

Soluciones de ingeniería para el mejoramiento geotécnico de caminos vecinales en sectores circundantes al cantón Marcelino Maridueña

Engineering solutions for the geotechnical improvement of rural roads in areas surrounding the Marcelino Maridueña canton

Ing. Gino Flor-Chávez, MSc.

Universidad de Guayaquil
ginoflorch@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7838-8450>
Guayas - Ecuador

Ing. Gustavo Ramírez-Zambrano

Universidad de Guayaquil
gustavo.ramirez@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-2870-6801>
Guayas – Ecuador

Dra. María Cristina Flor-Chávez

Universidad de Guayaquil
María.florch@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1641-3083>
Guayas - Ecuador

Pedro Zamora-Vega

Universidad de Guayaquil
pedro.zamora@ug.edu.ec
Guayas - Ecuador

Formato de citación APA

Chavez, G. Ramírez. G. Chavez, M. & Zamora, P. (2026). Soluciones de ingeniería para el mejoramiento geotécnico de caminos vecinales en sectores circundantes al cantón Marcelino Maridueña. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 2), p. 3000 – 3017.

INTELIGENCIA COLECTIVA

Vol. 5 (Nº. 2). abril – junio 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 20-06-2026

Fecha de aceptación :25-06-2026

Fecha de publicación:30-06-2026



RESUMEN

Los suelos de los caminos vecinales en la provincia del Guayas se caracterizan por ser arcillosos y expansivos, lo que genera problemas para el tránsito vehicular y peatonal. Esta investigación analiza el uso del material granular extraído en el río Chanchán en el cantón Marcelino Maridueña estado natural y luego posibles combinaciones con otros materiales para mejorar la respuesta físico-mecánica del suelo. Se realizó un procedimiento experimental cualitativo para obtener resultados de laboratorio de las muestras en estado natural y combinadas. Luego de la realización de los ensayos, se compararon las propiedades de los suelos en ambos estados, con distintos porcentajes de materiales, determinando que la dosificación 50% lastre + 50% del ripio obtuvo los valores más alentadores respecto a los parámetros físico-mecánicas del suelo obteniendo: reducción del índice de plasticidad, aumentó la densidad seca máxima e incremento significativamente la capacidad portante, cumpliendo con los lineamientos del MTOP para mejoramiento de subrasante con material seleccionado.

Palabras clave: Suelos, Combinación, Estabilización, Ripio, Ensayos.



ABSTRACT

The soils of rural roads in the Guayas province are characterized by being clayey and expansive, which causes problems for vehicular and pedestrian traffic. This research analyzes the use of granular material extracted from the Chanchán River in its natural state, and subsequently, possible combinations with other materials to improve the physical-mechanical response of the soil. A qualitative experimental procedure was carried out to obtain laboratory results from the samples in their natural and combined states. After conducting the tests, the properties of the soils in both states were compared using different percentages of materials. It was determined that the 50% ballast + 50% crushed gravel proportion achieved the most encouraging values regarding the physical-mechanical parameters of the soil, resulting in: a reduction in the plasticity index, an increase in the maximum dry density, and a significant increase in the bearing capacity, thus complying with the MTOP guidelines for subgrade improvement using selected material.

Keywords: Soils, Blending, Stabilization, Crushed gravel, Tests.



INTRODUCCIÓN

Los caminos vecinales y rurales desde tiempos muy remotos, incluso en la actualidad siguen teniendo un rol fundamental en el desarrollo de una comunidad, ciudad o país en todas las partes del mundo, debido a que este medio es utilizado para el transporte de sus pobladores como también para las mercaderías provenientes de la actividad agropecuaria, ganadera y acuícola. Por lo que, resulta de vital importancia que estas vías no pavimentadas tengan propiedades mecánicas y físicas adecuadas para su respectivo uso.

Ante la escasez de materiales viales de alta calidad, el mejoramiento de suelos representa una técnica eficaz para optimizar las propiedades ingenieriles del terreno. Este proceso de tratamiento permite controlar la expansividad, disminuir la permeabilidad e incrementar la capacidad portante, especialmente en estratos arcillosos o plásticos.

La presente investigación evalúa la estabilización física de caminos vecinales situados en el sureste de la provincia del Guayas. Los suelos nativos de esta zona geográfica presentan deficiencias estructurales severas, caracterizadas por una alta expansividad y una baja capacidad de soporte. Dichas condiciones técnicas inviabilizan financieramente la ejecución de proyectos de pavimentación convencional, sobre todo al contrastarse con la moderada demanda vehicular que registra el sector.

Para mitigar estas deficiencias mecánicas, la propuesta plantea la incorporación de material granular (específicamente ripio y lastre) obtenido directamente de una cantera cercana al sitio de intervención. La selección de este origen específico responde a criterios económicos y logísticos, buscando evitar el incremento en los costos de transporte que generaría el traslado de insumos desde regiones externas. Finalmente, la viabilidad y dosificación de esta mezcla se determinará mediante un riguroso programa de caracterización geotécnica en laboratorio, orientado a evaluar la distribución de las partículas, las propiedades plásticas, los parámetros de compactación y el índice de resistencia estructural del suelo modificado.

Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) abordaron en Colombia la estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosos. Para ello, caracterizaron y mezclaron un material granular y un suelo arcilloso de subrasante provenientes de la zona de Tunja con diferentes proporciones de lodo. Tras someter las mezclas a diversos ensayos, incluyendo pruebas de CBR y módulos resilientes, los resultados indicaron que la dosificación óptima fue del 6% para el material granular y del 4% para la subrasante. Estas proporciones, tras un periodo de curado de 26 días, lograron optimizar las características de resistencia y plasticidad de ambos materiales.

En Ecuador, Tirado (2019) investigó la estabilización de suelos con distintas propiedades mediante la adición de escoria de siderurgia extraída del cantón Ambato. Mediante análisis granulométricos y la determinación de los límites de consistencia, se clasificó a una muestra de Pilisurco (Tungurahua) como un limo arenoso de baja plasticidad y a una de Murialdo (Pastaza) como una arcilla de alta plasticidad según el sistema SUCS. El ensayo de CBR demostró una correlación positiva entre el incremento del contenido de escoria y la capacidad portante, siendo este efecto más significativo en la muestra limo arenosa en comparación con la arcillosa.

Por su parte, Goñas y Saldaña (2020) evaluaron en Perú la influencia de un subproducto derivado de la quema de carbón mineral y vegetal de una industria ladrillera en Chachapoyas. La investigación demostró que la adición de estas cenizas mejoró las propiedades mecánicas de suelos tipo CH - OH, y que el incremento de la capacidad portante fue directamente proporcional al porcentaje de aditivo, logrando el mejor comportamiento con una dosificación del 25%. Sin embargo, los valores de CBR alcanzados no llegaron al mínimo del 6% requerido por el manual de carreteras para material de subrasante.

En Ecuador, provincia de Manabí, Zambrano y Zambrano (2023) determinaron la dosificación óptima de cal y cemento para estabilizar una subrasante. El trabajo evidenció que la adición conjunta de 2% de cal y 4% de cemento logró reducir el índice de plasticidad del 22,21% al 8,16% y aumentó la resistencia CBR del 1% inicial hasta un 8,80%. En esta mezcla, la cal contribuyó principalmente a la reducción de la plasticidad, mientras que el cemento mejoró significativamente la capacidad portante.

Mendez (2021) analizó la influencia de la adición de cloruro de sodio en la estabilización de una subrasante en el tramo vial Primorpampa - Distrito de Casapara, en Perú. Partiendo de un suelo con un valor inicial de CBR de 5,80%, la estabilización con sal en proporciones de 1,50%, 3,00% y 4,50% generó valores de CBR de 6,30%, 6,50% y 6,00% respectivamente. El porcentaje óptimo del 3,00% elevó la capacidad portante a su máxima densidad seca, recategorizando la subrasante de insuficiente a regular. Finalmente, Flor-Chávez (2012), en su investigación sobre el aprovechamiento de hormigón reciclado, determinó que la incorporación de material de préstamo a los agregados obtenidos de la trituración de losas de pavimento incrementa la capacidad portante en obras viales.

MÉTODOS MATERIALES

La investigación aplica un método experimental cuantitativo, basado en ensayos de laboratorio para obtener las propiedades físico-mecánicas de los suelos. El propósito es evaluar su conveniencia técnica como material de mejoramiento de subrasante al sureste del Guayas.

Normativas Técnicas

El trabajo aplicó técnicas de observación directa e implementó estrictamente las siguientes normativas para la ejecución de cada prueba:

- Contenido de Humedad: Norma ASTM D 2216 – 19.
- Granulometría: Normas NTE INEN 154 y ASTM D 6913 – D 6913 M – 17.
- Límites de Atterberg: Normativa ASTM D 4318 – 05.
- Clasificación de suelo: Sistemas SUCS y AASHTO.
- Ensayo Proctor Modificado: Norma ASTM D 1557 – 12.
- California Bearing Ratio (CBR): Norma ASTM D 1883 – 07.

Ensayos para caracterización del suelo

Las muestras de ripio fueron extraídas del río Chanchán, en el cantón Coronel Marcelino Maridueña de la costa ecuatoriana. En el laboratorio, el material fue esparcido y mezclado para asegurar su homogenización. Por su naturaleza granular, se tamizó con una malla de $\frac{3}{4}$ de pulgada, separando las fracciones pasante y retenida. Esto permitió extraer las piedras más grandes antes de los ensayos. Asimismo, las muestras de lastre fueron homogenizadas y expuestas al ambiente para secarse.

Figura 1. Muestra del ripio y lastre



Fuente: Elaboración propia (2026)

Contenido de humedad y Granulometría

Para medir la humedad, se seleccionó un recipiente metálico vacío al que se agregó una muestra de ripio y otra de lastre. Ambas se pesaron en la balanza del laboratorio para anotar la masa del recipiente con el suelo húmedo. Luego, se introdujeron al horno de secado a 110 ± 5 °C durante

aproximadamente 16 horas. Transcurrido el tiempo, las muestras salieron del horno para su enfriamiento ambiental. Finalmente, se volvieron a pesar para registrar la masa de suelo seca.

El análisis granulométrico se aplicó a dos muestras de cada material granular. El ensayo se desarrolló por vía húmeda; para ello, se lavó el suelo con agua del grifo y el material retenido se dejó secando en el horno.

Límites de Consistencia y clasificación de los suelos

Para evaluar el límite líquido, se empleó la copa de Casagrande. El material se tamizó por la malla N°40 según la norma y se le agregó agua hasta formar una pasta homogénea. Se ubicó una porción en la copa manteniendo 1 cm de espesor central. Con el ranurador se hizo una incisión y se aplicaron golpes (dos por segundo) hasta que el canal cerrara 12 mm. El proceso se repitió con 4 muestras, determinando el contenido de humedad pesándolas antes y después del secado.

Para el límite plástico, se agregó agua a una muestra natural y a la combinación pasante de la malla N°40, obteniendo una pasta densa. Se moldearon rollos de 3 mm de diámetro, aplicando el mismo control gravimétrico antes y después del horneado. Sin embargo, moldear el ripio fue difícil debido a la arena, provocando que los rollitos se partieran por la mitad y requiriendo varios intentos para formarlos. Con la granulometría y estos límites, las muestras se clasificaron mediante los sistemas SUCS y AASHTO.

Figura 2. Preparación de muestra para realizar límite líquido



Fuente: Elaboración propia (2026)

Figura 3. Preparación y pesado de muestras para límite plástico.



Fuente: Elaboración propia (2026)

Proctor Modificado

Se utilizaron muestras de ripio de 6 kg previamente tamizadas por la malla de $\frac{3}{4}$ de pulgada, aumentando su contenido de agua mediante incrementos del 2%. La masa se compactó en un molde cilíndrico de 6 pulgadas, distribuyéndola en 5 capas. La energía de compactación se aplicó administrando 56 golpes por capa con un martillo de 10 libras. Tras enrasar y pesar cada muestra compactada, el ciclo continuó hasta registrar una disminución en el peso total. El contenido de humedad se determinó pesando porciones de material del collarín antes y después del secado. Este procedimiento estandarizado se repitió para el lastre y la mezcla de agregados.

Figura 4. Compactación de muestras de ripio



Fuente: Elaboración propia (2026)

Ensayo CBR

Se prepararon tres muestras de 6 kg (ripio, lastre y su combinación) utilizando el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo Proctor modificado. El material se compactó en 5 capas dentro de un molde de 6 pulgadas, variando la energía de compactación con 12, 25 y 56 golpes usando el martillo de 10 libras. Los moldes fueron sumergidos en agua por 96 horas, ejecutando un monitoreo diario del hinchamiento del suelo. Posteriormente, las probetas se secaron al ambiente por una hora y se sometieron a pruebas de penetración utilizando un pistón. Las cargas generadas se registraron para niveles de penetración de 1 pulgada y 2 pulgadas. Para calcular los valores CBR, se aplicaron las cargas estándar de 1000 y 1500 lbs/in² respectivamente. Finalmente, estos valores se graficaron frente a las densidades secas para determinar con precisión el CBR al 95% y 100% de compactación.

Figura 5. Proceso de compactación e inmersión muestras para ensayo CBR



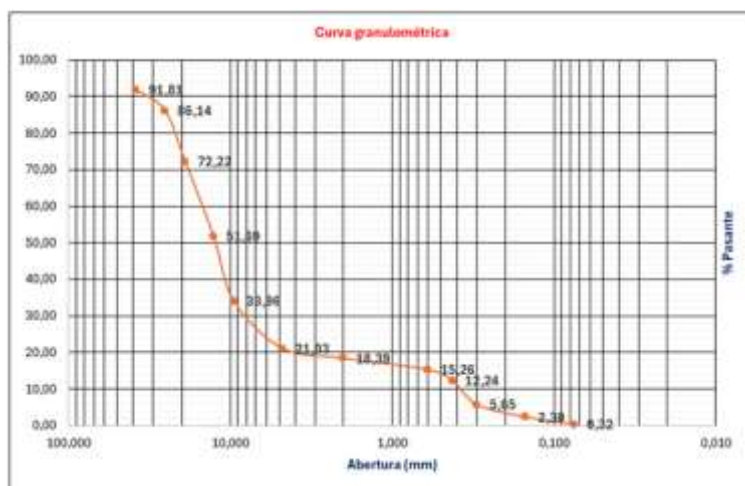
Fuente: Elaboración propia (2026)

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Granulometría de suelos en estado natural Ripio

De la granulometría que se obtuvo del material obtenido en el río Chanchán que atraviesa en cantón Marcelino Maridueña se puede observar que presenta una discontinuidad.

Figura 6. Curva granulométrica del Ripio

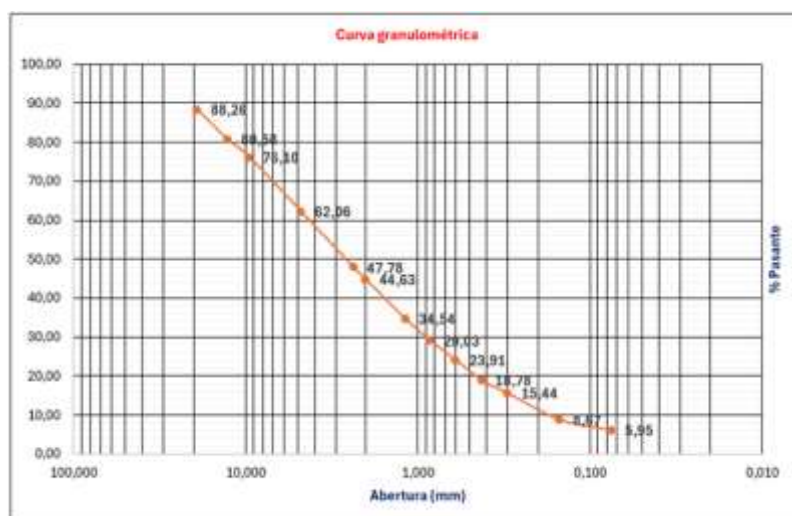


Fuente: Elaboración propia (2026)

Lastre

La granulometría del material de lastre presenta una uniformidad respecto a los tamaños de los tamices.

Figura 7. Curva granulométrica del Lastre



Fuente: Elaboración propia (2026)

Clasificación de suelos

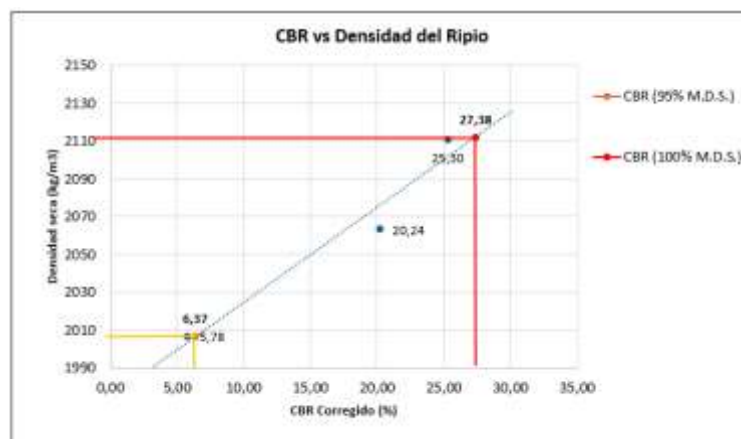
La clasificación del ripio se realizó contemplando el análisis granulométrico y los límites de Atterberg. Por el método AASHTO, la muestra de suelo pertenece a un material granular que contiene fragmentos de roca, grava y arena, situándose en el grupo A-1-a (0), teniendo una clasificación general de la subrasante de excelente a bueno. Por otro lado, el método SUCS reveló que se trata de un suelo de grano grueso, conformado por grava limpia y mal graduada con símbolo GP.

Mientras que, el lastre de acuerdo con el método AASHTO pertenece a un suelo granular con limo o grava arcillosa y arena del grupo A-2-7 (0), siendo su clasificación general de subrasante de excelente a buena. Por el método SUCS, el material es un suelo grueso de arenas bien graduada con limos de baja plasticidad (SW-SM).

CBR del Ripio y Lastre en estado natural

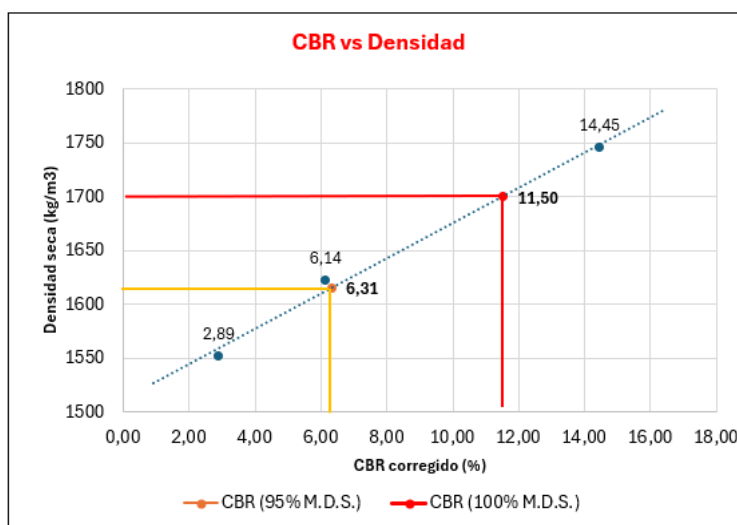
Una vez conocidos los valores de la máxima densidad seca y la humedad óptima, se procede con la realización del ensayo de CBR. En este apartado, se empleó 6 kg de muestra para el ripio y para el lastre, con una cantidad óptima de agua de 240 ml y 360 ml respectivamente. Luego de llevar a cabo el proceso, se registraron los datos con los que se calculó la capacidad de soporte de los suelos, los cuales se presentan como sigue:

Figura 8. Gráfica CBR del Ripio



Fuente: Elaboración propia (2026)

Figura 9. Gráfica CBR del Lastre



Fuente: Elaboración propia (2026)

Resumen de propiedades de los suelos en estado natural

Los resultados provenientes de cada ensayo realizado en el laboratorio de suelos para las muestras de ripio y lastre de cantera se recopilan y detallan en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 1. Resumen de propiedades de los suelos en estado natural

Muestra	Ripio	Lastre
Contenido de humedad (%)	1,16	5,45
Límite líquido (%)	12	42,45
Límite plástico (%)	16,07	29,54
Índice de plasticidad (%)	NP	13
Clasificación según AASHTO	A-1-a (0)	A-2-7 (0)
Clasificación según SUCS	Suelo de grano grueso, conformado por grava limpia y mal graduada (GP)	Suelo grueso de arenas bien graduada con limos de baja plasticidad (SW-SM)
Densidad Máxima Seca (kg/m³)	2112	1921
Humedad óptima (%)	2,2	9,6
Capacidad de soporte CBR (%)	Al 100% MDS: 27,38 (0,1") y 35,76 (0,2") Al 95% MDS: 6,37 (0,1") y 9,91 (0,2")	Al 100% MDS: 11,50 (0,1") y 18,03 (0,2") Al 95% MDS: 6,31 (0,1") y 10,03 (0,2")

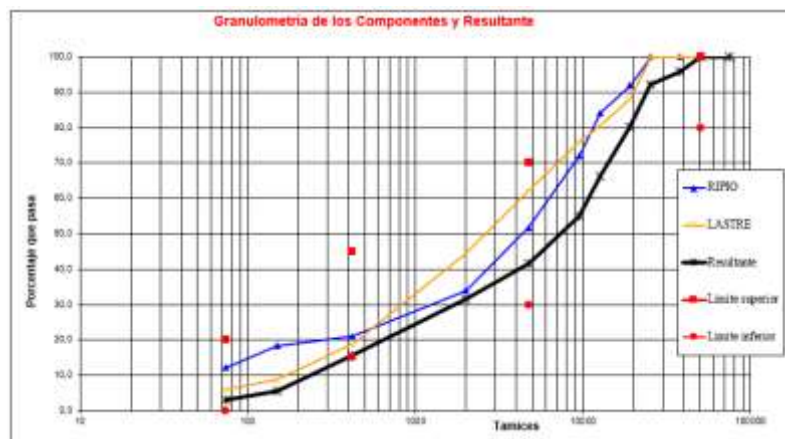
Fuente: Elaboración propia (2026)

Dosificación de mezclas para las muestras de Ripio y Lastre

Tras caracterizar los dos suelos seleccionados, se combinó el ripio y lastre por medio de estabilización física, donde se debe graficar la granulometría de ambos materiales junto a su resultante, la cual tiene que encontrarse dentro de los límites granulométricos establecidos por la norma NEVI y descritos en la tabla 1. En relación con el mejoramiento de la subrasante con material seleccionado, no se estipulan límites respecto a la granulometría de los agregados.

Se realizaron diferentes combinaciones 50-40 y 60-40. De acuerdo con la gráfica adjunta, la dosificación correspondiente a 50% de cada suelo genera una resultante que se sitúa dentro de los límites definidos por el MTOP, sucede lo mismo para mezclas que tengan una proporción de ripio menor a la mencionada por lo que se realizaron los ensayos respectivos considerando la combinación 50/50 y 40/60.

Figura 10. Curvas granulométricas de la proporción 50% Ripio y 50% Lastre



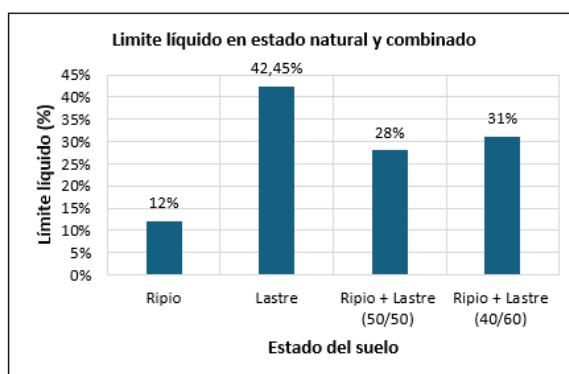
Fuente: Elaboración propia (2026)

Comparación de propiedades en estado natural vs estado combinado.

Después de obtener los resultados provenientes de las muestras de suelo del Ripio y del Lastre en estado natural, así como también de la combinación de ambos para dos proporciones, la primera de 50% ripio con 50% lastre y la segunda para 40% ripio con 60% lastre, se procede a comparar los valores para observar el comportamiento que tuvieron los materiales luego de ser mezclados como método de estabilización física y analizar si sus propiedades físico-mecánicas tuvieron alguna mejoría.

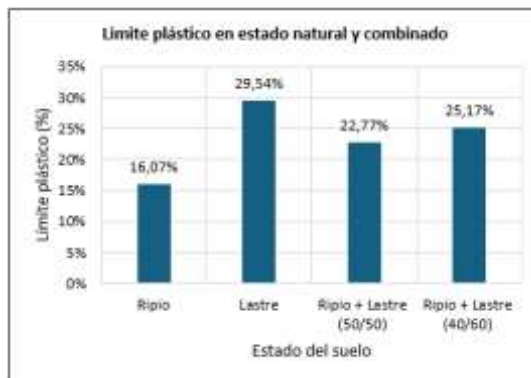
Límites de Atterberg

Figura 11. Límite líquido vs Estado natural y Combinado de los suelos



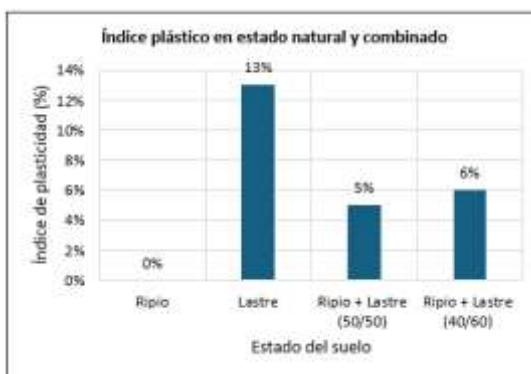
Fuente: Elaboración propia (2026)

Figura 12. Límite plástico vs Estado natural y Combinado de los suelos



Fuente: Elaboración propia (2026)

Figura 13. Índice de plasticidad vs Estado natural y combinado de los suelos



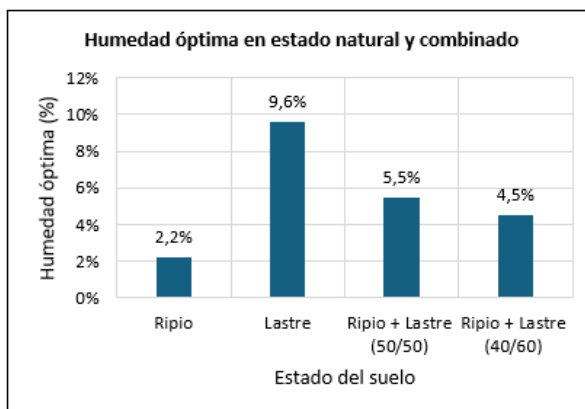
Fuente: Elaboración propia (2026)

Analizando las gráficas presentadas, se puede evidenciar que el límite líquido de la combinación de suelos es mayor que el del ripio, sin embargo, resulta ser menor que el del lastre, lo cual ocasiona que el índice plástico aumente respecto a la mezcla del 40-60 con el primer árido en un 6% y disminuya en un 7% en referencia al segundo árido.

Humedad óptima y máxima densidad seca

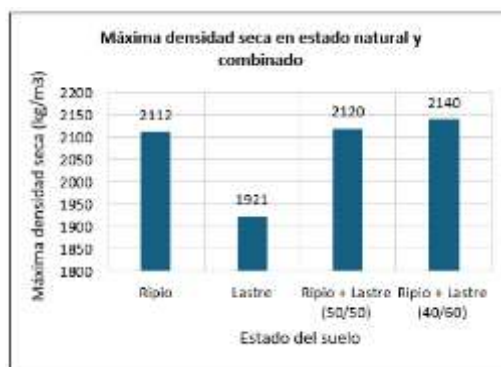
Las humedades óptimas y las máximas densidades secas que fueron calculadas por el ensayo Proctor modificado para los agregados en estado natural y combinados se recolectan en las ilustraciones que siguen para su posterior análisis:

Figura 14. Humedad óptima vs Estado natural y combinado de los suelos



Fuente: Elaboración propia (2026)

Figura 2. Máxima densidad seca vs Estado natural y combinado de los suelos



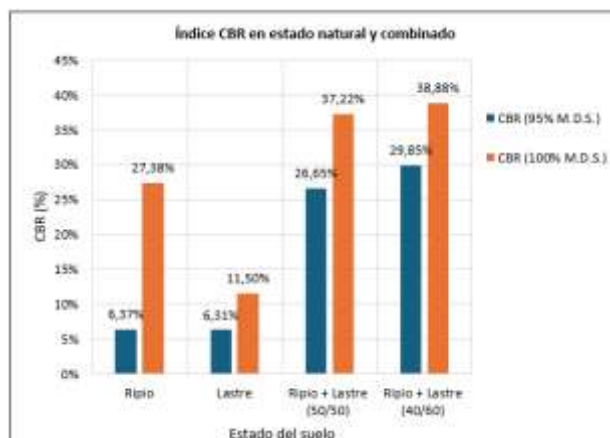
Fuente: Elaboración propia (2026)

Realizando el análisis de las ilustraciones se puede visualizar que el contenido de humedad para los agregados mezclados fue mayor que la del ripio, pero menor que la del lastre y la máxima densidad seca de la combinación de materiales aumento respecto a las dos muestras en estado natural. La humedad optima del ripio fue de 2,2%, del lastre 9,6% y del suelo estabilizado al 40-60 de 4,5%, existiendo un crecimiento del 2,3% para el primer material y disminución de 5,1% para el segundo. Mientras que la densidad máxima seca creció en ambos casos, en una mejora del 1,33% y 11,40% respetivamente.

California Bearing Ratio (C.B.R.)

Los datos calculados de CBR para el 95% y 100% de la máxima densidad seca a 1" de cada suelo considerado son presentados en la siguiente ilustración:

Figura 16. Índice CBR al 95% y 100 % M.D.S (1") vs Estado natural y combinado de los suelos



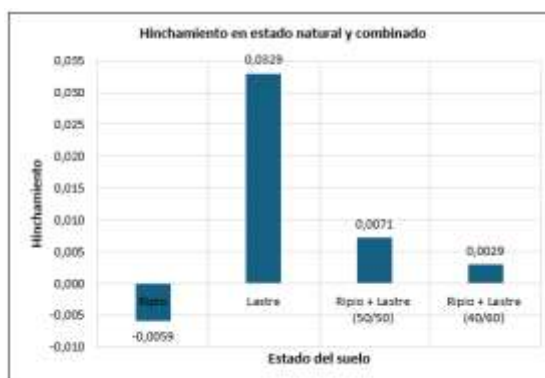
Fuente: Elaboración propia (2026)

Efectuando el análisis de las gráficas mostradas, el valor de CBR para el 95% y 100% de MDS (1") incrementa en el agregado en combinación del 50/50, reflejando la magnitud de 26,65% y 37,22% respecto a los suelos en estado natural, en donde el ripio tenía la cantidad de 6,37% y 27,38% con lo que se produce un aumento del 20,28% y 9,84% y una mejora del 318% y 36% respectivamente. Mientras que, el lastre tuvo índices de 6,31% y 11,50% notándose un crecimiento de 20,34% y 25,72%, por lo que la mejora fue de 322% y 223% respecto al material estabilizado.

Hinchamiento o expansión volumétrica

Durante el ensayo de CBR se tomó la lectura de las deformaciones en un periodo de tiempo de 96 horas con un dial para las muestras sumergidas en el agua, aquí se presenta la expansión que tuvo el molde de 56 golpes para el estado natural y combinado del material.

Figura 17. Hinchamiento vs Estado natural y combinado de los suelos



Fuente: Elaboración propia (2026)

Examinado la ilustración, se puede visualizar que el ripio tuvo un comportamiento contrario, ya que este se contrajo en lugar de hincharse. La expansión volumétrica registrada de la combinación de agregados fue de 0,0071%, observándose un incremento de 0,0012 % respecto al ripio mientras que en relación con el lastre existió una disminución de 0,0258%.

DISCUSIÓN

Los análisis de laboratorio efectuados al material del río Chanchán arrojan resultados precisos sobre su composición. Estamos frente a un suelo grueso, catalogado como grava limpia mal graduada. Los sistemas de clasificación lo sitúan como GP según el SUCS y en el grupo A-1-a (0) por la metodología AASHTO, demostrando total ausencia de plasticidad. Por otro lado, se evaluó una muestra de lastre de cantera. Este material compuesto por arenas bien graduadas y limos de baja plasticidad recibe la nomenclatura SW-SM. Bajo los parámetros AASHTO, encaja en el grupo A-2-7 (0) y registra un índice plástico del 13%. Al revisar el desempeño individual, el ripio natural alcanzó una densidad seca máxima de 2112 kg/m³ trabajando con una humedad óptima del 2,2%. Su CBR reportó un 6,37% al 95% de compactación y 27,38% al 100%, sin evidenciar hinchamiento. El lastre logró una densidad menor de 1921 kg/m³, requiriendo más agua, con una humedad del 9,6%. Sus valores de CBR fueron 6,31% al 95% y 11,50% al 100%, con expansión mínima de 0,0329%.

El núcleo del estudio radicó en mezclar ambos materiales en partes iguales. Esta proporción al 50% cumplió las exigencias del MTOP. Al unir los agregados, la mezcla incrementó su índice plástico en un 5% y su humedad óptima subió 3,3% comparado con el ripio puro. La densidad seca máxima se optimizó levemente pasando a 2120 kg/m³. La mejora más notable fue la capacidad de soporte, subiendo un 20,28% al 95% de compactación y 9,84% al 100%, con una expansión casi nula. Si contrastamos la mezcla con el lastre original, la plasticidad bajó un 8%, la necesidad de agua se redujo 4,1% y la densidad se elevó un 10,36%. Los índices de resistencia también mejoraron drásticamente.

CONCLUSIONES

El ripio natural posee atributos particulares. Al tener un ínfimo 0,32% de finos y casi la totalidad de su volumen compuesto por material grueso, presenta poca retención de agua, marcando 1,16% de humedad. Su alta densidad exige muy poca agua para compactarse, fijando la humedad óptima en 2,2%. Los ensayos confirman un nulo hinchamiento, aunque su capacidad portante es baja, alcanzando un CBR de 6,37%. A pesar de esto, su clasificación geotécnica sugiere que sus componentes tienen el potencial de formar una subrasante de calidad excelente si se trabajan bien. Los valores de soporte varían según la exigencia; al 100% de la densidad máxima el CBR bordea el 28%, pero en trabajos menos rigurosos se emplea el soporte medido al 95%, que ronda el 6%.

La limitación principal del ripio para estabilizar caminos rurales es su pobre granulometría con presencia de forma redondeada faltándole partículas finas que sirvan como ligante, provocando nula cohesión. La solución encontrada fue incorporar lastre de cantera al 50%. La adición de finos corrigió el esqueleto mineral del ripio, logrando que el material resultante mejore estructuralmente y cumpla a cabalidad con los parámetros normativos exigidos por el MTOP para las capas de mejoramiento.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J., Jiménez, M., & Benítez, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. www.ricuc.cl
- Flor-Chávez, Gino, F. (2012). Aprovechamiento de hormigón reciclado en obras viales. Máster tesis de maestría, Departamento de Construcciones, Universidad Nacional de La Plata.
- Goñas, O., & Saldaña, J. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(1), 30. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589>
- Mendez, J. (2021). Estabilización de suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante adicionando cloruro de sodio, tramo Primorpampa – Cascapara, Yungay, Ancash 2021.
- NEVI-12-MTOP. (2013). VOLUMEN No 3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES.
- Ordoñez, S. (2022). ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS MEDIANTE PROCESOS QUÍMICOS Y MECÁNICOS.
- Tirado, C. (2019). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE ESCORIA DE SIDERURGIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO. Zambrano, T., & Zambrano, M. (2023). ESTABILIZACIÓN DE SUELO CON CAL Y CEMENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0357>
- Zambrano, T., & Zambrano, M. (2023). ESTABILIZACIÓN DE SUELO CON CAL Y CEMENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0357>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

