							
Peso de molde (g)	8014	8014	8018	8018	8010	8010							
Peso del suelo húmedo (g)	5204	5221	4942	4966	4712	4735							
Volumen del molde (cm³)	2116	2116	2116	2116	2125	2125							
Densidad húmeda (g/cm³)	2459	2467	2336	2347	2217	2228							
% de humedad	6.5	6.8	6.5	6.9	6.6	7.1							
Densidad seca (g/cm³)	2310	2311	2194	2197	2080	2080							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm³)	2311	2311	2311	2311	2311	2311							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	B-T01	B-T04	A-T07	B-T03	PCB-16	PCB-14							
Tarro + Suelo húmedo (g)	925.1	1021.2	944.5	1283.4	843.9	982.3							
Tarro + Suelo seco (g)	878.0	967.9	892.8	1212.0	805.0	925.7							
Peso del Agua (g)	47.1	53.3	51.7	71.4	38.9	56.6							
Peso del tarro (g)	148.1	180.6	91.5	169.7	216.4	128.8							
Peso del suelo seco (g)	729.9	787.3	801.3	1042.3	588.6	796.9							
% de humedad	6.5	6.8	6.5	6.9	6.6	7.1							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
28-abr-23				<h1>NO EXPANSIVO</h1>									
29-abr-23													
30-abr-23													
01-may-23													
02-may-23													
Sub Total													
Total													
PENETRACIÓN													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 2B				MOLDE N° 7B				MOLDE N° 2A			
		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN
pulg	kg/cm²	Dial (div)	kg/cm²	kg/cm²	%	Dial (div)	kg/cm²	kg/cm²	%	Dial (div)	kg/cm²	kg/cm²	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		189.0	9.5			99.0	4.9			75.0	3.7		
0.050		467.0	23.8			278.0	14.1			223.0	11.3		
0.075		860.0	44.0			498.0	25.4			356.0	18.1		
0.100	70.31	1192.0	61.0	71.0	101.0	765.0	39.1	60.0	85.3	466.0	23.8	36.0	51.2
0.125		1450.0	74.3			1193.0	61.1			613.0	31.3		
0.150		2024.0	103.7			1435.0	73.5			785.0	40.1		
0.175		2535.0	130.0			1798.0	92.1			1023.0	52.3		
0.200	105.00	2872.0	147.3	156.0	148.6	2178.0	111.6	127.0	121.0	1252.0	64.1	71.0	67.6
0.300		3819.0	195.9			3187.0	163.4			1765.0	90.4		
0.400		4412.0	226.3			3819.0	195.9			2254.0	115.5		
0.500		4977.0	255.3			4293.0	220.2			2788.0	142.9		
PROCEDIMIENTO DE SECADO :						HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/>			PRENSA CBR: PCBR-LE-01				
									N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022				
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
						LEM-ENGIL S.R.L. VICTOR H. HERVAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.T.P. 54809							
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-028		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-028
MATERIAL :	BASE GRANULAR MAS 2.7% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 02/05/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **2311 g/cm³**
Optimo Humedad **6.5 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **101.0 %**
CBR al 95 % **85.3 %**

DENSIDAD

Densidad al 100 % **2311 g/cm³**
Densidad al 95 % **2195 g/cm³**

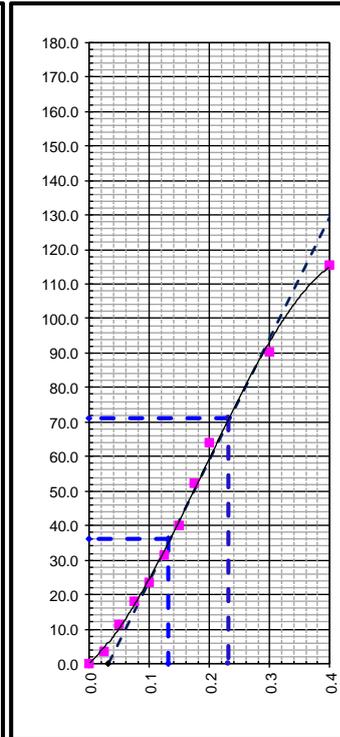
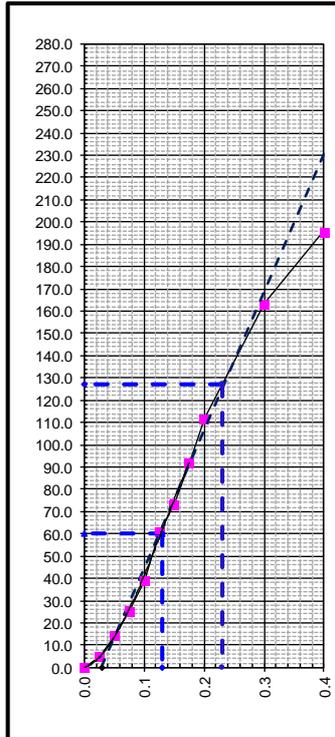
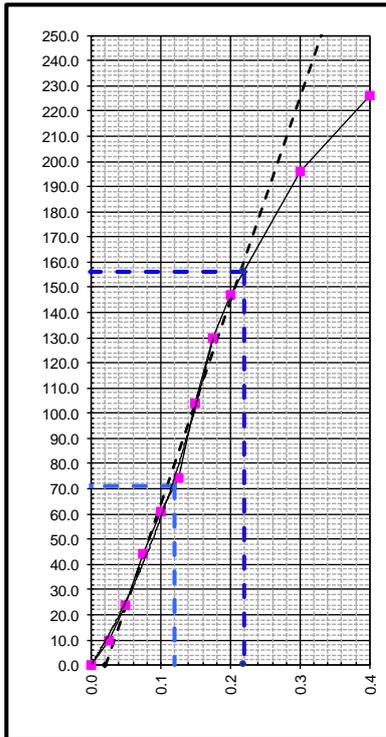
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR HERRERIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-029
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-029
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 24/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	B-B01
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	15708.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	15569.0
Peso del Recipiente	g.	639.0
Peso del Agua	g.	139.0
Peso del Suelo Seco	g.	14930.0
Humedad	%	0.9
Promedio de Humedad	%	0.9
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



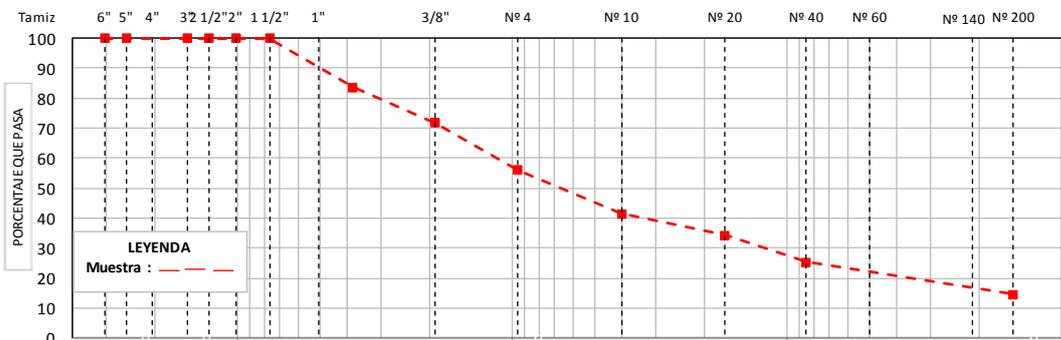
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
----------------	---	--------------------------------------

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-029
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-029
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400					MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000					Peso Total Seco: 14930.0 g			
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 687.3 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	788.0	5.3	5.3	94.7				
3/4"	19.000	1661.0	11.1	16.4	83.6	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/2"	12.700								
3/8"	9.500	1792.0	12.0	28.4	71.6	AASHTO A-1-a (0)			
1/4"	6.350					ASTM D 2487 GM			
N° 4	4.750	2343.0	15.7	44.1	55.9	% DE PARTICULAS			
N° 8	2.360								
N° 10	2.000	177.3	14.4	58.5	41.5	BLOQUES: 0.0			
N° 16	1.180					BOLONES: 0.0			
N° 20	0.840	90.2	7.3	65.9	34.1	GRAVA: 44.1			
N° 30	0.600					ARENA: 41.3			
N° 40	0.425	108.2	8.8	74.7	25.3	FINOS: 14.6			
N° 50	0.300					Observaciones: NINGUNA			
N° 60	0.250	60.2	4.9	79.6	20.4				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	47.5	3.9	83.4	16.6	Nombre de Grupo: Grava limosa con arena			
N° 200	0.075	24.4	2.0	85.4	14.6				
< 200	FONDO	179.5	14.6	100.0		ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
		N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
		N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-

Observaciones: NINGUNA.

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54805

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LMI-010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023																									
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL																									
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS, 2022																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-029																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 25/04/2023																								
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA																								
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
Número de Golpes																										
LIMITE PLÁSTICO		TEMPERATURA DE SECADO																								
Tarro (Recipiente)	N°	Metodo de Secado: Horno																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	Agua Utilizada: Destilada																								
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
<p style="text-align: center;">Número de Golpes, N</p> <p style="text-align: center;">20 25 30 40</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>	N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																									
20	0.974																									
21	0.979																									
22	0.985																									
23	0.990																									
24	0.995																									
25	1.000																									
26	1.005																									
27	1.009																									
28	1.014																									
29	1.018																									
30	1.022																									
Ecuación de cálculo:																										
$LL = W_n (N / 25)^{0.121}$ o $LL = KW^n$																										
Donde N = Número de golpes.																										
W _n = Contenido de Humedad.																										
K = Factor para Limite Liquido.																										
RESULTADOS OBTENIDOS																										
LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																								
LIQUIDO	PLÁSTICO																									
NP	NP	NP																								
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																										
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02																								
		N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
		N° Casagrande: CCM02																								
		N° de Certificado: CI-004-2022																								
		N° Balanza 01: BL16																								
		N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																									
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																										
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																										



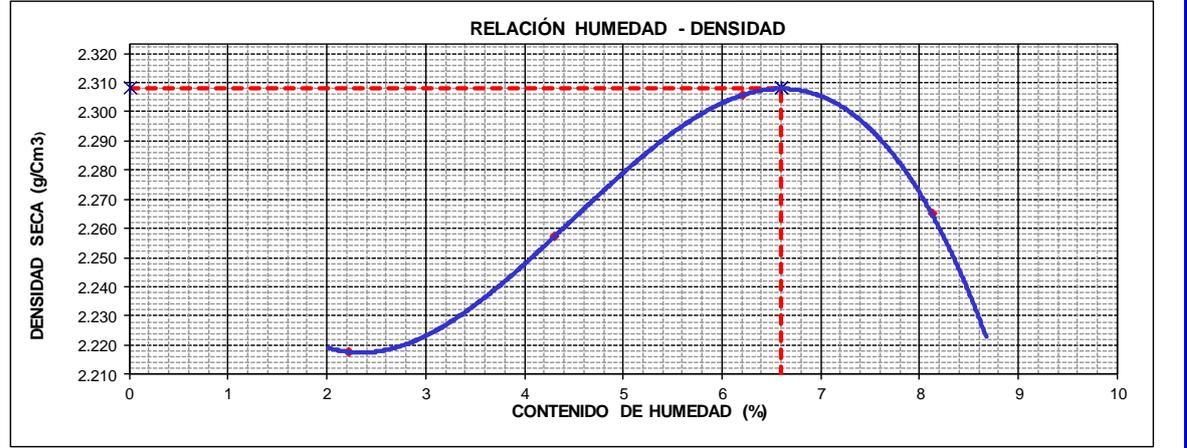
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-029	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-029
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.2% POLVO DE GRAFITO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 26/04/2023

DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	16.4 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	28.4 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	44.1 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo + Molde	g. 11902	12087	12287	12288		Muestreado por : LEM-ENGIL SRL	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4801	4986	5186	5187		ASTM D2487	-
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.267	2.354	2.449	2.449		RESULTADOS OBTENIDOS	
Tara (Recipiente)	N° PCB-01	PCB-03	PCB-10	PCB-12		Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	2.308
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 1512.2	988.3	1383.2	1109.2		Optimo Contenido de Humedad (%) :	6.6
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 1483.0	954.4	1309.0	1035.7			
Peso de Tara (Recipiente)	g. 164.6	165.8	112.2	130.8			
Peso de Agua	g. 29.2	33.9	74.2	73.5			
Peso del Suelo Seco	g. 1318.4	788.6	1196.8	904.9			
Contenido de Agua	% 2.2	4.3	6.2	8.1			
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.218	2.257	2.306	2.265			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02 N° de Certificado : 291-CT-T-2022
			N° de Balanza 01 : BL09 N° de Certificado : 153-CM-M-2022
			N° de Balanza 02 : BL12 N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54305

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

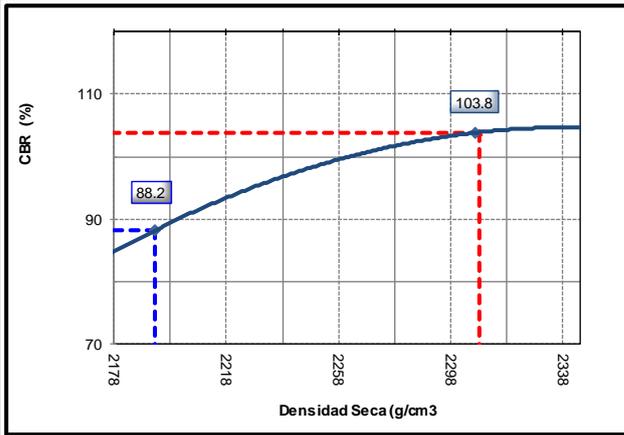
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04											
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023 SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-029 PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022 UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS ° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-029 MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 3.2% POLVO DE GRAFITO FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023 PROCEDENCIA : - FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023													
Molde N°	1A	3A	6B										
N° Capa	5	5	5										
Golpes por capa N°	56	25	10										
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	13381	13395	12882	12902	12813	12849							
Peso de molde (g)	8156	8156	7925	7925	8121	8121							
Peso del suelo húmedo (g)	5225	5239	4957	4977	4692	4728							
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2121	2121	2118	2118							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2458	2464	2337	2347	2215	2232							
% de humedad	6.6	6.8	6.6	7.1	6.6	7.4							
Densidad seca (g/cm ³)	2307	2308	2192	2192	2077	2077							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2308	2308	2308	2308	2308	2308							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	A-T04	A-T09	A-T05	B-T09	B-T12	B-T15							
Tarro + Suelo húmedo (g)	784.7	894.8	610.0	984.1	966.1	1205.4							
Tarro + Suelo seco (g)	742.3	844.0	578.0	926.8	912.9	1130.0							
Peso del Agua (g)	42.4	50.8	32.0	57.3	53.2	75.4							
Peso del tarro (g)	95.4	93.2	93.0	113.9	111.4	116.0							
Peso del suelo seco (g)	646.9	750.8	485.0	812.9	801.5	1014.0							
% de humedad	6.6	6.8	6.6	7.1	6.6	7.4							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
28-abr-23													
29-abr-23													
30-abr-23													
01-may-23													
02-may-23													
Sub Total													
Total													
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1A				MOLDE N° 3A				MOLDE N° 6B			
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		198.0	10.0			103.0	5.1			78.0	3.8		
0.050		489.0	24.9			289.0	14.7			240.0	12.2		
0.075		874.0	44.7			520.0	26.5			373.0	19.0		
0.100	70.31	1213.0	62.1	73.0	103.8	778.0	39.8	62.0	88.2	489.0	24.9	37.0	52.6
0.125		1503.0	77.0			1221.0	62.5			634.0	32.4		
0.150		2045.0	104.8			1478.0	75.7			803.0	41.1		
0.175		2537.0	130.1			1833.0	93.9			1045.0	53.5		
0.200	105.00	2982.0	152.9	160.0	152.4	2210.0	113.3	129.0	122.9	1287.0	65.9	73.0	69.5
0.300		3875.0	198.7			3232.0	165.7			1832.0	93.9		
0.400		4588.0	235.3			3921.0	201.1			2287.0	117.2		
0.500						4355.0	223.4			2854.0	146.3		
PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> PRENSA CBR: PCBR-LE-01 N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022													
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
 													
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-029		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 3.2% POLVO DE GRAFITO	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-029
PROYECTO :		FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
MATERIAL :		FECHA DE ENSAYO : 02/05/2023
PROCEDENCIA : -		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **2308 g/cm³**
Optimo Humedad **6.6 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **103.8 %**
CBR al 95 % **88.2 %**

DENSIDAD

Densidad al 100 % **2308 g/cm³**
Densidad al 95 % **2193 g/cm³**

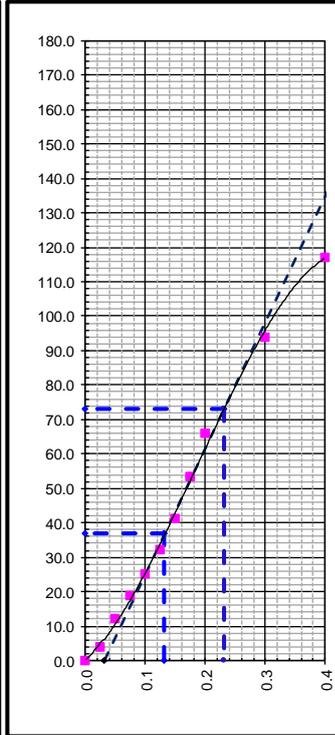
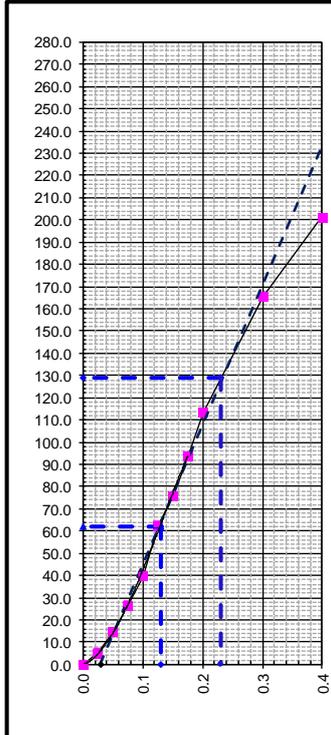
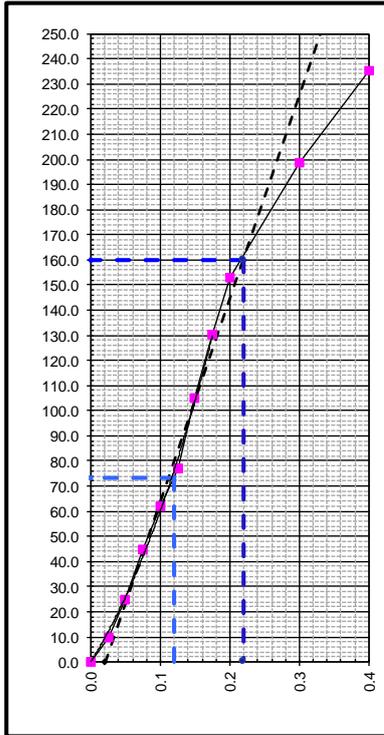
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERNANDEZ ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54508

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-030
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-030
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 30/05/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	<u>GP-GM</u>	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	B-B03
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	14728.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	14577.0
Peso del Recipiente	g.	634.0
Peso del Agua	g.	151.0
Peso del Suelo Seco	g.	13943.0
Humedad	%	1.1
Promedio de Humedad	%	1.1
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno:	HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
N° Balanza 01:	BLO8	N° de Certificado: 040-CM-M-2023
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



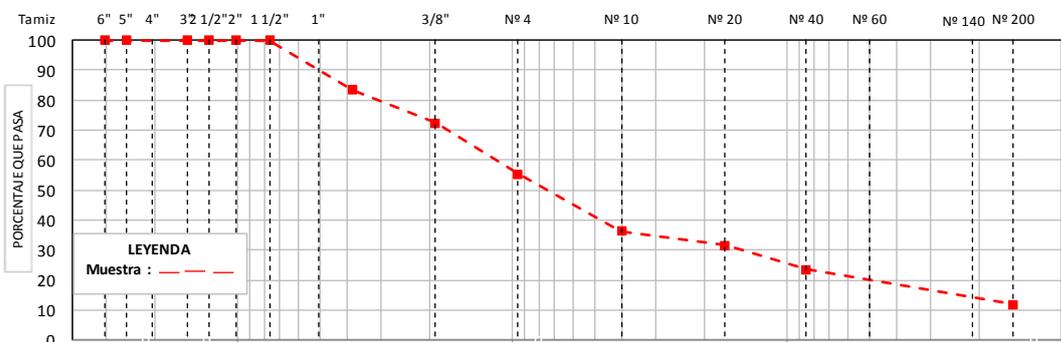
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
----------------	---	--------------------------------------

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-030
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO:	22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO:	31/05/2023

SI	TAMIZ ASTM E 11 SM (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
			RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400					MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000					Peso Total Seco: 13943.0 g			
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 734.5 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	845.0	6.1	6.1	93.9				
3/4"	19.000	1482.0	10.6	16.7	83.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/2"	12.700	0							
3/8"	9.500	1532.0	11.0	27.7	72.3	AASHTO		A-1-a (0)	
1/4"	6.350					ASTM D 2487		GP-GM	
N° 4	4.750	2376.0	17.0	44.7	55.3	% DE PARTICULAS		100.0	
N° 8	2.360					BLOQUES: 0.0			
N° 10	2.000	251.3	18.9	63.6	36.4	BOLONES: 0.0			
N° 16	1.180					GRAVA: 44.7			
N° 20	0.840	64.5	4.9	68.5	31.5	ARENA: 43.4			
N° 30	0.600					FINOS: 11.9			
N° 40	0.425	107.2	8.1	76.6	23.4	Observaciones: NINGUNA			
N° 50	0.300					Nombre de Grupo: Grava pobremente gradada con limo			
N° 60	0.250	68.2	5.1	81.7	18.3				
N° 80	0.177					ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	57.6	4.3	86.0	14.0				
N° 200	0.075	27.6	2.1	88.1	11.9				
< 200	FONDO	158.1	11.9	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL08	N° de Certificado:	040-CM-M-2023
		N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
		N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-

Observaciones: NINGUNA.

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERNANDEZ ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.F.P. 54605

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGL-LMI-010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023																										
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL																										
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS, 2022																										
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-030																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO:	22/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO:	31/05/2023																								
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA																									
Tarro (Recipiente)	N°		MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GP-GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
Número de Golpes																											
LIMITE PLÁSTICO		TEMPERATURA DE SECADO																									
Tarro (Recipiente)	N°		Metodo de Secado: Horno																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
		Agua Utilizada: Destilada																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																										
20	0.974																										
21	0.979																										
22	0.985																										
23	0.990																										
24	0.995																										
25	1.000																										
26	1.005																										
27	1.009																										
28	1.014																										
29	1.018																										
30	1.022																										
<p style="text-align: center;">Número de Golpes, N</p>		<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W_n (N / 25)^{0.121} \quad \bullet \quad LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. W_n = Contenido de Humedad. K = Factor para Limite Liquido.</p>																									
		RESULTADOS OBTENIDOS																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LIMITES</th> <th rowspan="2">ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LIQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>		LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LIQUIDO	PLÁSTICO	NP	NP	NP																
LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																									
LIQUIDO	PLÁSTICO																										
NP	NP	NP																									
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																											
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																								
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																										
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																											
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																											



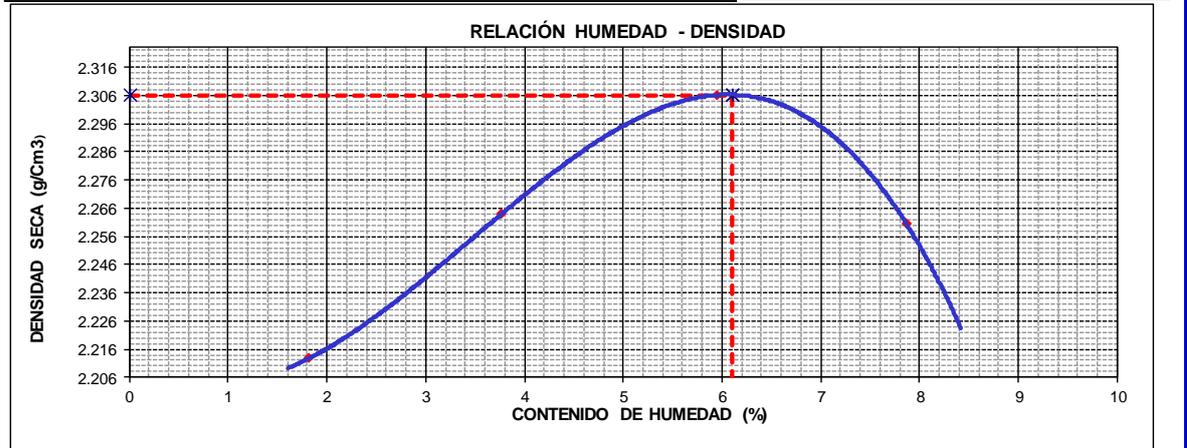
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-030	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-030
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 01/06/2023

DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	16.7 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	27.7 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	44.7 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	DATOS DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo + Molde	g. 11872	12076	12276	12265		Muestreado por : LEM-ENGIL SRL	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4771	4975	5175	5164		ASTM D2487	-
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118		-	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.253	2.349	2.443	2.438		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Tara (Recipiente)	N° PCB-15	PCB-07	PCB-04	PCB-01		RESULTADOS OBTENIDOS	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 1091.4	827.8	875.2	928.2		Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	2.306
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 1075.5	803.8	835.4	872.5		Optimo Contenido de Humedad (%) :	6.1
Peso de Tara (Recipiente)	g. 196.4	165.7	166.3	164.6			
Peso de Agua	g. 15.9	24.0	39.8	55.7			
Peso del Suelo Seco	g. 879.1	638.1	669.1	707.9			
Contenido de Agua	% 1.8	3.8	5.9	7.9			
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.213	2.264	2.306	2.260			



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02
			N° de Certificado : 291-CT-T-2022
			N° Balanza 01 : BL08
			N° de Certificado : 040-CM-M-2023
			N° Balanza 02 : BL12
			N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

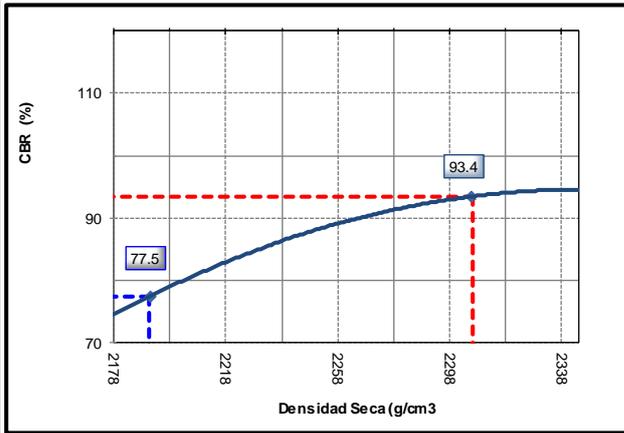
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999				LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04								
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023													
SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL			N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-030										
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022													
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS			° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-030										
MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO			FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023										
PROCEDENCIA : -			FECHA DE ENSAYO : 01/06/2023										
Molde N°	1B		2B		3B								
N° Capa	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		10								
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	12449	12481	12934	12987	12698	12762							
Peso de molde (g)	7265	7265	8014	8014	8062	8062							
Peso del suelo húmedo (g)	5184	5216	4920	4973	4636	4700							
Volumen del molde (cm3)	2120	2120	2116	2116	2105	2105							
Densidad húmeda (g/cm3)	2445	2460	2325	2350	2202	2233							
% de humedad	6.1	6.6	6.1	7.3	6.1	7.6							
Densidad seca (g/cm3)	2306	2307	2191	2190	2076	2076							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm3)	2306	2306	2306	2306	2306	2306							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	C-T06	C-T08	E-T01	E-T04	F-T01	C-T02							
Tarro + Suelo húmedo (g)	1028.3	1419.4	1208.2	966.7	1155.4	828.3							
Tarro + Suelo seco (g)	983.4	1345.5	1156.0	923.0	1110.2	787.0							
Peso del Agua (g)	44.9	73.9	52.2	43.7	45.2	41.3							
Peso del tarro (g)	241.6	232.7	302.8	323.5	366.0	242.0							
Peso del suelo seco (g)	741.8	1112.8	853.2	599.5	744.2	545.0							
% de humedad	6.1	6.6	6.1	7.3	6.1	7.6							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
01-jun-23				NO EXPANSIVO									
02-jun-23													
03-jun-23													
04-jun-23													
05-jun-23													
Sub Total													
Total													
PENETRACIÓN													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 1B				MOLDE N° 2B				MOLDE N° 3B			
		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		108.0	5.4			82.0	4.0			74.0	3.6		
0.050		348.0	17.7			231.0	11.7			203.0	10.3		
0.075		718.0	36.7			472.0	24.1			301.0	15.3		
0.100	70.31	1033.0	52.9	65.7	93.4	699.0	35.7	54.5	77.5	398.0	20.3	30.0	42.7
0.125		1338.0	68.5			998.0	51.1			512.0	26.1		
0.150		1704.0	87.3			1287.0	65.9			713.0	36.4		
0.175		2068.0	106.0			1652.0	84.6			967.0	49.5		
0.200	105.00	2486.0	127.4	137.0	130.5	2063.0	105.7	122.2	116.4	1203.0	61.6	63.0	60.0
0.300		3607.0	185.0			3104.0	159.2			1623.0	83.1		
0.400		4167.0	213.7			3852.0	197.6			2176.0	111.5		
0.500		4653.0	238.7			4134.0	212.0			2614.0	134.0		
PROCEDIMIENTO DE SECADO :						HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/>		PRENSA CBR: PCBR-LE-01					
								N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022					
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
						LEM-ENGIL S.R.L. VICTOR H. HERVIAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 54805							
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-030		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-030
MATERIAL :	BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 05/06/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **2306 g/cm³**
Optimo Humedad **6.1 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **93.4 %**
CBR al 95 % **77.5 %**

DENSIDAD

Densidad al 100 % **2306 g/cm³**
Densidad al 95 % **2191 g/cm³**

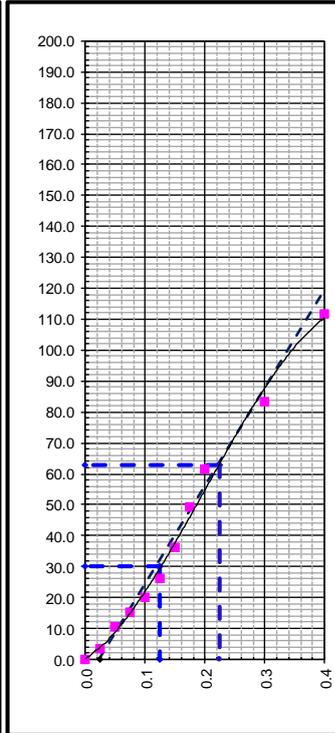
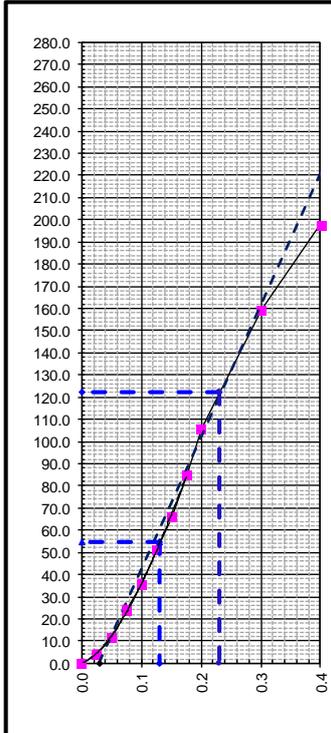
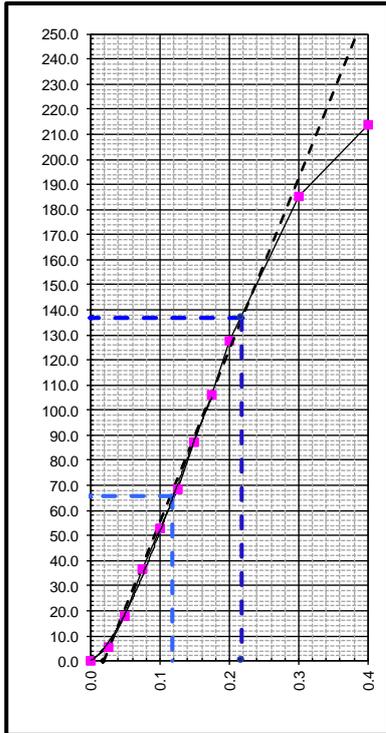
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54809



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-031
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-031
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4.0% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 30/05/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	<u>GP-GM</u>	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	B-B02
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	12781.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	12658.0
Peso del Recipiente	g.	647.0
Peso del Agua	g.	123.0
Peso del Suelo Seco	g.	12011.0
Humedad	%	1.0
Promedio de Humedad	%	1.0
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL08	N° de Certificado : 040-CM-M-2023
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ		

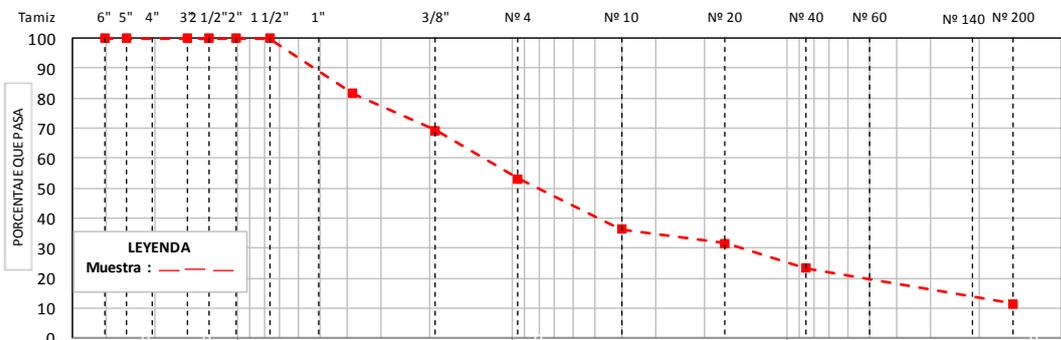


LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-031
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4.0% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO : 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO : 31/05/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400					MUESTREO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000					Peso Total Seco: 12011.0 g			
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 603.4 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	822.0	6.8	6.8	93.2				
3/4"	19.000	1387.0	11.5	18.4	81.6	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/2"	12.700	0							
3/8"	9.500	1488.0	12.4	30.8	69.2	AASHTO		A-1-a (0)	
1/4"	6.350								
N° 4	4.750	1947.0	16.2	47.0	53.0	% DE PARTICULAS		100.0	
N° 8	2.360								
N° 10	2.000	191.3	16.8	63.8	36.2	Observaciones: NINGUNA			
N° 16	1.180								
N° 20	0.840	53.4	4.7	68.5	31.5	Nombre de Grupo: Grava pobremente gradada con limo			
N° 30	0.600								
N° 40	0.425	93.5	8.2	76.7	23.3	ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	60.3	5.3	82.0	18.0				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	53.8	4.7	86.7	13.3				
N° 200	0.075	20.3	1.8	88.5	11.5				
< 200	FONDO	130.8	11.5	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01: BL08	N° de Certificado: 040-CM-M-2023
	N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
	N° Tamizador: -	N° de Certificado: -

Observaciones: NINGUNA.

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54503

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGIL-LMI-010 REV. 2022								
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023										
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL										
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRÁFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS, 2022										
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-031								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4.0% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO:	22/04/2023								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO:	31/05/2023								
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA									
Tarro (Recipiente)	N°		MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Clasificación SUCS (ASTM D2487) : GP-GM								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.										
Peso de Agua	g.										
Peso del Tarro	g.										
Peso del Suelo Seco	g.		TEMPERATURA DE SECADO								
Contenido de Humedad	%		Metodo de Secado: Horno								
Número de Golpes			Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C								
			Agua Utilizada: Destilada								
LIMITE PLÁSTICO		N° de Golpes, N									
Tarro (Recipiente)	N°		Factor K								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	20								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.		21								
Peso de Agua	g.		22								
Peso del Tarro	g.		23								
Peso del Suelo Seco	g.		24								
Contenido de Humedad	%		25								
			26								
			27								
			28								
			29								
			30								
Número de Golpes, N		RESULTADOS OBTENIDOS									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LIMITES</th> <th rowspan="2">ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LIQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>		LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LIQUIDO	PLÁSTICO	NP	NP	NP
LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO									
LIQUIDO	PLÁSTICO										
NP	NP	NP									
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO											
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022								
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022								
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022								
Observaciones:	NINGUNA.										
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS											

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-030
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 01/06/2023

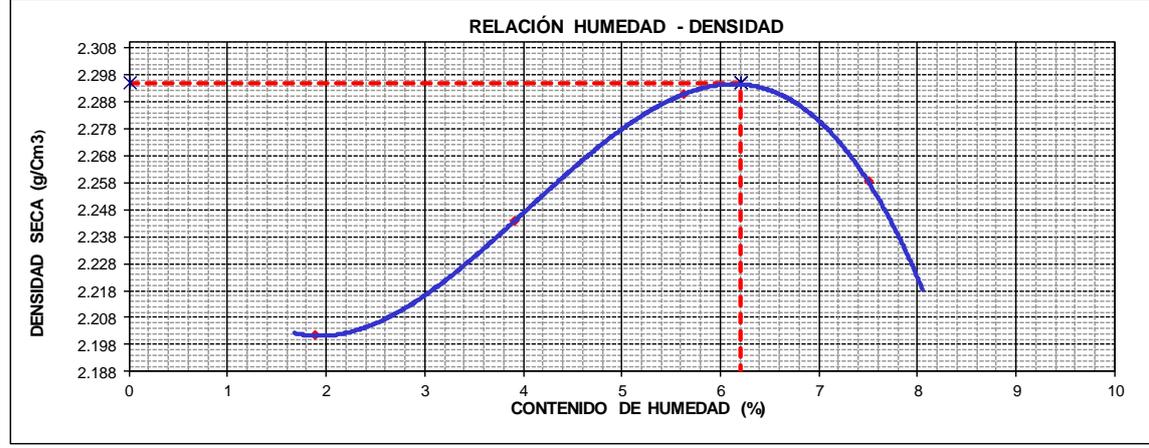
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	18.4 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	30.8 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	47.0 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)		1	2	3	4	5
Peso de Suelo + Molde	g.	11851	12038	12226	12243	
Peso de Molde	g.	7101	7101	7101	7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g.	4750	4937	5125	5142	
Volumen del Molde	cm ³	2118	2118	2118	2118	
Peso Volumétrico Húmedo	g.	2.243	2.331	2.420	2.428	
Tara (Recipiente)	N°	D-T06	C-T02	PCB-08	PCB-07	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g.	925.6	1230.1	954.0	738.4	
Peso del Suelo Seco + Tara	g.	913.2	1193.0	912.0	698.4	
Peso de Tara (Recipiente)	g.	255.1	242.0	165.7	165.1	
Peso de Agua	g.	12.4	37.1	42.0	40.0	
Peso del Suelo Seco	g.	658.1	951.0	746.3	533.3	
Contenido de Agua	%	1.9	3.9	5.6	7.5	
Peso Volumétrico Seco	'cm ³	2.201	2.243	2.291	2.258	

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestreado por :	LEM-ENGIL SRL

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
ASTM D2487	-
Temperatura de Secado Horno:	110 °C +/- 5 °C

RESULTADOS OBTENIDOS	
Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	2.295
Optimo Contenido de Humedad (%):	6.2



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	
	N° de Horno :	HNO2	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
	N° Balanza 01 :	BL08	N° de Certificado : 040-CM-M-2023
	N° Balanza 02 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

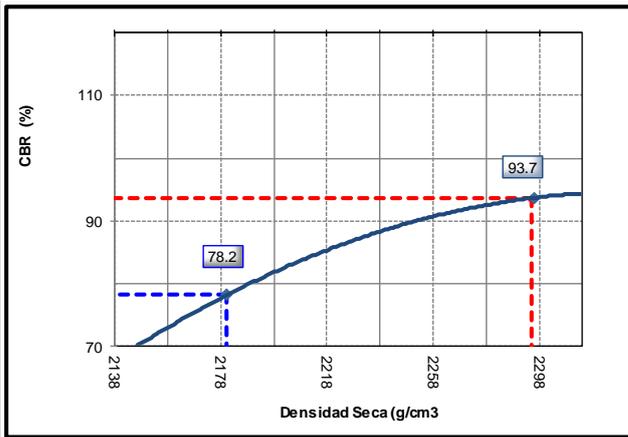
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04											
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023 SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-031 PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022 UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS ° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-031 MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 4.0% FIBRA DE COCO FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023 PROCEDENCIA : - FECHA DE ENSAYO : 01/06/2023													
Molde N°	7B	8B	9B										
N° Capa	5	5	5										
Golpes por capa N°	56	25	10										
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	13176	13221	12470	12549	10912	11018							
Peso de molde (g)	8018	8018	7546	7546	6265	6265							
Peso del suelo húmedo (g)	5158	5203	4924	5003	4647	4753							
Volumen del molde (cm3)	2116	2116	2126	2126	2118	2118							
Densidad húmeda (g/cm3)	2438	2459	2316	2353	2194	2244							
% de humedad	6.2	7.2	6.2	8.0	6.2	8.6							
Densidad seca (g/cm3)	2296	2295	2180	2180	2066	2066							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm3)	2295	2295	2295	2295	2295	2295							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	B-T01	B-T05	B-T07	B-T15	B-T23	C-T01							
Tarro + Suelo húmedo (g)	1394.5	1172.3	951.1	738.3	865.3	774.3							
Tarro + Suelo seco (g)	1322.0	1106.1	902.0	692.4	823.0	731.4							
Peso del Agua (g)	72.5	66.2	49.1	45.9	42.3	42.9							
Peso del tarro (g)	148.1	179.8	112.0	116.0	140.4	235.0							
Peso del suelo seco (g)	1173.9	926.3	790.0	576.4	682.6	496.4							
% de humedad	6.2	7.2	6.2	8.0	6.2	8.6							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
01-jun-23													
02-jun-23													
03-jun-23													
04-jun-23													
05-jun-23													
Sub Total													
Total													
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7B				MOLDE N° 8B				MOLDE N° 9B			
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.025	110.0	5.5			84.0	4.2			76.0	3.7			
0.050	351.0	17.9			238.0	12.1			207.0	10.5			
0.075	723.0	36.9			487.0	24.8			322.0	16.4			
0.100	1043.0	53.4	65.9	93.7	712.0	36.4	55.0	78.2	411.0	20.9	31.0	44.1	
0.125	1344.0	68.8			1001.0	51.2			523.0	26.7			
0.150	1723.0	88.3			1298.0	66.5			720.0	36.8			
0.175	2078.0	106.5			1670.0	85.6			973.0	49.8			
0.200	2502.0	128.3	138.3	131.7	2087.0	107.0	122.8	117.0	1223.0	62.6	64.3	61.2	
0.300	3634.0	186.4			3154.0	161.7			1645.0	84.3			
0.400	4188.0	214.8			3912.0	200.6			2189.0	112.2			
0.500	4681.0	240.1			4212.0	216.0			2653.0	136.0			
PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> PRENSA CBR: PCBR-LE-01 N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022													
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
 													
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-031		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	MATERIAL :	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-031
AV. LOS INCAS, COMAS	BASE GRANULAR MAS 4.0% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 05/06/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor	
Densidad Seca	2295 g/cm ³
Optimo Humedad	6.2 %

RESULTADOS DE CBR al 0,1"	
CBR al 100 %	93.7 %
CBR al 95 %	78.2 %

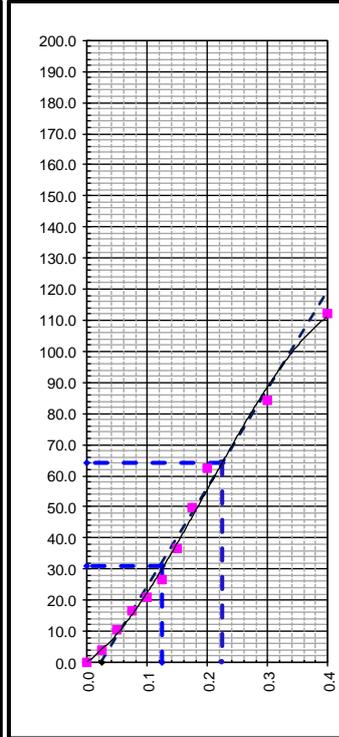
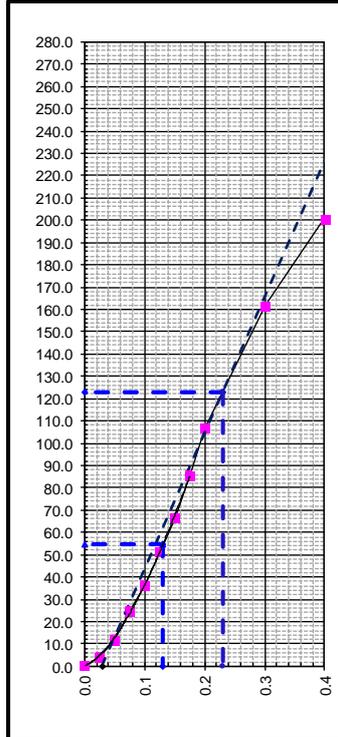
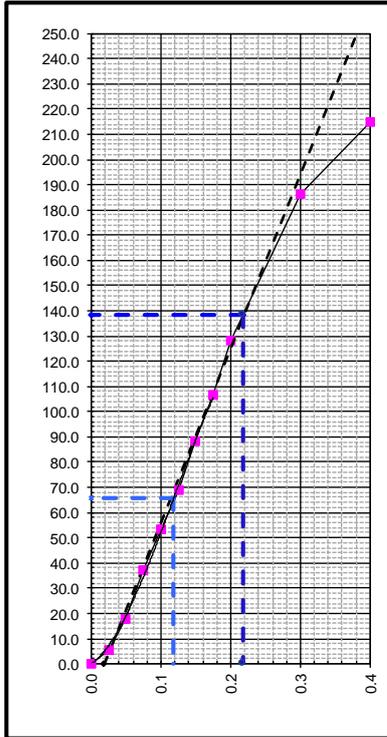
DENSIDAD	
Densidad al 100 %	2295 g/cm ³
Densidad al 95 %	2180 g/cm ³

EXPANSION	
Expansion	0.00 %

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
 VICTOR F. HERVIAS ACOSTA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-032
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-032
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 30/05/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GP-GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	B-B04
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	15726.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	15574.0
Peso del Recipiente	g.	642.0
Peso del Agua	g.	152.0
Peso del Suelo Seco	g.	14932.0
Humedad	%	1.0
Promedio de Humedad	%	1.0
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	1	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno:	HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
N° Balanza 01:	BL08	N° de Certificado: 040-CM-M-2023
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



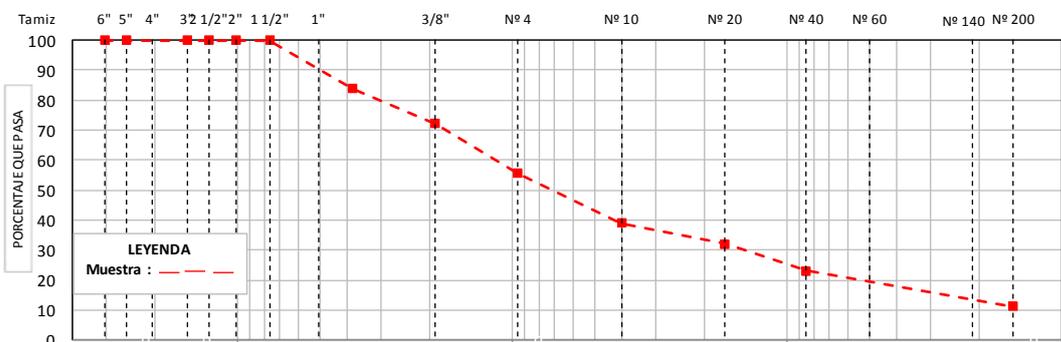
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
----------------	---	--------------------------------------

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA:	LMS-2023-032
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO:	22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO:	31/05/2023

TAMIZ ASTM E 11		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)		RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400					MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000					Peso Total Seco: 14932.0 g			
4"	101.600					Peso Fracción < 3" : - g			
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 563.4 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina <input type="checkbox"/>			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
1"	25.400	913.0	6.1	6.1	93.9				
3/4"	19.000	1498.0	10.0	16.1	83.9	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/2"	12.700	0				AASHTO		A-1-a (0)	
3/8"	9.500	1762.0	11.8	27.9	72.1	ASTM D 2487		GP-GM	
1/4"	6.350					% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0	100.0
N° 4	4.750	2453.0	16.4	44.4	55.6		BOLONES:	0.0	
N° 8	2.360						GRAVA:	44.4	
N° 10	2.000	168.5	16.6	61.0	39.0		ARENA:	44.5	
N° 16	1.180						FINOS:	11.1	
N° 20	0.840	71.4	7.0	68.1	31.9	Observaciones: NINGUNA			
N° 30	0.600					Nombre de Grupo: Grava pobremente gradada con limo			
N° 40	0.425	89.4	8.8	76.9	23.1	ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			
N° 50	0.300								
N° 60	0.250	55.6	5.5	82.4	17.6				
N° 80	0.177								
N° 100	0.150								
N° 140	0.106	45.3	4.5	86.8	13.2				
N° 200	0.075	20.3	2.0	88.9	11.1				
< 200	FONDO	112.9	11.1	100.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL08	N° de Certificado:	040-CM-M-2023
		N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
		N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-

Observaciones: NINGUNA.

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.F.P. 54605

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LIMI-010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023																									
SOLICITANTE	: LEON SIMEON, CESAR ALEJANDRO / REYMUNDO CHORRES, KEVIN ROMMEL																									
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO PÓLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-032																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 31/05/2023																								
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA																								
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487): GP-GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
Número de Golpes																										
LIMITE PLÁSTICO		TEMPERATURA DE SECADO																								
Tarro (Recipiente)	N°	Metodo de Secado: Horno																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	Agua Utilizada: Destilada																								
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
<p style="text-align: center;">Número de Golpes, N</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>	N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																									
20	0.974																									
21	0.979																									
22	0.985																									
23	0.990																									
24	0.995																									
25	1.000																									
26	1.005																									
27	1.009																									
28	1.014																									
29	1.018																									
30	1.022																									
<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W_n (N / 25)^{0.121} \quad \bullet \quad LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. W_n = Contenido de Humedad. K = Factor para Limite Líquido.</p>		RESULTADOS OBTENIDOS																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LIMITES</th> <th rowspan="2">ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LIQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>	LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LIQUIDO	PLÁSTICO	NP	NP	NP																
LIMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																								
LIQUIDO	PLÁSTICO																									
NP	NP	NP																								
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																										
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02																								
		N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
		N° Casagrande: CCM02																								
		N° de Certificado: CI-004-2022																								
		N° Balanza 01: BL16																								
		N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																									
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																										
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																										



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
-----------------------	---	---

N° DE SOLICITUD	: LCE-047-04-2023	
SOLICITANTE	: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL	
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO. AV. LOS INCAS, COMAS 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-032
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO: 22/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 01/06/2023

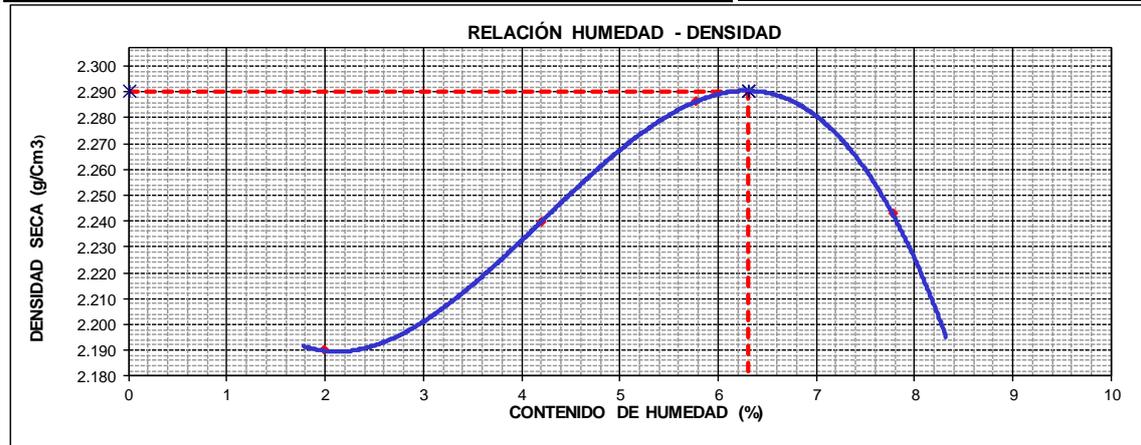
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE	
Retenido en el Tamiz 3/4" :	16.1 %	Equipo de Compactación:	Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	27.9 %	Molde N°:	5
Retenido en el Tamiz N°4 :	44.4 %	Peso de Molde:	7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³

Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5
Peso de Suelo + Molde	g. 11831	12044	12223	12221	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4730	4943	5122	5120	
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.233	2.334	2.418	2.417	
Tara (Recipiente)	N° PCB-02	PCB-05	PCB-09	PCB-10	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 830.4	782.1	1189.1	972.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 817.5	757.4	1132.0	910.0	
Peso de Tara (Recipiente)	g. 167.2	169.1	143.2	112.2	
Peso de Agua	g. 12.9	24.7	57.1	62.0	
Peso del Suelo Seco	g. 650.3	588.3	988.8	797.8	
Contenido de Agua	% 2.0	4.2	5.8	7.8	
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.190	2.240	2.286	2.243	

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestreado por :	LEM-ENGIL SRL

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
ASTM D2487	-
Temperatura de Secado Horno:	110 °C +/- 5 °C

RESULTADOS OBTENIDOS	
Máxima Densidad Seca (g/cm ³):	2.290
Optimo Contenido de Humedad (%):	6.3



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado :	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
		N° Balanza 01 : BL08	N° de Certificado : 040-CM-M-2023
		N° Balanza 02 : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR F. HERVIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 54309

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN S MEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMMEL		N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-032
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO : AV. LOS INCAS, COMAS		° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-032
MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 4.5% FIBRA DE COCO		FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 01/06/2023

	13B		14B		15B	
	5	5	5	5	5	5
	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	13152	13189	13048	13127	12621	12732
Peso de molde (g)	7989	7989	8146	8146	8011	8011
Peso del suelo húmedo (g)	5163	5200	4902	4981	4610	4721
Volumen del molde (cm3)	2122	2122	2120	2120	2103	2103
Densidad húmeda (g/cm3)	2433	2451	2312	2350	2192	2245
% de humedad	6.3	7.1	6.3	8.0	6.3	8.9
Densidad seca (g/cm3)	2290	2289	2175	2176	2062	2062
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm3)	2290	2290	2290	2290	2290	2290
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0
Tarro N°	D-T01	C-T06	F-T03	F-T05	C-T09	C-T11
Tarro + Suelo húmedo (g)	811.3	1083.3	1175.4	1237.2	950.2	875.2
Tarro + Suelo seco (g)	777.7	1027.8	1126.8	1172.1	908.0	823.3
Peso del Agua (g)	33.6	55.5	48.6	65.1	42.2	51.9
Peso del tarro (g)	240.4	241.6	353.0	359.0	238.8	238.3
Peso del suelo seco (g)	537.3	786.2	773.8	813.1	669.2	585.0
% de humedad	6.3	7.1	6.3	8.0	6.3	8.9

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01-jun-23											
02-jun-23											
03-jun-23											
04-jun-23											
05-jun-23											
Sub Total											
Total											

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 13B				MOLDE N° 14B				MOLDE N° 15B			
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		102.0	5.1			81.0	4.0			72.0	3.5		
0.050		347.0	17.7			229.0	11.6			201.0	10.2		
0.075		714.0	36.5			479.0	24.4			318.0	16.2		
0.100	70.31	1037.0	53.1	65.7	93.5	703.0	35.9	54.8	77.9	402.0	20.5	29.8	42.4
0.125		1322.0	67.7			989.0	50.6			504.0	25.7		
0.150		1709.0	87.6			1278.0	65.4			702.0	35.9		
0.175		2065.0	105.8			1662.0	85.1			967.0	49.5		
0.200	105.00	2489.0	127.6	137.8	131.2	2067.0	105.9	121.6	115.8	1212.0	62.0	63.3	60.3
0.300		3610.0	185.1			3113.0	159.6			1624.0	83.2		
0.400		4167.0	213.7			3868.0	198.4			2167.0	111.1		
0.500		4667.0	239.4			4201.0	215.5			2604.0	133.5		

PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO PRENSA CBR: PCBR-LE-01
N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS





LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 54805

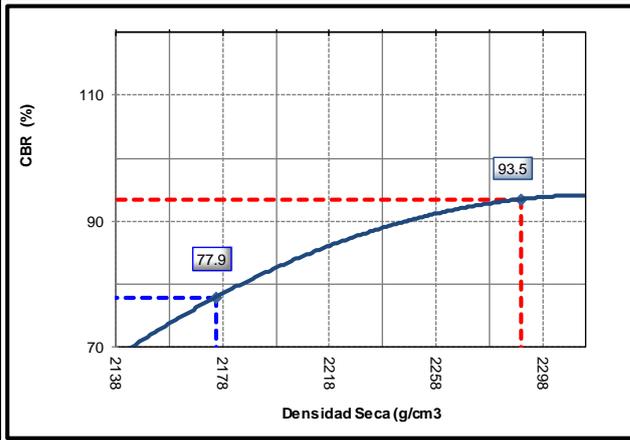
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-047-04-2023		
SOLICITANTE: LEÓN SIMEÓN, CÉSAR ALEJANDRO / REYMUENDO CHORRES, KEVIN ROMM N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-032		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS, COMAS, 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	AV. LOS INCAS, COMAS	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-032
MATERIAL :	BASE GRANULAR MAS 4.5% FIBRA DE COCO	FECHA DE MUESTREO : 24/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 05/06/2023

GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor	
Densidad Seca	2290 g/cm ³
Optimo Humedad	6.3 %

RESULTADOS DE CBR al 0,1"	
CBR al 100 %	93.5 %
CBR al 95 %	77.9 %

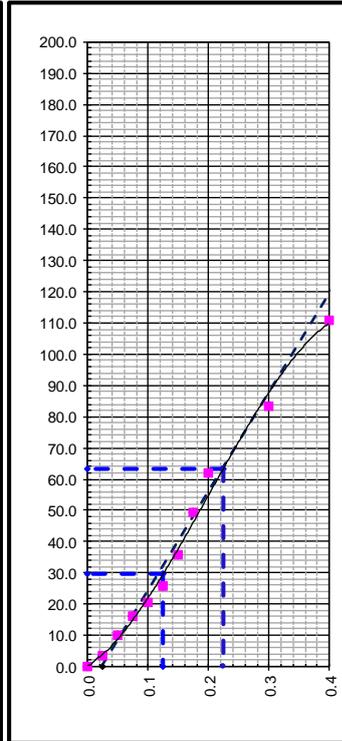
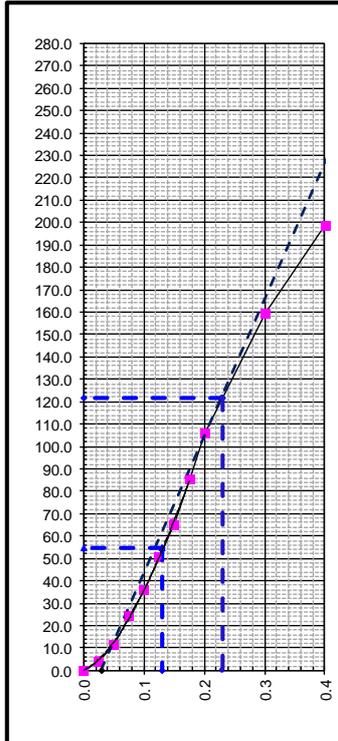
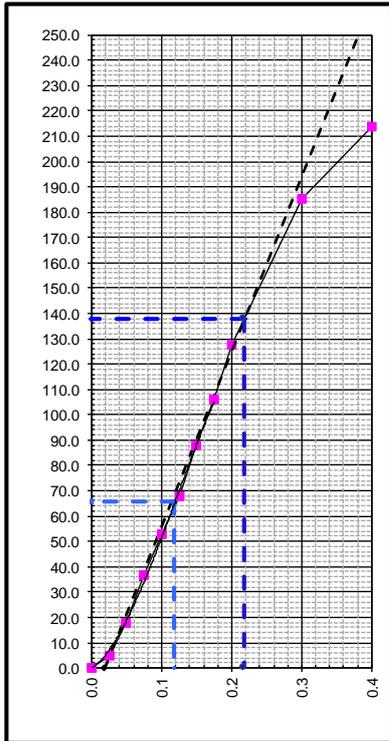
DENSIDAD	
Densidad al 100 %	2290 g/cm ³
Densidad al 95 %	2176 g/cm ³

EXPANSION	
Expansion	0.00 %

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR HERRERA ACOSTA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

022-CMM-2022

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 900-09-2022

Solicitante : **LEM-ENGIL S.R.L.**

Dirección : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo/ Instrumento : **BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ602

Serie : B450358635

Identificación : BL-LE-16 (*)

Ubicación : Laboratorio de suelos

Procedencia : China

Capacidad máxima : 600 g

Capacidad mínima : 0,2 g (**)

División de escala (d) : 0,01 g

División de verificación (e) : 0,01 g (**)

Clase de exactitud : II (**)

Tipo : Electrónica

Fecha de calibración : 2022-09-19

Lugar : Laboratorio de suelos
LEM-ENGIL S.R.L.
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), tomando como referencia el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.

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 la 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%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



2022-09-22

Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO
GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 22/09/2022 16:36
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 22/09/2022 17:06
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 04420

Cód. FT-M-04 Rev. 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,3	20,5
Humedad Relativa %hr	62,2	61,1

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a LO JUSTO S.A.C.	Juego de Pesas de 1 mg a 500 g Clase F1	E1459-2606A-2022-1

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 04420 y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Se consideró de acuerdo a la Norma Metrológica Peruana NMP 003 2009 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 600 g indicando la balanza 600,00 g
- El delta del local proporcionado por el cliente es de : $\Delta T = 4^{\circ}C$
- La balanza fue calibrada a una capacidad máxima de 600 g a solicitud del cliente
- La balanza fue ajustada utilizando el modo Auto Cal.

Resultados de medición

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

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,3	Final	20,4	Humedad Relativa %hr	Inicial	62,2	Final	62,2

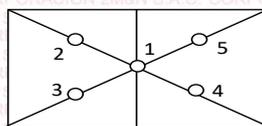
Carga = 300,001 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
300,00	6	-2
300,00	6	-2
299,99	5	-11
300,00	6	-2
300,00	6	-2
299,99	6	-12
300,00	5	-1
300,00	6	-2
299,99	5	-11
299,99	5	-11

Carga = 600,002 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
600,00	6	-2
600,01	7	7
600,01	7	7
600,01	7	7
600,01	6	8
600,00	6	-2
600,00	7	-3
600,01	7	7
600,01	6	8
600,01	6	8

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
300	11	30
600	11	30

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,4	Final	20,5	Humedad Relativa %hr	Inicial	62,2	Final	61,1

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error		
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)
1	0,100	0,10	6	-1
2		0,10	5	0
3		0,10	6	-1
4		0,10	5	0
5		0,10	5	0

Carga (g)	Determinación del error			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
200,001	200,00	6	-1	0
	199,99	5	-10	-10
	200,00	7	-2	-1
	200,01	6	8	8
	200,00	6	-1	-1
Error máximo permitido : ±		30 mg		



Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales

Temperatura °C	Inicial	20,5	Final	20,5	Humedad Relativa %hr	Inicial	61,1	Final	61,1
----------------	---------	------	-------	------	----------------------	---------	------	-------	------

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	6	-1						
0,200	0,20	6	-1	0	0,20	6	-1	0	10
50,000	50,00	6	-1	0	50,00	6	-1	0	10
120,000	120,00	6	-1	0	120,00	6	-1	0	20
200,001	200,00	5	-1	0	200,00	5	-1	0	20
250,001	250,00	5	-1	0	250,00	6	-2	-1	30
300,001	300,01	6	8	9	300,00	5	-1	0	30
350,001	350,01	6	8	9	350,00	6	-2	-1	30
500,001	500,01	7	7	8	500,01	6	8	9	30
550,001	550,01	7	7	8	550,01	7	7	8	30
600,002	600,01	7	6	7	600,01	7	6	7	30

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000015 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,000045 \cdot g^2 + 0,00000000034 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (II)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E₀ Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

Código de Servicio: 04420

Cód. FT-M-04 Rev. 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

040-CM-M-2023
Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente	: 137A-02-2023	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 la 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%.
Solicitante	: LEM-ENGIL S.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.
Dirección	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
Equipo/ Instrumento	: BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R31P30	
Serie	: 8336290433	
Identificación	: BL-LE-08 (*)	
Ubicación	: Laboratorio de Suelos	
Procedencia	: China	
Capacidad máxima	: 30000 g	
Capacidad mínima	: 20 g (**)	
División de escala (d)	: 1 g	
División de verificación (e)	: 10 g (**)	
Clase de exactitud	: III (**)	
Tipo	: Electrónica	
Fecha de calibración	: 2023-02-10	
Lugar	: Laboratorio de Suelos LEM-ENGIL S.R.L. Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
Método utilizado:	: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (III)", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.	



2023-02-10

Fecha de emisión

Fernando G. Valencia Velasco
Jefe de Metrología (Lab 02)

Mirian A. Velasco Navarro
Gerente General

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	27,8	28,2
Humedad Relativa %hr	68,3	61,2

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrologica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 1 g a 2 kg Clase M2	231-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 5 kg Clase M2	300-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 10 kg Clase M2	299-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 20 kg Clase M2	298-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 100 mg a 500 mg Clase M2	082-CM-M-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 02240-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de: $\Delta T = 8\text{ °C}$
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 30 000 g indicando la balanza 30 000 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

Resultados de medición

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

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,8	Final	28,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	68,3	Final	64,7

Carga = 15000 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
15 001	800	700
15 001	900	600
15 001	800	700
15 001	900	600
15 001	900	600
15 001	800	700
15 001	800	700
15 000	100	400
15 001	800	700
15 001	900	600

Carga = 30000 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
30 000	200	300
30 000	400	100
30 000	600	-100
30 000	500	0
30 000	600	-100
30 000	500	0
30 000	400	100
30 000	500	0
30 000	500	0
30 000	400	100

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
15 000	300	20000
30 000	400	30000

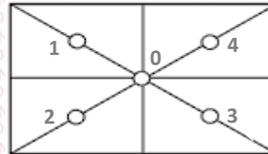
Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	28,2	Final	28,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	62,8	Final	61,2

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10,0	10	600	-100						
20,0	20	600	-100	0	20	600	-100	0	10000
1 500,0	1 500	500	0	100	1 500	400	100	200	10000
5 000,0	5 000	500	0	100	5 000	400	100	200	10000
10 000,0	10 000	500	0	100	10 000	500	0	100	20000
12 000,0	12 000	400	100	200	12 000	400	100	200	20000
15 000,0	15 000	900	-400	-300	15 001	800	700	800	20000
20 000,0	20 000	800	-300	-200	20 000	600	-100	0	20000
25 000,0	25 000	500	0	100	25 000	400	100	200	30000
27 000,0	27 000	500	0	100	27 000	500	0	100	30000
30 000,0	30 000	500	0	100	30 000	500	0	100	30000

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales

Temperatura °C	Inicial	28,1	Final	28,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	63,5	Final	62,8
----------------	---------	------	-------	------	----------------------	---------	------	-------	------

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero E ₀		
		I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)
0	10,0	10	800	-300
1		10	600	-100
2		10	600	-100
3		10	500	0
4		10	800	-300

Carga (g)	Determinación del error corregido E _c			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
10 000,0	10 000	300	200	500
	10 000	500	0	100
	10 000	500	0	100
	10 000	200	300	300
	10 000	200	300	600

Error máximo permitido : ± 20000 mg

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000031 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,19 \text{ g}^2 + 0,0000000067 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E₀ Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

153-CM-M-2022

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 488A-05-2022
Solicitante : **LEM-ENGIL S.R.L.**
Dirección : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla -
San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Equipo/ Instrumento : **BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
Serie : 8336290406
Identificación : BL-LE-09 (*)
Ubicación : No indica
Procedencia : China
Capacidad máxima : 30000 g
Capacidad mínima : 20 g (**)
División de escala (d) : 1 g
División de verificación (e) : 10 g (**)
Clase de exactitud : III (**)
Tipo : Electrónica
Fecha de calibración : 2022-05-23

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 la 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%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Lugar : **LEM-ENGIL S.R.L.**
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Método utilizado: : Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (III)", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.



2022-05-24

Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO
GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 24/05/2022 10:20
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 24/05/2022 12:17
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01717-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	21,3	21,6
Humedad Relativa %hr	66,8	65,2

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrologica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 1 g a 2 kg Clase M2	094-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 5 kg Clase M2	092-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 10 kg Clase M2	109-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 20 kg Clase M2	091-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 100 mg a 500 mg Clase M2	082-CM-M-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01717-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de: $\Delta T = 6 \text{ }^\circ\text{C}$
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 30 000 g indicando la balanza 30 000 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

Resultados de medición

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

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,3	Final	21,4	Humedad Relativa %hr	Inicial	66,8	Final	63,7

Carga = 15000 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
15 000	900	-400
14 999	200	-700
14 999	200	-700
14 999	200	-700
14 999	200	-700
14 999	200	-700
14 999	300	-800
14 999	200	-700
15 000	900	-400
15 000	900	-400
15 000	900	-400

Carga = 30000 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
30 000	900	-400
30 000	900	-400
30 000	1 000	-500
30 000	1 000	-500
30 000	900	-400
30 000	900	-400
30 000	900	-400
30 000	900	-400
30 000	900	-400
30 000	900	-400
30 000	900	-400

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
15 000	400	20000
30 000	100	30000

Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,4	Final	21,6	Humedad Relativa %hr	Inicial	64,6	Final	65,2

Carga (g)
10,0
20,0
500,0
2 000,0
5 000,0
10 000,0
15 000,0
20 001,0
25 001,0
27 001,0
30 001,0

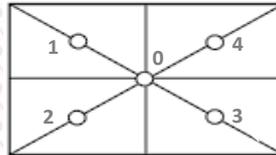
CRECIENTES			
l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
10	600	-100	
20	500	0	100
500	500	0	100
2 000	700	-200	-100
5 000	700	-200	-100
10 000	800	-300	-200
14 999	200	-700	-600
20 000	800	-1 300	-1 200
25 000	700	-1 200	-1 100
27 000	800	-1 300	-1 200
30 000	900	-1 400	-1 300

DECRECIENTES			
l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
20	500	0	100
500	600	-100	0
2 000	700	-200	-100
5 000	800	-300	-200
10 000	900	-400	-300
14 999	200	-700	-600
19 999	100	-1 600	-1 500
25 000	800	-1 300	-1 200
27 000	800	-1 300	-1 200
30 000	900	-1 400	-1 300

e.m.p. (± mg)
10000
10000
10000
10000
20000
20000
20000
30000
30000
30000

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales

Temperatura °C	Inicial	21,4	Final	21,4	Humedad Relativa %hr	Inicial	63,7	Final	64,6
-----------------------	----------------	------	--------------	------	-----------------------------	----------------	------	--------------	------

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero Eo			Carga (g)	Determinación del error corregido Ec			
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)		l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
0	10,0	10	600	-100	10 000,0	9 999	200	-700	-600
1		10	600	-100		10 000	800	-300	-200
2		10	700	-200		10 000	900	-400	-200
3		10	500	0		9 999	200	-700	-700
4		10	600	-100		10 000	800	-300	-200
Error máximo permitido : ±						20000 mg			

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000041 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,20 \text{ g}^2 + 0,00000000 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E_o Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

256-CM-M-2022

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente	: 900-09-2022	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 la 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%.
Solicitante	: LEM-ENGIL S.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.
Dirección	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
Equipo/ Instrumento	: BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: SE6001F	
Serie	: B615913870	
Identificación	: BL-LE-12 (*)	
Ubicación	: Laboratorio de Suelos	
Procedencia	: No indica	
Capacidad máxima	: 6000 g	
Capacidad mínima	: 2 g (**)	
División de escala (d)	: 0,1 g	
División de verificación (e)	: 1 g (**)	
Clase de exactitud	: III (**)	
Tipo	: Electrónica	
Fecha de calibración	: 2022-09-19	
Lugar	: Laboratorio de Suelos LEM-ENGIL S.R.L. Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
Método utilizado:	: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (III)", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.	



2022-09-22

Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO
GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 22/09/2022 16:42
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 22/09/2022 17:35
Firmado con www.tocapu.pe

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,7	21,7
Humedad Relativa %hr	66,3	62,2

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a PESATEC	Pesa de 5 kg Clase M1	1324-MPES-C-2021
Patrones de Referencia a PESATEC	Juego de Pesas de 1 mg a 2 kg Clase M1	0863-MPES-C-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01952-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de: $\Delta T = 4\text{ °C}$
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 6000 g indicando la balanza 6000,0 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

Resultados de medición

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

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,7	Final	20,8	Humedad Relativa %hr	Inicial	66,3	Final	64,7

Carga = 3000 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
3 000,0	50	0
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	50	0
3 000,0	50	0
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	50	0
3 000,0	50	0

Carga = 6000 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
5 999,9	60	-110
6 000,0	50	0
5 999,9	50	-100
5 999,9	50	-100
5 999,9	60	-110
6 000,0	40	10
5 999,9	50	-100
5 999,9	40	-90
6 000,0	50	0
5 999,9	50	-100

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
3 000	10	3000
6 000	120	3000

Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,2	Final	21,7	Humedad Relativa %hr	Inicial	63,7	Final	62,2

Carga (g)
1,00
2,00
500,00
1 200,00
2 000,00
2 500,00
3 000,00
3 500,00
5 000,00
5 500,00
6 000,00

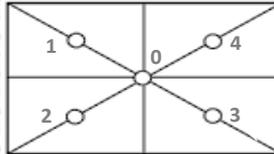
CRECIENTES			
I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1,0	70	-20	
2,0	70	-20	0
500,0	60	-10	10
1 200,0	60	-10	10
2 000,0	60	-10	10
2 500,0	50	0	20
3 000,0	50	0	20
3 500,0	60	-10	10
5 000,0	50	-100	-80
5 500,0	50	0	20
5 999,9	60	-110	-90

DECRECIENTES			
I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
2,0	70	-20	0
500,0	70	-20	0
1 200,0	60	-10	10
2 000,0	50	0	20
2 500,0	60	-10	10
3 000,0	60	-10	10
3 500,0	60	-10	10
5 000,0	50	0	20
5 500,0	50	0	20
5 999,9	60	-110	-90

e.m.p. (± mg)
1000
1000
2000
2000
3000
3000
3000
3000
3000
3000
3000

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales

Temperatura °C	Inicial	20,8	Final	21,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	64,7	Final	63,7
-----------------------	----------------	------	--------------	------	-----------------------------	----------------	------	--------------	------

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero Eo			Carga (g)	Determinación del error corregido Ec			
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)		l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
0	1,00	1,0	70	-20	2 000,00	2 000,0	60	-10	10
1		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
2		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
3		1,0	70	-20		1 999,9	40	-90	-70
4		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0
Error máximo permitido : ±						2000 mg			

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000011 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,0051 \text{ g}^2 + 0,0000000027 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E_o Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

291-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 5

Expediente : 900-09-2022

Solicitante : **LEM-ENGIL S.R.L.**

Dirección : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo : **HORNO**

Marca : **YU FENG**

Modelo : **STHX-2A**

Serie : 11003

Identificación : **HN-LE-02 (*)**

Ubicación : Laboratorio de Suelos (**)

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Forzada

Nro. de Niveles : 2

Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C (***)

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 la 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%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	0 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2022-09-19

Lugar de Calibración : **Laboratorio de Suelos - LEM-ENGIL S.R.L.**
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-09-21

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 21/09/2022 18:49
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 21/09/2022 19:18
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01953-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	19,0	20,0
Humedad Relativa %hr	63	61

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,14 °C hasta 0,16 °C.	188-CT-T-2022
Patrones de Referencia a SAT	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,7 °C / 2,2 %hr	LT-0493-2022
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,00091 s a 0,080 s	CCP-0981-001-22
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01953-A y la fecha de calibración.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- (**) Dato proporcionado por el solicitante.
- (***) Dato tomado de la pagina web del fabricante.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 2 h 40 min
- La calibración se realizó con 100% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases metalicos con material
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ (**)
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en $110,3 \text{ °C}$ para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue $109,67 \text{ °C}$
La máxima temperatura detectada fue $114,16 \text{ °C}$ y la mínima temperatura detectada fue $105,13 \text{ °C}$

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,3	108,82	110,29	109,30	106,30	108,86	108,64	114,01	113,83	105,13	112,01	109,72	8,88
02	110,3	108,82	110,19	109,20	106,55	108,81	108,59	114,01	113,68	105,18	112,26	109,73	8,83
04	110,4	108,92	110,24	109,25	106,50	108,86	108,59	114,16	113,63	105,48	111,28	109,69	8,68
06	110,3	108,87	110,24	109,25	106,64	108,81	108,54	114,06	113,78	105,13	109,86	109,52	8,93
08	110,3	108,87	110,29	109,35	106,55	108,86	108,64	114,11	113,93	105,72	111,52	109,78	8,39
10	110,2	108,87	110,34	109,35	106,50	108,96	108,74	114,06	113,58	105,33	112,21	109,79	8,73
12	110,3	109,02	110,29	109,25	106,55	108,86	108,74	114,01	113,73	105,23	110,25	109,59	8,78
14	110,3	108,82	110,19	109,20	106,30	108,81	108,69	114,01	113,93	105,38	109,91	109,52	8,63
16	110,3	108,87	110,29	109,35	106,64	108,81	108,59	114,16	113,73	105,28	112,21	109,79	8,88
18	110,4	108,97	110,29	109,30	106,50	108,81	108,54	114,16	113,58	105,13	110,20	109,55	9,03
20	110,3	108,87	110,24	109,30	106,60	108,81	108,54	114,06	113,93	105,23	112,26	109,78	8,83
22	110,3	108,92	110,24	109,25	106,60	108,81	108,64	114,06	113,73	105,13	112,16	109,75	8,93
24	110,3	108,87	110,29	109,35	106,55	108,81	108,69	114,16	113,83	105,28	110,01	109,58	8,88
26	110,3	108,82	110,24	109,30	106,55	108,86	108,74	114,01	113,83	105,67	111,57	109,76	8,34
28	110,3	108,87	110,34	109,35	106,30	108,86	108,74	114,11	113,88	105,52	112,21	109,82	8,58
30	110,3	108,87	110,24	109,30	106,55	108,96	108,69	114,11	113,83	105,57	110,15	109,63	8,54
32	110,3	108,92	110,24	109,20	106,55	108,81	108,74	114,01	113,58	105,13	110,20	109,54	8,88
34	110,2	109,02	110,29	109,30	106,55	108,91	108,74	114,16	113,83	105,72	110,15	109,67	8,44
36	110,3	108,87	110,29	109,25	106,64	108,96	108,69	114,11	113,73	105,52	110,10	109,62	8,58
38	110,3	108,82	110,24	109,30	106,50	108,96	108,64	114,01	113,93	105,13	112,06	109,76	8,88
40	110,3	108,82	110,24	109,30	106,60	108,86	108,69	114,11	113,78	105,43	111,62	109,74	8,68
42	110,3	108,87	110,19	109,30	106,50	108,81	108,59	114,01	113,58	105,18	110,10	109,51	8,83
44	110,3	108,97	110,34	109,35	106,50	108,86	108,54	114,01	113,73	105,33	111,87	109,75	8,68
46	110,4	108,92	110,29	109,35	106,30	108,86	108,59	114,11	113,88	105,23	110,69	109,62	8,88
48	110,3	108,82	110,29	109,35	106,55	108,91	108,64	114,11	113,68	105,23	112,26	109,78	8,88
50	110,3	108,87	110,29	109,35	106,40	108,96	108,59	114,16	113,93	105,28	110,74	109,66	8,88
52	110,3	109,02	110,34	109,20	106,69	108,91	108,69	114,11	113,78	105,13	111,62	109,75	8,98
54	110,3	108,87	110,34	109,30	106,50	108,86	108,74	114,06	113,58	105,72	111,91	109,79	8,34
56	110,2	108,87	110,19	109,30	106,60	108,86	108,74	114,06	113,78	105,52	110,30	109,62	8,54
58	110,3	108,87	110,29	109,25	106,64	108,81	108,59	114,06	113,73	105,28	110,50	109,60	8,78
60	110,3	108,92	110,29	109,30	106,30	108,81	108,54	114,01	113,68	105,18	109,91	109,49	8,83
T. PROM	110,3	108,89	110,27	109,30	106,51	108,86	108,65	114,08	113,76	105,34	111,10	109,67	
T.MAX	110,4	109,02	110,34	109,35	106,69	108,96	108,74	114,16	113,93	105,72	112,26		
T.MIN	110,2	108,82	110,19	109,20	106,30	108,81	108,54	114,01	113,58	105,13	109,86		
DTT	0,2	0,20	0,15	0,15	0,39	0,15	0,20	0,15	0,35	0,59	2,40		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,16	0,57
Mínima Temperatura Medida	105,13	0,46
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,40	0,05
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,74	0,70
Estabilidad Medida (±)	1,20	0,03
Uniformidad Medida	9,03	0,70

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- Tprom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

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

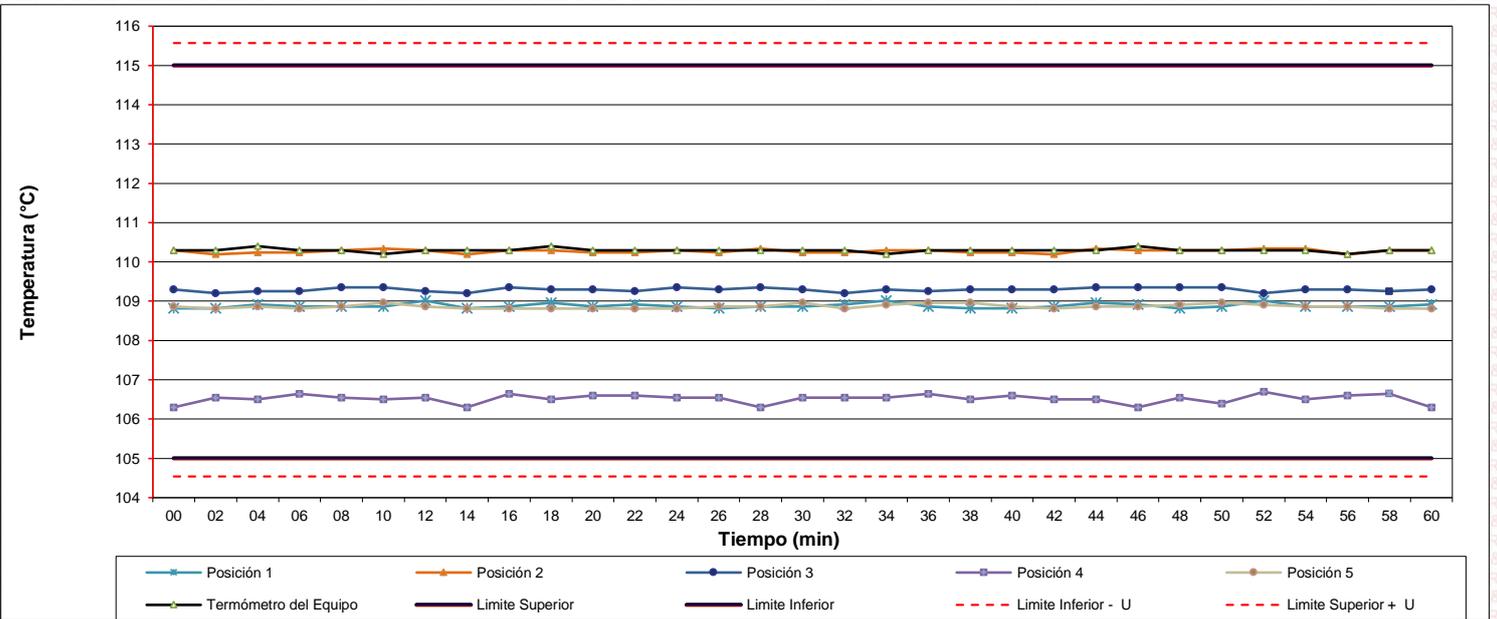
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

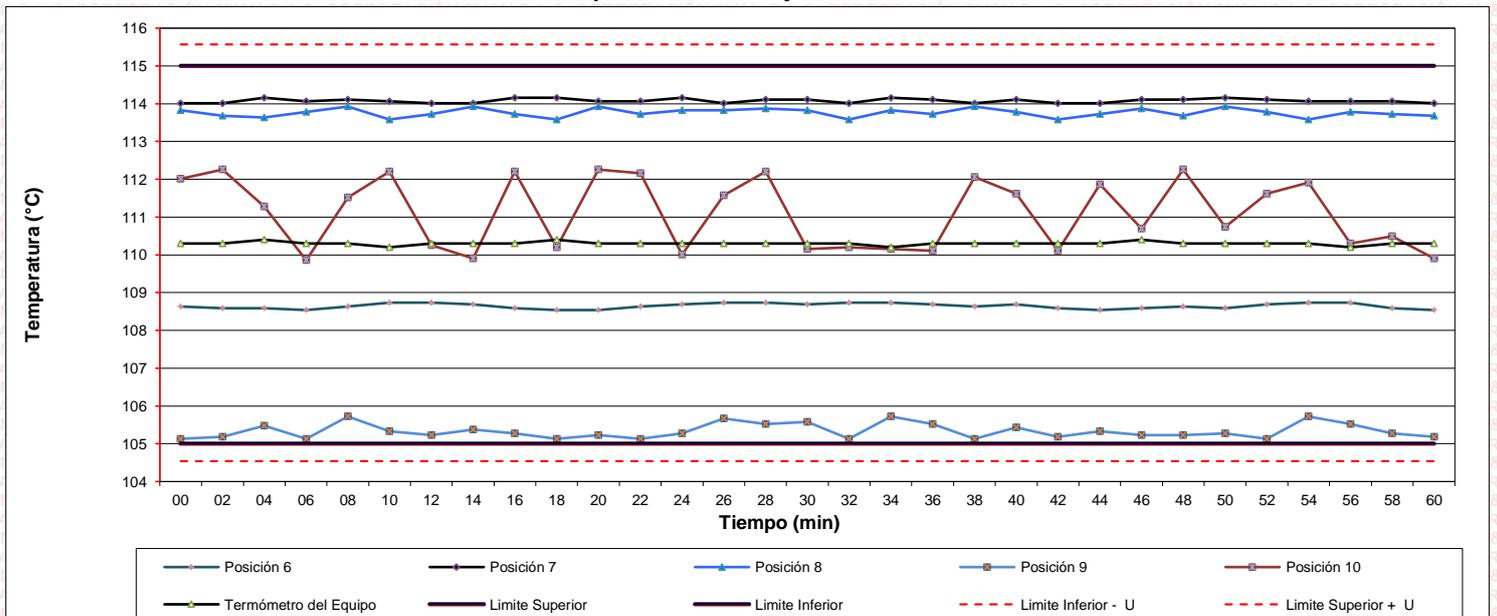
Cód. de Servicio: 01953-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

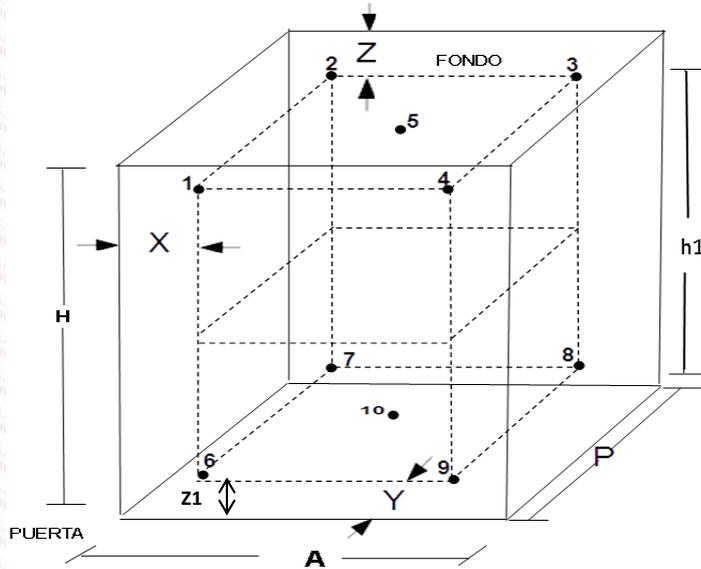
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 55,0 cm
P= 44,0 cm
H= 55,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 6,0 cm **Z=** 12,0 cm
Y= 4,5 cm **Z1=** 9,5 cm

Distancias entre planos

h1= 33,5 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de la parrilla superior a: 31,5 cm por encima de la base interna.
Distancia de la parrilla inferior a: 11,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles .
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 048 - 2022

Página 1 de 3

Expediente	22-0123P	<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>SERVICIOS & METROLOGÍA 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 es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). 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>
1. Solicitante	LEM-ENGIL S.C.R.L.	
2. Dirección	Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA	
3. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	SERVIMETROL	
Modelo	SM - F001	
Número de Serie	100	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
4. Indicador	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
5. Fecha de Calibración	2022-10-29	
6. Fecha de Emisión	2022-11-01	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
**ELEAZAR CESAR CHAVEZ
RARAZ**
Fecha: 2022.11.01 16:53:52
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 048 - 2022

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 de 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

Las instalaciones del cliente.

Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	65 % HR	64 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2021-1 95857 / 2021-1 6727	Celda de carga calibrado a 30 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 028-22A

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 048 - 2022

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5.0 t

Marca : KELI

Modelo : DEF-A

Nº de Serie : E4W1966

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud	Incertidumbre U (k=2)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	q (%)	(%)
10	500,0	499,4	499,7	499,3	0,1	0,2
20	1000,0	999,2	999,8	998,9	0,1	0,2
30	1500,0	1501,6	1501,2	1500,8	-0,1	0,2
40	2000,0	2001,9	2001,3	2001,5	-0,1	0,2
50	2500,0	2502,9	2502,1	2502,4	-0,1	0,2
60	3000,0	3003,8	3003,0	3003,5	-0,1	0,2
70	3500,0	3505,8	3505,0	3505,4	-0,2	0,2
80	4000,0	4006,9	4006,1	4006,2	-0,2	0,2
90	4500,0	4508,3	4508,0	4508,6	-0,2	0,2
100	5000,0	5010,1	5009,5	5009,4	-0,2	0,2

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.

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 026 - 2022

Página 1 de 3

Expediente	22-0123P
1. Solicitante	LEM-ENGIL S.C.R.L.
2. Dirección	Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA
3. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)
Alcance de indicación	0 mm a 25 mm / 0 pulg a 1 pulg
División de Escala / Resolución	0,01 mm / 0,0005 pulg
Marca	INSIZE
Modelo	2112-25
Número de Serie	1608170447
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	DIGITAL
4. Fecha de Calibración	2022-10-29
5. Fecha de Emisión	2022-11-01

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.

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.

SERVICIOS & METROLOGÍA 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.

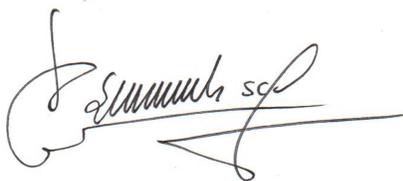
Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello



Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2022.11.01 17:06:19
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 026 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del DM - INACAL. Tercera Edición, 2019.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,7 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 210468001/M1	BLOQUES PATRÓN DE LONGITUD	DM / INACAL LLA-C-054-2022
COMPARADOR DE BLOQUES PATRÓN: LLA-303-2022		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 026 - 2022

11. Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
2,000	2,00	0
5,000	5,00	0
10,000	10,00	0
15,000	15,00	0
19,999	20,00	1
24,999	25,00	1

Alcance del error de indicación (f_e) : 1 μm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
24,999	25,00	1
	25,00	1
	25,00	1
	25,00	1
	25,00	1

Error de Repetibilidad (f_w) : 0 μm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

12. 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 CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "COMPORTAMIENTO DE LA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO POLVO DE GRAFITO Y FIBRA DE COCO, AV. LOS INCAS COMAS, 2022.", cuyos autores son REYMUNDO CHORRES KEVIN ROMMEL, LEON SIMEON CESAR ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

LIMA, 03 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 15-07- 2023 22:02:30

Código documento Trilce: TRI - 0566232