



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados
empleando aditivo BioCEC, Av. Las Torres, San Martín de Porres,
Lima, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Esteban Jumpa, Bryan Stalin (orcid.org/0000-0003-2452-9083)

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

2022

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a toda mi familia en general, me siento muy afortunado de contar con personas maravillosas que siempre estuvieron allí conmigo desde que inicié como estudiante la carrera de ingeniería civil, sus palabras de apoyo fueron clave para lograr mis objetivos, no fue fácil llegar a la meta, pero gracias a ustedes hoy me convierto en el profesional que siempre anhelaba ser. Toda mi vida estaré eternamente agradecido con todos ustedes, familia: Esteban, Jumpa, Blas, Rivas, Gervassi, Minaya, Oncoy, Nazario y Córdova; gracias por todo.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por otorgarme una familia unida que desde muy pequeño me brindaron su cariño y apoyo para lograr mis metas propuestas. A mi madre Lucy Jumpa y a mi padre Gilmer Oncoy quienes en todo momento no dejaron de brindarme su amor y cariño en este paso como estudiante de ingeniería.

A mi tío Oscar Agapito por brindarme todo su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida universitaria, gracias a él lograré mi sueño de ser ingeniero civil.

A mis abuelos Martha Rivas y Oscar Jumpa por los consejos constantes que me brindaron día a día, es por ellos que hoy me convierto en el profesional que siempre quisieron.

A mis bisabuelos Ursula Blas y Agapito Rivas por las palabras de aliento que me dieron en vida, gracias a ello aprendí a no rendirme hasta lograr mis objetivos.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	21
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos	26
3.6. Métodos de Análisis de datos	28
3.7. Aspectos Éticos	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	52

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos según su Índice de Plasticidad.....	16
Tabla 2. Categoría de subrasantes.....	18
Tabla 3. Cantidad de calcatas por el tipo de carretera	22
Tabla 4. Cantidad de ensayos de CBR por tipo de carretera.....	23
Tabla 5. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	25
Tabla 6. Coeficiente kappa.....	26
Tabla 7. Comparación de resultados de Límites de Atterberg	32
Tabla 8. Comparación de resultados de Proctor Modificado.....	34
Tabla 9. Comparación de resultados de C.B.R.	34
Tabla 10. Resumen del resultado del ensayo granulométrico	36
Tabla 11. Resumen del ensayo de Granulometría.....	36
Tabla 12. Resumen del resultado del ensayo de consistencia	37
Tabla 13. Resumen del ensayo de límites de consistencia.....	37
Tabla 14. Resumen del resultado ensayo de Proctor Modificado	38
Tabla 15. Resumen del ensayo de Proctor Modificado.....	38
Tabla 16. Resumen de resultados del ensayo C.B.R.	39
Tabla 17. Resumen del ensayo de C.B.R.	39

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Situación actual de la Av. Las Torres	4
Figura 2. Equipos para el límite líquido	15
Figura 3. Equipos para el límite plástico	16
Figura 4. Equipos para el Proctor Modificado	17
Figura 5. Equipos para el CBR	18
Figura 6. Esquema de diseño	19
Figura 7. Proceso de los ensayos	28
Figura 8. Ubicación de la Av. Las Torres	29
Figura 9. Trayecto de acceso de la Av. Las Torres	30
Figura 10. Resultado del análisis Granulométrico de suelo	31
Figura 11. Porcentajes de grava, arena y finos	32
Figura 12. Comparación de resultados del ensayo de Límites de Atterberg	32
Figura 13. Comparación de resultados del ensayo de Proctor Modificado	33
Figura 14. Comparación de resultados del ensayo de CBR al 0.1"	35
Figura 15. Comparación de resultados del ensayo de CBR al 0.2"	35

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar la influencia del aditivo BioCEC en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados en la Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima, siendo esta zona donde se extrajo la muestra de calicata para ser estudiada y analizada en el laboratorio INGENIERO JBO S.A.C. A la muestra del suelo en su estado natural se agregaron dosificaciones de 7%, 9% y 13% del aditivo líquido iónico BioCEC en relación a su contenido de humedad. Respecto a la metodología se tuvo una investigación de tipo aplicada, su diseño de investigación fue experimental, el nivel de investigación fue explicativa y su enfoque de investigación fue cuantitativa. Se concluyó que el índice de plasticidad aumenta constantemente se le vaya añadiendo los porcentajes del aditivo, esto significa que el suelo necesitará mayor cantidad de agua para poder llegar a deformarse; con respecto a la M.D.S. este aumenta a medida se le incorpore el agente estabilizador, caso contrario sucedió con su O.C.H. que fue disminuyendo, por lo tanto se demuestra que BioCEC mejora la compactación del suelo; el C.B.R. mostró un crecimiento consecutivo lo cual nos indica que el aditivo BioCEC mejora la resistencia del suelo ante esfuerzos cortantes. Finalmente se corroboró las hipótesis planteadas evidenciando lo factible que es estabilizar las subrasantes de suelos no pavimentados aplicando el agente estabilizador BioCEC.

Palabras clave: BioCEC, Subrasante, Estabilización de suelos

Abstract

The objective of this research work was to analyze the influence of the BioCEC additive in the stabilization of the subgrade of unpaved soils in Av. Las Torres - San Martín de Porres - Lima, being this area where the test pit sample was extracted to be analyzed. studied and analyzed in the laboratory INGENIERO JBO S.A.C. Dosages of 7%, 9% and 13% of the BioCEC ionic liquid additive were added to the soil sample in its natural state in relation to its moisture content. Regarding the methodology, an applied type of research was carried out, its research design was experimental, the level of research was explanatory and its research approach was quantitative. It was concluded that the plasticity index increases constantly as the percentages of the additive are added, this means that the soil will need a greater amount of water to be able to deform; Regarding the M.D.S. this increases as the stabilizing agent is incorporated, otherwise it happened with its O.C.H. which was decreasing, therefore it is shown that BioCEC improves soil compaction; the C.B.R. showed a consecutive growth which indicates that the BioCEC additive improves the resistance of the soil to shear stresses. Finally, the hypotheses proposed were corroborated, showing how feasible it is to stabilize the subgrades of unpaved soils by applying the stabilizing agent BioCEC.

Keywords: BioCEC, Subgrade, Soil stabilization

I. INTRODUCCIÓN

En diversas partes del mundo se visualizan calles, avenidas y caminos sin pavimentar que se encuentran en un estado deplorable a causas del intenso tráfico vehicular como también por el cambio climático y por muchas otras razones. En el Perú también encontramos un sinfín de lugares sin asfaltar, esto sucede por el costo elevado que demanda pavimentar una avenida, por otra parte, la resistencia, rigidez y durabilidad que nos brinda un pavimento son de vital importancia en el ámbito de las vías de transporte, pero debido a problemas que dañan al pavimento como la variación de temperatura durante el día y la sobrecarga vehicular, los pavimentos se desgastan y empiezan a perder sus propiedades físicas, posteriormente apareciendo lo que conocemos como: baches, fisuras y grietas, por lo tanto existen aditivos estabilizadores que nos otorgan tener vías de perfectas condiciones de transitabilidad y su posterior conservación para mantener su nivel de servicio.

Presupuestar un pavimento tanto flexible como rígido demanda un costo elevado lo cual muchas veces el estado no llega a concretar, este es el caso de la avenida Las Torres que se encuentra localizado en San Martín de Porres, esta avenida presenta una subrasante maltratada con un desgaste notorio por su falta de mantenimiento. Es de alta importancia investigar este problema que sus principales afectados son los conductores que confrontan estas dificultades para llegar a sus destinos días tras noche, ya que gran parte de la avenida presenta desperfectos que ocasionan la incomodidad del tránsito vehicular. Lo que se busca lograr es brindarle una mayor estabilidad y rigidez cambiando sus propiedades físicas. Los vecinos y conductores que transitan a diario tienen que soportar el intenso polvo que se levanta por la circulación vehicular. A causa del levantamiento de polvo se contamina el ambiente trayendo consigo enfermedades que dañan a los pobladores, asimismo se busca cambiar estéticamente el panorama de toda la avenida, todo esto se hará de la manera más económica posible mejorando la transitabilidad vehicular dándoles una mejor calidad de vida a los vecinos residentes.

García (2019). En su realidad problemática sostuvo que en Colombia más del 26% de los habitantes viven en zonas rurales, dichos pobladores se dedican a la venta

de agricultura para distintos mercados nacionales, para que esto sea posible se necesita una infraestructura vial resistente y en buenas condiciones que permitan el fácil acceso de los camiones de carga para trasladar los productos desde la zona de cultivo hasta los puntos de comercialización, para ello se estudió la alternativa de traer soluciones rápidas que beneficien a los campesinos como por ejemplo reduciendo el tiempo de viaje dando paso de vehículos de gran capacidad, mayor acceso de los transeúntes a servicios que puedan completar sus necesidades, y en general bajos costos de transporte lo cual permitirá mejorar la clase de vida de los pobladores, acelerando la distribución de los productos e impulsado la economía regional ¹

Chinchay (2018). Analizó la problemática que atraviesa la carpeta de rodadura de la trocha carrozable, este estudio empieza en la localidad de La Serma hasta Tambillo el cual pertenece al distrito de Bellavista en la provincia de Jaén, este tramo actualmente presenta una inestabilidad a causa de las lloviznas en la zona, altas temperaturas, vientos intensos y un tráfico constante en toda la trocha carrozable. Todo esto trajo problemas a los pobladores que tienen que soportar los desperfectos del camino sin pavimentar que se encuentra dañado ²

Es por esta razón que en la actual investigación se ha planteado el siguiente problema general: ¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022? De igual forma, los Problemas específicos: ¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en las características del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022? ¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en la máxima compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres – San Martín de Porres – Lima – 2022? ¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en la capacidad de resistencia para la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022?

Justificación de la investigación: El presente tema a tratar, utilizó como materia de investigación la metodología de estabilizar los suelos no pavimentados empleando el aditivo BioCEC para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Las Torres

hallado en el distrito poblado de San Martín de Porres. Se desarrolló una secuencia de ensayos para determinar la resistencia y rigidez que brinda el aditivo químico, demostrando así lo factible que es estabilizar con BioCEC reduciendo hasta un 90% los costos de mantenimiento. Justificación teórica, la actual investigación a tratar se hizo con la finalidad de brindar conocimientos teóricos sobre la influencia del aditivo químico BioCEC para estabilización de subrasantes de suelos no pavimentados. Justificación social, la investigación acerca del aditivo BioCEC en la estabilización de suelos no pavimentados permitió mejorar las partes más críticas de toda la avenida, solucionando así los problemas que atraviesan los conductores que transitan a diario. Justificación económica, existen diversos polímeros estabilizantes que tienen la misma finalidad, pero a un costo elevado, asimismo se optó por emplear BioCEC ofreciendo un costo accesible y obteniendo las mismas propiedades con grandes resultados. Justificación ambiental, el aditivo BioCEC es un producto biodegradable que no presenta ningún riesgo al medio ambiente, cabe decir que no es tóxico, mucho menos corrosivo.

Como objetivo general se plantea lo siguiente: Analizar la influencia del aditivo BioCEC en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022. De igual forma, los objetivos específicos son: Determinar las características geomecánicas del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022. Determinar la máxima compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022. Evaluar la capacidad de resistencia del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022.

Como respuesta a nuestro problema planteado se tiene la siguiente hipótesis general a continuación: El aditivo BioCEC influye considerablemente en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022. De igual forma, las Hipótesis específicas: El aditivo BioCEC influye notablemente en las características del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022. El aditivo BioCEC influye notoriamente en la compactación del suelo

para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022. El aditivo BioCEC influye drásticamente en la capacidad de resistencia para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022.



Figura 1. Situación actual de la Av. Las Torres.

Fuente: Elaboración propia (2021)

II. MARCO TEÓRICO

Hernández, Mejía, Zelaya (2016), sostuvo como objetivo analizar el comportamiento de un suelo tipo arcilloso a través de la aplicación de cal como estabilizador, para ser empleado como mejorador de subrasante de pavimentos. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados para este análisis, la adición del 6% de cal procreó un CBR de 55%, transformándolo en un material aceptable para formar parte de la estructura de un pavimento como capa subrasante. Finalmente se llegó a la conclusión que al añadir un porcentaje de cal al 6% es factible para formar parte de la capa subrasante de un pavimento ³

Gavilanes (2015), tuvo como objetivo estudiar y evaluar la estabilización de suelo ubicado en el sector de Santos Pampas en el barrio Colinas del Sur aplicando adiciones de Cal y Cemento en diferentes porcentajes para determinar la estabilización de plasticidad del material de sub-rasante en la vía. Aplicando una metodología experimental, obtuvo un incremento añadiendo porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% de cemento en su ensayo de límites de consistencias, al añadir 2% logró un %LL de 31%, %LP de 27%, %IP de 4; al añadir 4% logró un %LL de 31%, %LP de 31%, %IP de 1; al añadir 6% logró un %LL de 30%, %LP de 28%, %IP de 3; al añadir 8% logró un %LL de 32%, %LP de 29%, %IP de 4. Finalmente llegó a la conclusión que los suelos estabilizados con cemento se producen una reducción importante de la plasticidad ocasionada por el incremento del %LP ⁴

Benitez y Rojas (2019), tuvo como objetivo comparar los resultados obtenidos a un suelo natural mejorado con el método de estabilización frente a resultados logrados con investigaciones pasadas. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados dando un crecimiento importante en cuanto al aumento de la capacidad de soporte y descenso en la plasticidad del material, debido a que tiene una mayor interacción entre las partículas del suelo con el BioCEC, que disminuye la entrada de cantidades importantes de agua. Finalmente llegó a la conclusión que el porcentaje óptimo de BioCEC es el de 6.6%, ya que mostraba los valores con mejores resultados de propiedades de resistencia, baja deformación y humedades bajas ⁵

Díaz (2018), tuvo como objetivo de investigación reparar las propiedades físicas y mecánicas, con tal de ser aplicados para el mejoramiento de los suelos naturales del río Mayo. La metodología fue experimental, obteniendo el siguiente resultado, que el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelo nos muestra que todas las arcillas contienen un IP mayor a 4.85 %, asimismo el suelo tipo CL tiene un límite líquido menor a 40% y un CBR que oscila entre 5 - 11.59%. Se llegó a la conclusión que al IP el 99.9% de los suelos son arcillosos debido a que el Índice Plástico es inferior a 20, esto se deberá a que toda la arcilla que posee es el más letal de todo el tramo, por lo que tiene una gran sensibilidad frente al agua ⁶

Lomparte y Sánchez (2019), tuvo como objetivo demostrar que el polímero Maxx-Seal 100 sirve en la estabilización de suelos dañados. La metodología fue experimental, obtuvo resultados que al aplicar la dosis al 0.4% obtuvo un crecimiento con respecto a su M.D.S. de 2.182gr/cm³, 2.200gr/cm³ y 2.214gr/cm³, de igual manera se logró un aumento en su O.C.H. de 7%, 7.45% y 7.79%. Finalmente se llegó a la conclusión que a mayor contenido de aditivo se eleva la máxima densidad seca y se aumenta también el óptimo contenido de humedad, esto indica que el material logrará una mayor compactación al mismo número de pasadas del rodillo vibratorio, y a su vez necesitará poco más de adición de agua para obtener la humedad óptima del material. ⁷

Sosa (2018), tuvo como objetivo facilitar una alternativa de solución eficaz al inconveniente de compactación de la carpeta asfáltica y base de la carretera sin pavimentar que se tiene hoy en día en la vía Chupa – Arapa. La metodología fue experimental, obteniendo resultados de la aplicación del polímero Perma Zyme 30X, se alcanzó la mejoría en su incremento del CBR, en porcentajes de 8.46%, 9.23%, 9.53% Y 9.84%, en el terrenal de cantera Punta, con la dosificación de 0.8L, 1.0L, 1.2L, 1.4L en 30 m³. Se llegó a la conclusión efectuar pruebas utilizando Perma Zyme 30X como estabilizador en materiales de canteras, para obtener resultados más confiables para contribuir en los trabajos de mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación vial ⁸

Coban (2017), su principal objetivo es estudiar la aplicación de lodos de cal para estabilizar el suelo con el fin de obtener resultados provechosos de la reutilización

de materiales de desecho y deleitar la necesidad de explorar estabilizadores similares a las cenizas volantes. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados de que las muestras preparadas con cenizas volantes lograron altos incrementos en w_{opt} de 2 a 4%, y disminuciones en γ_{dmax} de 0.6 a 1%, a diferencia de las muestras preparadas con FF. Concluyeron que la hidratación y las reacciones puzolánicas que ocurrieron entre el loess y los estabilizadores que se mezclan con el agua proporcionaron resistencia a corto y largo plazo ⁹

Shareef (2016), su objetivo fue estudiar una pequeña porción de cal al 3% y 5% en peso de suelo seco con una variedad de porcentajes de cemento del 3% al 11% del peso seco del suelo. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados al agregar 2% LQ para los suelos estudiados, hubo un aumento en el contenido de humedad de 16% a 19% para suelos clase A, y de 21% a 23% para suelos clase B para elevar el Contenido de PC del 2% al 10%. Llegaron a la conclusión de que existe un aumento en la gravedad específica de los suelos con el crecimiento de cemento Portland y cal viva, esto se debe a la alta gravedad específica para PC, se obtuvo 3,15 y para LQ fue 3, a diferencia de los suelos (2,72 y 2,75 para suelos de clase A y B) ¹⁰

Soderlund (2018), su objetivo fue estudiar el aumento de resistencia de la arcilla blanda con PetritT en comparación con la cal. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados del aumento de resistencia al agregar 7 y 4% de PetritT al suelo con un contenido de agua del 53% y curarlo hasta por 90 días. Al comparar esto con la fuerza del terreno natural, se pudo ver que al agregar un 7% de PetritT aumenta la resistencia de 4,2 hasta 157 kPa (37 veces) donde aproximadamente 8 veces corresponden al efecto inmediato sin curar. Llegaron a la conclusión tanto el 7 como el 4% fueron efectivos a corto plazo si dieron un gran aumento de resistencia directamente después de la preparación, pero a largo plazo, solo una adición del 7% de aglutinante dio un desarrollo de resistencia significativo durante el curado ¹¹

DANTAS, Silvano; FARIAS, Carlos y ARAGAO Ammanda (2020), el objetivo de tuvo como prioridad evaluar el impacto de la adición de alto contenido de emulsión asfáltica para el comportamiento de resistencia al cizallamiento de mezclas de

suelos arenosos con emulsión asfáltica. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados mostrados por las dosificaciones de emulsión que tienen una mayor resistencia al corte y una baja rigidez al corte a diferencia de las muestras de suelo compacto. Llegaron a la conclusión luego de estudiar el resultado presentado, el efecto también se observó cuando agregar contenido de asfalto a un suelo arenoso provocó una modificación en el comportamiento de cizallamiento al agregar cohesión al material y disminuir un poco el ángulo de fricción ¹²

SOUZA, Juliana; CHAGAS, Rafaela y AZOIA, Juliana (2020), el objetivo fue investigar examinar el uso de CW para reemplazar el suelo arcilloso en mezclas de suelo con cemento como material alternativo en los rellenos de cimientos. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados: hubo un aumento del 13% en la densidad seca máxima que dependerá del suelo. Asimismo, como se sabe, la mezcla de suelo con cemento tiene una humedad óptima en torno a un 46% menos que la de CW. Por otro lado, la aplicación de cemento a la mezcla no resultó en parámetros de compactación. Llegaron a la conclusión de que la adición de cemento al suelo natural da como resultado la mezcla distribuida, la granulometría provoca una baja plasticidad del suelo. Al compactarse, la mezcla del suelo con cemento tiene una alta densidad seca y un bajo contenido de humedad óptimo¹³

SÉRGIO, Reginaldo; EMMERT, Fabiano; PEREIRA, Eder y GATTO, Alcides (2018), el objetivo fue investigar, a través de ensayos de laboratorio geotécnico, el poder técnico de la aplicación de cal hidratada en la mejora de las características de ingeniería de los suelos de carreteras. Aplicando una metodología experimental, obtuvo los resultados: la mezcla de suelo con cal resultó en un aumento del estrés de compactación, con una disminución del cemento y un crecimiento de γ_{dmax} desde el estrés estándar al modificado, asociando aumento en los valores de densidad y $d_{máx}$ en las propiedades de la ingeniería del suelo, como mayor resistencia al corte y resistencia a la erosión. Llegaron a la conclusión al agregar cal, alteró el comportamiento mecánico del suelo, aumentando su durabilidad y capacidad de carga, propiedades aceptables para la construcción de carreteras, esta mezcla puede ser aplicada como material sub-base para pavimentos flexibles

Como teorías respecto al tema de investigación relacionada a las variables tenemos lo siguiente:

Sosa, Caldo, Halles y Tenoux (2019), mencionan que los aditivos pueden ser de origen natural como también elaborados químicamente, que son utilizados para la estabilización de materiales granulares y suelos (p. 5).¹⁵

Desde la posición de Ramos y Lozano (2019), la estabilización con aditivos químicos utiliza ciertas sustancias químicas procesadas que actúan sobre el suelo natural en el cual se producen reacción que empatiza sus compuesto moléculas e iones, para cambiar la constitución del terreno (p. 21).¹⁶

El aditivo estabilizador en mención es un producto en estado líquido que fue diseñado para interactuar con las arcillas de los suelos; es de uso frecuente para estabilizar carreteras de terreno natural, pavimentos rígidos y flexibles. BioCEC consiste básicamente en juntar las arcillas, de tal manera que impide que se vuelvan a separar por el agua.

A continuación, se mostrarán las siguientes propiedades físicos/ mecánicas y características del aditivo BioCEC: El estado físico es líquido, la apariencia y color es rojizo, es soluble 100% al agua, su olor es característico, peso específico 1.0 +/- 0.15 Kg/l (a 25°C), no es inflamable, no es corrosivo y no produce vapores dañinos.

Sus ventajas del aditivo BioCEC son: Aumento de las densidades, aumento del CBR, las lloviznas no afectan en absoluto al terreno en etapa de construcción, minimiza la expansión de las arcillas, secado rápido luego de las lluvias, aumento en su resistencia de la compresión, incrementa la resistencia y durabilidad contra el agua.

La desventaja del aditivo BioCEC es que no se recomienda aplicar en suelos que tengan al menos un 5% de arcilla.

Los beneficios económicos son: Reduce los mantenimientos de las carreteras, aún con intensas lluvias; disminuye costos de mantenimiento a futuro y se ahorra hasta un 40% en costos de la base, permitiendo pavimentar a futuro.

Sus beneficios ambientales son: Minimiza la adición de material de préstamo evitando agregar materiales de cantera, reduce el arrastre de residuos sólidos después de las lluvias y no perjudica al medio ambiente (flora y fauna), mucho menos a los seres humanos.

Las dosificaciones no son más que las proporciones adecuadas del material que se debe usar para estabilizar la subrasante de un terreno natural, esto se hace con la finalidad de obtener las siguientes características: resistencia, durabilidad y una apropiada adherencia. La dosificación se expresa en gramos, metro cúbico, y en litros. Sin una dosificación adecuada no se lograría obtener las características deseadas para ser utilizada, por lo tanto, su uso provocaría consecuencias irreversibles en la construcción la cual pondría en peligro a los habitantes.

Sosa, Caldo, Halles y Tenoux (2019) agregan que, el término estabilización hace referencia al procedimiento en el cual, un material no tratado (granular o suelo) es mezclado íntimamente con un producto (aditivo) con el fin de modificar las propiedades del material no tratado para efectos de cumplir con requerimientos específicos para su uso en la estructura de un camino (p. 5).¹⁵

Según López y Ortiz (2018), la estabilización de suelos se puede definir como el mejoramiento de sus propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos procesados, naturales o sintéticos. Tales estabilizadores, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en ese caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos (p. 27).¹⁷

Actualmente se dispone de varios productos para el tratamiento de caminos con la finalidad de facilitar su resistencia a la deformación de cargas, y estos son: Mezclado con otros suelos, agregando cal hidratada, añadiendo cemento Portland, incorporación de asfalto y aplicando estabilizadores químicos.

Las ventajas de la estabilización de subrasante son: Permite el paso inmediato de los vehículos, proporciona una adecuada capacidad de soporte que incrementa la vida útil del suelo, aseguran la estabilidad del terreno tanto por su insensibilidad al agua evitando modificaciones de volumen por hinchamiento como por su

resistencia a la erosión, habrá un ahorro económico en mantenimientos posteriores y la obtención de bases de mayor capacidad de soporte permitiendo un ahorro en su ejecución.

Citando a Peralta (2020), la subrasante es un nivel de terreno natural dentro de las estructuras o capas de un pavimento el cual cumple una función fundamental que es soportar la estructura de un pavimento (p. 87).¹⁸

Como plantea Pico (2016), define la subrasante como la superficie superior del terreno de fundación, preparada como creación de la estructura de pavimento y de los espaldones". Esta capa llamada subrasante es aquella que soporta el pavimento (p. 33).¹⁹

La subrasante es una parte del terreno natural el cual se compacta y se nivela, sobre esta capa se construye el pavimento. Una buena compactación de esta capa puede garantizar la uniformidad de las características de soporte de la subrasante y por consiguiente de toda la estructura del pavimento.

Citando a Álvarez y Gutiérrez (2020), en los suelos arcillosos destaca la arcilla entre otras partículas de distintos tamaños, estas son sólidas con tamaño inferiores a 0.005 milímetros, de tal forma que la masa tenga la propiedad de convertirse plástico al ser mezclado con agua (p. 6).²⁰

El suelo de aspecto arcilloso se define como una superficie en donde abarca la arcilla entre otras partículas de diferentes tamaños en los suelos arcillosos tienen además parte de limo y de arena, pero sobresale la arcilla en diferentes proporciones. De igual forma, el suelo arcilloso se puede identificar como el conjunto de aserrines minerales pequeños, menores a 0,005 milímetros de diámetro, en contraste a las partículas más grandes que se identifican como el limo y la arena.

Según Fustamante (2021), la estabilización física es la combinación del suelo existente con materia de prestación u otros que tengan la capacidad de soporte mayor, para que así se consiga un mejoramiento del terreno (p. 44).²¹

Se conoce a la estabilización física como la mezcla de distintos suelos; como por ejemplo las arenas y gravas entre sí; para obtener una mejor resistencia y estabilidad, con lo más usual y rutinario del tratamiento mecánico, que es a través de la compactación.

Del Castillo y Solano (2021), mencionan que la estabilización mayormente se logra añadiendo estabilizadores específicos como el cemento, la cal, el asfalto, entre otros estabilizados. Manteniendo la diversidad del suelo y su concepción, se espera que cada procedimiento solo sea aplicable a una cantidad reducida de suelos (p. 21).²²

Según Pineda y Martínez (2021) las estabilizaciones químicas son mezclas entre materiales que afectan la microestructura y crean nuevas composiciones, actúan directamente sobre los componentes del suelo, especialmente en suelos cohesivos, creando compuestos de naturaleza cementante, generalmente se encuentra una clasificación de estabilizantes: neutros, alcalinos y ácidos (p. 31).²³

Como señala Tang (2019) la estabilización química es la mezcla del suelo con un aditivo químico con el fin de obtener propiedades óptimas en la subrasante. De igual forma, se debe tener en cuenta los factores que actúan en la estabilización como la situación geográfica, las condiciones climáticas, el tránsito vehicular, entre otros. Otras estabilizaciones químicas desarrolladas son: cal, cemento, productos asfálticos, sales, polímeros, enzimas, etc (p. 22).²⁴

La estabilización con productos químicos es un proceso muy común para la obtención de un suelo firme, lo que se busca es que sean económicamente competitivos con otros productos más habituales o de origen natural.

Aldana (2021), afirma que la estabilización mecánica consiste en unir numerosos materiales con propiedades complementarias, de forma que se logre un nuevo material de gran calidad que cumpla las peticiones deseadas (p. 1).²⁵

De acuerdo con Delgado y Mormontoy (2021), el objetivo de una estabilización mecánica es aumentar las propiedades físicas y/o mecánicas del suelo, pero sin necesidad de tener que generar algún cambio en la estructura química del suelo

natural, por lo cual normalmente se utilizan compactadores. Como se sabe el suelo natural en su interior contiene aire y agua, entonces al estabilizar los suelos de forma mecánica se puede reducir los espacios vacíos del suelo (p. 37).²⁶

Esta clase de estabilización mecánica es aquella con la que se puede incrementar notoriamente un suelo sin que se generen reacciones químicas.

Según Alvarez y Sosa (2020), la granulometría por tamizado tiene por objetivo distribuir por tamaños las partículas de suelo; es decir, este método halla los porcentajes de suelo pasados por los tamices del ensayo teniendo como último tamiz el N°200 (p. 20).²⁸

Para Arriola y Farias (2020), la granulometría se utiliza para hallar la distribución en porcentajes de partículas de un suelo a través de distintos tamaños de tamices empleados en el laboratorio de suelos (p. 6).²⁹

Como expresa Melendez (2017), el ensayo análisis granulométrico de un suelo, es una herramienta que nos facilita descubrir la proporcionalidad de los elementos que lo componen, y clasificarlos según el tamaño de sus partículas (p. 45).³⁰

Este método conocido como granulometría tiene como el propósito de obtener datos mediante los cuales se puedan hallar las siguientes constantes de los suelos: Coeficiente de uniformidad, curvatura; porcentaje de gravas, arenas, finos; curva granulométrica, clasificación de suelos según el SUCS y ASSHTO.

De acuerdo con Botía (2015) el contenido de humedad de un suelo es la conexión que existe entre la masa de agua que se almacena en el interior del suelo, y la propia masa de las partículas de suelo (p. 25).²⁷

Citando a Arriola y Farias (2020), este ensayo consiste en determinar el peso de agua localizada en la muestra del suelo y se determina como porcentaje. En el momento del secado se gasta una cantidad de peso de la muestra, la pérdida es considerada como el peso del agua (p. 11).²⁹

Este contenido hace referencia como la proporción de la masa húmeda con respecto a la masa de la muestra de suelo después que este haya sido secado a

un peso constante. Para poder evaluar los análisis y cálculos del contenido de humedad se requerirá una adecuada medida de la densidad del suelo, dado los constantes cambios de los niveles de humedad en el suelo, es recomendable tomar varias muestras repetidas.

Teniendo en cuenta a Guerra (2018), sostiene que los suelos plásticos modifican su consistencia al cambiar su contenido de agua. Los estados de consistencia de una muestra plástica en función del cambio de humedad son: sólido, semisólido, líquido y plástico. Estas modificaciones se dan con frecuencia cuando la humedad en las masas de suelo varía (p.97).³¹

Los límites de Atterberg hacen referencia a que los suelos finos encontrados en el ambiente, suelen presentarse en diferentes estados como, por ejemplo: sólido, semisólido, líquido y plástico. Asimismo, mientras el suelo tenga mayor cantidad de agua, poca será la interacción entre partículas y más se acercará a tener la conducta a un líquido.

En la opinión del autor Guerra (2018), manifiesta que el límite líquido se relaciona con la resistencia al corte que tiene un suelo natural cuando este posee un determinado contenido de humedad. Cuando suelo tiene un porcentaje de humedad igual o mayor a su límite líquido, no obtendrá resistencia al corte, se le dañará su estructura y disminuirá su tasa de penetración al agua (p.99).³¹

Según Arriola y Farias (2020), el concepto de Límite líquido es cuando varia de un estado líquido a uno plástico produciendo que este pueda adaptar, el ensayo trata en hallar el contenido de humedad en porcentajes (p. 13).²⁹

Se denomina límite líquido cuando una muestra cambia de un estado semilíquido a uno plástico con la finalidad de manipularse, dicho ensayo se halla a través de la cuchara de Casagrande. Esta propiedad se mide en el laboratorio a través de un procedimiento en que una mezcla de material + H₂O se hecha en la cuchara de CasaGrande y se golpea constantemente contra la base de la máquina, haciendo rotar la manivela hasta que el surco que anteriormente se hizo en la muestra se cierre en una longitud de 13mm. Si la cantidad de golpes es de 25, la humedad del suelo corresponderá al límite líquido.

Equipos empleados en el ensayo: Copa de CasaGrande, ranurador, espátula, muestra de arcilla y balanza eléctrica.



Figura 2. Equipos para el límite líquido.

Fuente: Cueva del ingeniero civil (2021)

Desde la posición de Guerra (2018), el LP es el contenido de humedad en el cual un suelo en estado plástico deja de ser moldeable y empieza a rajarse, sin dejar sus propiedades plásticas, bajo la acción de una fuerza aplicada (p.103).³¹

Desde el punto de vista de Arriola y Farias (2020), la definición de Límite Plástico se considera cuando el suelo natural encontrado cambia de un estado sólido a un estado plástico (p. 17).²⁹

Básicamente el LP se denomina como el contenido mínimo del agua en el porcentaje en las bases secas en las cuales un suelo entra en estado semisólido al estado plástico. Para obtener este límite se extraerá un trozo del lado izquierdo procediendo a realizar unos cilindros alargados, para que así podamos pesarlos en la balanza, una vez pesado se pondrá en el horno durante 24 hrs, finalizado el tiempo las muestras serán sacadas del horno y posteriormente pesadas nuevamente.

Equipos empleados el ensayo: Taras, balanza, placa de vidrio esmerilizado, cuchilla, probeta y horno.



Figura 3. Equipos para el límite plástico.

Fuente: Grupo Sait S.R.L (2022)

Botía (2015), señala que el I.P. es la resta del L.L y L.P. Un Índice de plasticidad pobre, representa que un pequeño aumento en el contenido de humedad del suelo, lo modifica de semisólido a líquido. Al contrario, un índice de plasticidad elevado, señala que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe añadir más cantidad de agua (p.47).²⁷

El índice de plasticidad representará el porcentaje de humedad que debe tener la arcilla de un suelo para conservarse en estado plástico. En caso de que los suelos sean arenosos, el límite de plástico debería hallarse primero. Cuando no se pueda determinar el L.P., el I.P. se asume como N.P. Cuando el límite de plástico es mayor que el límite de líquido, el índice de plasticidad se despliega como cero.

Para determinar el límite de plasticidad se empleará la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de plasticidad} = \text{Límite líquido} - \text{Límite plástico}$$

Un I.P. grande indica un suelo muy arcilloso; mientras que un I.P. pequeño es un suelo poco arcilloso. De tal forma, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede catalogarse según lo siguiente:

Tabla 1. Clasificación de suelos según su Índice de Plasticidad.

ÍNDICE DE PLATICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERISTICAS
IP>20	Alta	Suelos muy arcillosos
7<IP>20	Media	Suelos arcillosos
IP<7	Baja	Suelos pocos arcilloso
IP=0	No Plástico	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras - Sección de suelos y pavimentos

Como plantea Guerra (2018), el Proctor estudia el nivel de compatibilidad de un suelo a través la relación entre la densidad seca de un suelo y su contenido de agua. En sí, su finalidad es la determinación de la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo para alcanzar la densidad seca máxima de dicho suelo (p.200).³¹

El ensayo de Proctor Modificado es realizado con la finalidad de obtener la humedad óptima a la cual el suelo alcanzará su máxima compactación. Asimismo, la humedad es importante debido a que si aumenta o disminuye su contenido en el suelo se pueden lograr altas o bajas densidades del mismo, el motivo de esto se debe a que el agua ocupa el espacio vacío del aire permitiendo que las partículas se acomoden, lo que a su vez incrementa la compactación, es por esta razón que es de vital importancia realizarse este ensayo ya que todas las construcciones de carreteras necesitan de una base resistente el cual apoyarse.

Los equipos empleados el ensayo: Molde cilíndrico de aluminio, martillo de compactación, regla metálica, horno de secado, balanza de precisión, tamiz N°4, y un aparato agitador mecánico.



Figura 4. Equipos para el Proctor Modificado.

Fuente: Geotecnia Fácil (2021)

Dicho con palabras de Guerra (2018), el ensayo más usado para definir la capacidad portante de un suelo compactado en grandes movimientos de tierra en obras de carreteras, es el denominado CBR. (p. 206).³¹

El ensayo de CBR es una prueba de penetración para corroborar las propiedades mecánicas de un suelo, el ensayo en mención se determina en el laboratorio, haciendo adentrar un pistón en una muestra de suelo, a una velocidad de 1,28

milímetros por segundo a una profundidad de 0.1" a 0.2". La muestra es compactada en un molde con forma cilíndrica de 6" de diámetro y 7" a 8" de alto. La prueba durará un aproximado de 10min.

Los equipos para el CBR son: Moldes cilíndricos de acero de 6" de diámetro interior, collarín de 2" de alto, un martillo de 20lbs, un disco separador y un cuchillo para enrasar el material del molde.

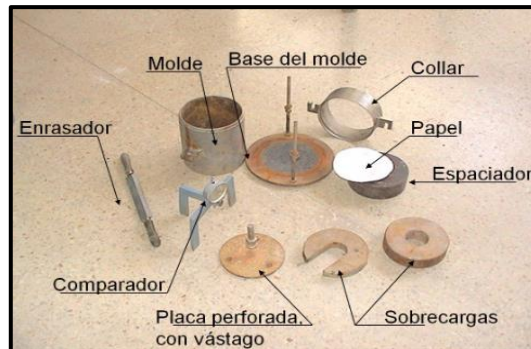


Figura 5. Equipos para el CBR.

Fuente: LCweb (2021)

El ensayo del CBR tiene como prioridad obtener: El contenido de humedad, la densidad húmeda, densidad seca, el porcentaje de expansión, la curva de Presiones de Penetración, y valor de CBR de 0.1" a 0.2" de penetración.

La fórmula para el CBR es:

$$CBR = \left(\frac{\text{Carga unitari del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \right) * 100$$

La subrasante de suelos se califica en relación a su porcentaje de CBR:

Tabla 2. Categoría de subrasantes.

Categorías de Subrasantes	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR > 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR > 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR > 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR > 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR > 30%

Fuente: Manual de carreteras - Sección de suelos y pavimentos

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Para Baena (2017), la investigación aplicada se enfoca en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías propuestas, y destina sus esfuerzos a resolver las necesidades que se propone la sociedad (p. 18).³²

El proyecto de investigación fue de tipo aplicada, por lo tanto, se realizaron una serie de ensayos en un laboratorio especializado en mecánica de suelo.

3.1.2 Diseño de la investigación

Según Hernández (2020), el concepto de la palabra experimento nos hace referencia que requiere la manipulación casual de una acción para estudiar sus posibles resultados (p. 129).³³

Se aplicó un diseño experimental, de tipo cuasi experimental, de tal manera que las muestras tomadas en campo fueron llevadas, manipuladas y analizadas en un laboratorio de mecánica de suelo aplicando el aditivo 7%, 9% y 13% en relación al contenido de humedad de la muestra.

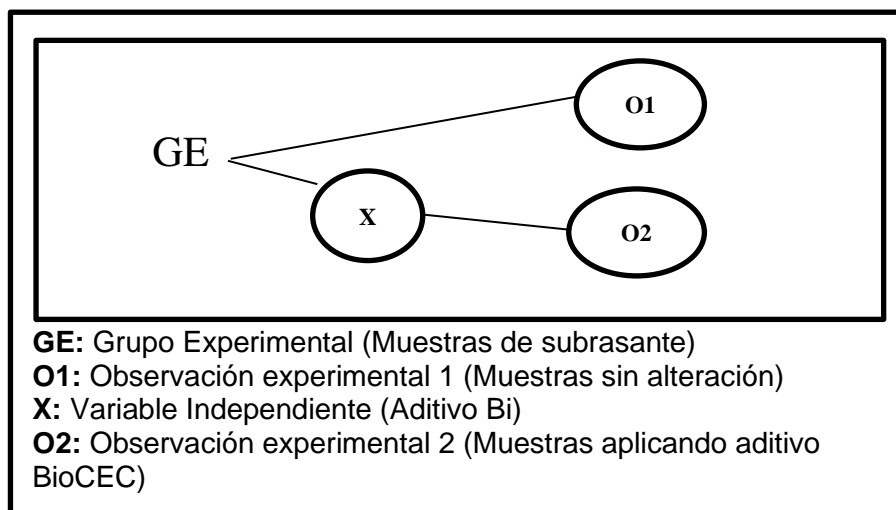


Figura 6. Esquema de diseño.

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.1.3 Nivel de investigación

Desde el punto de vista de Bernardo, Carbajal y Contreras (2019), la formulación planteada de la hipótesis es vital en investigaciones explicativas, asimismo se establecen relaciones causales entre variables. La finalidad de las investigaciones explicativas es demostrar hipótesis causales (p.48).³⁴

Se estableció una investigación explicativa, ya que a través de ensayos realizados se demostró la eficacia de BioCEC como agente estabilizador de subrasante de suelos no pavimentados.

3.1.4 Enfoque de investigación

Como señala Cabezas, Naranjo y Torres (2018), el enfoque cuantitativo se refiere a la recolección de datos con el fin de demostrar la hipótesis planteada, con sustento en la medición numérica y análisis estadísticos, para entablar patrones de conducta y experimentar la veracidad de las teorías (p.19).³⁵

Se utilizó un enfoque cuantitativo, esto se debió a que la recolección de datos medió a las variables, en este caso fue el aditivo iónico BioCEC quien demostró la estabilización de suelos no pavimentados para el mejoramiento del tránsito vehicular, respondiendo así las preguntas planteadas anteriormente.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Aditivo BioCEC

Definición conceptual:

BioCEC (s. a), sostiene que el aditivo BioCEC es un estabilizante químico especializado en suelos naturales, formulado con componentes ionizantes. Todo ello está incorporado a un medio aceitoso que se disuelve en agua, cuya finalidad es la de sellar las partículas del suelo estabilizado (p. 1).³⁶

Definición operacional:

Esta variable fue medida aplicando las dosificaciones de 7%, 9% y 13% del aditivo BioCEC. (Ver anexo 1).

Variable dependiente: Estabilización de subrasante de suelos

Definición conceptual:

Benitez y Rojas (2019), afirman que la estabilización de un suelo es un desarrollo el cual donde los suelos son sujetos a ciertas manipulaciones para poder usar todas las cualidades que este tiene, logrando una mejoría en cuanto a su durabilidad y estabilidad (p. 22).⁵

Definición operacional:

Esta variable se midió con las características del suelo y la capacidad de resistencia del suelo. (Ver anexo 1.)

3.3 Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

Según Cabezas, Naranjo y Santamaría (2018), cuando se habla de población infinita se refiere a un universo infinito donde no se puede sacar información necesaria, y sus elementos son muy ilimitados de tal forma que no existe la posibilidad de constituir una cantidad precisa (p. 92).³⁵

De acuerdo con Fuentes, Toscano, Malvaceda, Díaz y Díaz P. (2020), la población o muestra pertenece al conjunto de individuos que tienen o comparten características comunes para un estudio (p. 63).³⁷

Se consideró como población a una longitud de 1.15 kilómetros de suelos de subrasante en la Av. Las Torres. (Ver anexo 06-L1).

3.3.2 Muestra

Desde el punto de vista de Sampieri y Mendoza (2018), señalan a la muestra es una parte del universo o población del cual se consiguen los datos y que debe ser representativo de esta, si se desean divulgar los resultados (p. 196).

³⁸

Bernal (2017), define a la muestra como parte de la población que se escoge, de la que verdaderamente se consigue la información para el desarrollo del

estudio y sobre la cual se hará la medición y la observación de las variables objeto de estudio (p.161).³⁹

Como muestra se tomó a la subrasante de los suelos no pavimentos, para ello se obtuvo 01 calicata (Ver tabla 3.), esta fue de 1.50m desde el nivel del terreno natural (Ver anexo 6-L2), considerando que solo se analizó la que se encontraba con más deterioro que el resto.

Tabla 3. Cantidad de calicatas por el tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calitacas x km	
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito con un IMDA < 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata x km	

Fuente: Manual de carreteras - Sección de suelos y pavimentos

Para determinar la cantidad de ensayos de CBR que necesitó nuestro proyecto de investigación, nos dirigiremos hacia la Tabla 4 del Manual de carreteras, esta nos indica que nuestra carretera es de tercera clase, por ende, se

necesitará 01 ensayo de CBR. Cabe mencionar que la longitud de la avenida Las Torres mide una longitud de 1.15km.

Tabla 4. Cantidad de ensayos de CBR por tipo de carretera.

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito con un IMDA < 200 veh/día, de una calzada.	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras - Sección de suelos y pavimentos

3.3.3 Muestreo

Para Muñoz (2015), el muestreo no probabilístico no solo se basa en procesos estadísticos, sino que dependerá de la decisión que tome el investigador. Se puede decir que este tipo de muestras, al no seguir un proceso probabilístico, tienden a tener la desventaja de que es difícil manejar la validez de los resultados, aunque si tienen la ventaja en cuanto a tiempo y costo (s.p).⁴⁰

Según Arias y Covinos (2021), esta clase de muestreo no probabilístico se aplica cuando se necesita elegir a una población tomando en cuenta sus características en común o por un juicio por parte del investigador (p. 116).⁴¹

Para el muestreo no probabilístico se escogieron varias muestras de subrasantes para someterlas a ensayos de resistencia aplicando la dosificación del aditivo en 7%, 9% y 13% de BioCEC respecto al contenido de humedad del suelo.

Unidad de análisis

La unidad de análisis fue la subrasante de suelos de pavimentados empleando el aditivo BioCEC.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Para Sánchez, Reyes y Mejía (2018), son procedimientos que se emplean en determinadas áreas de la ciencia para obtener datos, por ejemplo, las encuestas abarcan técnicas como la entrevista, la observación, etc. Las técnicas de investigación también son llamadas técnicas de recolección de datos (p. 120).⁴²

Para la investigación se aplicó la técnica de observación, se realizó un recorrido por toda la zona de estudio con el fin de visualizar y analizar toda la subrasante de los suelos en la av. Las Torres (Ver anexo 7), sucesivamente se tomó nota en una base de datos los cambios realizados en las propiedades mecánicas al añadir el aditivo estabilizante BioCEC.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Desde el punto de vista de Sánchez, Reyes y Mejía (2018), afirman que los instrumentos de recolección de datos son instrumentos que son parte de una técnica de recolección de datos. Estas se dan como una guía, un manual, una prueba, un cuestionario o un test (p. 78).⁴²

De acuerdo con Zamora y Calixto (2021), el instrumento nos aprueba medir las variables de estudio mediante sus indicadores los cuales se determinaron en la sección de bases teóricas y expresadas en la operacionalización de las variables. El instrumento también se define como un formato que se aplica a cada unidad de estudio de la investigación con el objetivo de acopiar información importante (p. 44).⁴³

Como instrumentos de recolección de datos en campo se anotaron apuntes en un cuaderno, asimismo se tomaron fotos (Ver anexo 7); posteriormente para extraer las muestras de calicatas se emplearon herramientas de construcción como: pico, pala y barreta; finalmente para los trabajos en el laboratorio se realizaron los siguientes ensayos: Granulometría, Límites de consistencias, Proctor y el CBR.

Tabla 5. *Técnica e instrumentos de recolección de datos.*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación del aditivo BioCEC	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Granulometría	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio
Contenido de humedad	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio
Límites de consistencias	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio
Densidad seca	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio
Densidad húmeda	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio
Capacidad de soporte	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio
Capacidad portante del suelo	Observación experimental	Fichas de resultado de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Validez

Desde la posición de Sánchez, Reyes y Mejía (2018), define a la validez como el nivel en que una técnica ayuda a medir con seguridad lo que supone que está midiendo. Esta se refiere a que el resultado obtenido a través de la aplicación del instrumento, permite medir lo que realmente se desea medir (p. 124).⁴²

La validez que tuvo el proyecto de investigación se midió a través de la validación de expertos, esta ficha será firmada por 03 expertos colegiados (Ver

anexo 3 y 4), que mediante el instrumento de recolección de datos en campo y laboratorio se garantizó que fueron suficientes para desarrollar esta investigación. Asimismo, se obtuvo un valor del coeficiente kappa de 1, certificando que mi fuerza de concordancia está calificada como Muy Buena.

Tabla 6. *Coeficiente kappa.*

Valor de K	Fuerza de la concordancia
0.21 - 0.40	Débil
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Buena
0.81 - 1.00	Muy Buena

Fuente: Sánchez, Reyes y Mejía

3.4.4 Confiabilidad

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), la confiabilidad será en relación con el error puesto que, a más confiabilidad, menor será el error. Es la capacidad del instrumento para obtener resultados congruentes cuando se pone por segunda vez en condiciones lo más parecidas a la principal (p. 35).⁴²

Bernal (2017), define a la confiabilidad como un cuestionario que hace referencia a la consistencia de las puntuaciones logradas por las propias personas, cuando se las analiza en diferentes ocasiones con los mismos cuestionarios (p. 247).³⁹

Para la confiabilidad de esta investigación se tiene como respaldo los criterios de los expertos profesionales especializados en infraestructura vial, asimismo se cuenta con el apoyo del laboratorio donde se ejecutaron los ensayos, demostrando de esta manera lo confiable que puede resultar la aplicación del aditivo BioCEC para el mejoramiento de subrasante de suelos no pavimentos en la avenida Las Torres.

3.5 Procedimiento

Para el proyecto de investigación se comenzó por averiguar una problemática que aqueje a la sociedad, una vez identificado el problema se plantearon interrogantes, del mismo modo se escogió un tema el cual se fue resolviendo a

través del proceso de la investigación. Asimismo, nos propusimos objetivos e hipótesis que se irán demostrando mediante se avance la investigación, por otra parte, se determinó la metodología de investigación al igual que la población, muestra y muestreo, de igual modo se realizó la recolección de datos por medio de las observaciones en campo y ensayos en laboratorio. Posteriormente se prosiguió con la extracción de 01 calicata según indica el Manual de Carreteras (Ver Tabla 3), esta fue la más crítica de toda la avenida, asimismo tuvo una profundidad no menor a 1.50mts, en caso de encontrarse relleno se siguió excavando hasta extraer lo que se busca. Seguidamente para la muestra natural sin aditivo se les realizará los siguientes ensayos: Granulometría, Límites de consistencias, Proctor modificado y el CBR.

Luego se le realizaron ensayos a la muestra adicionando el aditivo BioCEC para determinar su resistencia, estos ensayos serán los siguientes: Proctor modificado y California Bearing Ratio, esto se hizo con el propósito de comparar los resultados de ambas muestras. Por un lado, la dosificación aplicada será al 7%, 9% y 13% en relación al contenido de humedad de la muestra de suelo en su estado natural. Cabe decir que dicha presentación del aditivo líquido BioCEC se vende a un costo de S/200.00 por 200mL, por lo tanto, de los ensayos efectuados se comprobará si se alcanzará la hipótesis propuesta anteriormente. Una vez obtenido los resultados responderemos nuestras interrogantes; y así se conocerá si la investigación planteada resulta eficaz y aplicada. Todo lo mencionado anteriormente fue validado por 03 expertos colegiados que dieron su aprobación.

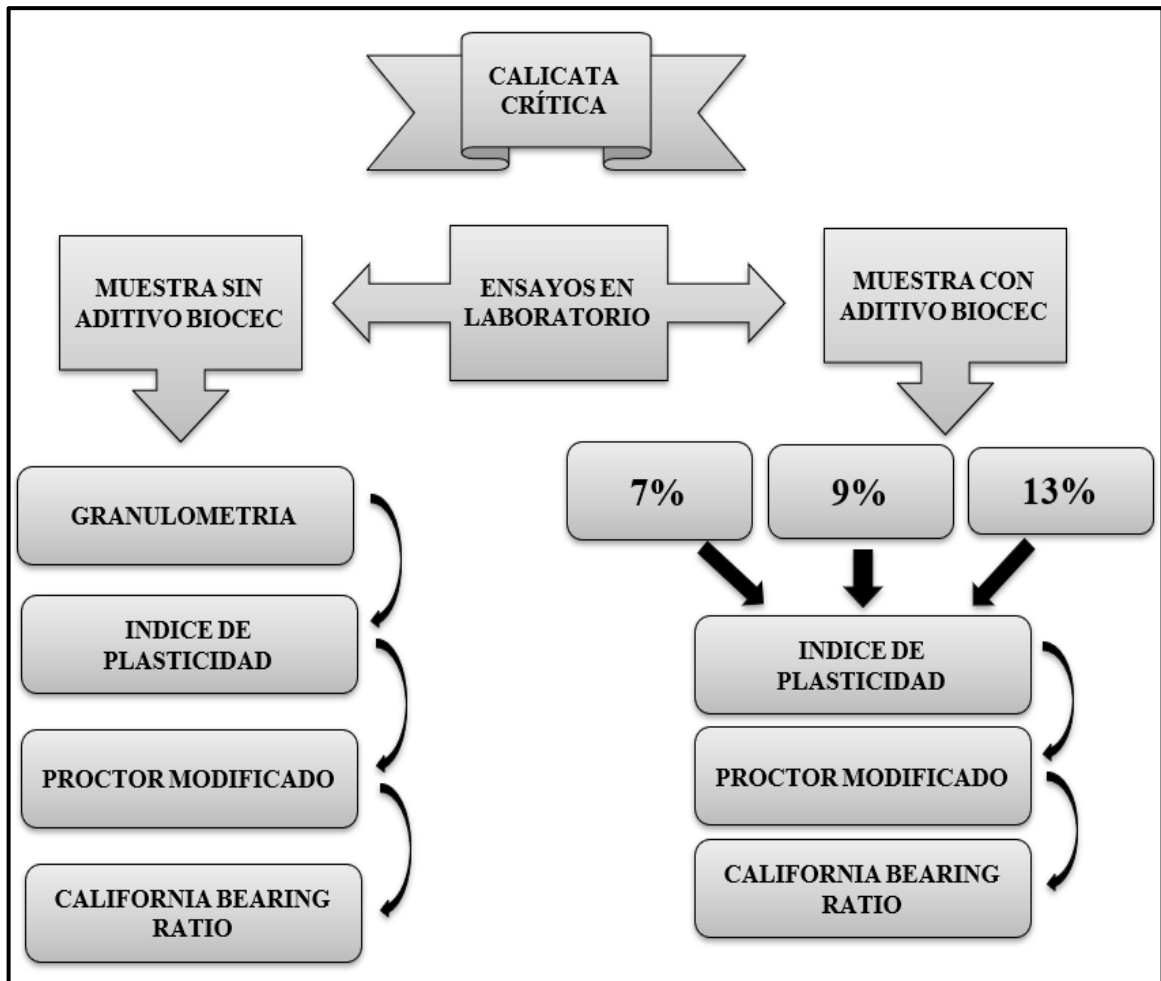


Figura 7. Proceso de los ensayos.

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.6 Método de análisis de datos

Como método de análisis de datos se empleó el uso del Excel para poder procesar los datos que nos brindó el encargado del laboratorio, de esta manera la utilización de la Hoja de Cálculo nos facilitó comprobar y explicar los resultados obtenidos durante la investigación para cada uno de nuestras interrogantes planteadas. Asimismo, se hizo uso de tablas y figuras con el propósito de estudiar los datos adquiridos de los ensayos.

3.7 Aspectos éticos

Yo, como futuro profesional de la carrera de Ingeniería Civil me comprometo a realizar este proyecto de investigación de la manera más honesta y responsable posible, además que la información extraída de otros autores será citada correctamente cumpliendo los requisitos que exige la norma ISO.

IV. RESULTADOS

Descripción de la vía en estudio

“Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BioCEC, Av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022”

Distrito : San Martín de Porres
Provincia : Lima
Departamento : Lima
Zona de intervención : Av. Las Torres



Figura 8. Ubicación de la Av. Las Torres.

Fuente: Google Earth (2022)

Ubicación y descripción de la vía de estudio

Para el estudio de la estabilización del suelo de subrasante se evaluó el terreno localizado en el ámbito territorial ubicado en el distrito de San Martín de Porres, provincia de Lima, departamento de Lima, la zona de extracción del material de calicata se realizó en la Avenida Las Torres la cual tiene una longitud de 1,150m.

Vía de acceso a la zona de intervención

Para poder llegar a la avenida Las Torres, primero nos ubicamos en la Universidad César Vallejo, luego nos dirigiremos al puente “Villa Sol” (frente de la Universidad Privada del Norte) y tomaremos un moto taxi hasta el Tottus de la Avenida Central con Canta Callao, seguidamente caminaremos hasta llegar al grifo “Julio III”, es ahí donde empieza la Av. Las Torres en el distrito de San Martín de Porres.

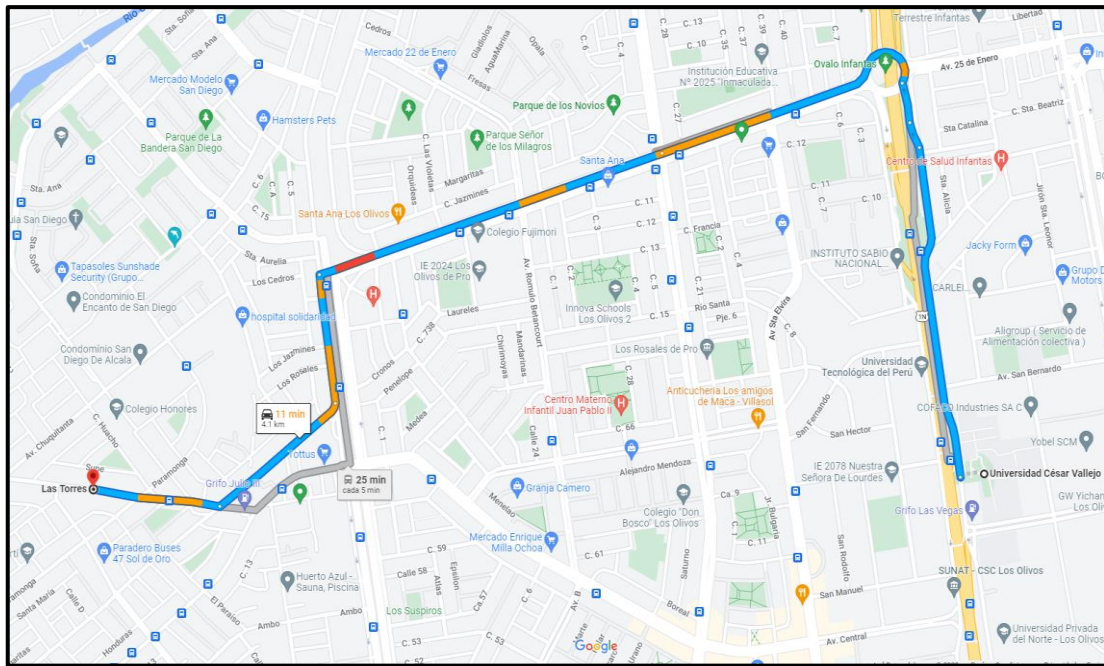


Figura 9. Trayecto de acceso de la Av. Las Torres.

Fuente: Google Maps (2022)

En este capítulo se presentará los resultados realizados en el laboratorio JBO INGENIEROS SAC, los ensayos se hicieron con el suelo en su estado natural más la adición del aditivo químico BioCEC, los resultados obtenidos ayudarán a contrastar las hipótesis planteadas.

Objetivo específico 1: Determinar las características geomecánicas del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.

Ensayo de Granulometría

En la siguiente figura se enseñará un resumen del ensayo granulométrico realizado a la muestra extraída de calicata.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	5.80	5.80	94.20
3/4"	19.050	3.70	9.50	90.50
1/2"	12.700	4.51	14.01	85.99
3/8"	9.525	5.23	19.24	80.76
1/4"	6.350	3.48	22.72	77.28
N° 4	4.750	1.21	23.93	76.07
N° 6	3.360	2.51	26.44	73.56
N° 8	2.360	4.58	31.02	68.98
N° 10	2.000	0.87	31.89	68.11
N° 16	1.180	2.78	34.67	65.33
N° 20	0.850	1.85	36.52	63.48
N° 30	0.600	6.86	43.38	56.62
N° 40	0.425	1.63	45.01	54.99
N° 50	0.300	1.88	46.89	53.11
N° 80	0.180	2.42	49.31	50.69
N° 100	0.150	5.06	54.37	45.63
N° 200	0.075	1.22	55.59	44.41
-200	ASTMD 1140-00	44.41	100.00	0.00

Figura 10. Resultado del análisis granulométrico de suelo.

Fuente: Elaboración propia (2022)

De los resultados mostrados del ensayo granulométrico (Ver Figura 10), se puede visualizar que en el retenido acumulado de la malla N°4 se encontró 24% de grava, luego desde la malla N°6 hasta la N°200 se encontró 32% de arena y lo que pasó por la malla N°200 se encontró 44% de fino respectivamente, por lo tanto, se puede concluir que el suelo estudiado tiene altos porcentajes de muestra fina (arcillas y limos).

La clasificación SUCS de la Norma ASTM D 2487 nos indica un suelo de característica Grava Arcillosa (GC) y Grava Limosa (GM).

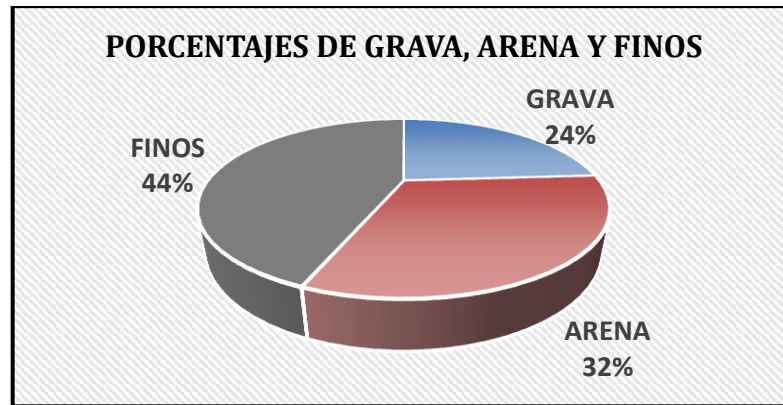


Figura 11. Porcentajes de grava, arena y finos.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Ensayo de Límites de Atterberg

Se detalla la comparación de los resultados de Índices de Plasticidad (Ver Figura 12) realizados al suelo adicionando 7%, 9% y 13% de BioCEC en relación al contenido de humedad del suelo.

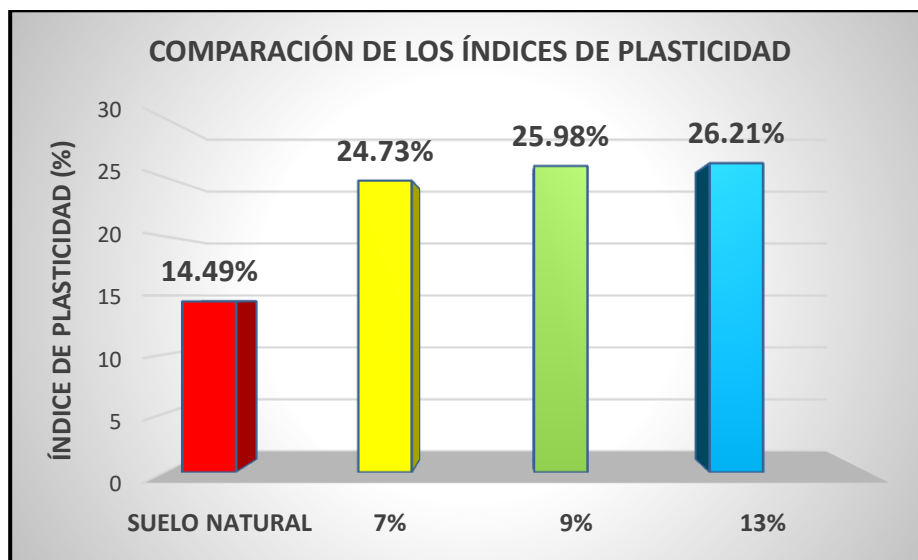


Figura 12. Comparación de resultados del ensayo de Límites de Atterberg.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 7. Comparación de resultados de Límites de Atterberg.

	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	AUMENTA (%)
Natural	35.17	20.67	14.49	<i>Patrón</i>
7%	39.66	14.92	24.73	70.67
9%	41.87	15.89	25.98	79.30
13%	43.28	17.07	26.21	80.88

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados (Ver Tabla 7) el suelo en su estado natural tuvo un I.P. de 14.49%, al adicionarle 7% de BioCEC se obtuvo 24.73% aumentando así hasta en un 70.67% en base al suelo patrón, de igual manera con 9% de BioCEC se logró 25.98% aumentando así hasta en un 79.30% en base al suelo patrón y con 13% de BioCEC se llegó a 26.21% aumentando así hasta en un 80.88% en base al suelo patrón. Por lo tanto, se concluyó que a medida se le añada el estabilizante, su I.P. irá incremento, asimismo los I.P. presentados son mayores a 20%, esto nos indica que su plasticidad se considera como “alta” y tendrá características de “suelos muy arcillosos” (Ver Tabla 1).

Objetivo específico 2: Conocer la máxima compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.

Ensayo de Proctor Modificado

Se detalla la comparación de los resultados de Proctor Modificado (Ver Figura 13 y Tabla 8) realizados al suelo adicionando 7%, 9% y 13% de BioCEC en relación al contenido de humedad del suelo.

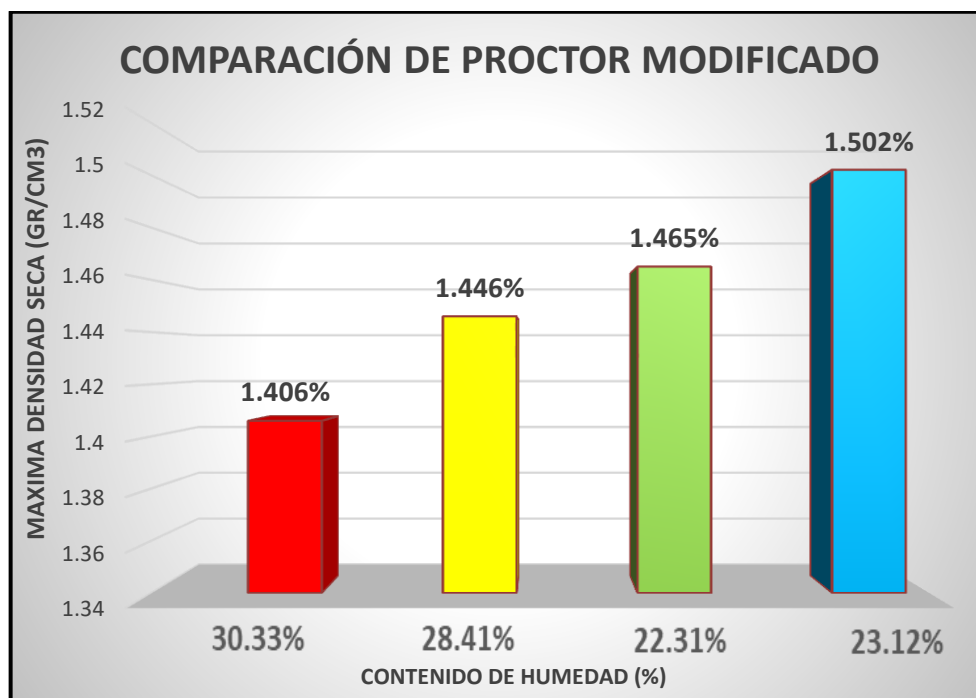


Figura 13. Comparación de resultados del ensayo de Proctor Modificado.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 8. Comparación de resultados de Proctor Modificado.

	O.C.H. (%)	MDS (gr/cm ³)	AUMENTA (%)
Natural	30.33	1.406	Patrón
7%	28.41	1.446	2.84
9%	22.31	1.465	4.20
13%	23.12	1.502	6.83

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia los resultados del ensayo de Proctor Modificado (Ver Tabla 8 y Figura 13) que fue realizado a la muestra sin alteración, por lo tanto, podemos apreciar una M.D.S. de 1.406 gr/cm³ con un C.H.O. de 30.33%. De igual forma se adicionó 7% de BioCEC logrando una M.D.S. de 1.446 gr/cm³ con un C.H.O. de 28.41%. Asimismo, se agregó 9% de BioCEC logrando una M.D.S. de 1.465 gr/cm³ con un C.H.O. de 22.31%. Seguidamente se añadió 13% de BioCEC logrando una M.D.S. de 1.502 gr/cm³ con un C.H.O. de 23.12%. De este ensayo se puede concluir que mediante se va adicionando el aditivo BioCEC, irá incrementando su densidad seca, lo cual será más consistente.

Objetivo específico 3: Evaluar la capacidad de resistencia del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.

Ensayo de California Bearing Ratio

Se detalla la comparación de los resultados del ensayo de C.B.R. (Ver Figura 14 y Tabla 9) realizados al suelo adicionando 7%, 9% y 13% de BioCEC en relación al contenido de humedad del suelo.

Tabla 9. Comparación de resultados de C.B.R.

	CBR AL 95%	Penetración (0.1")	Penetración (0.2")
Dosificación	Natural (%)	9.85 %	34.41 %
	7%	43.07 %	61.76 %
	9%	43.71 %	62.31 %
	13%	47.86 %	66.92 %

Fuente: Elaboración propia

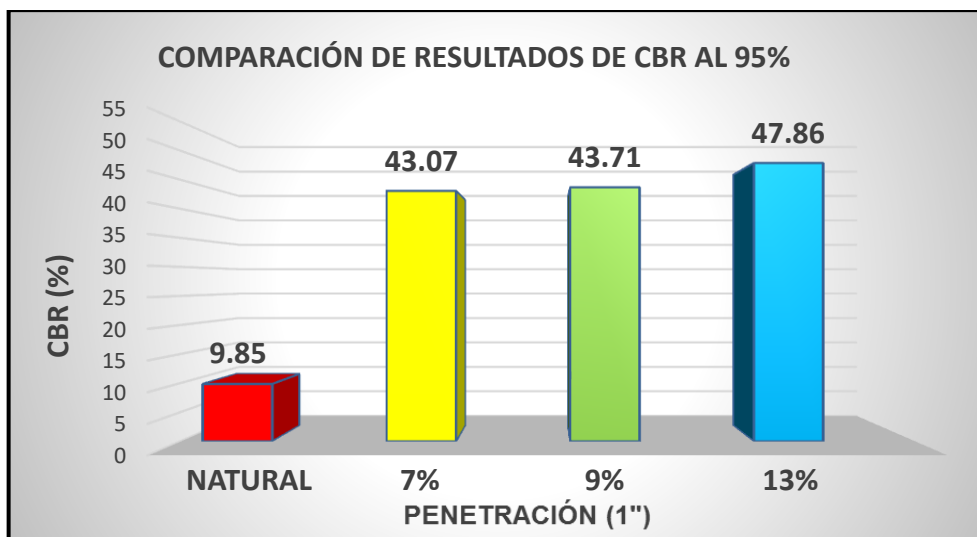


Figura 14. Comparación de resultados del ensayo de CBR al 0.1".

Fuente: Elaboración Propia (2022)

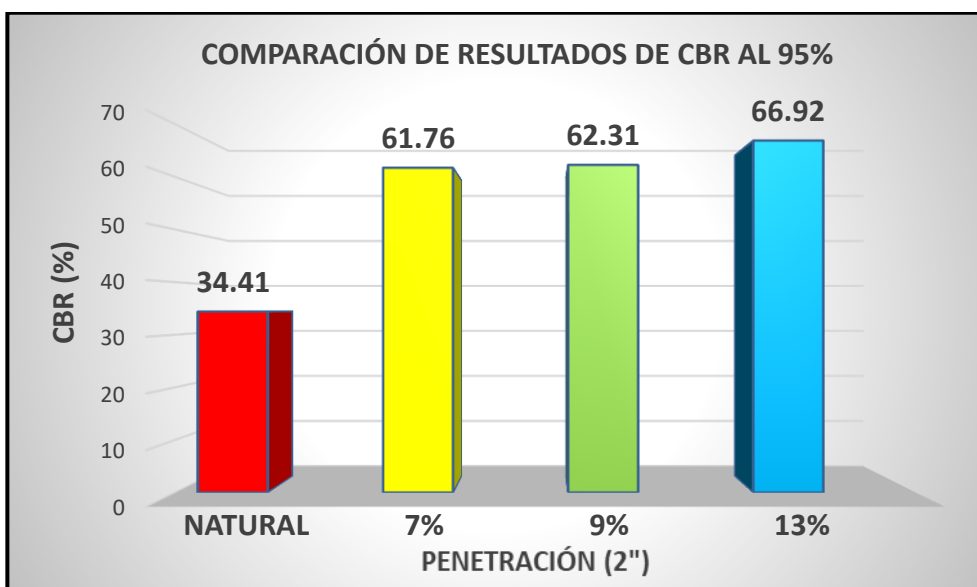


Figura 15. Comparación de resultados del ensayo de CBR al 0.2".

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Se muestra el ensayo de C.B.R. al 95% que fue medido al 0.1" y 0.2" de penetración (Ver Tabla9) donde la penetración de 0.1" del suelo natural sin alteración obtuvo un C.B.R. de 9.85%. De igual forma se adicionó 7% de BioCEC aumentando el C.B.R. a 43.07%. Asimismo, se agregó 9% de BioCEC aumentando el C.B.R. al 43.71%. Seguidamente se añadió 13% de BioCEC aumentando el C.B.R. al 47.86%, se concluyó que los resultados son mayores al 30% (Ver Tabla 2) esto nos indica que es una subrasante excelente con buena capacidad de soporte.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1.

Según Hernández, Mejilla y Zelaya (2016) en sus resultados del ensayo granulométrico encontraron 84.84% de fino que pasa la malla N°200, de igual forma desde la malla N°6 hasta la malla N°200 se encontró 15.16% de arena (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Resumen del resultado del ensayo granulométrico.

Tamiz	Tamaño Tamiz (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa	% Referido a la Muestra Total
No.10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No.20	0.85	1.63	2.51	2.51	97.49	97.49
No.40	0.425	1.49	2.30	4.81	95.19	95.19
No.60	0.250	1.62	2.50	7.31	92.69	92.69
No.100	0.150	1.98	3.05	10.36	89.64	89.64
No.200	0.075	3.11	4.79	15.16	84.84	84.84
Pasa No.200		55.03	84.84	100.00	0.00	0.00
	Total =	64.86				

Fuente: Hernández, Mejilla y Zelaya

En relación al ensayo granulométrico los resultados indicaron que por la malla N°4 se halló 24% de grava, asimismo desde la malla N°6 hasta la N°200 se encontró 32% de arena y lo que pasó por la malla N°200 se determinó 44% de fino respectivamente (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Resumen del ensayo de Granulometría.

MALLAS		MUESTRA (C-1)		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
N° 4	4.750	1.21	23.93	76.07
N° 6	3.360	2.51	26.44	73.56
N° 8	2.360	4.58	31.02	68.98
N° 10	2.000	0.87	31.89	68.11
N° 16	1.180	2.78	34.67	65.33
N° 20	0.850	1.85	36.52	63.48
N° 30	0.600	6.86	43.38	56.62
N° 40	0.425	1.63	45.01	54.99
N° 50	0.300	1.88	46.89	53.11
N° 80	0.180	2.42	49.31	50.69
N° 100	0.150	5.06	54.37	45.63
N° 200	0.075	1.22	55.59	44.41
-200	ASTM D 1140-00	44.41	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

En el aporte de Hernández, Mejilla y Zelaya (2016) encontraron 84.84% de fino que pasa la malla N°200, de igual forma desde la malla N°6 hasta y la N°200 se encontró 15.16% de arena, eso quiere decir que gran parte de su material es de característica muy fina, y **en la presente investigación** desde la malla N°6 hasta la N°200 se encontró 32% de arena y lo que pasó por la malla N°200 se encontró 44% de fino, existiendo una **COINCIDENCIA** en lo resultados.

En los resultados de Gavilanes (2015) se añadieron proporciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cemento para el ensayo de consistencia, en base a ello se obtuvo un incremento al añadir 2% logró un %LL de 31%, %LP de 27%, %IP de 4%; al añadir 4% alcanzó un %LL de 31%, %LP de 31%, %IP de 1; al añadir 6% disminuyó el %LL de 30%, %LP de 28%, %IP de 3 y por ultimo al añadir 8% alcanzó nuevamente un aumento en su %LL de 32%, %LP de 29%, %IP de 4% (Ver Tabla 12).

Tabla 12. *Resumen del resultado del ensayo de consistencia.*

Cemento	2%	4%	6%	8%
Limite Líquido	31%	31%	30%	32%
Limite Plástico	27%	31%	28%	29%
Índice de Plasticidad	4%	1%	3%	4%

Fuente: Gavilanes

Analizando los resultados de la presente investigación al suelo natural se le agregó 7% de BioCEC obteniendo un %LL de 39.66%, %LP de 14.92%, %IP de 24.73%, al agregar 9% se llegó a un %LL de 41.87%, %LP de 15.89%, %IP de 25.98%, al incorporar 13% se alcanzó un %LL de 43.28%, %LP de 17.07, %IP de 26.21%.

Tabla 13. *Resumen del ensayo de límites de consistencia.*

BioCEC	Sin Aditivo	7%	9%	13%
Limite Líquido	35.17%	39.66%	41.87%	43.28%
Limite Plástico	20.67%	14.92%	15.89%	17.07%
Índice de Plasticidad	14.49%	24.73%	25.98%	26.21%

Fuente: Elaboración propia

En el aporte de Gavilanes (2015) se visualizó que al añadir 2% aumentó sus límites, de la misma manera al añadir 4% incrementó levemente sus consistencias, caso contrario sucedió al incorporar 6% que provocó una disminución en sus límites, pero

al incorporar 8% volvió a aumentar los límites de consistencia, y **en la presente investigación** se apreció que mediante se añada el aditivo los límites aumentaban constantemente, existiendo una **SIMILITUD** en los resultados.

Objetivo específico 2.

De acuerdo a la investigación realizada por Lomparte y Sánchez (2019), al añadir las dosificaciones del polímero Maxx-Seal 100 a su muestra (M-A) en porcentajes de 0.40% y al 0.60% obtuvieron un incremento con respecto a su M.D.S. de 2.182gr/cm³, 2.200gr/cm³ y 2.214gr/cm³, de igual manera lograron un incremento en su O.C.H. de 7%, 7.45% y 7.79% (Ver tabla 14).

Tabla 14. Resumen del resultado ensayo de Proctor Modificado.

ENSAYO REALIZADO	DOSIS	MUESTRA M-A	
		M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
PROCTOR MODIFICADO	0.00%	2.182	7.00
	0.40%	2.200	7.45
	0.60%	2.214	7.79

Fuente: Lomparte y Sánchez

En base a mis ensayos de Proctor Modificado tanto para la muestra de suelo en su estado natural como para las muestras agregando aditivo en 7%, 9% y 13%, se logró obtener un aumento en la M.D.S. con los siguientes resultados: 1.406gr/cm³, 1.446gr/cm³, 1.465gr/cm³ y 1.502gr/cm³; respecto al O.C.H. hubo una disminución de porcentajes: 30.33%, 28.41%, 22.31% y 23.12%. (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Resumen del ensayo de Proctor Modificado.

ENSAYO REALIZADO	DOSIS	M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
PROCTOR MODIFICADO	0%	1.406	30.33
	7%	1.446	28.41
	9%	1.465	22.31
	13%	1.502	23.12

Fuente: Elaboración Propia

Para Lomparte y Sánchez (2019), al añadir al 0.40% y al 0.60% del polímero Maxx-Seal 100 obtuvieron un incremento en la M.D.S. y del O.C.H; y **en la presente**

investigación para las muestras con aditivo en 7%, 9% y 13%, logré obtener un aumento en la M.D.S; respecto al O.C.H. hubo una disminución de porcentajes, existiendo **SIMILITUD** en los resultados.

Objetivo específico 3.

Sosa (2018), al aplicar del polímero Perma Zyme 30X alcanzó la mejoría en su incremento del CBR, en porcentajes de 8.46%, 9.23%, 9.53% y 9.84% en base al suelo patrón, con la dosificación de 0.8L, 1.0L, 1.2L, 1.4L en 30 m3 (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Resumen de resultados del ensayo C.B.R.

Perma Zyme 30x	Sin Aditivo	PZ 0.8 lt en 30m3	PZ 1,0 lt en 30m3	PZ 1.2 lt en 30m3	PZ 1.4 lt en 30m3
CBR al 100%	38.90%	47.36%	48.13%	48.44%	48.75%
CBR al 95 %	26.80%	32.40%	33.20%	33.40%	33.50%

Fuente: Sosa

En nuestra presente investigación se incorporó 7%, 9% y 13% de BioCEC obteniendo un incremento del C.B.R. con respecto al suelo patrón, los porcentajes fueron los siguientes: 34.41% para 7%, 35.15% para 9%, 38.64% para 13% (Ver Tabla 17).

Tabla 17. Resumen del ensayo de C.B.R.

BioCEC	Sin Aditivo	7%	9%	13%
CBR al 100%	12.48%	46.89%	47.63%	51.12%
CBR al 95%	9.85%	43.07%	43.71%	47.86%

Fuente: Elaboración propia

Para **Sosa** (2018), al incorporar el polímero Perma Zyme 30x de 0.8L, 1.0L, 1.2L, 1.4L en 30 m3 incrementó su C.B.R. en 8.46%, 9.23%, 9.53% y 9.84% respectivamente, y **en la presente investigación** al adicionar el aditivo BioCEC al 7%, 9% y 13% a la muestra de subrasante incrementó en: 34.41%, 35.15%, 38.64% respectivamente, existiendo **COINCIDENCIA** en los resultados.

VI. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado los estudios correspondientes a la muestra de suelo con respecto a los límites de consistencias, máxima densidad seca y capacidad de resistencia adicionando el aditivo BioCEC se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- En el ensayo de límites de consistencia se encontró que mediante se le vaya añadiendo las dosificaciones en 7%, 9% y 13% del aditivo BioCEC a la muestra en su estado natural la plasticidad irá incrementándose, mostrándonos índices de 24.73%, 25.98% y 26.21% catalogándolo como un suelo muy arcilloso altamente plástico según el Manual de carreteras - Sección de suelos y pavimentos, esto nos indica que para que un suelo pase del estado semisólido a la condición de líquido, se le deba agregar gran cantidad de agua. Por lo tanto, se afirma que el aditivo BioCEC influye notablemente en las características geomecánicas del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.
- Para el ensayo de compactación de la muestra natural adicionando el estabilizante BioCEC se pudo observar que a través se incorporen porcentajes de 7%, 9% y 13% irá mejorando su compactación, caso contrario sucedió con el O.C.H. que fue disminuyendo. En efecto se afirma que el aditivo BioCEC influye notoriamente en la compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.
- Teniendo en cuenta los resultados expuestos en el ensayo de C.B.R. realizados a la muestra natural incorporando 7%, 9% y 13% del aditivo líquido BioCEC se pudo apreciar un crecimiento de los valores numéricos del C.B.R. De este modo se afirma que el aditivo BioCEC influye drásticamente en la capacidad de resistencia para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.

VII. RECOMENDACIONES

- Como se pudo demostrar en esta investigación, el aditivo BioCEC resultó ser un estabilizador que aumentaba la plasticidad del suelo natural mediante se le iba añadiendo los porcentajes 7%, 9% y 13%, por lo tanto, es recomendable aplicar dicho estabilizante en suelos no pavimentados de la Av. Las Torres.
- Se sugiere aplicar la dosis de 13% del aditivo líquido BioCEC debido a que en ese porcentaje vuelve a incrementar su O.C.H. (23.12%), caso contrario sucedió con el 7% y 9% que alcanzaron un O.C.H. inferior (28.41% y 22.31%), con respecto a su M.D.S estas fueron aumentando, por lo tanto, es factible estabilizar con BioCEC en suelos no pavimentados de la Av. Las Torres.
- Se recomienda incorporar el aditivo iónico BioCEC en las dosis de 7%, 9% y 13% debido a que en todas las dosificaciones fue agigantando sus valores de capacidad de soporte (34.41% para 7%, 35.15% para 9%, 38.64% para 13%) respecto al suelo patrón, por consiguiente, según el Manual de carreteras - Sección de suelos y pavimentos lo califica como una subrasante excelente con buena capacidad de soporte. Por esta razón es viable utilizar BioCEC en la estabilización de suelos no pavimentados de la Av. Las Torres.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda emplear el aditivo líquido BioCEC como agente estabilizador de suelos no pavimentados en la avenida Las Torres. La investigación en mención queda a disposición para que la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres pueda aplicarlo, de esta manera se podrá economizar en trabajos de mantenimientos a futuro.

REFERENCIAS

1. GARCÍA, Jonatan. Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín [en línea]. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2019. [Consultado 28 abril 2021].

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>

2. CHINCHAY, Linberg. Influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo La Serma – Tambillo Jaen, Cajamarca [en línea]. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. [Consultado 22 abril 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2547>

3. HERNÁNDEZ, Josué; MEJÍA, David y ZELAYA, César. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador [en línea]. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Perú: Universidad de El Salvador, 2016. [Consultado 27 abril 2021].

Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/1/50108285.pdf>

4. GAVILANES, Erick. Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur [en línea]. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2015. [Consultado 28 abril 2021].

Disponible en:

<https://1library.co/document/q5m5043y-estabilizacion-mejoramiento-rasante-mediante-cemento-santos-barrio-colinas.html>

5. BENITEZ, Shamir; ROJAS, Carlos. Comparación del método de estabilización iónica con otros métodos realizados en la UPB [en línea]. Tesis (para la obtención del título de ingeniero civil). Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucamaranga, 2019. [Consultado 14 abril 2021].

Disponible en:

<https://docplayer.es/207187179-Comparacion-del-metodo-de-estabilizacion-ionica-con-otros-metodos-realizados-en-la-upb-shamir-johanes-benitez-medina.html>

6. DÍAZ, Juan. Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín [en línea]. Tesis (para el título de ingeniero civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2018. [Consultado 26 abril 2021].

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25535/D%C3%ADAZ_GJC.pdf?sequence=4&isAllowed=y&fbclid=IwAR0vXJyhISxXMXIGmYurwuTc0Zishv29_pX26bmA0HsNLbXW6av7DPufXdw

7. LOMPARTE, Johan y SÁNCHEZ. Denis. Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de Polímero en emulsión Vinilo Acrílico en la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay – Nuevo Chimbote – Santa [en línea]. Tesis (para obtener el título de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional del Santa, 2019. [Consultado 25 abril 2021].

Disponible en:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3217/48929.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

8. SOSA, Raul. Estabilización de suelos en la superficie de rodadura con el perma (Zyme 30X) de la carretera no pavimentada chupa – Arapa, Azangaro, Puno [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana Unión, 2018. [Consultado 25 abril 2021].

Disponible en:

[https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1691#:~:text=Perma%20Zyme%2030X%20es%20un,soporte%20relativo%20\(CBR\)%20en%209.84](https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1691#:~:text=Perma%20Zyme%2030X%20es%20un,soporte%20relativo%20(CBR)%20en%209.84)

9. COBAN, Haluk. The use of lime sludge for soil stabilization [en línea]. Tesis (para obtener el grado de Master). Estados Unidos: Iowa State University, 2017. [Consultado 26 abril 2021].

Disponible en:

<https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6509&context=etd>

10. SHAREEF, Ali. Investigation of Cement with Lime as a Stabilized Materials for Soft Soils. [en línea]. Tesis (para obtener el título de ingeniero civil). Iraq: University of Technology, 2016. [Consultado 20 mayo 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/319823793_Investigation_of_Cement_with_Lime_as_a_Stabilized_Materials_for_Soft_Soils_A_THESIS_SUBMITTED_TO_THE_BUILDING_AND_CONSTRUCTION_ENGINEERING_DEPARTMENT_OF_THE_UNIVERSITY_OF_TECHNOLOGY_IN_A_PARTIAL_FULFI

11. SODERLUND, Olov. Stabilization of Soft Soil with Lime and PetritT. [en línea]. Suecia: Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, 2018. [Consultado 25 mayo 2021].

Disponible en:

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1249638/FULLTEXT02>

12. DANTAS, S; FARIAS, C; ARAGAO, A. Stabilization of sandy soil with high content of asphalt emulsion. Department of the University of Technology [en línea]. 2020, [Consultado 22 abril 2021].

Disponible en:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-167X2020000200163&lang=es&fbclid=IwAR3GF45_d5N0SQIPofX4rE8HNj1Mxsg eoRXbNemv6UbL446LZh03TrCfStA

13. SOUZA, Juliana; Rudnick, Rafaela and Lukiantchuki. Evaluation of the incorporation of construction waste (CW) for the stabilization of soil-cement mixtures. [en línea]. Brazil: Associacao Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2020. [Consultado 23 mayo 2021].

Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/ac/a/V4ggpTszsK4C4jtS9kfTnSs/?format=pdf&lang=en>

14. SÉRGIO, Reginaldo; EMMERT, Fabiano; PEREIRA, Eder and GATTO, Alcides. Soil Stabilization with Lime for the Construction of Forest Roads. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília [en línea]. 2018, [Consultado 19 mayo 2021] ISSN 2179-8087.

Disponible en:

<http://www.scielo.br/pdf/floram/v25n2/2179-8087-floram-25-2-e20150077.pdf>

15. SOSA, Martín; CALDO, Alejandra; HALLES, Felipe y TENOUX, Guillermo. Guía para la evaluación y selección de aditivos estabilizadores de materiales granulares y suelos en caminos de bajo tránsito - Caso Paraguay. (2019).

Disponible en:

<https://publications.iadb.org/es/guia-para-la-evaluacion-y-seleccion-de-aditivos-estabilizadores-de-materiales-granulares-y-suelos>

16. RAMOS, Juan; LOZANO, Juan. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2019. [Consultado 28 abril 2021].

Disponible:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24277/1/ESTABILIZACIO%CC%81N%20DE%20SUELO%20MEDIANTE%20ADITIVOS%20ALTERNATIVOS%20OCORREGIDO%20FINAL%202.0.pdf>

17. LÓPEZ, José; ORTIZ, Grely. Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Tecnológica De Los Andes, 2018. [Consultado 28 abril 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/152/1/Tesis-Estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20arcillosos%20con%20cal.pdf>

18. PERALTA, Angel. Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad de soporte mediante la incorporación de la ceniza de gallinaza [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú Universidad Peruana Los Andes, 2020. [Consultado 15 julio 2021].

Disponible en:

https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2426/T037_70218197_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

19. PICO, Juan Carlos. Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las Teligote y Mashabachos de la parroquia Benítez Cantón San Pedro De Pelileo, con Cal y Cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. [Consultado 15 julio 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24050>

20. ALVAREZ, Nicols; GUTIERREZ, Julio. Estudio experimental del efecto en el comportamiento mecánico al adicionar caucho triturado en un suelo arcilloso de baja plasticidad proveniente del caserío de Callampampa [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. [Consultado 18 julio 2021].

Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652828/Alvarez_BN.pdf?sequence=4&isAllowed=y

21. FUSTAMANTE, Nilser. Evaluación de la capacidad de soporte del suelo adicionando polímeros reciclados (PET) en la subrasante de la calle camino Real, progresiva km 0+000 – km 0+750, Chota [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado

de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2021. [Consultado 20 julio 2021].

Disponibles en:

<https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/182/NILSER%20FUSTAMANTE%20V%C3%81SQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

22. DEL CASTILLO, Fiorella; SOLANO, Yosmer. Estabilización de suelos con uso de aditivos químicos del camino vecinal Pampas de Cochaya, Olaya – Mache – Otuzco – La Libertad [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2021. [Consultado 12 de agosto 2021].

Disponible en:

https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8359/1/REP_FIORELLA.DELCASTILLO_YOSMER.SOLANO_ESTABILIZACION.DE.SUELOS.pdf

23. PINEDA, Angela; MARTÍNEZ, Camilo. Revisión de las tendencias investigativas acerca de la respuesta mecánica de suelos estabilizados con biopolímeros [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2021. [Consultado 10 de julio 2021].

Disponible en:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28329/%28REV3%20-%20JAP%29%20-%20TG-2021-09-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

24. TANG, Wilser. Propuesta de diseño de pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo, prolongación Recreo cuerdas del 12 al 16, Banda de Shilcayo – San Martín – San Martín; 2019 [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Científica del Sur, 2019. [Consultado 15 julio 2021].

Disponible en:

<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/916>

25. Estabilización de suelos y capas granulares [Mensaje en un blog]. Madrid: Aldana, R., (19 de agosto de 2021). [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2021].

Disponible en:

<https://www.aulacarreteras.com/estabilizaciones-de-suelos/>

26. DELGADO, Christian; MORMONTOY, Victor. Estabilización de suelos arcillosos con adición de ceniza de Mazorca de maíz y cal [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Andina del Cusco, 2021. [Consultado 10 de julio 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4587>

27. BOTÍA, Wilmar. Manual de procedimiento de ensayos de suelos y memoria de cálculo (2015).

Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf;jsessionid=317D872C78A029B503AC799F5548B05A?sequence=1>

28. ALVAREZ, Anthony; SOSA, Jose. Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de alta plasticidad del Caserío Bello Horizonte, distrito de Curimaná, departamento de Ucayali, adicionando pet reciclado [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. [Consultado 29 abril 2021].

Disponible:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653122/Alvarez_CA.pdf?sequence=3

29. ARRIOLA, Marie; FARIAS, Jose. Propuesta de metodología para verificación del grado de compactación de suelos con un deflectómetro de impacto liviano (LWD) [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, 2020. [Consultado 29 abril 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bf80703c-f2f0-46f7-ba73-fb6547a6ecba/content>

30. MELENDEZ, Carlos. Evaluación de la aplicación de los métodos A, B Y C del ensayo Proctor modificado en los agregados de las canteras Estrella, Pumpunya, Mitupampa - Chupuro – Huancayo, 2017 [en línea]. Tesis (para alcanzar el grado de ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana Los Andes. [Consultado 29 abril 2021].

Disponible en:

https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/526/T037_45954410_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

31. GUERRA, J. Mecánica de suelos [en línea]. Edición 1. España: Editorial Dextru, 2018. [Consultado 03 junio 2021]. ISBN: 978-84-16898-62-6.

Disponible en:

ebooks7-24.com/stage.aspx?il=&pg=&ed=

32. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación (2017).

Disponible en:

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

33. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología a la investigación (2020).

Disponible en:

https://pics.unison.mx/maestria/wp-content/uploads/2020/05/Metodologia_de_la_Investigacion-Sampieri.pdf

34. BERNARDO, Carlos; CARBAJAL, Yvana y CONTRERAS, Victoria. Metodología de la investigación (2019).

Disponible en:

<https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2019-I/MANUALES/II%20CICLO/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>

35. CABEZAS, Edison; NARANJO Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica (2018).

Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

36. BioCEC: La evolución de los suelos [en línea]. Colombia [Consultado 08 de agosto de 2021]

Disponible en:

<https://www.plexus.com.co/estabilizador-de-vias/>

37. Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables [en línea]. 1.^a ed. Colombia: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana [Consultado 29 de junio 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/346362692_Metodologia_de_la_investigacion_Conceptos_herramientas_y_ejercicios_practicos_en_las_ciencias_administrativas_y_contables

38. SAMPIERI, Roberto; MENDONZA, Christian. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 1.^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A, 2018 [Consultado 29 de junio 2021].

Disponible en:

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

39. BERNAL, César. Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales [en línea]. 3.^a ed. Colombia: Pearson Educación, 2017 [Consultado 30 de junio 2021].

Disponible en:

<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

40. MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación (2015).

Disponible en:

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>

41. ARIAS, José; COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. 1.^a ed. Perú: Enfoques Consulting EIRL, 2021 [Consultado 3 de julio 2021].

Disponible en:

<https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>

42. SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística (2018). Primera Edición. Perú: Editorial Universidad Ricardo Palma. [Consultado 12 junio 2021]. ISBN: 978-612-47351-4-1.

Disponible en:

<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480?show=full>

43. ZAMORA, Ismael; CALIXTO, Liset. Metodología de la investigación en la tesis [en línea]. 2.^a ed. Perú: Smith Zamora E.I.R.L., 2021 [Consultado 8 de julio 2021].

Disponible en:

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/tesis-1/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-para-tesis-2021/18008687>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Autor: Esteban Jumpa, Bryan Stalin


Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BioCEC para mejoramiento vehicular - Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022					
Variable Independiente (X)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Aditivo BioCEC	(BioCEC, s.a.), El aditivo BioCEC es un estabilizante químico especializado en suelos naturales, formulado con componentes ionizantes. Todo ello está incorporado a un medio aceitoso que se disuelve en agua, cuya finalidad es la de sellar las partículas del suelo estabilizado. (pág. 1).	Esta variable será medida aplicando las dosificaciones de 7%, 9% y 13% del aditivo BioCEC.	Dosificación del BioCEC	7% de BioCEC	Razón
				9% de BioCEC	
				13% de BioCEC	
Variable Dependiente (Y)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados	(Benitez, Shamir y Rojas, Carlos; 2019), La estabilización de un suelo es un proceso en donde suelos vírgenes son sometidos a cierto tratamiento o manipulación para poder aprovechar todas las cualidades que este tiene, obteniendo una mejoría en cuanto a su firmeza, estabilidad y durabilidad. (pág.22).	Esta variable será medida con las características del suelo y la capacidad de resistencia del suelo.	Características del suelo	Granulometría	Razón
				Límites de consistencias	
			Capacidad de resistencia del suelo	Máxima Densidad Seca (MDS)	
				California Bearing Ratio (CBR)	

Anexo 2: Matriz de consistencia

Autor: Esteban Jumpa, Bryan Stalin

Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BioCEC para mejoramiento vehicular - Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente			
¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados - Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022?	Analizar la influencia del aditivo BioCEC en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022.	El aditivo BioCEC influye considerablemente en la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados – Av. Las Torres - San Martín de Porres – Lima – 2022.	Aditivo BioCEC	Dosificación del BioCEC	7% de BioCEC	Balanza digital con precisión de 0,01g
					9% de BioCEC	
					13% de BioCEC	
Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en las características geomecánicas del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados?	Determinar las características geomecánicas del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.	El aditivo BioCEC influye notablemente en las características del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.	Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados	Características del suelo	Granulometría	Ensayo Granulométrico
					Límites de consistencia	Límite de Atterberg ASTM D-2216, MTC E 110 – 2000 / MTC E 111-2000
¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en la máxima compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados?	Determinar la máxima compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.	El aditivo BioCEC influye notoriamente en la compactación del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.		Capacidad de resistencia del suelo	Máxima Densidad Seca (MDS)	Proctor modificado ASTM D-3282, MTC E 115 – 2000
¿Cuánto influye el aditivo BioCEC en la capacidad de resistencia para la estabilización de la subrasante de suelos no pavimentados?	Evaluar la capacidad de resistencia del suelo para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.	El aditivo BioCEC influye drásticamente en la capacidad de resistencia para la estabilización de subrasante de suelos no pavimentados.		California Bearing Ratio	California Bearing Ratio ASTM D-1557 y MTC E-132- 2000	

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación BioCEC

"Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BioCEC, Av. Las Torres San Martín de Porres, Lima, 2021"

N° de ficha: 01.....

Fecha: 20 de junio del 2021.....

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Lima. Distrito: San Martín de P. Localidad: S.M.P

Parte B: Dosificación del aditivo BioCEC

7% de BioCEC	<input checked="" type="checkbox"/>
9% de BioCEC	<input type="checkbox"/>
13% de BioCEC	<input type="checkbox"/>

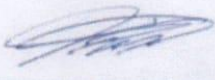
Apellidos y nombres del juez evaluador: Rivas Duran Ezequiel.....

Especialista: Metodólogo [X] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil.....

N° de registro CIP: 63409.....



Ing. Ezequiel Rivas Duran
CIP 63409
Firmado digitalmente por RIVAS DURAN
Ezequiel FAU 20103503639 soft
Fecha: 2021.06.21 09:55:24 -05'00'

Firma y sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación BioCEC

"Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BioCEC, Av. Las Torres San Martín de Porres, Lima, 2021"

N° de ficha: 02...

Fecha: 19 de Junio del 2021

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Lima. Distrito: San Martín de P. Localidad: S.M.P.

Parte B: Dosificación del aditivo BioCEC

7% de BioCEC	
9% de BioCEC	X
13% de BioCEC	

Apellidos y nombres del juez evaluador: Huayhua Espinoza Feliciano

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [X] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 69315

FELICIANO HUAYHUA ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 69315

Firma y sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación BioCEC

"Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo
BioCEC, Av. Las Torres San Martín de Porres, Lima, 2021"

N° de ficha: 03..

Fecha: 20 de Junio del 2021

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Lima Distrito: San Martín de P. Localidad: S.M.P.

Parte B: Dosificación del aditivo BioCEC

7% de BioCEC	
9% de BioCEC	
13% de BioCEC	X

Apellidos y nombres del juez evaluador: Jaramillo Martinez, Walter.....

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil.....

N° de registro CIP: 219480.....

WALTER
JARAMILLO MARTINEZ
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 219480

Firma y sello

Anexo 4: Validez por juicio de experto

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Rivas Duran Ezequiel

Especialista: Metodólogo [X] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 63409

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Ing. Ezequiel Rivas Duran
CIP 63409
Firmado digitalmente por RIVAS DURAN
Ezequiel FAU 20503503639 u08
Fecha: 2021.06.21 09:55:24 -05'00'

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5		X	
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Huayhua Espinoza Feliciano

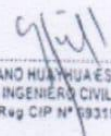
Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 69315

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 FELICIANO HUAYHUA ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 69315

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Jaramillo Martínez Walter

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 219480

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 WALTER
 JARAMILLO MARTINEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 219480

ASPECTOS A CONSIDERAR		OBSERVADORES				
		1	2	3		
OBSERVACIONES	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1		
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1		
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?	1	1	1		
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1		
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrument	1	1	1		
	6 ¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	1		
	7 No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1		
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1		
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1		
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1		
	11 ¿Los indicadores son medibles?	1	1	1		
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	1	1	1		
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1		
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1		
	15 No es necesario considerar otros campos	1	1	1		

45

CATEGORIAS:	
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)} = 15$$

$$N_c = 15$$

$P_0 =$	1
---------	---

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de $P_j(k)$ en la formula:
$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k)$$

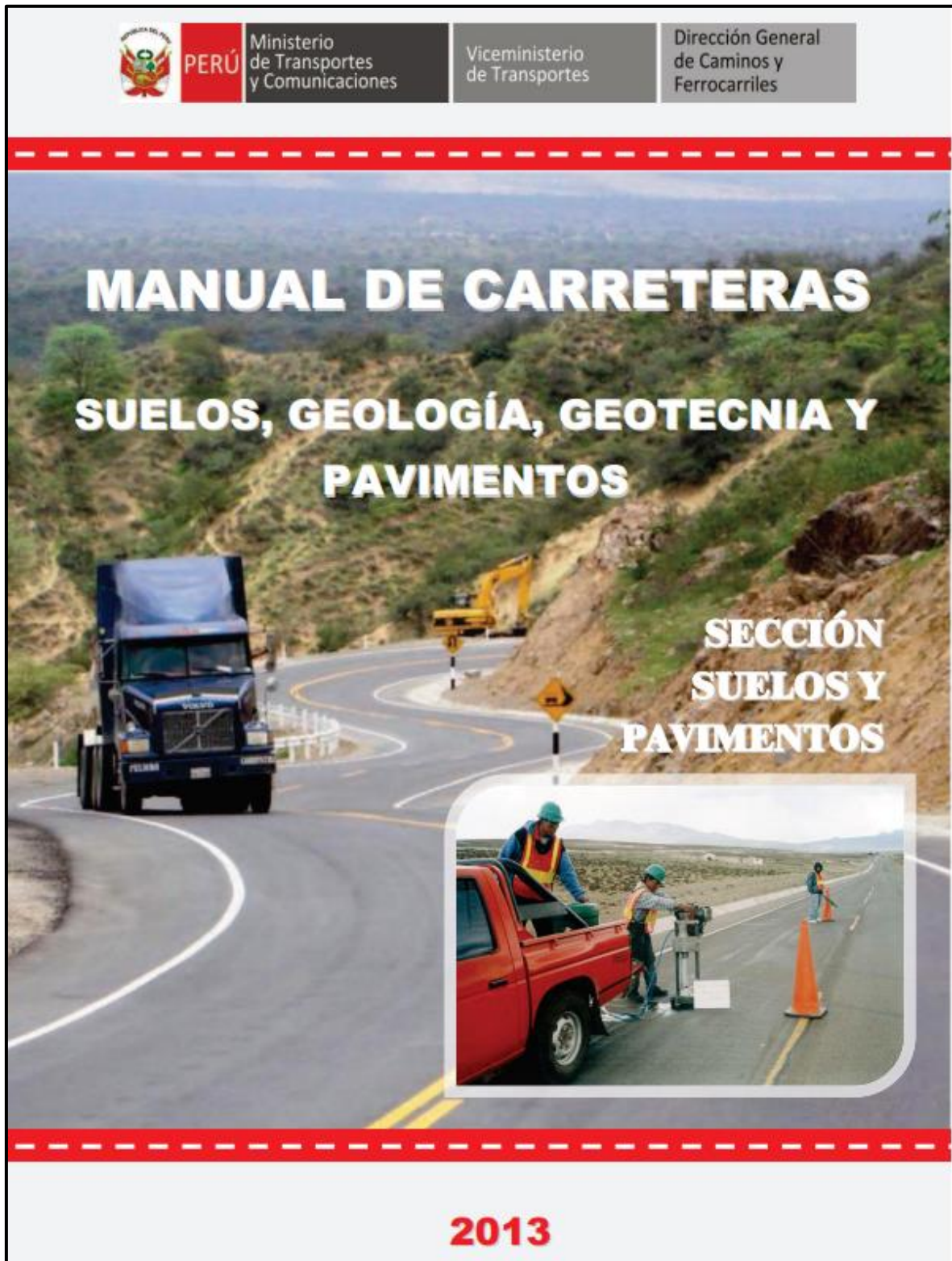
$P_1(1)$	$P_2(1)$	$P_3(1)$	$P_4(1)$	$P_5(1)$
1	1	1	0	0.000000000
$P_1(2)$	$P_2(2)$	$P_3(2)$	$P_4(2)$	$P_5(2)$
0	0	0	1	1

$$\sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 4 \quad 0.3230769$$

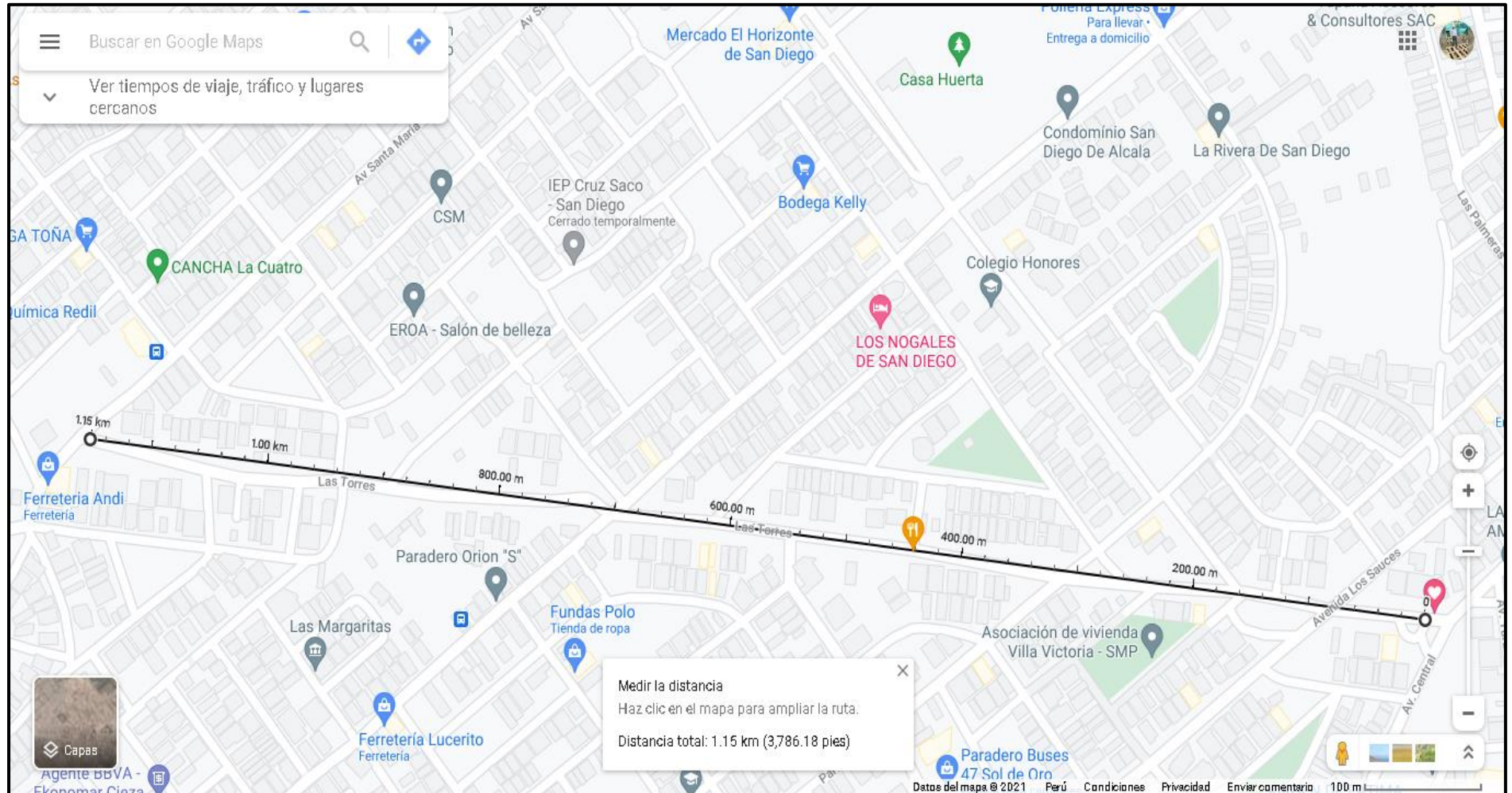
$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 0.323076923$$

$P_e =$	0.64459
---------	---------

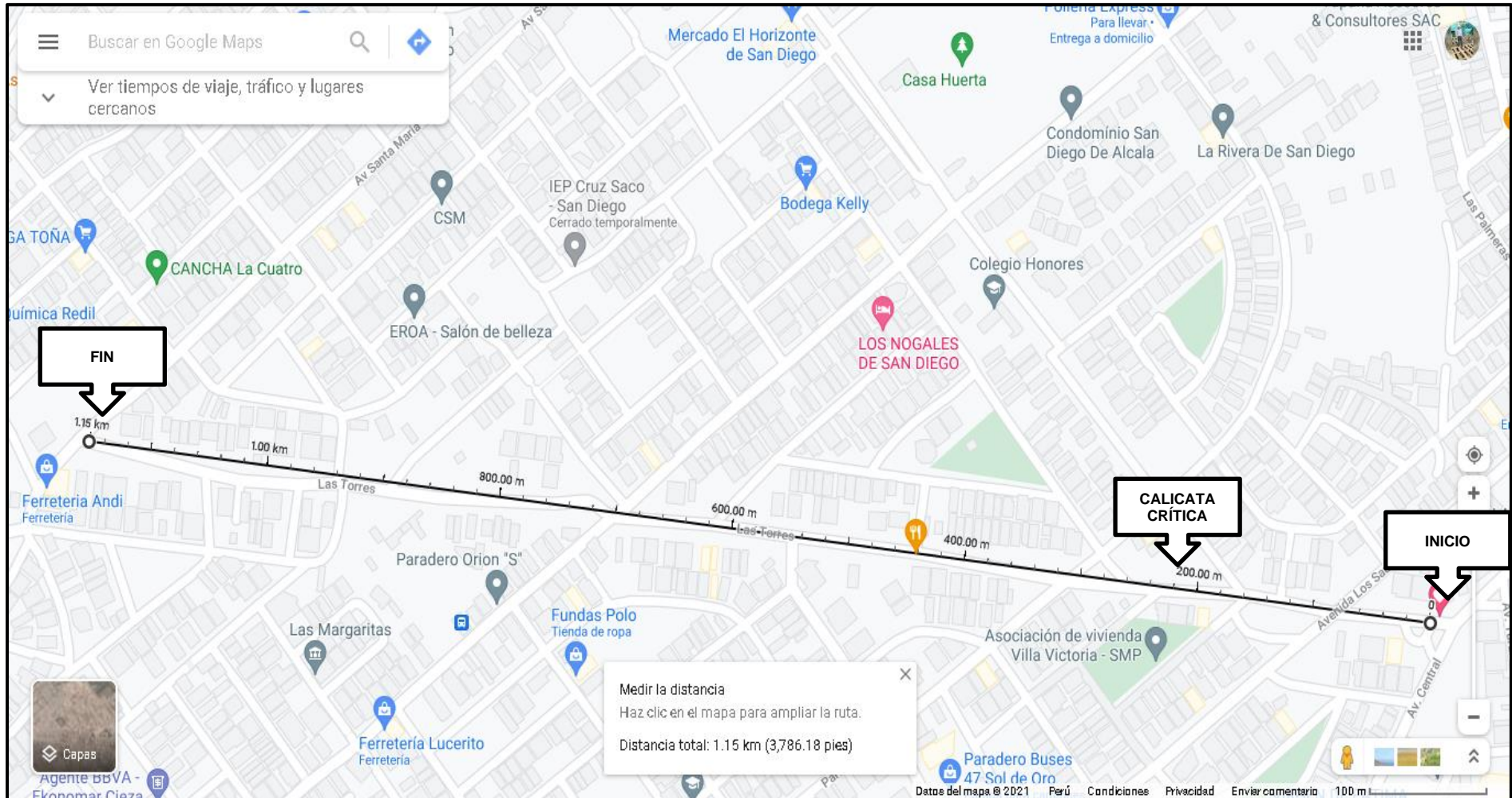
$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 1$$



Anexo 6: Mapas y Planos



L1: Plano de ubicación visto desde Google Maps.



L2: Av. Las Torres visto de Google Maps.



L3: Av. Torres visto desde Google Earth.

Anexo 7: Panel topográfico en campo



Fotografía 1. Vista panorámica de la zona de estudio.



Fotografía 2. Tramo de mi población infinita.



Fotografía 3. Reconocimiento de subrasante crítica.

Anexo 8: Cotización de ensayos



Calle Valladolid N° 149, 2do. Piso
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima - Perú
Teléfonos: 683-0473 / 683-0476 / 348-6919
informesjbo@jboingenieros.pe
www.jboingenieros.pe

Lunes 10 de setiembre del 2022

COTIZACIÓN N° 284 - 2022 - JBO

SEÑOR:

Esteban Jumpa, Bryan Stalin

ATENCIÓN:

Eduardo Villareal Flores

Asunto: Cotización de Ensayos de Laboratorio

De nuestra consideración.

Es grato dirigirme a Ud. Para atender vuestra solicitud y hacerle llegar nuestra cotización:

CANT.	DESCRIPCION	NORMAS	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
ENSAYOS DE LABORATORIO				
1	SUELOS: Método de ensayo de análisis granulométrico de suelo por tamizado (Natural)	NTP 339.128 ASTM D 422-63 AASHTO T - 267 MTC E 101	60.00	60.00
1	SUELOS: Métodos de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos (Natural)	NTP 339.129 ASTM D 4315 AASHTO T- 89 T-90 MTC E 110	80.00	80.00
3	SUELOS: Métodos de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos (Natural con aditivo)	NTP 339.129 ASTM D 4315 AASHTO T- 89 T-90 MTC E 110	70.00	210.00
1	SUELOS: Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3). Proctor modificado (Natural)	NTP 339.141 ASTM D-1557 AASHTO T - 267 MTC E 115	90.00	90.00
3	SUELOS: Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3). Proctor modificado (Natural con aditivo)	NTP 339.141 ASTM D-1557 AASHTO T - 267 MTC E 115	80.00	240.00

1	SUELOS: Método de ensayo de CBR (Relación Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio (Natural)	NTP 339.145. ASTM D 1883 AASHTO T -193 MTC E 132	110.00	110.00
3	SUELOS: Método de ensayo de CBR (Relación Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio (Natural con aditivo)	NTP 339.145 ASTM D 1883 AASHTO T -193 MTC E 132	120.00	360.00
COSTO TOTAL S/.				1,150.00

NOTA

* Los costos No incluyen IGV.

-

FORMA DE PAGO

El pago de los servicios será al Contado o 50% al Iniciar y 50% a la entrega del Informe. Los pagos los pueden efectuar mediante cheque o depósito en nuestra cuenta corriente en soles del Banco Scotiabank.

Cualquier consulta adicional agradeceremos comunicarse con nosotros al 01-683 0473, 683 0476, 348-6919, RPM # 418787 o al correo electrónico: informes@jboingenieros.pe.

Atentamente

JBO INGENIEROS S.A.C.
 Aseguramiento de la Calidad en Ingeniería

 JUICIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
 Gerente Comercial y Logística

Anexo 9: Boucher y Boleta de pago de aditivo BioCEC



Fotografía 4. Boucher de pago de aditivo BioCEC.



L4. Boleta de pago de aditivo BioCEC.

Anexo 10: Boleta de pago para ensayos



Calle Valladolid N° 149, 2do. Piso
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima - Perú
Teléfonos: 683-0473 / 683-0476 / 348-6919
informesjbo@jboingenieros.pe
www.jboingenieros.pe

Lunes 15 de octubre del 2022

Boleta N° 284 - 2022 - JBO

SEÑOR:

Esteban Jumpa, Bryan Stalin

Asunto: Boleta de pago

De nuestra consideración.

Por medio de la presente constatamos que el Sr. Esteban Jumpa, Bryan Stalin con DNI 70050204 realizo el pago de S/ 1150.00 soles por concepto de ensayos de laboratorio.

Atentamente

JBO INGENIEROS S.A.C.
Aseguramiento de la Calidad en Ingeniería


JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
Gerente Comercial y Logística

Anexo 11: Aditivo BioCEC



Fotografía 5: Presentación de 200mL de aditivo BioCEC.

Anexo 12: Excavación de calicata



Fotografía 6: Trazo de calicata 1.20m x 1.20m.



Fotografía 7: Excavación manual.



Fotografía 8: Profundidad de calicata a 1.70m.



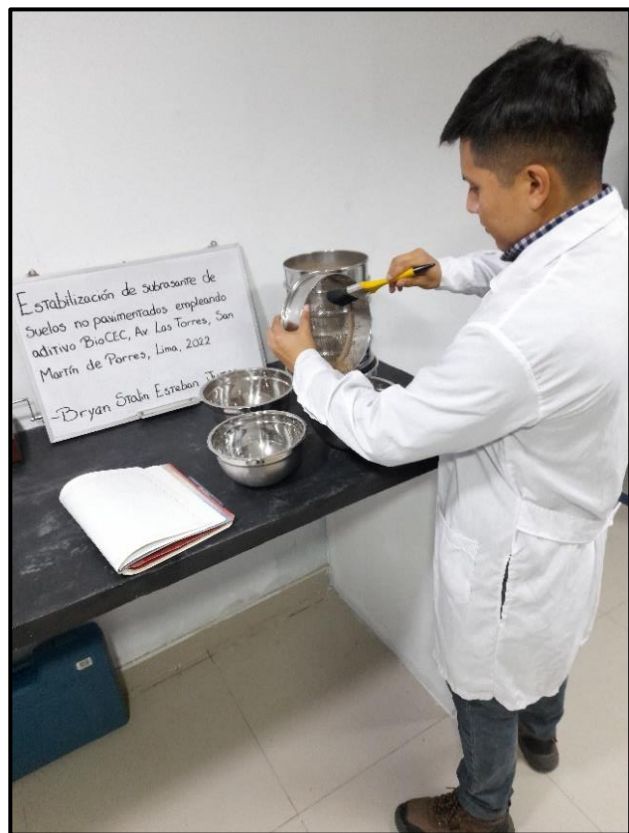
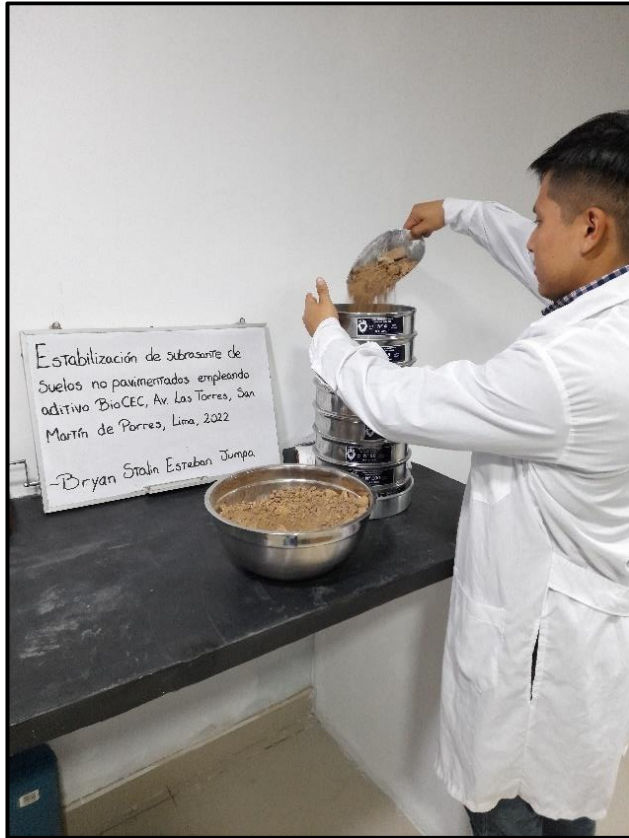
Fotografía 9: Culminación de calicata.



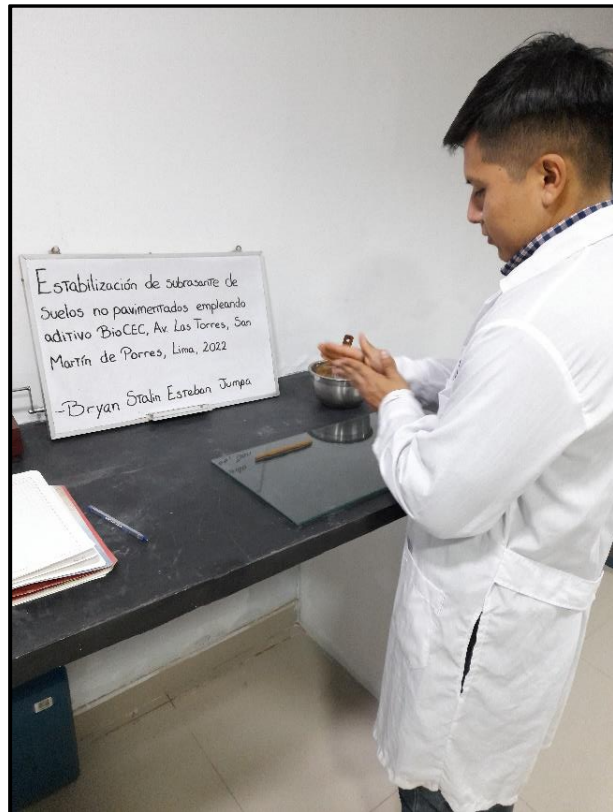
Fotografía 10: Toma de muestras.

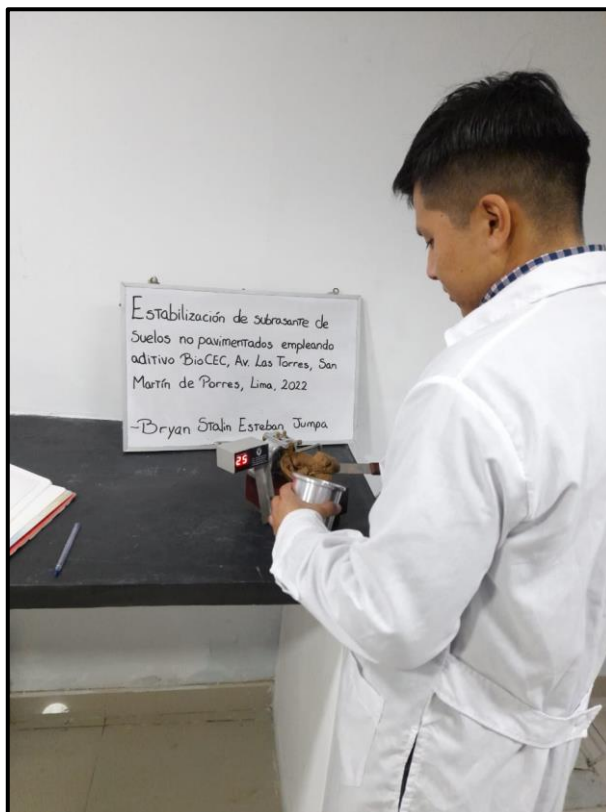
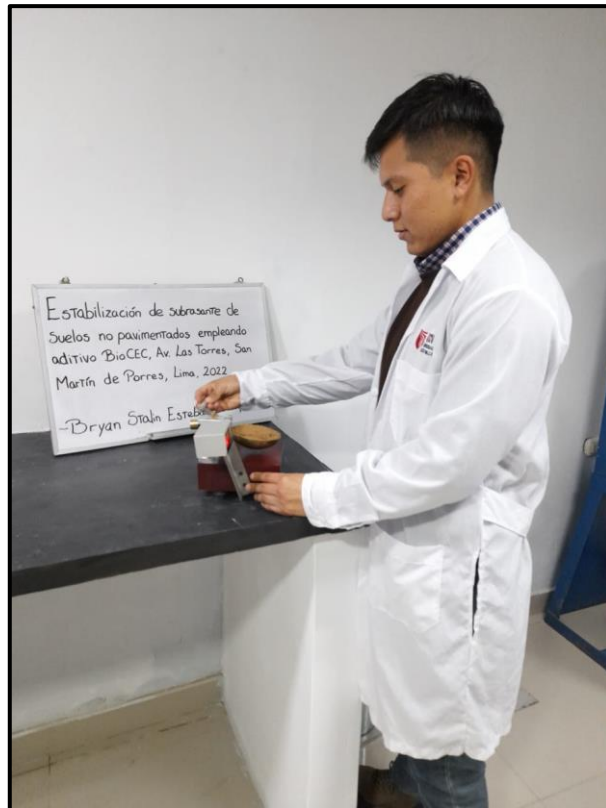
Anexo 13: Panel topografico en el laboratorio





Fotografía 11: Ensayo granulométrico por tamizado.





Fotografía 12: Ensayo Límites de Atterberg.






Fotografía 13: Ensayo de Proctor Modificado.





Fotografía 14: Ensayo de CBR.

Anexo 14: Resultados de ensayos del laboratorio



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022

PROYECTO : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

UBICACIÓN : Avenida Las Torres

FECHA DE INICIO : 01 de octubre del 2022

MÉTODO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO POR TAMIZADO (ASTM D 422-63 - 2002)

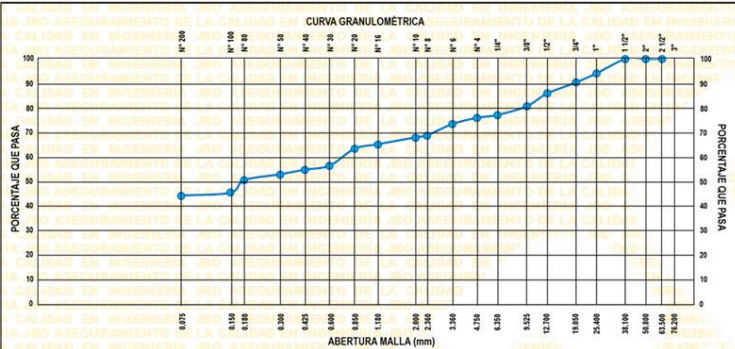
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO				
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASA (%)
		(%)	(%)	(%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	5.80	5.80	94.20
3/4"	19.050	3.70	9.50	90.50
1/2"	12.700	4.51	14.01	85.99
3/8"	9.525	5.23	19.24	80.76
1/4"	6.350	3.48	22.72	77.28
N° 4	4.750	1.21	23.93	76.07
N° 6	3.360	2.51	26.44	73.56
N° 8	2.360	4.58	31.02	68.98
N° 10	2.000	0.87	31.89	68.11
N° 16	1.180	2.78	34.67	65.33
N° 20	0.850	1.85	36.52	63.48
N° 30	0.600	6.86	43.38	56.62
N° 40	0.425	1.63	45.01	54.99
N° 50	0.300	1.88	46.89	53.11
N° 80	0.180	2.42	49.31	50.69
N° 100	0.150	5.06	54.37	45.63
N° 200	0.075	1.22	55.59	44.41
-200	ASTM 1140-00	44.41	100.00	0.00

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido (%)	ASTM D 4318-05	:	35
Limite plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	21
Índice plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	14
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05	:	GC-GM
Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	:	A-1-b (0)
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"			
Grava (Ret. N° 4)	:		24 %
Arena	:		32 %
Fino (Pas. N° 200)	:		44 %

Descripción de la muestra: Grava Limo - Arcillosa con arena

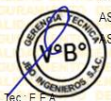
OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por personal de JBO INGENIEROS SAC.
- Calicata M - 1
- Cantidad: 30 Kg. Aprox.



REFERENCIA:


ASTM D 422-63-02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
ASTM D 4318-05	Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
ASTM D 2487-05	Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
ASTM D 2216-05	Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
ASTM D 3282-04e1	Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Tec. E.T.A.

Fecha de emisión : Lima, 12 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCÓ ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318

Fotografía 15: Resultados del ensayo de Granulometría.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

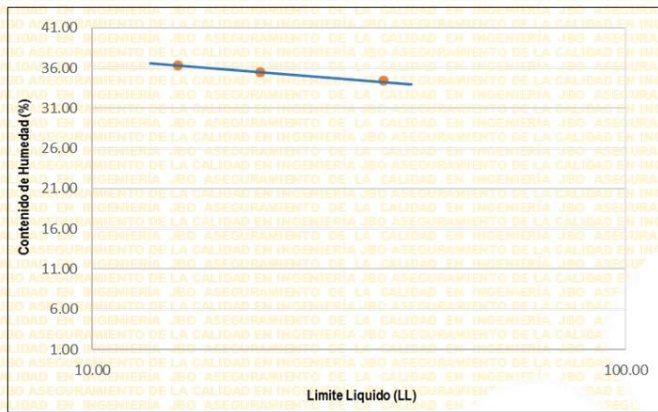
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

**ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG
 (NTP 339.129.1999)**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Ensayo N°													
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	43.11	44.27	46.25			28.22	27.32					
Peso del suelo seco + Tara	(g)	37.75	38.47	39.76			27.26	26.47					
Peso de Tara	(g)	22.16	22.09	21.90			22.38	22.60					
Peso de agua	(g)	5.36	5.80	6.49			0.95	0.85					
Peso del suelo seco	(g)	15.59	16.39	17.86			4.88	3.87					
Contenido de Humedad	(g)	34.37	35.39	36.33			19.51	21.83					
Número de golpes		33	23	18									
Límite Líquido (LL)		Límite Plástico (LP)					Índice de Plasticidad (IP)		SUCS				
35.17		20.67					14.49		GC-GM				



- REFERENCIA:**
- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Tec.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 12 de octubre del 2022
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fotografía 16: Resultados del ensayo de Límite de Atterberg del suelo natural.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

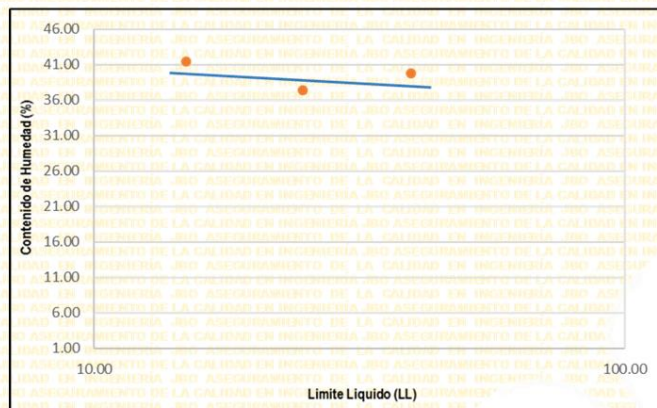
REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 7 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG DE SUELO NATURAL CON LA ADICIÓN DE 7 % DE BIOCEC (NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Ensayo N°											
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	60.47	67.30	64.53		55.43	57.40				
Peso del suelo seco + Tara	(g)	49.17	53.20	52.59		52.16	51.91				
Peso de Tara	(g)	20.70	19.09	20.70		23.19	22.32				
Peso de agua	(g)	11.30	14.10	11.94		3.27	5.49				
Peso del suelo seco	(g)	28.47	34.11	31.89		28.97	29.59				
Contenido de Humedad	(g)	39.69	41.34	37.44		11.29	18.55				
Número de golpes		33	23	18							

Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
39.66	14.92	24.73	GC-GM



- REFERENCIA:**
- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Rev. M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 12 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 176318

Fotografía 17: Resultados del ensayo de Límite de Atterberg con 7% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

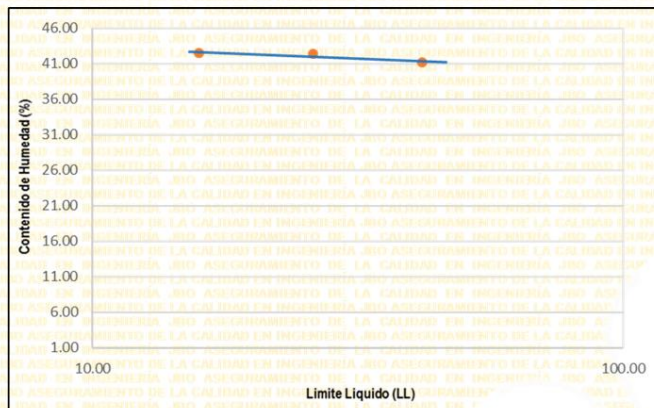
REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 9 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG DE SUELO NATURAL CON LA ADICIÓN DE 9 % DE BIOCEC (NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Ensayo N°												
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	63.63	70.47	67.22			58.42	58.41				
Peso del suelo seco + Tara	(g)	51.66	55.63	53.93			53.87	53.62				
Peso de Tara	(g)	22.58	20.69	22.58			24.79	23.92				
Peso de agua	(g)	11.97	14.84	13.29			4.55	4.79				
Peso del suelo seco	(g)	29.08	34.94	31.35			29.08	29.70				
Contenido de Humedad	(g)	41.16	42.47	42.39			15.65	16.13				
Número de golpes		33	23	18								

Limite Liquido (LL)	Limite Plastico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
41.87	15.89	25.98	GC-GM



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Rev. M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 12 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
R.O.C. CIP N° 178318

Fotografía 18: Resultados del ensayo de Límite de Atterberg con 9% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

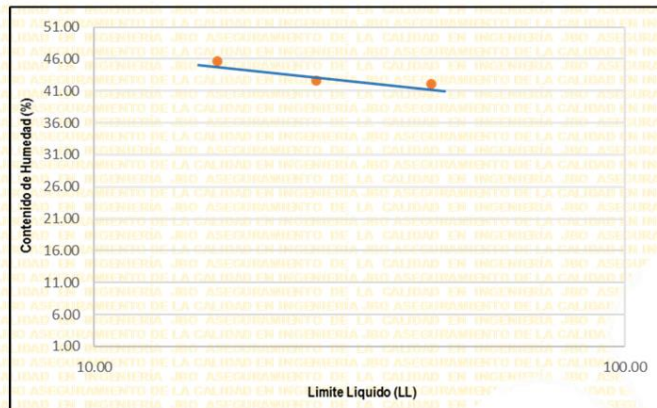
REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 13 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG DE SUELO NATURAL CON LA ADICIÓN DE 13 % DE BIOCEC (NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Ensayo N°											
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	64.64	68.98	71.86		59.81	59.51				
Peso del suelo seco + Tara	(g)	52.40	54.67	56.76		54.47	54.72				
Peso de Tara	(g)	23.29	23.29	21.29		24.50	25.37				
Peso de agua	(g)	12.24	14.31	15.10		5.34	4.79				
Peso del suelo seco	(g)	29.11	31.38	35.47		29.97	29.35				
Contenido de Humedad	(g)	42.05	45.60	42.57		17.82	16.32				
Número de golpes		33	23	18							

Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
43.28	17.07	26.21	GC-GM



- REFERENCIA:**
- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Rev. M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 12 de octubre del 2022

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 176318

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fotografía 19: Resultados del ensayo de Límite de Atterberg con 13% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

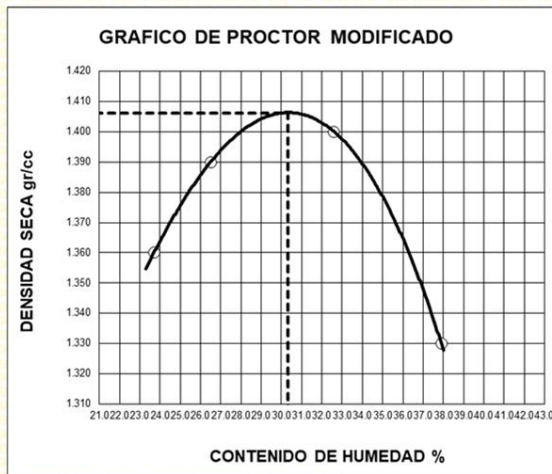
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,109	10,217	9,765	9,910	
PESO MOLDE	6,179	6,334	6,203	6,179	
PESO SUELO COMPACTADO	3,930	3,882	3,561	3,731	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,122	2,122	2,122	2,122	
DENSIDAD HUMEDA	1,85	1,83	1,68	1,76	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	64,32	51,65	73,26	63,85	
SUELO SECO + RECIPIENTE	55,21	45,18	64,22	56,18	
PESO RECIPIENTE	27,25	28,12	26,04	27,25	
PESO DE AGUA	9,11	6,47	9,04	7,67	
PESO DE SUELO SECO	27,96	17,06	38,18	28,93	
CONTENIDO DE HUMEDAD	32,60	37,90	23,70	26,50	
DENSIDAD SECA	1,40	1,33	1,36	1,39	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.406 gr/cm3	30.33 %

- REFERENCIA:**
- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

v.: M.M.F.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

Fotografía 20: Resultados del ensayo de Proctor Modificado del suelo natural.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

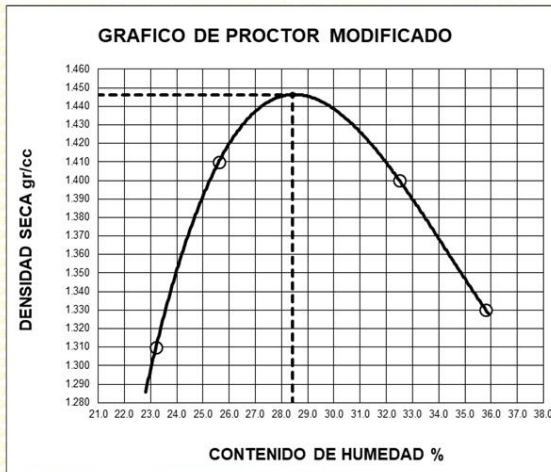
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 7 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MUESTRA (C - 1) CON LA ADICIÓN DE 7 % DE BIOCEC (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,067	10,176	9,832	10,137	
PESO MOLDE	6,196	6,200	6,373	6,362	
PESO SUELO COMPACTADO	3,871	3,976	3,459	3,775	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,138	2,138	2,138	2,138	
DENSIDAD HUMEDA	1,81	1,86	1,62	1,77	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	52,84	72,05	69,55	57,07	
SUELO SECO + RECIPIENTE	45,80	60,62	61,40	50,96	
PESO RECIPIENTE	26,12	25,47	26,25	27,11	
PESO DE AGUA	7,04	11,43	8,15	6,11	
PESO DE SUELO SECO	19,68	35,15	35,15	23,85	
CONTENIDO DE HUMEDAD	35,80	32,50	23,20	25,60	
DENSIDAD SECA	1,33	1,40	1,31	1,41	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.446 gr/cm3	28.41 %

- REFERENCIA:**
- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec: E.E.A Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

v: M.M.F. El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

Fotografía 21: Resultados del ensayo de Proctor Modificado con 7% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

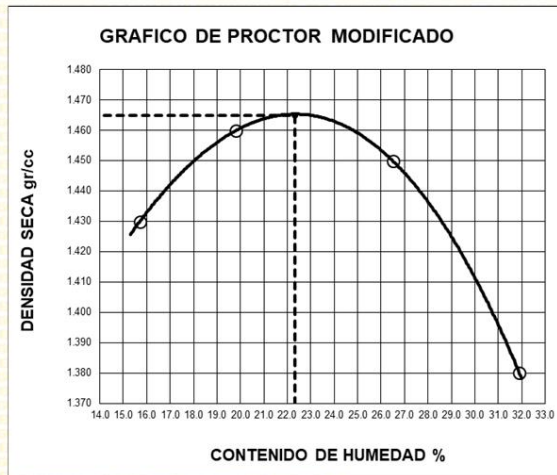
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 9 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MUESTRA (C - 1) CON LA ADICIÓN DE 9 % DE BIOCEC (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.086	10.200	9.715	9.885	
PESO MOLDE	6.237	6.392	6.261	6.237	
PESO SUELO COMPACTADO	3.849	3.808	3.454	3.648	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.087	2.087	2.087	2.087	
DENSIDAD HUMEDA	1.84	1.82	1.66	1.75	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	54.45	58.12	63.02	64.28	
SUELO SECO + RECIPIENTE	48.92	51.05	58.11	58.30	
PESO RECIPIENTE	28.05	28.92	26.84	28.05	
PESO DE AGUA	5.53	7.07	4.91	5.98	
PESO DE SUELO SECO	20.87	22.13	31.27	30.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD	26.50	31.90	15.70	19.80	
DENSIDAD SECA	1.45	1.38	1.43	1.46	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.465 gr/cm3	22.31 %

REFERENCIA:

- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

Tec: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

v: M.M.F.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fotografía 22: Resultados del ensayo de Proctor Modificado con 9% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

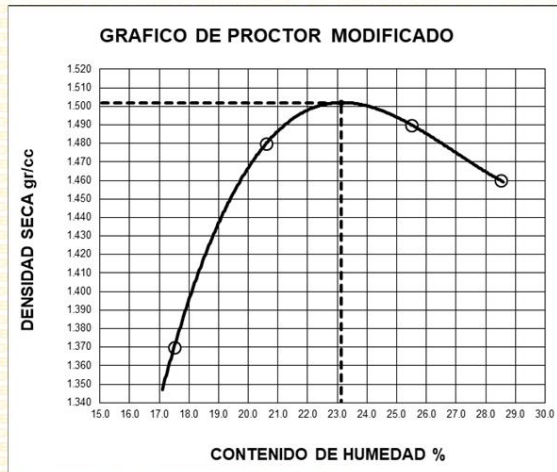
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 13 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MUESTRA (C - 1) CON LA ADICIÓN DE 13 % DE BIOCEC (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.224	10.427	10.415	9.874	
PESO MOLDE	6.450	6.450	6.450	6.450	
PESO SUELO COMPACTADO	3.774	3.977	3.965	3.424	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.125	2.125	2.125	2.125	
DENSIDAD HUMEDA	1.78	1.87	1.87	1.61	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	57.21	59.55	75.02	54.96	
SUELO SECO + RECIPIENTE	52.23	53.35	64.86	51.29	
PESO RECIPIENTE	28.09	29.02	29.26	30.32	
PESO DE AGUA	4.98	6.20	10.16	3.67	
PESO DE SUELO SECO	24.14	24.33	35.60	20.97	
CONTENIDO DE HUMEDAD	20.60	25.50	28.50	17.50	
DENSIDAD SECA	1.48	1.49	1.46	1.37	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.502 gr/cm3	23.12 %

- REFERENCIA:**
- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

v.: M.M.F.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

Fotografía 23: Resultados del ensayo de Proctor Modificado con 13% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

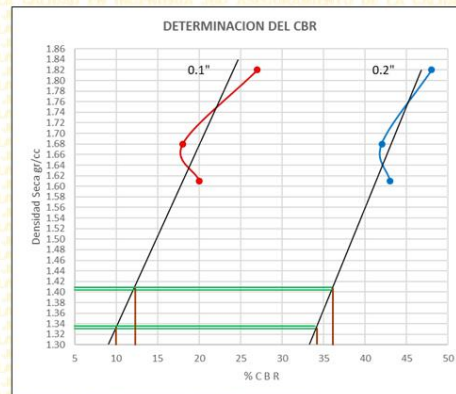
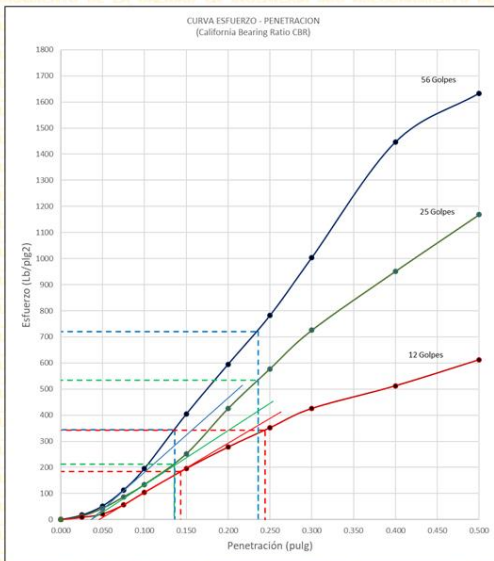
SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (ASTM D 1883 - 9 C)



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.61	1.68	1.82
0.100	20	18	27
0.200	43	42	48

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 12.48 %
CBR AL 95%	0.1"	= 9.85 %
CBR AL 100%	0.2"	= 35.79 %
CBR AL 95%	0.2"	= 34.41 %

Tec. E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

Rev. M.M.F

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fotografía 24: Resultados del ensayo de CBR del suelo natural.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473/683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

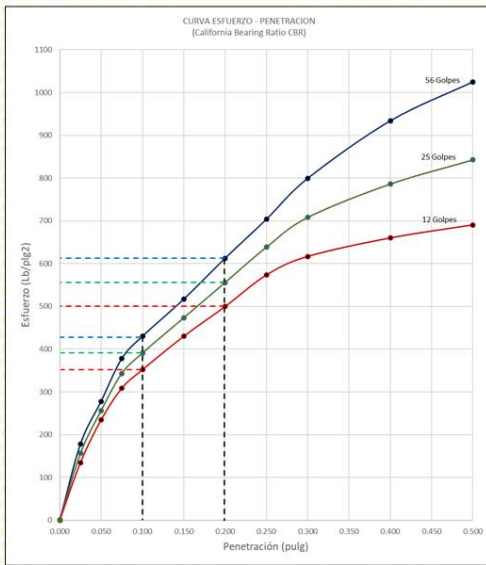
SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 7 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO(C - 1) CON LA ADICIÓN DE 7 % DE BIOCEC (ASTM D 1883 - 9 C)



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.35	1.44	1.52
0.100	42	46	51
0.200	60	66	72

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1" =	46.89 %
CBR AL 95%	0.1" =	43.07 %
CBR AL 100%	0.2" =	66.97 %
CBR AL 95%	0.2" =	61.76 %

Tec: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

Rev.: M.M.F

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fotografía 25: Resultados del ensayo de CBR con 7% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

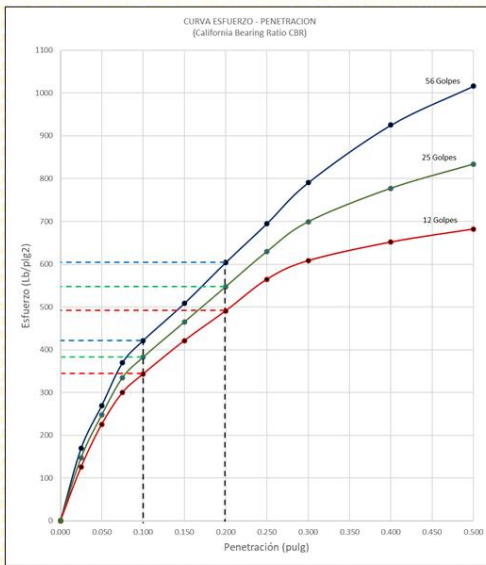
SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 9 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO(C - 1) CON LA ADICIÓN DE 9 % DE BIOCEC (ASTM D 1883 - 9 C)



N° GOLPES	56	25	12
g/c c	1.35	1.44	1.52
0.100	41	46	50
0.200	59	66	72

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 47.63 %
CBR AL 95%	0.1"	= 43.71 %
CBR AL 100%	0.2"	= 68.32 %
CBR AL 95%	0.2"	= 62.31 %

Tec. E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

Rev. M.M.F

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

Fotografía 26: Resultados del ensayo de CBR con 9% de BioCEC.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473/683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00284-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

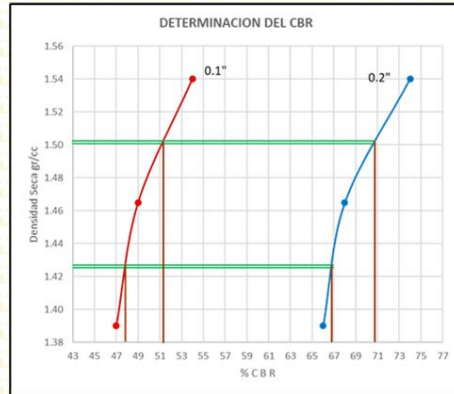
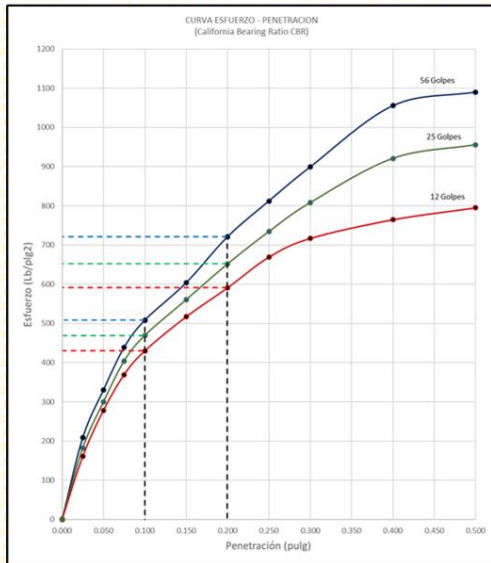
SOLICITANTE : Esteban Jumpa, Bryan Stalin **PROYECTO** : Estabilización de subrasante de suelos no pavimentados empleando aditivo BIOCEC, av. Las Torres, San Martín de Porres, Lima, 2022

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra (C - 1) + 13 % de BIOCEC **UBICACIÓN** : Avenida Las Torres

FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de setiembre del 2022 **FECHA DE INICIO** : 01 de octubre del 2022

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO(C - 1) CON LA ADICIÓN DE 13 % DE BIOCEC (ASTM D 1883 - 9 C)



Nº GOLFES	56	25	12
g/cc	1.39	1.47	1.54
0.100	47	49	54
0.200	66	68	74

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 51.12%
CBR AL 95%	0.1"	= 47.86%
CBR AL 100%	0.2"	= 70.64%
CBR AL 95%	0.2"	= 66.92%

Tec: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 12 de octubre del 2022

Rev: M.M.F

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

Fotografía 27: Resultados del ensayo de CBR con 13% de BioCEC.



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: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE SUELOS NO PAVIMENTADOS EMPLEANDO ADITIVO BIOCEC, AV. LAS TORRES, SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA, 2022", cuyo autor es ESTEBAN JUMPA BRYAN STALIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, 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, 29 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 18-12- 2022 20:58:20

Código documento Trilce: TRI - 0460372