



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de
la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bocanegra Espinoza, Vitmer Jhonathan (orcid.org 0009-0004-0357-5608)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me ayudaron a lograrlo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque esta con conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A todos los ingenieros que han estado a lo largo de mi desarrollo universitario, por transmitirnos todos sus conocimientos así poder lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, 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: "Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabaylo – Lima 2023", cuyo autor es BOCANEGRA ESPINOZA VITMER JHONATHAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 01- 12-2023 20:26:18

Código documento Trilce: TRI - 0676955





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, BOCANEGRA ESPINOZA VITMER JHONATHAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VITMER JHONATHAN BOCANEGRA ESPINOZA DNI: 76588341 ORCID: 0009-0004-0357-5608	Firmado electrónicamente por: VBOCANEGRAE el 01- 12-2023 20:29:01

Código documento Trilce: TRI - 0676956

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCOTEÓRICO.....	4
III. METODOLOGIA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	14
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos Éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIÓN.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calicatas para Exploración de Suelos.....	16
Tabla 2. Número de Ensayos CBR.....	17
Tabla 3. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural.	28
Tabla 4. Ensayo de Atterberg con la incorporación de GRAVA.....	32
Tabla 5. Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con GRAVA.....	35
Tabla 6. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la grava	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Ensayos de laboratorio.....	19
Figura 2. Procedimiento del suelo natural.	20
Figura 3. Mapa del Perú.....	22
Figura 4. Mapa de Lima	22
Figura 5. Av. Los Gallinazos	22
Figura 6. Calicata 1	23
Figura 7. Calicata 2.....	23
Figura 8. Calicata 3.....	23
Figura 9. Cantera Samuel Samuel	24
Figura 10. Granulométrico por tamizado de la calicata 1.....	25
Figura 11. Granulométrico por tamizado de la calicata 2.....	26
Figura 12. Granulométrico por tamizado de la calicata 3.....	27
Figura 13. Límite de Atterberg de la muestra natural.....	28
Figura 14. Optimo Contenido de Humedad.....	29
Figura 15. Máxima Densidad Seca de la muestra inicial. Fuente	30
Figura 16. California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural.....	30
Figura 17. Ensayo de análisis granulométrico.....	32
Figura 18. Ensayo de Límites de Atterberg	32
Figura 19. Grafico del Ensayo de Atterberg con GRAVA.....	33
Figura 20. Ensayo de Proctor modificado.....	34
Figura 21. Grafico del óptimo Contenido de Humedad con la GRAVA.....	35

Figura 22. Grafico Máxima Densidad Seca con GRAVA.....	36
Figura 23. Ensayo del CBR con GRAVA.....	37
Figura 24. Gráfico del CBR con la GRAVA.	38

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general Evaluar el tipo de Grava para el mejoramiento de la subrasante físico - mecánicas en Carabayllo, 2023; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría y clasificación de suelos, Límites de Atterberg (PI), Proctor modificado y CBR. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar la grava en 14%, 16% y 18% fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución del IP, el cual se no aumentaron ni disminuyeron el índice de plasticidad, sino que se mantuvieron en el 8%, índice de plasticidad del suelo natural, el segundo objetivo específico fue determinar la mejora de la MDS del patrón, el cual se incrementó del 1.845 gr/cm³ al 2.094 gr/cm³ con el 18% de grava de 1/2", el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95% de la MDS del patrón, el cual aumentó del 6.70% a 12.80% con el 18% de grava de 1/2". Conclusión, la incorporación de la grava mejoró las propiedades de la subrasante.

Palabras clave: grava, mejoramiento, subrasante, resistencia

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the type of gravel for the improvement of the physical-mechanical subgrade in Carabayllo, 2023; establishing the tests of granulometry and soil classification, Atterberg Limits (PI), Modified Proctor and CBR. The methodology was formulated as follows: its research design was experimental (quasi), its type of research was explanatory level, with a quantitative approach. Its results according to the specific objectives when gravel was incorporated at 14%, 16% and 18% were: the first specific objective was to determine the decrease in PI, which neither increased nor decreased the plasticity index, but remained at 8%, plasticity index of the natural soil; the second specific objective was to determine the improvement of the MDS of the standard, which increased from 1.845 gr/cm³ to 2.094 gr/cm³ with the 18% of 1/2" gravel, the third specific objective was to determine the improvement of the CBR at 95% of the MDS of the standard, which increased from 6.70% to 12.80% with the 18% of 1/2" gravel. Conclusion, the incorporation of gravel improved the properties of the subgrade.

Keywords: gravel, improvement, subgrade, strength.

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de contar con infraestructura vial en óptimas condiciones se debe principalmente al constante crecimiento que se está desarrollando en el país, a las condiciones adecuadas. Dado lo anterior, el objetivo de este proyecto de estudio es mejorar la subrasante utilizando grava para maximizar su capacidad portante. A nivel mundial con un análisis de los altos costos en el país para construir infraestructura vial, es casi imposible tener carreteras de excelente calidad en la mayoría de las ciudades, y mucho menos en las zonas rurales., dependiendo del diseño (Colombia, Ecuador, México). Los gastos de adquisición del terreno, que suponen alrededor del 20% del coste total del proyecto, la rehabilitación de las redes de servicios públicos y la supervisión contribuyen a que el precio sea exorbitante. Las carreteras deben renovarse con mayor rapidez y eficacia debido al creciente número de automóviles en las ciudades. Hablando de inversiones en carreteras dentro de la región metropolitana, es imposible que aumenten al mismo ritmo exponencial debido a los elevados gastos. Cuando se hace referencia al crecimiento de las carreteras de tercer orden, que son las que comunican los pueblos con las cabeceras municipales, el crecimiento es aún menor; casi ni siquiera apreciable. (Concreto Reciclado, Arcilla, Grava). La falta de intervención hace que los suelos sean vulnerables al agua debido a sus cambios volumétricos, lo que lo hace casi imposible para viajar a lo largo de estas rutas durante la temporada de lluvias, lo que lleva a un mayor costo campesino de los productos, menos Acceso a centros educativos debido a la dificultad en transporte, y de una reducción en la calidad vida.

En el Perú in embargo, cuando se construye una carretera, lo que queda al descubierto son sus materiales de baja calidad, lo que obliga a las partes responsables a mejorar las carreteras para evitar futuros problemas. Teniendo este problema surgen dos posibilidades de mejorar la calidad del suelo una de ellas es la Sabemos que una subrasante debe ser resistente y duradero a los cambios climáticos y a las cargas de tráfico. Como sabemos, la estructura de un pavimento está directamente relacionada con el comportamiento de la subrasante. Perú como (Piura, Lima, Cajamarca) Las arcillas son tipos de suelo

de baja calidad, pero expansivas Arcillas son únicos porque cuando su volumen varía como resultado de la ganancia o pérdida de humedad, eso (Arcilla, Concreto Reciclado, Cal).

En la Av. Los Gallinazos se encontrados suelos de tránsito vehicular que están de mal estado a causa de ello tienden a dar muchos daños como el tiempo al llegar a su destino, vehículos que al tiempo se van a dañar. Se presenta la fluides de la llovizna entre el mes abril, agosto, según el terreno hallado se observó el siguiente tipo de suelo es de arena limosa, pero su calle donde circulan todo tipo de vehículos ya sea de carga liviana asta carga pesada hay desniveles en el terreno, generando que los vehículos se malogren o causen daños a las personas se propuso una alternativa de incorporar la grava en la subrasante en cierta cantidad determinada.

Formulación del Problema: Hay muchas de las carreteras en Los Gallinazos está ubicado a nivel de trochas que contiene materiales como piedra, algunos residuos de basura, por la necesidad de los pobladores aun siendo un buen lugar de transitar, se requiere de evaluar el uso y la estabilidad de la subrasante mediante la grava que logre disminuir su límite de atterberg, disminuir su proctor modificado y aumentar su cbr.

Problema general: ¿De qué manera la grava influye para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo 2023? Los problemas específicos de esta investigación son. ¿Cuánto influye la grava en el límite de atterberg para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo, 2023?; ¿Cuánto influye la grava en el proctor modificado para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo 2023?; ¿Cuánto influye la grava en el cbr para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo 2023?

Justificación de Problema, Para lograr la mejora de la subrasante en la Av. Los Gallinazos realizaremos diferentes pruebas de laboratorio que son necesarias para identificar qué porcentaje de grava se necesita para que el elemento en su conjunto tenga un buen rendimiento y ayudarnos a alcanzar los objetivos

propuestos. Justificación técnica, con la siguiente investigación se plantea usar la grava en proporciones 14%, 16%, 18% con la finalidad de dar una mayor eficiencia en el terreno usando la grava con las propiedades de la subrasante en un terreno accidentado. Justificación social, El proyecto facilitará el tráfico de vehículos y peatones a ambos lados de la calle y reducirá la posibilidad de accidentes, ahorrando tiempo y molestias a los residentes. Para dar continuidad a la carretera que conecta la población con las regiones metropolitanas, se está planeando un paso elevado como proyecto de nueva construcción. Justificación económica, Se busca dar una vida cómoda para los pobladores a través de una construcción de la subrasante, mediante la incorporación de la grava, así poder agilizar los trabajos y ganar el tiempo al llegar a su destino. Justificación ambiental, Dado que la mayoría de los pavimentos de escaso volumen de tráfico carecen de capa de rodadura, lo que da lugar a importantes emisiones de polvo perjudiciales para las personas, sobre todo en una localidad, se prevé una sustitución que respete la calidad de vida de las personas, al mismo tiempo, sea rentable.

Objetivo General: Evaluar el tipo de Grava para el mejoramiento de la subrasante físico - mecánicas en Carabayllo, 2023. Los objetivos específicos de esta investigación son: Determinar el tipo de grava en el Límite de atterberg para el mejoramiento de la subrasante en, Carabayllo 2023 Determinar el tipo de grava en el Proctor modificado para el mejoramiento de la subrasante en, Carabayllo 2023. Determinar el tipo de grava en el cbr para el mejoramiento de la subrasante en, Carabayllo 2023.

Hipótesis General: La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% mejora de la subrasante físico - mecánicas en, Carabayllo 2023. Las hipótesis específicas de esta investigación son: La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% aumenta el Límite de atterberg para el mejoramiento de la subrasante en, Carabayllo 2023; La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% aumenta el Proctor modificado para el mejoramiento de la subrasante en, Carabayllo 2023; La incorporación de la grava en porcentajes

14%, 16%, 18% aumenta el cbr para el mejoramiento de la subrasante en, Carabaylo, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional tenemos: Según, Aguilar y Bravo (2020), Su objetivo fue evaluar los efectos de la ceniza en la estabilización de suelos a la subrasante en San Jerónimo, sector ladrillero de Cusco, poniendo un método a utilizar. En las pruebas para la humedad natural, la granulometría, las limitaciones de consistencia, la compactación Proctor modificada y el CBR, se emplearon las cantidades de 0, 30, 40 y 50% de ceniza. Resultados. Con un aumento del 50% en la concentración de cenizas, una reducción de la plasticidad de 15,43 a 14,00, un aumento del contenido de humedad óptimo de 14,46% a 19,54%, y una reducción de la densidad seca de 1,90 gr/cm³ a 1,68 gr/cm³, la muestra es una arcilla de baja plasticidad., y un aumento del CBR de 13,65% a 49,12%. Concluye diciendo que las cualidades mecánicas y físicas del suelo blando pueden mejorarse significativamente añadiendo ceniza en porcentajes del 30%, 40% y 50%.¹

Como dice, Ramos (2020), Demuestra un énfasis en la determinación de la cantidad de la cal necesaria para remediar con un suelo arcilloso para la subrasante con la carretera de Caracoto entre Juliaca y Canchi Grande. Haciendo uso de una metodología Se trata de comparar una muestra de suelo en pruebas realizadas en laboratorio con la adición de 3%, 5% y 7% de cal. Los resultados que se obtuvieron. El material arcilloso con una plasticidad baja (IP) disminuye de 14,31% a 5,95% con la adición de 5% de cal, mientras que el MDS aumenta de 1,79 a 1,82 g/cm³, humedad disminuye de 16,625% a 14,38%, y CBR aumenta de 9,80% a 13,01%. El estudio llega a esta conclusión El CBR al 95% aumenta hasta un 295,68% añadiendo un 5% de cal respecto al peso del suelo blando seco.²

Según, Delgado y León, (2019), El objetivo principal de las pruebas era identificar la integración con grava y arcilla que tuviera la mayor capacidad portante. Su población se seleccionó para el diseño experimental de modo que las pruebas de mecánica de suelos pudieran llevarse a cabo en un entorno de laboratorio. Se utilizó una dosificación del 30-70%, 50-50%, 70-30%, 80-20%, y 90-10%, lo que proporcionará los indicios que se examinaron. La distribución del resultado de la integración correcta, que tuvo en cuenta un 50% de grava y un 50% de arcilla, fue la siguiente: 40% de grava de 1" más 10% de piedra triturada de 12" más 10% de arena arcillosa más 40% de material propio. Como resultado, se satisfacen los requisitos de dosificación para una subbase granular adecuada. A la hora de determinar la capacidad portante de una sustancia, el ensayo CBR proporciona un resultado superior, pasando de un CBR del 4,7% a uno del 19,4%. Si se absorbe en las capas granulares del pavimento, los materiales de la subbase empleados resultan contaminantes.³

A nivel internacional tenemos: Según, Ramos, J. y Lozano, J. (2019), El caolín se utiliza para mejorar los suelos arcillosos con fin de mejorar considerablemente su capacidad portante. En cuanto a sus métodos de ensayo en particular, se realiza una comparación de (2) aditivos, (1) de ellos es la cal, y el otro aditivo sustitutivo serán con cenizas volantes de carbón. Se integraron pruebas del 10%, 20% y 40% del suelo previsto (utilizado como base de referencia en las pruebas consolidadas) después de analizar el suelo previsto para poder conocer y recibir esta información. Se realizaron seis ensayos de compresión indiscriminada y cizallamiento directo para determinar las propiedades mecánicas en cada proporción. Según los resultados, que pudieron mejorar el comportamiento mecánico del caolín integrando, como se indicó anteriormente, ceniza de carbón o cal, se observa una opción estabilizadora superior en la ceniza.⁴

Como dice, Alzate (2019), EL objetivo principal fue evaluar el cemento como componente estabilizador de la subrasante en vía Llano Grande, competencia municipal Pereira-Risaralda. Caracterizar las propiedades mecánicas y físicas del

material fue uno de los objetivos específicos. Evaluar cómo se comporta la resistencia de la subrasante cuando se adiciona cemento. Determinar la proporción de cemento que potencie de manera más efectiva la resistencia del material de estudio. Los resultados de su investigación fueron los siguientes. Mediante el uso de pruebas con resistencia a la compresión no confinada en cilindros moldeados de suelo 20 cm, fue posible determinar el (%) de cemento que producía los mejores resultados, y se descubrió que el 13% era el nivel ideal. Al alto contenido de humedad del material de investigación, es necesario utilizar una cantidad significativa de cemento en la manipulación y estabilización química del material. ⁵

Según, Callejas (2020), Se realizó un estudio en el lugar de Teusaquillo de la calle 47 entre carrera 14 y carrera 14 para examinar el comportamiento mecánico del uso de materiales de cantera y geosintéticos para el mejoramiento de la subrasante. Se identificaron los costos del uso de estos materiales en la obra, así como sus ventajas y desventajas para el medio ambiente. El estudio constató al aplica una carga a la superficie, el comportamiento mecánico de una construcción de pavimento con un coeficiente distribuye las tensiones hacia la parte inferior y desplaza lateralmente el material fuera de la zona de carga. Además, hay un beneficio medioambiental porque la estructura de pavimento requerirá menos excavación, uso de materiales de menor calidad (mejor construcción), y el transporte, lo que se traduce en menos residuos y emisiones de CO₂ a la atmósfera. ⁶

En otros idiomas tenemos: Como expresa, Ochoa y Bizarreta (2020), Según El suelo es flexible en los límites de Atterberg, pero el RCD-C fino no lo es. Como resultado, la combinación de suelo pierde totalmente su flexibilidad cuando se le agrega residuo reciclado (RCD-C fino), la muestra que contiene 60% de RCD-C fino. En este estudio se analizó cómo se puede aumentar la capacidad portante de las subrasantes de pavimento en Foz do Iguaçu utilizando combinaciones de suelo y RCD-C fino. Con una expansión después de 7 días de inmersión se reduce con la adición de RCD-C fino (1,23% de expansión), con la cantidad ideal de basura añadida de 60% de RCD-C fino (0% de expansión).

Debido a la presencia de minerales residuales en el residuo de hormigón, que, al hidratarse, endurecieron la muestra y disminuyeron su expansión, la disminución puede haber sido provocada por la acción química del residuo. En el ensayo CBR, la adición del residuo de hormigón provocó un aumento de la capacidad portante del material, probablemente como resultado de un proceso conjunto con una estabilización mecánica (compactación) y química (estabilización de los minerales del cemento). Los incrementos del 40 y del 60% cumplían las 12 normas del CBR sobre capas de subrasante. Con el 60% de RCD-C fino, la capacidad portante aumentó 17,56 veces en comparación con el suelo.⁷

Tal como, Chibuzor et al. (2019), Con suelos a prueba de tratados con cerámica de residuos triturados (CWC) y plásticos de residuos triturados (CWP) fueron sometidos a pruebas de rigidez de la subrasante. Con el fin de aumentar la resistencia de los suelos de prueba a las presiones dinámicas y cíclicas, el objetivo de este trabajo era evaluar cómo se comportaban cuando se trataban con geomateriales específicos basados en residuos sólidos. De acuerdo a los resultados preliminares a las pruebas, con suelos de prueba se clasificaron como suelos mal clasificados según la USCS y como A-2-7, A-2-6, A-7 y A-7-5, respectivamente, según el sistema de clasificación de la AASHTO. Además, se clasificaron como suelos expansivos y extremadamente plásticos con índices de plasticidad superiores al 17%. De acuerdo con el régimen de tratamiento, se produjo una mejora continua en el CBR, el módulo robusto con el aumento de CWC y CWP. Con mayores índices de CWC y CWP, también se redujo de forma consistente la deformación lateral observada durante la compresión triaxial modificada. El uso de un geomaterial a base de residuos sólidos para mejorar la relación de soporte California con suelos de prueba, el módulo de resiliencia, el valor de resistencia y las cualidades de deformación lateral es innovador.⁸

Según, Kianimehr et al. (2019), Se realizó un estudio sobre el uso de RCD en la estabilización de subrasantes, y los resultados muestran que los áridos de hormigón reciclado reducen la deformabilidad y los asentamientos y son una alternativa sostenible al cemento con una estabilización de suelos arcillosos. Cuando se emplea como subbase o material de subrasante en pavimentos

rígidos, el suelo arcilloso enmendado con un 15% de [RCD] está suficientemente robusto para aguantar cargas. Este estudio resulta especialmente tentador para diseñadores, ya que demuestra que el [RCD] puede utilizarse para estabilizar el suelo arcilloso en lugar del cemento. Para cada región/nación, habría un caso económico diferente para sustituir el cemento por [RCD].⁹

A nivel de Artículos tenemos: De acuerdo con Massenlli y Paiva (2019), El objetivo específico de este estudio es examinar cómo afectan las subrasantes débiles o de baja resistencia al comportamiento del pavimento flexible y formular recomendaciones para reforzar el pavimento a fin de garantizar que pueda soportar todo su ciclo de vida. Para ello, se compararon las respuestas estructurales de todo el pavimento. Mediante el uso de análisis de sensibilidad, también fue posible comprender cómo los cambios en los parámetros de rigidez afectan a la vida útil del pavimento y cómo pequeños ajustes pueden mejorar el rendimiento del pavimento, ayudando en el dimensionamiento, apoyando las evaluaciones estructurales y evitando frecuentes intervenciones tempranas. (CBR) asociados a su módulo de resiliencia (Esl), que se obtuvieron mediante el programa Elsym 5 y fueron: $D_0 = 64 (x10^{-2} \text{ mm})$, $e_t = 1,88 (x10^{-4})$ y $e_v = 2,92 (x10^{-4})$. $E_{sl1} = 20 \text{ MPa}$, $E_{sl2} = 30 \text{ MPa}$, $E_{sl3} = 50 \text{ MPa}$, $E_{sl4} = 80 \text{ MPa}$ y $E_{sl5} = 100 \text{ MPa}$. La condición tensional del pavimento cambiaría, el módulo resiliente de la subrasante sería de 80 MPa, y la deflexión superficial descendería a $43 x10^{-2} \text{ mm}$. Dado que este efecto interfiere en todo el pavimento, esta primera deformación, especialmente para una subrasante débil o quebradiza, puede presagiar la necesidad de servicios de restauración. Se han realizado análisis de sensibilidad de los parámetros de rigidez del firme y de la subrasante para comprender mejor este fenómeno.¹⁰

Según, Rojas, E. (2020), Para estudiar la estabilidad y el impacto bolsas de polietileno fundido. En Pueblo Joven de Octubre, Chachapoyas, Amazonas, las muestras para el experimento se recogieron en la intersección de Jr. Las Orquideas y Av. Los Libertadores. La muestra se creó derritiendo bolsas de plástico y liberando el líquido resultante se combinó en una proporción de 1:1 con la muestra de suelo arcilloso. Las muestras se utilizaron para diseñar el agregado

base, tomando secciones del 4%, 8% y 12% con un peso seco de la muestra. T1 (4%), que obtuvo una reducción media el índice de plasticidad de 13,55% suelo (N) a 8,98% (4% BPF), mostró el mejor comportamiento en cuanto a sus cualidades físicas. El tratamiento con mayor incidencia para las propiedades mecánicas es el T3 (12%) porque tiende a reducir el OCH 10 medio de 18,23%, suelo (N) a 15,46% (12% BPF), mientras que aumenta el MDS medio de 1,730gr/cm³, suelo (N) a 1,807gr/cm³ (12% BPF), y aumenta el CBR medio de 5,6%, suelo (N) a 9,9% (12% BPF). Como resultado, el suelo en estudio fue estabilizado y basándose al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Se descubrió que la adición de bolsas de polietileno fundido al suelo arcilloso en el nivel de la subrasante mejoraba sus propiedades mecánicas y físicas.¹¹

Según Serrano, E. y Padilla, E. (2019), Para establecer una base teórica con un respaldo, aplicación de estas adiciones en el ámbito de la construcción, es necesario recopilar información pertinente sobre la modificación de la subrasante con polímeros, evaluar el cambio en sus características mecánicas, sintetizar los resultados y debatir las conclusiones. Alrededor del 30% de los estudios se concentran en examinar la reacción de los esfuerzos de tracción cuando se añaden fibras poliméricas, mientras que se estima que el 65% de los estudios se centran en evaluar los cambios en la resistencia a la compresión. El 5% final se concentra en analizar características con la resistencia a la tracción axial. En casos concretos, los investigadores han intentado comprender los cambios que la adición de polímeros produce en el suelo-cemento en términos de atributos como n mayor aumento a la resistencia a la tracción axial y la disminución de la fatiga del material. Según el tipo de material que se combine con el suelo, se produce un notable aumento con resistencia a la compresión. Cuando se trata de eficiencia, se necesita un 9% de cemento, y cuando se trata de añadir fibras, se necesita un 10% de cemento con una cantidad cambiante de 0,75% de fibra si se desea un aumento de hasta el 35%. Además, se necesitan fibras con una longitud de 24 mm. Se debe utilizar un 10% de resina en la mezcla de cemento y suelo. Con fibras de 40 mm y dosificaciones de 0,50% y 0,75%, Vargas Quispe pudo

obtener resultados con aumento de cbr de hasta 28% del valor inicial. El peso del suelo es un factor en cada uno de estos porcentajes.¹²

La Subrasante. Según Espinoza (2022), La subrasante, el cimientado con las excavaciones de suelo natural, se compone de suelos elegidos con propiedades aceptables para producir un cuerpo de buen estado ideal, no afectado por el diseño de carga que se adelante. (p,11).¹³ Según Delgado y León. (2019), Cabe mencionar que, para la mejor compactación de la capa, ésta debe estar compuesta por material de préstamo elegido con propiedades adecuadas para las cargas vivas o muertas en dicho terreno compactado (p. 3).³ **Suelo arcillosos.** Según Delgado y León (2019), El uso del transporte se ve obstaculizado y los costes aumentan por el hecho de que los suelos arcillosos carecen con frecuencia de las cualidades necesarias para emplear en capas de base y subbase de los pavimentos (p. 17).³

Definición de la grava, La grava reemplazara un % del material que está en la subrasante así mejorando una carga mayor vehicular que recibe la subrasante por ello se mejora la pavimentación para el tránsito vehicular (personal y trabajo).

Hay varias formas de producir grava, que tiene una textura áspera, un tono oscuro y una dureza característica de 6 en la escala de Mohs. El hombre puede fabricarla en canteras utilizando potentes equipos e incluso explosiones¹⁴. (Educalindo, 2023, p. 1). Hay varias formas de producir grava, que tiene una textura áspera, un tono oscuro y una dureza característica de 6 en la escala de Mohs. El hombre puede fabricarla en canteras utilizando potentes equipos e incluso explosiones¹⁵. (Pérez y Gardey, 2020, p. 1).

Análisis granulométrico. Según Cuzco (2019), Método utilizado en los laboratorios para identificar las fracciones y sus correspondientes proporciones a las que contribuyen los granos del suelo. Las siguientes técnicas se discuten porque estas proporciones se conocen como gradación del suelo (p. 17).²⁰

Métodos de análisis granulométricos. Según Cuzco (2019), Para evaluar la eficacia y competencia de un suelo, teniendo en cuenta una expectativa geotécnica, es importante dividirlo en varias fracciones basadas en proporciones.

La sedimentación para la parte fina del suelo, limos y arcillas (p. 17).²⁰ **Limite de atterberg.** Según Delgado y León (2019), Demuestra repetidamente que un suelo necesita plasticidad; para una mejor interpretación, utiliza dos parámetros en lugar del único que se utilizaba en su época. También sugiere un método aproximado para hacer una evaluación consecutiva que hay que perfeccionar (P. 20).³ **Limite Líquido.** Según Delgado y León (2019), La diferencia entre los estados plástico y líquido de un suelo amasado o remoldeado viene determinada por el contenido de agua, que se expresa en porcentajes en relación con el peso del suelo seco (p. 20).³ **Limite plástico.** Según Delgado y León (2019), La mezcla de tierra y agua pasa a una forma plástica en función de la concentración de humedad. En este caso, la mezcla se separa en un tipo u otro de forma de baja presión luminosa (p.21).³ **Densidad del Suelo.** Según Delgado y León (2019), La densidad de las partículas del suelo sólo tiene en cuenta la parte sólida del suelo, como los componentes orgánicos o minerales, e ignora las fases gaseosa y líquida (p. 23).³

Contenido de Humedad. Según Delgado y León (2019), Los porcentajes del agua y del suelo. Esta técnica eficaz iguala al peso del agua perdida colocando el suelo húmedo en un horno comprobado a 110°, a 5° C para mantener un peso constante del suelo (p. 22)³

Proctor Modificado. Como dicen Delgado y León (2019), Los métodos de compactación en laboratorio que se utilizaron para establecer un contenido de humedad del suelo y el peso seco unitario son el tema principal de esta revisión, que se trazará en la curva de compactación (p. 24).³

CBR. Como afirman Delgado y León (2019), Para cada sección estudiada, se crea un perfil estratigráfico, a partir, se establecerá dicho valor de soporte y resistencia del suelo, al igual al 95% de una Densidad Máxima en Seco (p. 27).³

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

De acuerdo, Delgado y León (2019), Este proyecto de investigación es tipo aplicada, ya que tomará la realidad del problema y, utilizando métodos de ingeniería y la información aprendida, lo resolverá (p. 10).³

3.1.1 Tipo de Investigación: Para este proyecto es del tipo aplicada, debía elegirse una compactación superior de la subrasante con diferentes porcentajes de grava, basándose de resultados de laboratorio, así como en los parámetros de mejora del CBR, cambio del Proctor y disminución del Limite atterberg. Basándose en los antecedentes de sucesos similares, pretendía poner en práctica la experiencia previa para el mejoramiento de la subrasante utilizando grava.

3.1.2 Diseño de investigación:

Según, Espinoza. (2022), Para determinar la variable independiente (grava) y conectarlo con las variables dependientes (mejora de la subrasante), se da la oportunidad de interactuar un diseño cuasi-experimental que se asigna a adoptar un diseño experimental real en este estudio (p. 28).¹³

Dado que el diseño experimental real tiene algunas limitaciones, se conocen como diseños cuasi experimentales, y se manipula la variable independiente (grava = 14%, 16% y 18%), para lograr interactuar con variable independiente y para determinar entre una o más variables dependientes (características subestándar). Por el proyecto se clasifica como cuasi experimental porque el investigador ha predeterminado que tipo de suelo para presente estudio (arcilla), y porque las cantidades de grava (14%, 16% y 18%) en la subrasante se modificarán intencionadamente con un objetivo de analizar su impacto a las propiedades físico - mecánicas de la subrasante. Las dosificaciones se basaron en varios estudios anteriores de diversos autores (tesis: Espinoza 15%-25%-35% y Delgado, León

16.4%-17.9%-34.3%) realizados con estabilizantes en subrasantes, con cuatro ensayos correspondientes 01 a la muestra estándar y 03 a las muestras con grava al 14%, 16% y 18% del volumen y muestra.

3.2. Variable y Operacionalización.

Variable Independiente 1: Grava

Definición conceptual: (Matriz Operacionalización)

Según Coveña, Cevallos, Chancay y Cedeño (2020). La grava es una parte crucial de la industria, lo cual es importante ya que puede utilizarse como cimiento para la construcción de puentes, edificios y una serie de otras actividades. (p. 2).¹⁶

Definición operacional: (Matriz OP) Las dosificaciones de la grava 14%, 16% y 18% Para reducir el límite atterberg, elevar el CBR y modificar el Proctor de la subrasante, utilizando el volumen (m³ de material), utilizando las 04 muestras (N, N14%, N16%, N18%) o las siguientes combinaciones, inicialmente se excavarán fosas para ver la clasificación del suelo y realizar las pruebas mencionadas anteriormente.

Variable Independiente V1:Grava

Indicadores: 14%, 16% y 18% Grava, respecto a las Muestra (Subrasantes)

Escala de Medición: Razón

Variable Dependiente: propiedades de la Subrasante.

Definición conceptual: (Matriz OP)

Según Diaz y Espinoza (2020), Un pavimento puede construirse sobre la subrasante natural, preparada y compactada. El propósito de la subrasante es ofrecer un nivel de soporte bastante consistente sin variaciones bruscas en el índice de soporte. (p. 30).¹⁷

Definición operacional: (Matriz OP)

La grava se utilizará para ensayar la subrasante en su conjunto, lo que modificará las características físicas y mecánicas, pondrán de manifiesto su calidad. En este estudio, se realizarán ensayos del límite de atterberg con cuatro combinaciones de grava preestablecidas (N, 14%, 16% y 18%) para determinar al grado de reducción con muestra. Además, se realizarán ensayos CBR y Proctor modificado en las combinaciones preestablecidas; antes, se realizarán 01 calicatas para determinar la granulometría y clasificación de los suelos. En cada uno de estos casos, se evaluará la calidad de la grava mediante pruebas en el laboratorio.

Variable Dependiente.

V1: Propiedades de la subrasante.

Indicadores: Límite de atterberg (%), Proctor modificado (kg/cm²), CBR (kg/cm²) del terreno.

Escala de medición: Razón.

3.3. Población, Muestra y muestreo.

3.3.1 Población, Según, Espinoza (2022), Se compone de medidas instrumentales que arrojan una serie de propiedades visibles ampliamente compartidas y su momento calculado. El proyecto consiste en una población de pruebas administradas en todos los subgrados a lo largo de todo el esfuerzo de estudio. (p. 21).¹³

Mejoramiento de la Subrasante. Cabe señalar que la ruta de muestra del estudio tenía un bajo volumen de tráfico, con un IMDA de sólo 200 vehículos por día para una carretera de dos carriles. La población estará constituida por todos los tajos de 1,5 mt para 8 KM y todos sus ensayos físico-mecánicos, resultando el menos favorable (Tabla 2), conteniendo todos los ensayos CBR, Proctor modificado y Límite atterberg, con la grava por la subrasante en los otros 3 diseños adicionales.

3.3.2 Muestra, Según, Goicochea (2019), Se realizó con la técnica de muestreo por la cual incluyó la construcción de una zanja de 1,50 metros de profundidad, con la línea de subrasante como nivel superior, se representa en los anexos. (p.18).¹⁸

Mejoramiento de la Subrasante

La Tabla No. 06 de la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras estipula la realización de tres (01) pozos de prueba por cada 1 km a una profundidad mínima de 1,5 m del nivel de la subrasante. La ruta considerada tiene un IMDA de 200 vehículos por día para una carretera de dos carriles. De acuerdo con el tipo de carretera de este estudio y la Tabla N° 07: Tabla Número de Ensayos CBR del Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, se aconseja realizar al menos un (01) ensayo CBR cada 1,5 km.

Se indican tomar por 1 km (1 calicatas), del cual se quedará con la calicata más desfavorable; y se deberá tener en 1.5 Km (un 1 CBR mínimo) proyectando, se tendrá 4 CBR por 1 Km, cumpliendo lo mínimo establecido por el MTC; de este total, se priorizarán las arcillas en la clasificación del suelo, y se extraerá arcilla suficiente para permitir la ejecución de una muestra de cuatro (04) Ensayos CBR, (04) Ensayos Proctor Modificado (04) Límite de Atterberg, definiendo las propiedades físico y mecánicas de acuerdo a las proporciones ya mencionadas (N, N+14%, N+16%, N+18%).

3.3.3 Muestreo, Según, Goicochea (2019) Actividad relacionada con la recopilación de datos de un determinado grupo demográfico que se estudia o con el que se trabaja; especifica cómo deben recopilarse los datos. (p. 18).¹⁸

El tipo de muestreo se refiere al método utilizado para elegir la muestra; en este sentido, el muestreo es no probabilístico porque viene determinado por el tema de la investigación, del tipo de carretera y características de la investigación (manual de carreteras), lo que influye en la toma de decisiones del investigador.

3.3.4 Unidad de Análisis Que consta de 04 unidades para el ensayo de CBR, 04 unidades para el ensayo del Próctor Modificado y 04 unidades para el ensayo del Límites de Atterberg.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica de recolección de datos, Según, Diaz y Espinoza (2020) La fase de recopilación documental es crucial para el adecuado desarrollo de la investigación. Para ello es necesario realizar revisiones bibliográficas sobre el contexto histórico de la investigación. (p. 59).¹⁷

Evaluación de la subrasante, En consecuencia, al enfoque de recogida de información, por la cual se utilizará la observación para evaluar las hipótesis ofrecidas y ofrecer algunas posibles soluciones a las dificultades planteadas. Finalmente se aplicará la técnica de cuasi-experimentación, se utilizarán con fuentes de información como bases teóricas para cada variable.

Al mismo tiempo utiliza las normativas del establecidas por el Ministerio de transportes: MTC E-107, MTC E-110/E-111, MTC E-115, MTC E-132, MTC E-118, CBR (MTC E-132), Próctor Modificado (MTC E-116) y del Atterberg (MTC E-111).

Instrumentos de recolección de datos, Según, Cornejo y Hurtado (2022)

Los investigadores examinarán como recurso los datos relativos a la variable previamente identificada que se enunció en un esfuerzo por identificar una relación, junto con las variables y los indicadores. (p. 18).¹⁹

Para poder predecir el comportamiento en su integración de la grava o su estabilidad en la subrasante, se empleará la variable en diversos experimentos realizados en laboratorios con el objetivo de conseguir ensayos con respuestas genuinas:

- Observación
- Fichas de Recolección de Datos (por 3 expertos).
- Fichas de Resultados de Laboratorio (certificados).
- Ensayos Realizados..

Figura 1. Ensayos de laboratorio

	Ensayo	Instrumento
	Ensayo de análisis granulométrico	Ficha de Resultados de Laboratorio
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultados de Laboratorio
Ensayos	Ensayo Limites de atterberg.	Ficha de Resultados de Laboratorio.
	Ensayo Proctor Modificado.	Ficha de Resultados de Laboratorio.
	Ensayo CBR.	Ficha de Resultados de Laboratorio.

Fuente: Realizado por mi

En base de los instrumentos su recojo los datos, será mediante el análisis de mecánica de suelos, según sus indicadores (N, 14%, 16% y 18%).

Confiabilidad, Según, Espinoza (2022) El laboratorio, el equipo y su calibración deben estar certificados para que todas las pruebas mencionadas anteriormente se realicen con el máximo nivel de precisión y fiabilidad. (p. 24).

13

Para nuestra investigación la confiabilidad, a la aplicación repetida de las pruebas estudiadas arrojaron resultados parecidos o similares entre ellos, ya sean por edades o por proporciones (14%, 16%, 18%), brindando la confianza de los resultados obtenidos, por la buena elección del Laboratorio certificado, que tiene Equipos calibrados dentro de los 6 meses, por contar con un técnico Calificado y el respaldo de un Ingeniero civil colegiado.

Validez, Según, Espinoza (2020) Será validado por expertos en ingeniería civil, por así decirlo. Con la ayuda de sus pruebas de laboratorio y las firmas de expertos con los conocimientos pertinentes, podremos constatar la mayor solidez de los citados instrumentos. (p.24).¹³

Para nuestra Investigación, la validez Cuando los instrumentos que se van a utilizar están validados por expertos o profesionales del ámbito de las carreteras o la construcción, que serán los encargados de aprobar el contenido del instrumento (14%, 16%, 18%) que se va a utilizar en esta investigación, se dice que los instrumentos tienen validez. Todo ello se regirá por las normas ASTM y NTP utilizadas y especificadas para cada tipo de prueba.

3.5. Procedimientos: Se excavarán pozos con el fin de recoger muestras de suelo, comenzando a una profundidad mínima de 1,5 m del nivel de la subrasante. 5 m desde el nivel de subrasante, las cuales serán transportadas a un laboratorio de suelos, y sus combinaciones (14%, 16% y 18%) para ser sometidas a ensayos CBR, Proctor Modificado y Límite de Atterberg de acuerdo con ASTM y NTP, con el fin de tomar la mejor opción de resultados, teniendo en cuenta el número de ensayos y el número de calicatas a realizar, en el muestreo de los estratos significativos, que fueron llevados al laboratorio.

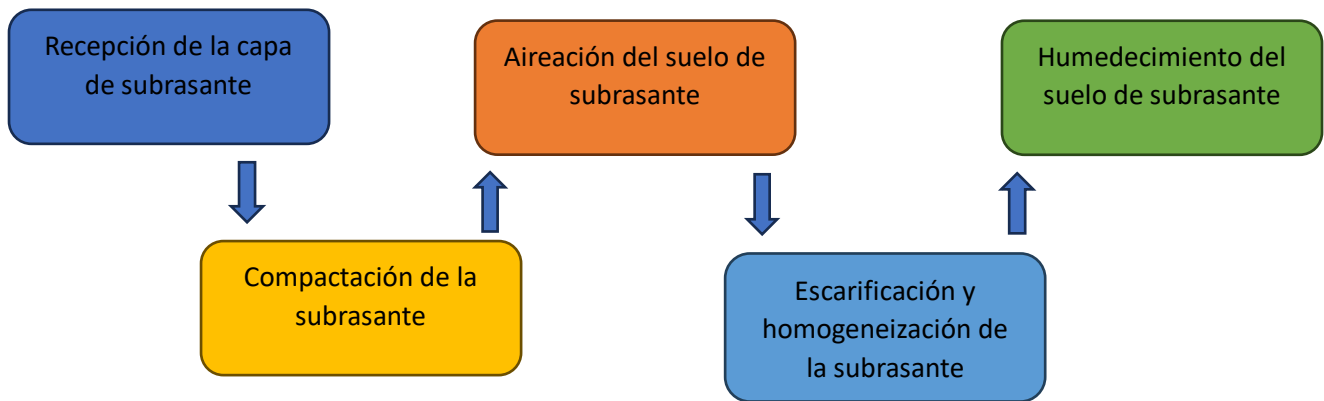


Figura 2. Procedimiento del suelo natural.

Fuente: Realizado por mi

3.6. Método de Análisis de datos, Según, Espinoza (2022) El método que eligió fue la observación directa, en la que cada prueba tenía la oportunidad de visualizar el laboratorio mientras tomaba notas y las comparaba con su hipótesis. (p.25).¹³

Para los fines de nuestro estudio, la fiabilidad se define como la aplicación repetida de pruebas ya estudiadas, que producirán resultados similares o parecidos entre sí, ya sea por edad o por proporciones (14%, 16%, 18%), dando confianza en los resultados obtenidos, por la sabia selección del laboratorio certificado, que cuente con equipos calibrados en un plazo de 6 meses, por disponer de un técnico cualificado y por contar con el apoyo de un ingeniero civil colegiado.

3.7. Aspectos éticos, con la experiencia adquirida en lo profesional en ingeniería civil, este proyecto de investigación fue realizado con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado parte de la tesis de otros autores, citándolos utilizando las normas ISO-690 y 690-2, respetando e indicando a los manuales, normas e instrumentos que fueron utilizados en el proyecto de investigación con respectivas soluciones, las cuales serán recopiladas al final por el Turnitin.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023

Ubicación:

Departamento : Lima Provincia : Lima

Distrito : Carabayllo

Ubicación : Av. Los Gallinazos



Figura 03 Mapa del Perú

Fuente : earth.

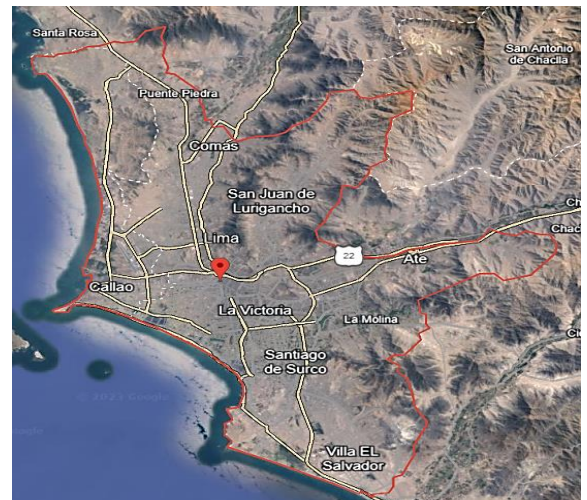


Figura 04 Mapa de Lima

Fuente : earth

Ubicación

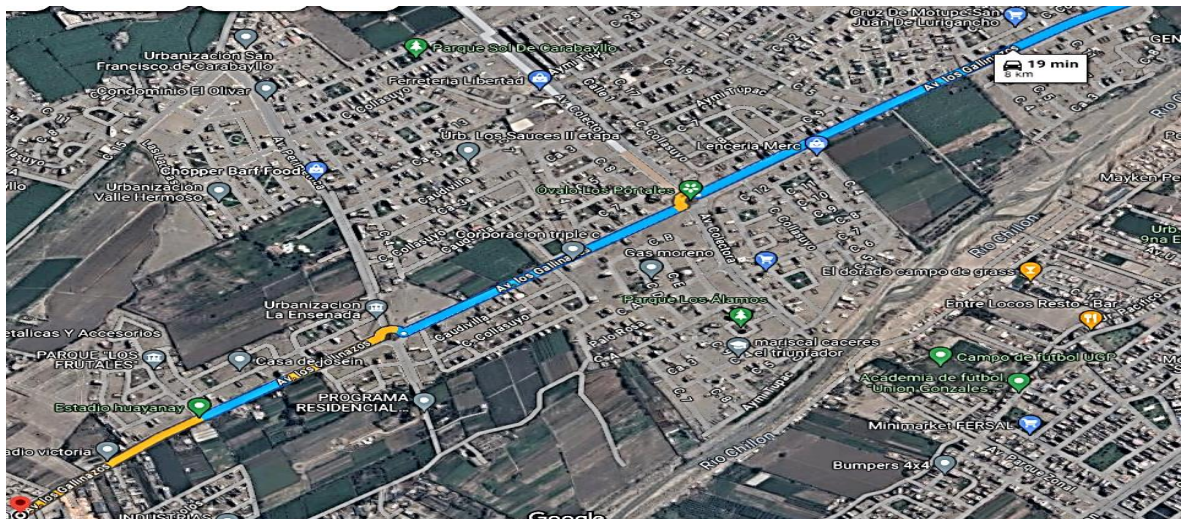


Figura 05. Av. Los Gallinazos

Fuente : Maps

El estudio fue realizado en la Av. Los Gallinazos, donde se excavó 3 calicatas.

Progresiva: 1 + 000 km

Altura: 1.50 m

Área: 1.00 x 1.00 m



Figura 06. Calicata 1

Fuente : Realizado por mi

Descripción Calicata 3

Progresiva : 3 + 000 km

Altura :1.50 m

Área 1.00 x 1.00 m



Figura 8. Calicata 3

Fuente : Realizado por mi

Progresiva: 2 + 000 km

Altura: 1.50 m

Área :1.00 x 1.00 m



Figura 07. Calicata 2

Fuente : Realizado por mi

Av. Túpac Amaru, Carabayllo 15320



Figura 9. Cantera Samuel Samuel

Fuente: Realizado por mi

Trabajo de Laboratorio - PREVIA

En total se excavaron tres fosos, cada uno en una fase diferente. Esto era necesario porque, según el apartado sobre suelos y pavimentos del Manual de Carreteras, en una carretera con poco tráfico debe excavarse un tajo cada kilómetro. Se realizaron tres pruebas granulométricas para determinar qué zonas de la carretera eran las menos favorables, lo que permitió realizar las pruebas adecuadas para su mejora.

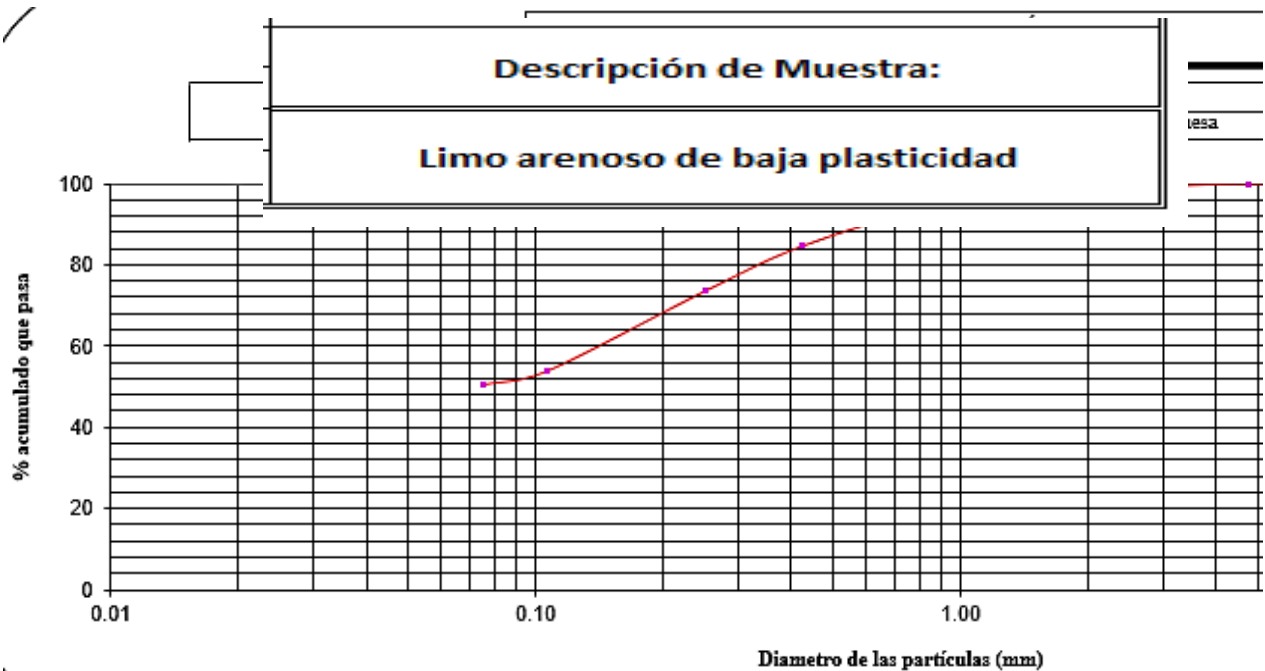


Figura 10. Granulométrico por tamizado de la calicata 1

Fuente: Realizado por mi

Interpretación.- El agregado de CALICATA 01 pudo pasar por la granulométrica por tamizado, mostrando el 100% del agregado pasó por la malla nº 4, indicando que se trataba del material, y el 50,6% del material pasó por la malla nº 200, indicando que tenía una modesta cantidad de finos.

A partir de la muestra tomada en la zanja a 1+ 000 km de la Avenida de Los Gallinazos, se puede demostrar que se trata de una LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD (ML) en laboratorio según la clasificación de suelos, y que se encuentra en el grupo A-4 según la clasificación AASHTOO (2).

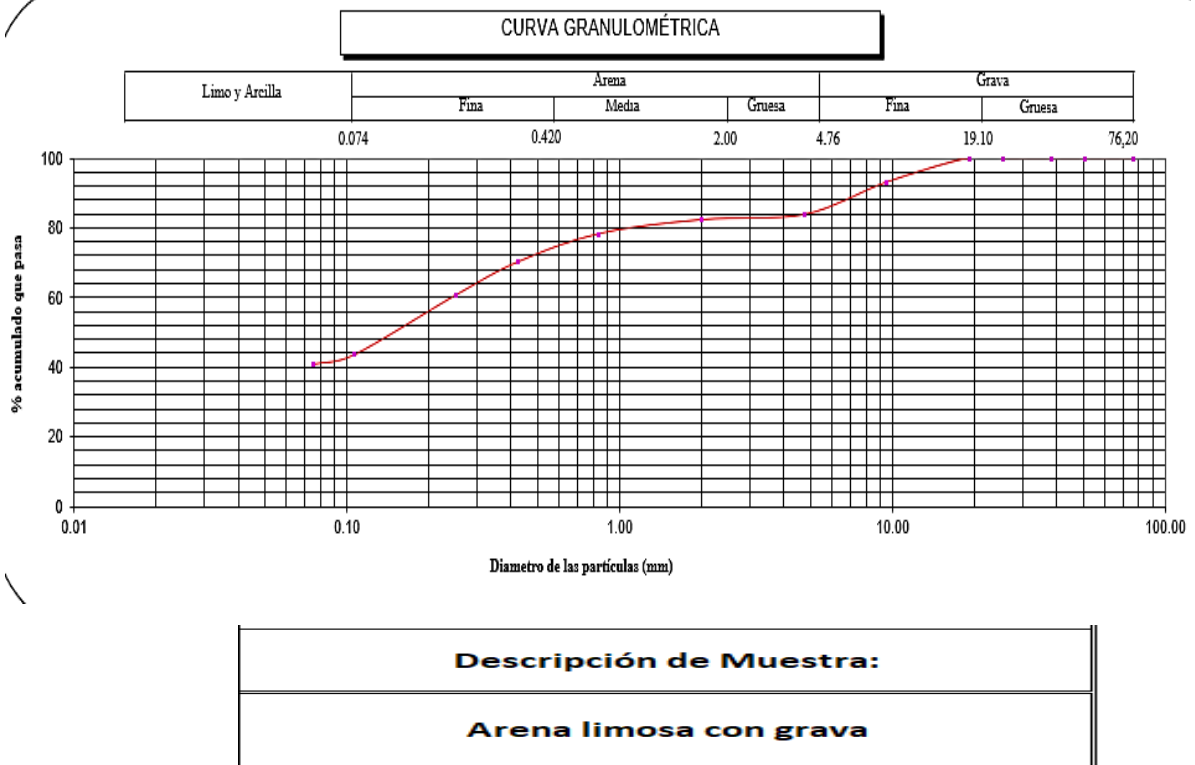
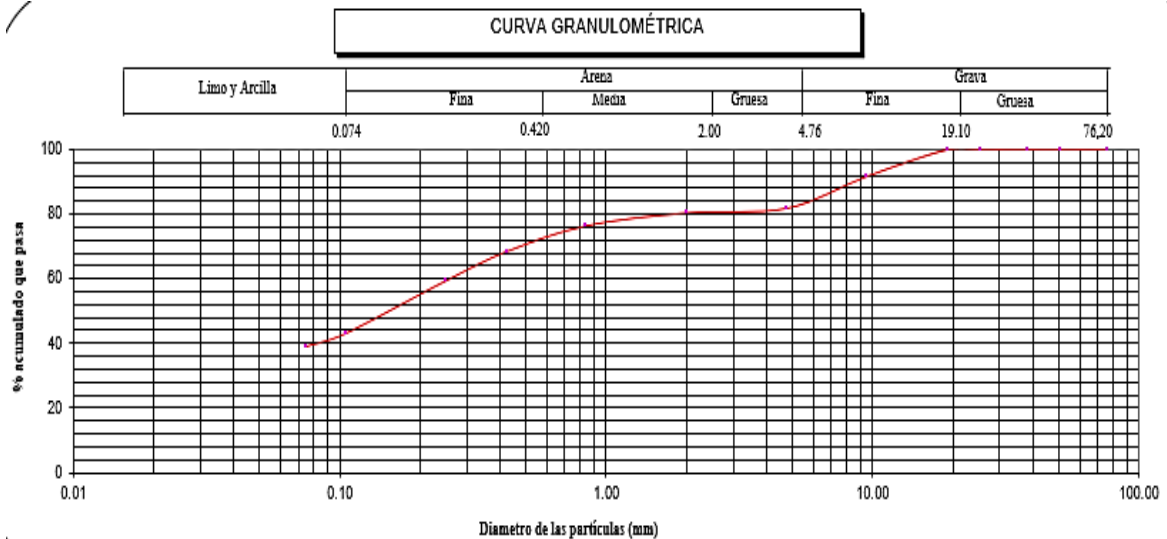


Figura 11. Granulométrico por tamizado de la calicata 2

Fuente: Realizado por mi

Interpretación.- El agregado extraído realizado CALICATA 02 consiguió pasar por el 40,9% con malla nº 200, que es un agregado de pequeña suma de finos, el 83,8% del material pasó en malla nº 4, que es un agregado que se considera arenoso, 7,3% de grava, según la prueba granulométrica por tamizado.

A partir de la muestra tomada en una zanja del km 2 + 000 de la Avenida de Los Gallinazos, se puede demostrar que la ARENA LÍMOSA CON GRAVA en laboratorio se clasifico el suelo, y que se encuentra en el grupo A-4 (0) en la clasificación AASHTOO.



Descripción de Muestra:
Arena limosa con grava

Figura 12. Granulométrico por tamizado de la calicata 3

Fuente: Realizado por mi

Interpretación. El agregado de la CALICATA 03 pasó la prueba granulométrica por tamizado; el 39,3% del agregado pasó por la malla nº 200, lo que se considera un material regular con una cantidad regular de finos; el 81,9% del agregado pasó por la malla nº 4, lo que se considera un agregado arenoso; y el 5,4% del material era grava.

En base se tomada en la zanja del km 3 + 000 de la Avenida de Los Gallinazos, se puede demostrar que se trata de ARENA LÍMOSA CON GRAVA (SM) en laboratorio según la clasificación de suelos, y que se encuentra en el grupo A-4 (0) en la clasificación AASHTOO.

EN CONCLUSIÓN, Dado que la Zanja N°01 (NO FAVORABLE) tiene el suelo menos favorable, se llevaron muestras al laboratorio para ser analizadas mediante los métodos de Límites de Atterberg, Proctor Modificado y Soporte de California (CBR). Esta muestra se utilizó como patrón.

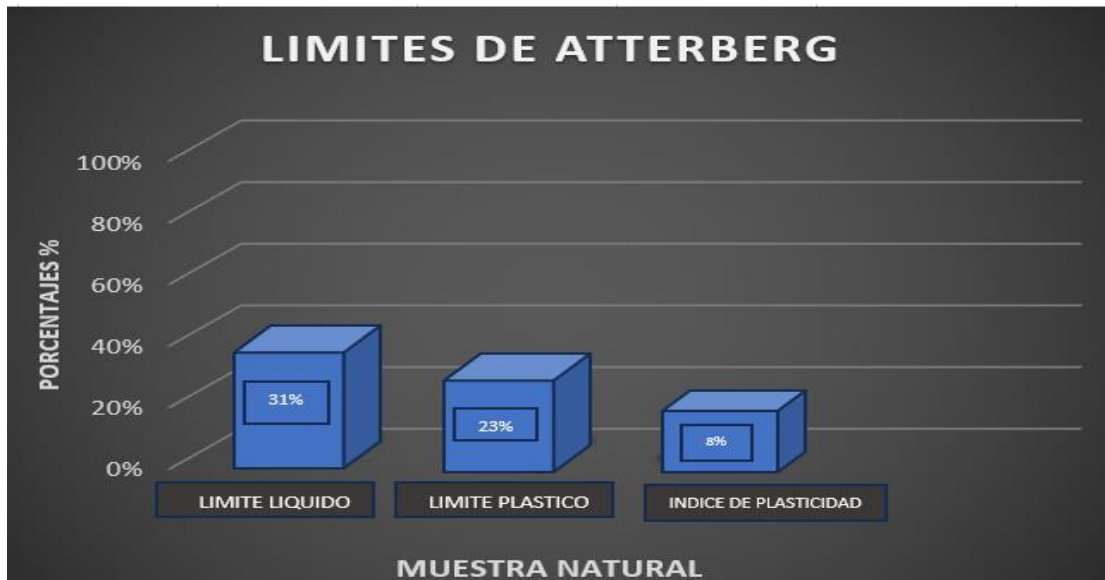


Figura 13. Límite de atterberg de la muestra natural.

Fuente: Elaborado propio

Interpretación. Debido a las zonas de chacra y a los ojos de agua de la zona, la muestra inicial de la fosa de prueba N°01 está siempre húmeda, como puede verse. Con un (CH) del 13,3%, un (LL) del 31,0%, un (LP) del 23,0% y un (IP) del 8%. Con un alto contenido de humedad, es evidente con muestra de LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD, se queda corroborado al ensayo realizado. La consecuencia, presentó un grado de variación significativo al hornearse a 110 +/- 5°C.



Figura 14: Optimo Contenido de Humedad

Fuente: Realizado por mi

Interpretación. - La muestra natural se sometió a una prueba proctor modificada, que arrojó un contenido de humedad del 16,30%.



Figura 15. Máxima Densidad Seca de la muestra inicial.

Fuente: Realizado por mi

Interpretación.- Al realizar el ensayo proctor modificado sobre la muestra patrón, la densidad seca máxima medida fue 1,845 g/cm3.

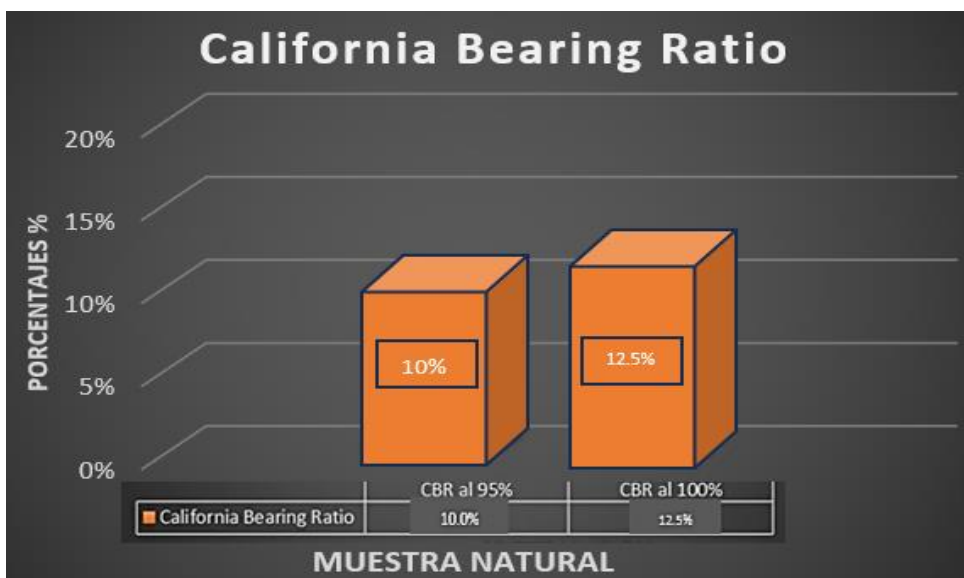


Figura 16. California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural

Fuente: Realizado por mi

Interpretación. - Muestra de suelo estándar utilizada para la prueba del coeficiente portante de California (CBR) tenía la densidad de 1,845 g/cm³ y un (CH) del 16,30%. Tras la saturación, se evalúa la resistencia o capacidad portante de la muestra mediante una penetración de 0,1", obteniéndose un CBR del 12,5% al 100% y del 10,0% al 95%. Esto sugiere con suelo natural no funciona adecuadamente a la subrasante.

Objetivo 1:

Evaluar el tipo de grava en un 14%, 16%, 18% para determinar el límite de atterberg del SUELO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD en la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023.

Reseña 1: Ensayo de Límite de atterberg

En el L.L se toma la muestra sobre la copa Casagrande, corta con la ranura que la divide en dos partes, se hace girar la manivela de la copa Casagrande dos golpes por segundo, se registra el número de golpes para un contacto de 12,7 mm, y se toma una muestra de humedad de la zona de cierre de la ranura. Se toma una muestra de 1,5 a 2 gramos se toma lo preparado L.P. Se hace girar la masa con la tierra entre los dedos a la placa de vidrio durante 2 minutos para formar un cilindro de 3,2 mm de diámetro. Cuando el cilindro empiece a resquebrajarse, colóquelo en un recipiente para evitar que aumente la humedad. Repita la operación para formar varios rollos, cada uno de los cuales debe pesar un mínimo de 6gr.a) (SN), b) SN + 14% GRAVA c) SN + 16% GRAVA d) SN + 18% GRAVA.

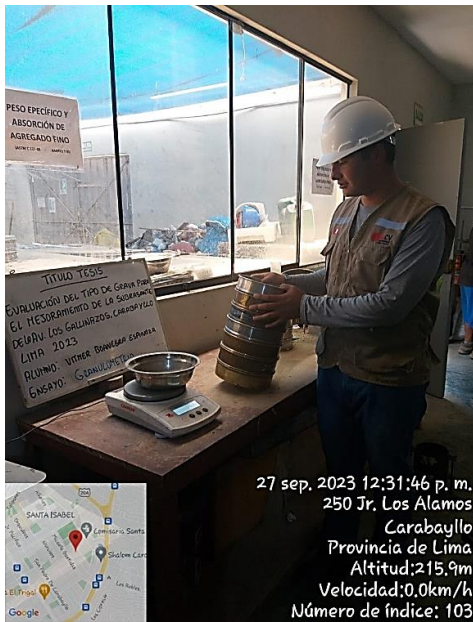


Figura 17 Ensayo de análisis granulométrico

Fuente: Realizado por mi



Figura 18. Ensayo de Límites de atterberg

Fuente: Realizado por mi

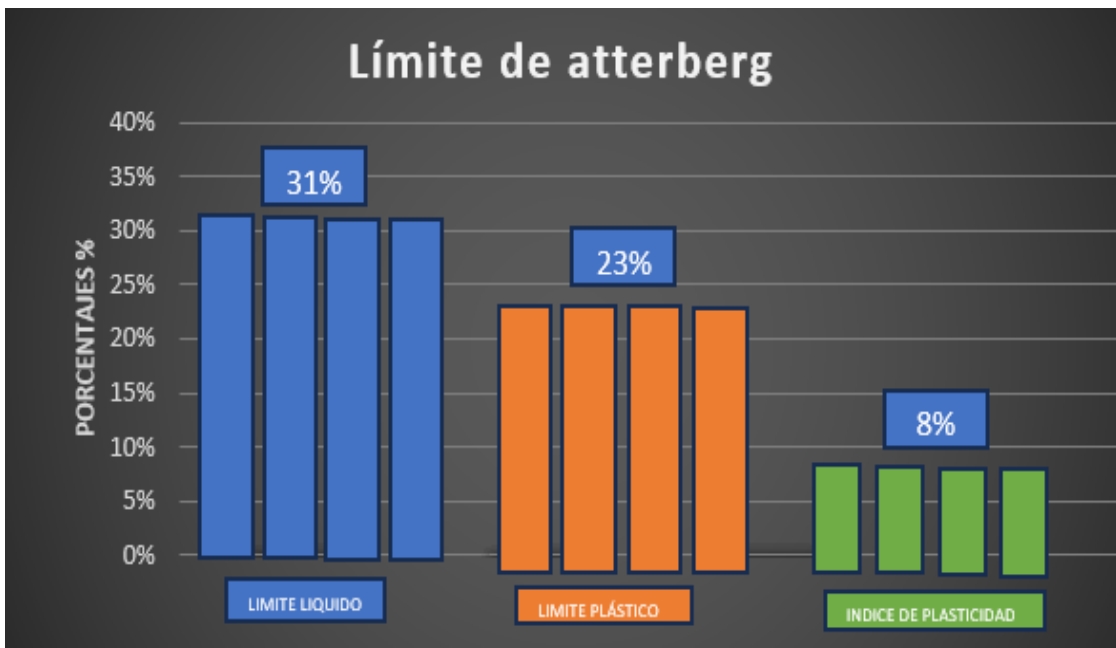


Figura 19. Gráfico del Ensayo de Atterberg con GRAVA.

Fuente: Realizado por mi

Interpretación: Debido a que el Índice de Plasticidad (IP) con la Muestra Natural no disminuyó, los ensayos de Límite de Atterberg dado a porcentajes variables de grava añadida produjeron los mejores resultados para un suelo ML (LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD). El PI del pozo de prueba N° 01 fue descubierto inicialmente en 8.0%; sin embargo, al agregar un porcentaje de GRAVA, las propiedades mecánicas del suelo tipo ML fueron mejoradas.

Objetivo 2:

Evaluar el tipo de grava en un 14%, 16%, 18% para determinar el Proctor modificado del SUELO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD en la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023.

Reseña 2: Proctor modificado

El Proctor modificado: Con una masa mínima de 2.500 g para el método C, 500 g para el método B y 100 g para el método A, puede utilizar toda la muestra compactada o una sección representativa de las cinco capas compactadas. Con una regla metálica, nivele cuidadosamente la parte superior y la base del suelo compactado después de retirar el collar. Calcule la masa del suelo compactado y húmedo y del moho. Retire el suelo del molde y tome una muestra para hallar el contenido de humedad, elegido se someten a los mismos procedimientos que las anteriores. Determinar la técnica de compactación (A, B, C). Mezcle el suelo con agua, coloque la muestra dentro del molde metálico, utilice un pisón para compactar el suelo en el patrón de compactación de 4" y 6", nivele el suelo con una regla metálica, pese el suelo compactado, escale el suelo y utilice un horno.



Figura 20. Ensayo de Proctor modificado

Fuente: Realizado por mi

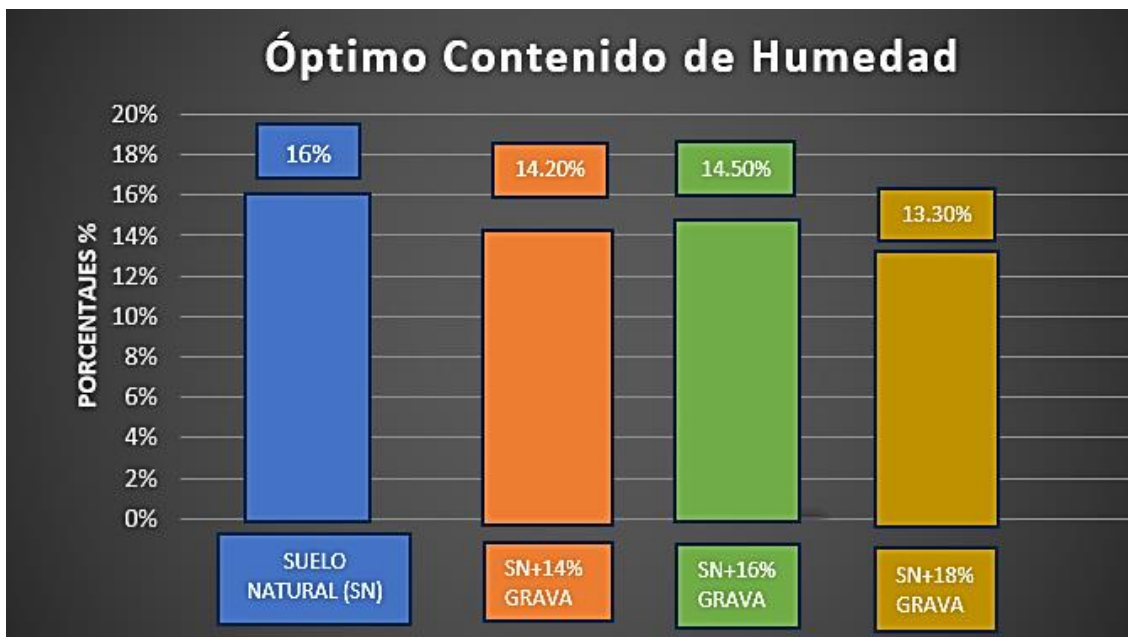


Figura 21. Gráfico del óptimo Contenido de Humedad con la GRAVA.

Fuente: Realizado por mi

Interpretación. Al (CH) ideal está inversamente correlacionado con la cantidad de grava añadida; es decir, cuanto se incorporan, menor es el contenido de humedad ideal; al incorporar 18% GRAVA.

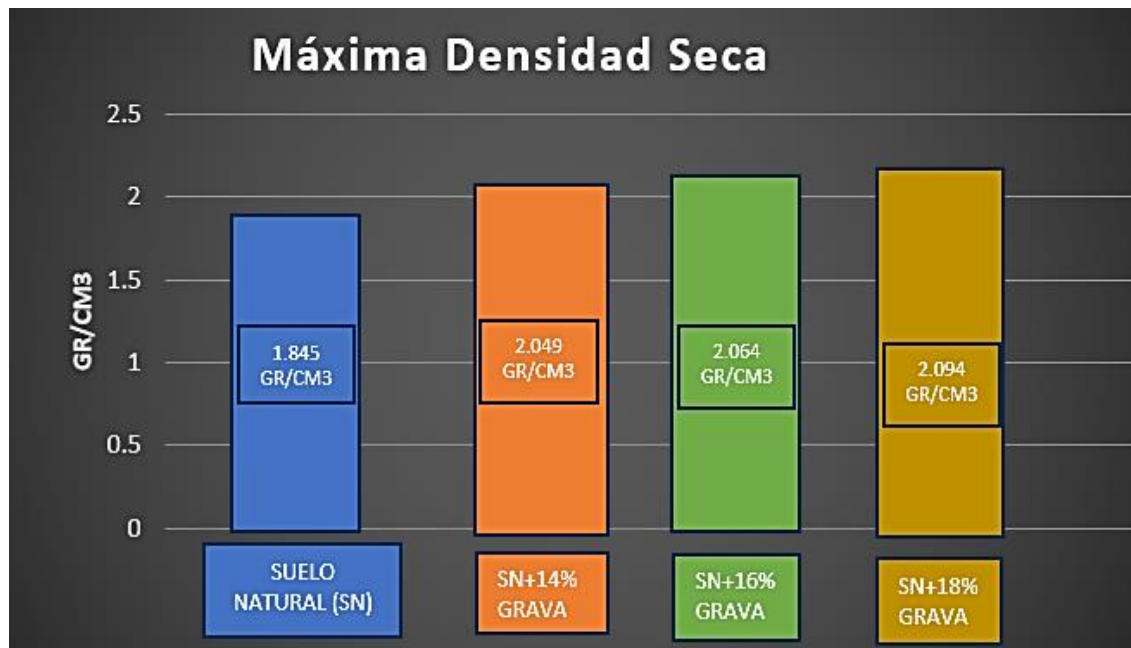


Figura 22: Grafico Máxima Densidad Seca con GRAVA.

Fuente: Realizado por mi

Interpretación. La Densidad Seca Máxima y la cantidad de grava añadida están inversamente correlacionadas; es decir, cuanto más GRAVA se añade, el valor de la Densidad Seca Máxima, añadiendo un 14% de GRAVA se obtuvieron valores casi idénticos a los del suelo natural (muestra estándar de 1,845 gr/cm³); es decir, llegó hasta 2,049 g/cm³ con un 18% de grava de ½”.

Objetivo 3:

Evaluar el tipo de grava en un 14%, 16%, 18% para determinar la resistencia del SUELO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD en la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabaylo – Lima 2023.

Reseña 3: California Bearing Ratio (CBR)

CBR: La muestra se prepara para la compactación de acuerdo al método C del ensayo Proctor, si todo el material pasa la malla de $\frac{3}{4}$ " se utiliza toda la muestra, si la muestra tiene material retenido en la malla de $\frac{3}{4}$ ", Es necesario retirar el material retenido y sustituirlo por una cantidad equivalente que pase a través de la malla de $\frac{3}{4}$ ". Además, la prueba Proctor se utiliza para determinar la densidad y la humedad preservando la malla N°4, y la prueba de se emplea para determinar la densidad máxima y la humedad ideal. La compactación añade la cantidad de agua necesaria para alcanzar el contenido de humedad ideal teniendo en cuenta el contenido de humedad natural del suelo. Se compactan tres muestras, cada una con un número diferente de golpes por capa, si se desea obtener el CBR con el contenido de humedad óptimo y un porcentaje específico de la densidad seca máxima. El suelo se muestrea en cinco capas, con un número variable de golpes (10, 25, 56), y la muestra se prepara para la saturación. A continuación, la muestra se satura durante 96 horas, durante las cuales se instala el deformímetro para registrar las posibles dilataciones.



Figura 23. Ensayo del CBR con GRAVA.

Fuente: Realizado por mi

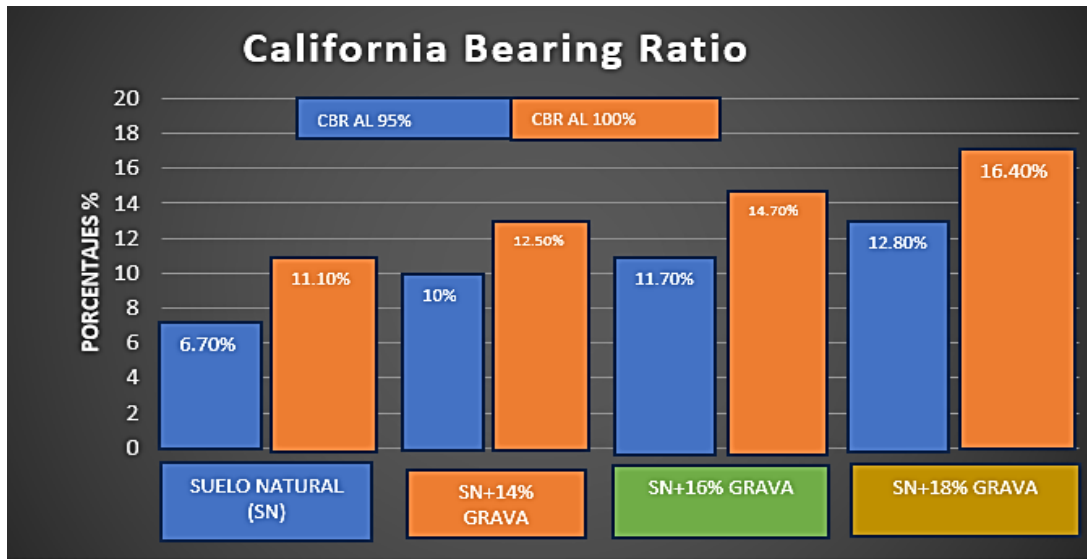


Figura 24: Grafico del Ensayo de CBR con la GRAVA

Fuente: Realizado por mi

Interpretación. En el SUELO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD, el ensayo del CBR es directamente la cantidad de grava, el ensayo de CBR demostró los efectos beneficiosos significativos de los estabilizantes. Con un 95% inicial de 6,70 y un porcentaje final de 12,80%, también comienza en 11,10% y termina en 16,40% al 100%. Esto lo convierte en un excelente material para estabilizar una subrasante de suelo LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD.

CAP V - DISCUSIÓN

Objetivo 1: Hallar el efecto de la dosificación con la grava (14%, 16%, 18%) en el Límite de atterberg en la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023.

Antecedente: Aguilar y Bravo (2020) Aplicando porcentajes directamente a una subrasante y utilizando la prueba del Límite de atterberg para bajar el (IP) de 15,43% a 14,00%, el investigador pudo mejorar la cohesión del suelo.

Resultado: el suelo natural de este estudio tenía un índice de plasticidad del 8,0%; sin embargo, cuando se añadió grava (14%, 8,0%), 16% y 18% (8,0%) con ensayos, el índice de plasticidad se mantuvo con el mismo resultado.

Comparación: Cuando se disminuyó el índice de plasticidad, el antecedente produjo resultados comparables. El impacto de la dosificación de grava en el suelo natural queda confirmado por las pruebas de L,L y L,P, ya que el índice de plasticidad no varía al añadir la grava.

Objetivo 2: Determinar el efecto de la dosificación de la grava (14%, 16% y 18%) en el Proctor modificado de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023.

Antecedente: Delgado y León (2019) En su estudio, mezcló directamente porcentajes de arcilla y grava al suelo, lo que mejoró la cohesividad del suelo al reducir el Proctor modificado del 12,34% al 10,76%.

Resultados: El suelo natural se clasificó inicialmente como arena arcillosa al inicio de la investigación, basándose en la clasificación de suelos, Máxima Densidad Seca (MDS) inicial de 1,845 gr/cm³ y en la medida que se incorpora la grava de 14% (2.049 gr/cm³ 16% (2.064 gr/cm³ y 18% (2.094 gr/cm³) aumento también el Máxima Densidad Seca (MDS), siendo su mejor resultado el de 1.845 gr/cm³ quien lo incremento hasta un 2.094 gr/cm³ utilizando el 18% de grava de 1/2”.

Comparación: Los antecedentes afirman que la arcilla y la grava disminuyen el (CH) de los suelos arcillosos; nuestra investigación lo confirma, demostrando que el aumento de la dosis de grava también contribuye a la disminución del (CH) del suelo.

Objetivo 3: Halar el efecto de la grava (14%, 16% y 18%) en la California Bearing Ratio (CBR) en la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023.

Antecedente: Ramos (2020) Con el fin de mejorar la cohesión del suelo, añadió porcentajes de cal directamente al suelo en su investigación, lo que provocó que el California Bearing Ratio (CBR) aumentara del 9,80% al 13,01%.

Resultados: El estándar dio como resultado 6,70% para las pruebas CBR; sin embargo, cuando se añadió grava, los resultados mejoraron a 14% (10,0), 16% (11,70) y 18% (12,80%). La adición de grava al 18% de ½" fue la más eficaz para aumentar la resistencia del suelo, llevando el total al 12,80% (Óptimo: Resultado más favorable).

Comparación: Teniendo en cuenta la experiencia con la cal, el aumento del CBR produjo resultados positivos. Además, en esta investigación se demuestra que la resistencia buscada aumentaba a medida que se añadía más grava, lo que conducía al descubrimiento de una solución óptima que se asemejaba al antecedente.

VI Conclusiones

Objetivo Específico 1, se determinar la dependencia del porcentaje de grava a los ensayos de límites de Atterberg (subrasante). Los porcentajes de grava añadidos al 14%, 16% y 18% no aumentaron ni disminuyeron el índice de plasticidad, sino que se mantuvieron en el 8%, índice de plasticidad del suelo natural. Esto indica que la grava mejora la subrasante y está relacionado con los porcentajes sugeridos con los Límites de Atterberg, lo que ha quedado demostrado.

Objetivo Específico 2, se determinó el porcentaje de grava con el Proctor modificado (subrasante), se tenía un impacto, Máxima Densidad Seca (MDS) del suelo natural, que aumentó hasta 2,094 gr/cm³ después de añadir un 18% de grava de 1/2", comparando al patrón que tuvo 1.845 gr/cm³ Como resultado, los porcentajes sugeridos en relación con el Proctor modificado tiene una relación de aumentar y mejorar de la subrasante con grava.

Objetivo Específico 3, se determinó el porcentaje de grava en las pruebas de California Bearing Ratio (CBR) (subrasante) del suelo natural, que aumentó hasta 12.80% después de añadir un 18% de grava de 1/2", comparando al patrón que tuvo 6.70 % Como resultado, los porcentajes sugeridos en relación con el California Bearing Ratio (CBR) tiene una relación de aumentar y mejorar de la subrasante con grava.

VII Recomendaciones

Objetivo específico 1, En el presente estudio, el Índice de Plasticidad no cambió cuando se seleccionaron porcentajes de grava entre el 14% y el 18%. Por lo tanto, aconsejamos aumentar el % de grava mayor 18% esperando en futuras investigaciones reducir el Índice de Plasticidad.

Objetivo específico 2, En el presente estudio, se obtuvo un aumento de la Densidad Máxima en Seco (MDS) cuando se eligió el 18% con 1/2" de grava, siendo el más óptimo, para futuras investigaciones recomiendo aumentar el % de la grava, ya que utilice la grava de 1/2" siendo el más óptimo.

Objetivo específico 3: En el presente estudio, se obtuvo un aumento del California Bearing Ratio (CBR) cuando se eligió el 18% con 1/2" de grava siendo el más óptimo, para futuras investigaciones recomiendo aumentar el % de la grava, ya que utilice la grava de 1/2" siendo el más óptimo.

REFERENCIAS

1. Aguilar, Hugo y Bravo, Juan. Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2020. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3605/Hugo_Juan_Tesis_bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Ramos, Bradyan. Estabilización de suelo arcilloso con cal para sub rasante tramo Km 03+000 al Km 04+000 de la vía Juliaca-Canchi Grande del distrito de Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno, 2020. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4021/Bradyan_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Delgado, Joseph y León, Alexa. “Mejoramiento de la subrasante mediante la mezcla de grava- arcilla para optimizar su capacidad portante en la calle Los Nogales, Piura-2019”, p.3,5,10. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41352/Delgado_RJB-Le%C3%B3n_CAC.pdf?sequence=1
4. Ramos, Juan y Lozano, Juan. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos, 2019. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/89d8dfc8-3a4f-4943-b82f-6026e7a6e4e3/content>
5. Alzate, Alejandro. Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden, 2019. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17878/MEJORAMIENTO%20DE%20SUBRASANTE%20EN%20VIAS%20DE%20TERCER%20ORDEN.pdf>

6. Callejas, Diego. Evaluación entre dos mecanismos de mejoramiento aplicada al diseño de pavimento de una vía ubicada en la ciudad de Bogotá, de la localidad de Teusaquillo calle 47 entre carrera 14 y carrera 14^a con civ 13001402 utilizando materiales de cantera y geo-sintéticos, 2020. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36448/CallejasRochaDiegoArmando2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
7. Ochoa, Sara y Bizarreta, Julio. Study on Stabilization of Soft Subgrade Soil with Concrete Fine Fraction Waste, 2020. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://knepublishing.com/index.php/epoch/article/view/9530/15969#toc>
DOI: [10.18502/epoch.v1i2.9530](https://doi.org/10.18502/epoch.v1i2.9530)
8. Chibuzor, Kennedy. Experimental assessment of subgrade stiffness of lateritic soils treated with crushed waste plastics and ceramics for pavement foundation, 2019. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331672622_Experimental_assessment_of_subgrade_stiffness_of_lateritic_soils_treated_with_crushed_waste_plastics_and_ceramics_for_pavement_foundation
9. Kianimehr, Marzieh. Utilization of Recycled Concrete Aggregates for Light-stabilization of Clay Soils, 2019. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116792>
10. Massenlli, Gianina y Paiva, Cassio. The influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade [en línea]. [Fecha de consulta:4 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v27n4/0718-3305-ingeniare-27-04-613>
11. Rojas, Edward. Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, 2020. [en línea]. [Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i2.612> ISSN 2414-8822

12. Serrano, Erika y Padilla, Edgar. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de los materiales subrasantes mediante la adición de materiales poliméricos reciclados, 2019. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2019.01.01>
13. Espinoza, María. Influencia de la grava-arena en la subrasante en prolongación av. Tantamayo, San Martín de Porres, Lima, 2022, p.11,21,24,25,28. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/92152/Espinoza_QMDP-SD.pdf?sequence=1
14. Educalingo. Grava, 2023. p.1. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://educalingo.com/es/dic-es/grava>
15. Pérez, J y Gardey, A. Grava, 2020, p.1. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://definicion.de/grava/>
16. Coveña, Andy, Cevallos, J, Chancay, Diego y Cedeño, J. Uso de la Grava y su incidencia en la ingeniería civil, 2020, p.2. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343332627_USO_DE_LA_GRAVA_Y_SU_INCIDENCIA_EN_LA_INGENIERIA_CIVIL
17. Díaz, Edgar y Espinoza, Gustavo. Propuesta de diseño de pavimentos rígidos para subrasantes arenas limosas susceptibles a erosión en el proyecto vía de evitamiento del bajo Piura, 2020, p.18,30,59. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/653996>
18. Goicochea, Darwin. Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con la aplicación de enzimas orgánicas, Chachapoyas, 2018, 2019, p.18. [en línea]. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1799>

19. Cornejo, Julio y Hurtado, María. Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021, 2022, p.18. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11371>
20. Cuzco, Sandy. “Mejoramiento de la subrasante incorporando el estabilizador cemento Portland Tipo I, en la Asociación los Rosales II, distrito de Carabayllo, 2019”. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53036>
21. Barrientos, Juan. Aplicación de cal en la sub rasante para evaluar la transitabilidad en el distrito de rosario - Acobamba – Huancavelica, 2020. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2814>
22. Tello, Alberto. Análisis comparativo entre los métodos de estabilización por sustitución y por adición de cal de obra, para el mejoramiento de una subrasante arcillosa en la carretera Canta - Huayllay km 57-59, 2022. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/23352>
23. Huarcaya, Rosario. Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de Cáscara de Arroz, 2020. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18221>
24. Curasma, Wilbert. Estabilización de subrasantes blandas con insumos inorgánicos, avenida Integración Este - Torre Torre, Huancayo, Junín, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10457>
25. Gutiérrez, Carlos. Evaluación del comportamiento mecánico de materiales utilizando el cono británico en subrasante de una carretera, 2022. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5269>

26. Fustamante, Nilser. Evaluación de la capacidad de soporte del suelo adicionando polímeros reciclados (pet) en la sub rasante de la calle camino real, progresiva km 0+000 - km 0+750, Chota, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14142/182>
27. Ruiz, Fany. Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho, 2022. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/337>
28. Quispe, Jackeline. “Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición - Jirón Amazonas distrito de Chilca”,2020. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7291>
29. Abarca, Rodrigo y Uceda, Milenka. Comparación del modelo empírico naasramtc con los modelos mecanicistas para la validación del espesor del afirmado en carreteras de bajo volumen, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4701>
30. Toro, Diego y Reyes, Jorge. Comparación de métodos estabilizadores (geomalla biaxial y Ceniza de fondo más cal) a nivel subrasante en la carretera ay-795 en Socos – Ayacucho, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4952>
31. Espinoza, Josue. “Estabilización de suelos de fundación arcillosa con extracto de Schinu Molle para subrasante, km 26+800 carretera Huánuco – Punto unión, 2021”, 2022. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7758>
32. Flores, Paola. Evaluación de la adición de fibras Pet provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica Usat, 2018- 2019, 2019. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2125>

33. Soberon, Brayan. Estabilización de suelos arcillosos usando Vidrio reciclado molido para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en la urb. ciudad del Chofer, Chiclayo 2019, 2022. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5368>
34. Forero, Jaime. Evaluación estructural de alternativas para mejoramiento de subrasantes en un corredor vial de Bogotá D.C, 2019. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3705>
35. Palomares, Juan. Implementación de geosintéticos en la ingeniería de pavimentos como solución de mejoramiento para la subrasante de pavimentos flexibles, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/27101>
36. Rodriguez, Ingrid. Correlaciones entre el CBR de la Subrasante y Deflexiones Medidas con FWD en Colombia, 2020. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1254>
37. Celi, Kevin. “Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)”, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32376>
38. Oviedo, Francy. Evaluación del Comportamiento Mecánico de una Subrasante Mejorada con Rajón de Concreto Reciclado, mediante una Modelación a Escala Física y Numérica, Caso de estudio Vías Samarkanda, Funza Cundinamarca, 2021. [en línea]. Fecha de consulta:10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/913/
39. Vargas-Diaz Sergio Arturo . Finite Element Modeling of Direct Transition from Concrete Pavement to Asphalt Pavement. TecnoLógicas [en línea]. 2022, 25(55), 1-24[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0123-7799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344272383011>

40. Sivapriya, S. Vijayasimhan, Ganesh-Kumar Shanmugam . Functional and cost-benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. Facultad de Ingeniería [en línea]. 2019, 28(51), 39-49[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0121-1129. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413959633003>
41. Vásquez-Varela, Luis R., García-Orozco Francisco J. . An overview of asphalt pavement design for streets and roads. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia [en línea]. 2021, (98), 1-17[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0120-6230. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43067842002>
42. Villegas-Flores, Noé, Ochoa-Averos, Sara del Rocío, Saldeño-Madero, Yelinca Nalena, Sánchez-Cotte Edgar Humberto . A Multi-Criteria Analysis for decision-making in the selection of an asphalt mixture on pavements. Tecnura [en línea]. 2023, 27(75), 89-112[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0123-921X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257074909006>
43. Rodríguez-Calderón, Wilson, Pallares-Muñoz Myriam Rocío . Three-dimensional modeling of pavement with dual load using finite element. Dyna [en línea]. 2015, 82(189), 30-38[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49635366004>
44. Barrios Arcila, Brayan, Bacca Cortes, Bladimir, Nope Rodríguez Sandra . E2CAV, Pavement layer thickness estimation system based on image texture operators. Tecnura [en línea]. 2017, 21(51), 81-95[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0123-921X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257050668012>

45. Soto-Espitia, Rafael, J. Moreno, Francisco, A. Inzunza, Marco, Pasaran, David, R. Zurita, Raúl, Lechuga Héctor . PERFORMANCE OF PORTLAND CEMENT STABILIZED BASES IN MEXICO. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo* [en línea]. 2016, 8(1), 2-13[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 2007-3011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361249728001>
46. Goenaga, B., Fuentes, L., Mora O. . Evaluation of the methodologies used to generate random pavement profiles based on the power spectral density: an approach based on the International Roughness Index. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2017, 37(1), 49-57[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0120-5609. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64350550007>
47. Chávez Romero, S. , Aulestia Viscarra, Sh. , Cando, W. , Bucheli, J. , Fernández L. . Evaluation of the mechanical properties of a hot asphalt mix modified by dry process with plastic polypropylene lids. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia* [en línea]. 2019, 42(3), 126-134[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0254-0770. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=605766524004>
48. López-Díaz, Alfonso, Ochoa-Díaz, Ricardo, Grimaldo-León Gloria Elizabeth . Use of BOF slag and blast furnace dust in asphalt concrete: an alternative for the construction of pavements. *Dyna* [en línea]. 2018, 85(206), 24-30[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49659032003>
49. Beltrán, G . , Romo M . . Assessing artificial neural network performance in estimating the layer properties of pavements. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2014, 34(2), 11-16[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0120-5609. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64331837003>

50. SARGAND, SHAD M., VEGA-POSADA, CARLOS A. , ARBOLEDA-MONSALVE LUIS G. . LONG TERM PERFORMANCE OF EXISTING PORTLANDCEMENT CONCRETE PAVEMENT SECTIONS – CASE STUDY. Dyna [en línea]. 2014, 81(183), 40-48[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630072006>
51. SARGAND, SHAD M., VEGA-POSADA, CARLOS A. , ARBOLEDA-MONSALVE LUIS G. . LONG TERM PERFORMANCE OF EXISTING PORTLANDCEMENT CONCRETE PAVEMENT SECTIONS – CASE STUDY. Dyna [en línea]. 2014, 81(183), 40-48[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630072006>
52. Rodríguez Moreno, Mario Alberto, Echaveguren Navarro, Tomás, Thenoux Zeballos Guillermo . Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models. Revista de la Construcción [en línea]. 2017, 16(2), 284-294[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0717-7925. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127652705010>
53. de Souza Parolin, Radael , Pereira Borges, Pedro Augusto, Pivoto Specht Luciano . Identification of pavement layers using a thermal probe. Rem: Revista Escola de Minas [en línea]. 2015, 68(1), 13-20[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0370-4467. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56438403002>
54. Torres, Giovanni, Romano, Juan, Ariel Vacca, Hermes, Alexander Alvarado, Yezid, Reyes Fredy Alberto . Fatigue Behavior of Ultrahigh-Performance Fiber-reinforced Concrete as an Alternative for Flexible Pavement Rehabilitation. Ingeniería y Universidad [en línea]. 2022, 26(), 1-15[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0123-2126. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47774747016>

55. dos Santos, Thais Aparecida, Prado da Silva Júnior, Carlos Alberto , Barbosa Fontenele Heliana . The effect of axle load spectra from AASHTO method on flexible pavement performance. Acta Scientiarum. Technology [en línea]. 2019, 41(), e35117[fecha de Consulta 29 de Noviembre de 2023]. ISSN: 1806-2563. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303260200002>

ANEXOS

Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
TITULO Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo – Lima 2023					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE					
GRAVA	<p>Según Coveña, Cevallos, Chancay y Cedeño (2020). La grava se determina un componente esencial en el sector, lo cual es considerable ya que se logra utilizar de base en desarrollo a una edificación, puentes y una diversa de obras. Asimismo, la grava es un aditivo primordial del concreto. Donde es importante este caso cual grava cumplir con diversas características y propiedades físicas que logren ser beneficioso ser material para ingeniería</p>	<p>Para reemplazar se aplicara de forma proporcional al suelo natural dosificaciones del 14%, 16% y 18% empleando para ello 03 combinaciones de grava : N+14, N+16% y N+18%; con el objetivo de mejorar las Propiedades de la subrasante.</p>	<p style="text-align: center;">DOSIFICACIÓN Reemplazar Por peso del material subrasante</p>	<p>14%</p> <hr/> <p>16%</p> <hr/> <p>18%</p>	RAZON
DEPENDIENTE					
EVALUACIÓN de La Subrasante	<p>Según Diaz (2020). La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos. (p. 30)</p>	<p>Se realizara propiedades físicas en la subrasante con influencia a la grava, limite de atterberg. Propiedades mecánicas en la subrasante con influencias de grava proctor modificado y CBR.</p>	<p style="text-align: center;">PROPIEDADES FISICA</p> <hr/> <p style="text-align: center;">PROPIEDADES MECANICAS</p>	<p>limite de atterberg</p> <hr/> <p>Próctor Modificado (KG/CM3)</p> <hr/> <p>CBR (KG/CM3)</p>	<p>RAZON</p> <hr/> <p>RAZON</p> <hr/> <p>RAZON</p>

Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabaylla – Lima 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA	
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE					
¿De qué manera la grava influye para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Lar Gallinazar, Carabaylla 2023?	Evaluar el tipo de Grava para el mejoramiento de la subrasante física - mecánica en Carabaylla, 2023	La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% mejora de la subrasante física - mecánica en Carabaylla 2023	Grava	DOSIFICACIÓN reemplazar Por Porcentaje del material subrasante	14% 16% 18%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación: Tipo Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi)</p> <p>Enfoque: Cuantitativa</p> <p>Publicación:</p> <p>Todar las Muestras ensayar en el Laboratorio</p> <p>Muestras:</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 Límite de atterberg 4 Práctar Modificada 4 CBR <p>Muestras:</p> <p>No Probabilísticas</p> <p>Técnicas:</p> <p>Observación Directa</p> <p>Instrumentar de la investigación:</p> <p>Ficha Recolección de Datos</p> <p>Ficha Resultado de Laboratorio</p> <p>Según MTC - ASTM</p>	
P. Especifica	O. Especifica	H. Especifica	DEPENDIENTE					
¿Cuánta influye la grava en el Límite de atterberg para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Lar Gallinazar, Carabaylla, 2023?	Determinar el tipo de grava en el Límite de atterberg para el mejoramiento de la subrasante en Carabaylla 2023	La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% aumenta el Límite de atterberg para el mejoramiento de la subrasante en Carabaylla 2023		PROPIEDADES FISICA	limite de atterberg (%)	Ficha Resultado de Laboratorio Según MTC E 111-ASTM D4318 Anexo 4-A		
¿Cuánta influye la grava en el Práctar modificada para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Lar Gallinazar, Carabaylla 2023?	Determinar el tipo de grava en el Práctar modificada para el mejoramiento de la subrasante en Carabaylla 2023	La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% aumenta el Práctar modificada para el mejoramiento de la subrasante en Carabaylla 2023	MEJORAMIENTO de La Subrasante	PROPIEDADES MECANICAS	Práctar Modificada (KG/CM3)	Ficha Resultado de Laboratorio Según MTC E 116-ASTM D 1557- AASHTO T 180 Anexo 4-B		
¿Cuánta influye la grava en el cbt para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Lar Gallinazar, Carabaylla 2023?	Determinar el tipo de grava en el cbt para el mejoramiento de la subrasante en Carabaylla 2023	La incorporación de la grava en porcentajes 14%, 16%, 18% aumenta el cbr para el mejoramiento de la subrasante en Carabaylla, 2023			CBR (KG/CM3)	Ficha Resultado de Laboratorio Según MTC E 132-ASTM D1883 Anexo 4-C		

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Grava

"Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos,
Carabayllo – Lima 2023"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Vitmer Jhonathan Bocanegra Espinoza

Fecha: Lima, Septiembre 2023

Parte B: Grava

14%	OK
16%	OK
18%	OK

Tesis: Espinoza, M (2022) Grava: 15%, 25%, 35%

Tesis: Delgado y León (2019) grava - Arcilla: 16.4%, 17.9% 34.3%

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Apellidos: BOZA OLACHEA Nombres: MARGARITA Título: ING. CIVIL Grado: MAESTRO N° Reg. CIP: 80500 Firma: Margarita Boza Olachea INGENIERA CIVIL CIP N° 80500	Apellidos: Miranda Rucoba Nombres: Richard Alexis Título: ING - CIVIL Grado: MAESTRO N° Reg. CIP: 238713 Firma: RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA Ingeniero Civil CIP N° 238713	Apellidos: Espinoza Carhuacuzma Nombres: Wandy Diana Título: Ing Civil Grado: MAESTRO N° Reg. CIP: 238547 Firma: W. Diana Espinoza Carhuacuzma INGENIERA CIVIL CIP. N° 238547
--	--	---

ANEXO 4: FICHA DE RESULTADOS DE LABORATORIO

A) GRANULOMETRÍA



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

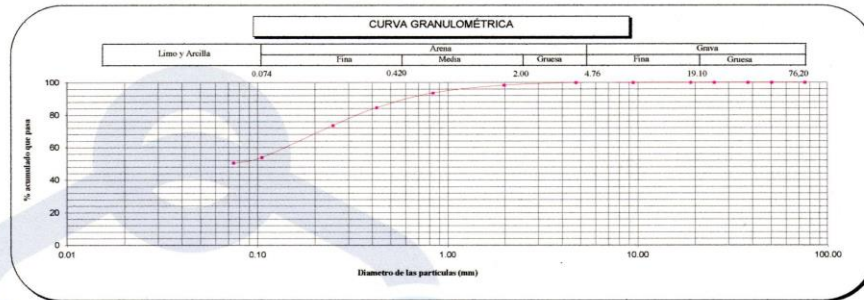
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2022
			Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonathan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra	C 1 - M1					
	Natural					
Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
Nº 3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL) 31.0
2 "	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP) 23.0
1 1/2 "	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP) 8.0
1 "	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487 ML
3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282 A-4
3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 2
Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava 0.0
Nº 10	2.000	11.2	1.6	1.6	98.4	% Arena 49.4
Nº 20	0.840	33.0	4.7	6.3	93.7	% < Nº 200 50.6
Nº 40	0.425	63.2	9.0	15.3	84.7	
Nº 60	0.250	77.9	11.1	26.4	73.6	
Nº 100	0.106	138.3	19.7	46.1	53.9	
Nº 200	0.075	23.2	3.3	49.4	50.6	
< 200	MIT E 137	355.2	50.6	100.0	0.0	

Límite Líquido (LL)	NTP 339.129	31
Límite Plástico (LP)	NTP 339.129	23
Índice Plástico (IP)	NTP 339.129	8
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-4
Índice de Grupo		2
Nombre de grupo		Limo arenoso de baja plasticidad



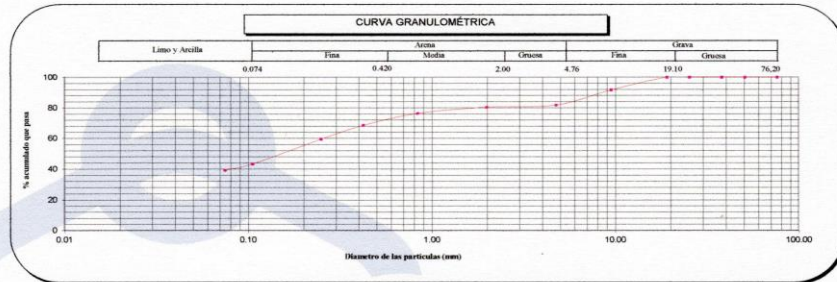
- Referencias :
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
 - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D 1322-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
 - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the No. 200 (75 um) sieve

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01	
				Fecha	03-01-2022
				Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonthan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra	C 1 - M1 GRAVA 18%						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422	Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL) 31.0
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP) 23.0
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP) 8.0
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487 SM
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282 A-4
	3/8"	9.520	105	8.3	8.3	91.7	Índice de Grupo 0
	Nº 4	4.760	125	9.9	18.2	81.9	% Grava 18.2
	Nº 10	2.000	17.8	1.4	19.6	80.5	% Arena 42.6
	Nº 20	0.840	50.7	4.0	23.6	76.5	% < Nº 200 39.3
	Nº 40	0.425	100.2	7.9	31.5	68.6	
	Nº 60	0.250	115.4	9.1	40.6	59.5	
	Nº 140	0.106	204.1	16.1	56.7	43.4	Descripción de Muestra:
Nº 200	0.075	52.0	4.1	60.8	39.3	Arena limosa con grava	
< 200	MTC E 137	497.3	39.3	100.0	0.0		
Límite Líquido (LL)	NTP 339.129					31	
Límite Plástico (LP)	NTP 339.129					23	
Índice Plástico (IP)	NTP 339.129					8	
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487					SM	
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282					A-4	
Índice de Grupo						0	
Nombre de grupo	: Arena limosa con grava						



- Referencias :
- ASTM D 422-63 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 methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D 3282-06a1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
 - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

B) CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	2 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonathan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1 - M1 Natural

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	53.0	53.0	51.6		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	335.2	325.3	315.2		
Peso tara + muestra seca	(g)	302.0	293.2	284.2		
Peso de agua	(g)	33.2	32.1	31.0		
Peso de suelo seco	(g)	249.0	240.2	232.6		
Contenido de Humedad	(%)	13.3	13.4	13.3		
PROMEDIO	(%)	13.3				

Referencia: NTP 339.127

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
Fijo: 01 656 6232
informes@jcgeotecniasac.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN	
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01	
		Fecha	03-01-2022	
		Página	2 de 6	

DATOS GENERALES

Solicitante	: Vitmer Jhonthan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C1 - M1 GRAVA 18%

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	60.4	62.5	61.2		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	610.2	589.6	623.5		
Peso tara + muestra seca	(g)	558.2	541.2	570.7		
Peso de agua	(g)	52.0	48.3	52.8		
Peso de suelo seco	(g)	497.8	478.7	509.5		
Contenido de Humedad	(%)	10.5	10.1	10.4		
PROMEDIO	(%)	10.3				

Referencia: NTP 339.127

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

C) LIMITE DE ATTERBERG



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

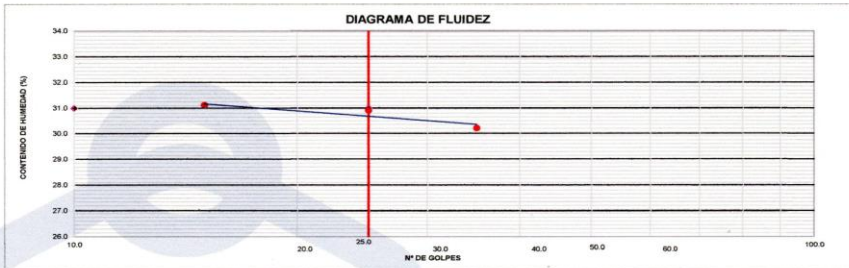
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	LÍMITES DE ATTERBERG	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vítmer Jhonathan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1 - M1 Natural

LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)				
Nº TARRO		L - 10	L - 11	L - 12
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.15	52.15	52.11
TARRO + SUELO SECO	gr	46.62	46.45	46.35
AGUA	gr	5.53	5.70	5.76
PESO DEL TARRO	gr	28.32	28.01	27.84
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.30	18.44	18.51
% DE HUMEDAD		30.22	30.91	31.12
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)				
Nº TARRO		V - 15	C - 5	
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.55	20.61	
TARRO + SUELO SECO	gr	19.45	19.50	
AGUA	gr	1.10	1.11	
PESO DEL TARRO	gr	14.48	14.66	
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.97	4.84	
% DE HUMEDAD		22.13	22.93	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)		31.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO (%)		23.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		8.0	

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

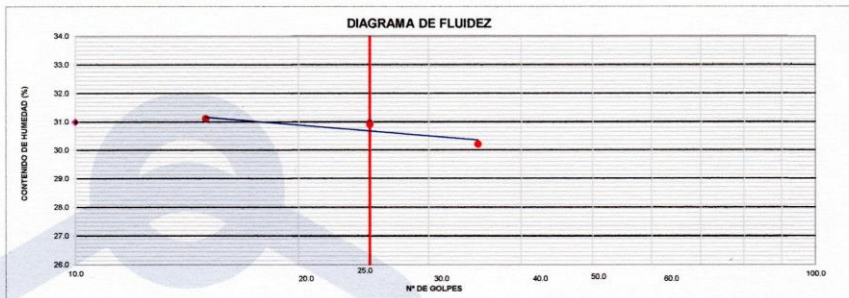
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	LÍMITES DE ATTERBERG CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2022
			Página	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonthan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabaylo - Lima 2023
Ubicación	: Carabaylo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1 - M1 GRAVA 18%

LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)				
Nº TARRO		L - 10	L - 11	L - 12
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.15	52.15	52.11
TARRO + SUELO SECO	gr	46.62	46.45	46.35
AGUA	gr	5.53	5.70	5.76
PESO DEL TARRO	gr	28.32	28.01	27.84
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.30	18.44	18.51
% DE HUMEDAD		30.22	30.91	31.12
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)			
Nº TARRO		V - 15	C - 5
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.55	20.61
TARRO + SUELO SECO	gr	19.45	19.50
AGUA	gr	1.10	1.11
PESO DEL TARRO	gr	14.48	14.66
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.97	4.84
% DE HUMEDAD		22.13	22.93



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	31.0
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	8.0

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

D) PROCTOR MODIFICADO



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
 Fijo: 01 656 6232
 informes@jcgeotecniasac.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

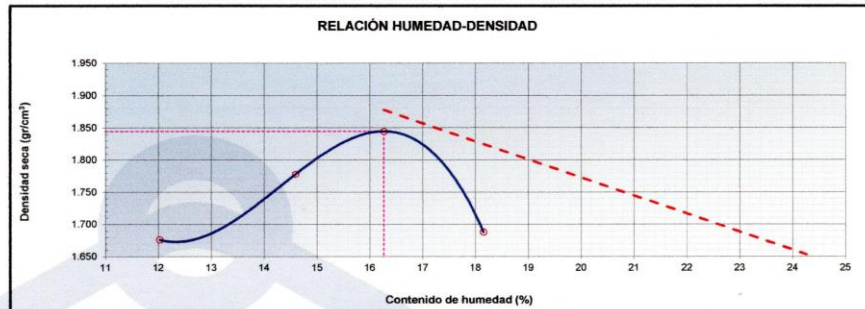
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	4 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonathan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1 Natural
	SUCS : ML AASHTO: A-4 (2)

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5635.00	5784.00	5884.00	5744.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1753.00	1902.00	2002.00	1862.00
Volumen del molde	cm ³	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.04	2.14	1.99
Peso del suelo húmedo+tara	gr	326.30	410.20	332.20	425.30
Peso del suelo seco + tara	gr	295.00	362.00	290.20	365.00
Tara	gr	35.00	32.00	32.20	33.00
Peso de agua	gr	31.30	48.20	42.00	60.30
Peso del suelo seco	gr	260.00	330.00	258.00	332.00
Contenido de agua	%	12.04	14.61	16.28	18.16
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.676	1.778	1.845	1.688
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.530		Densidad máxima (gr/cm ³) Humedad óptima (%)	1.845 16.3



Referencia
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ ft³ (2700 kN-m/m³)

Observaciones:
 - Método Seco.
 - Pison Manual.
 - Pasante la Nº 4.
 - Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO		



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

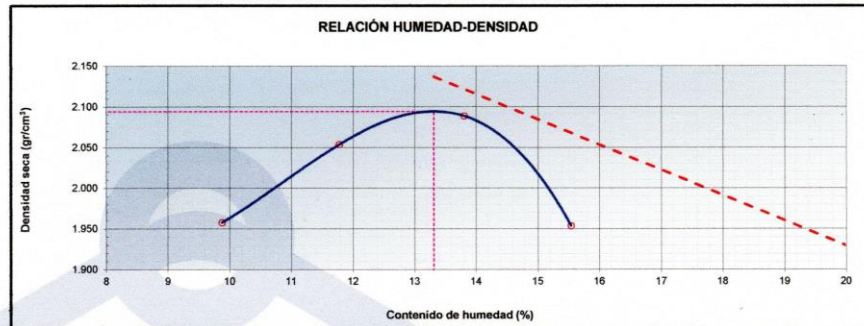
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	4 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonthan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1 GRAVA 18% SUCS : SM AASHTO: A-4 (0)

Método	: A
--------	-----

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5890.00	6025.00	6101.00	5989.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	2008.00	2143.00	2219.00	2107.00
Volumen del molde	cm ³	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.15	2.30	2.38	2.26
Peso del suelo húmedo+tara	gr	430.00	365.00	458.30	500.00
Peso del suelo seco + tara	gr	396.00	332.00	409.00	440.00
Tara	gr	52.00	52.00	52.00	54.00
Peso de agua	gr	34.00	33.00	49.30	60.00
Peso del suelo seco	gr	344.00	280.00	357.00	386.00
Contenido de agua	%	9.88	11.79	13.81	15.54
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.958	2.054	2.089	1.954
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.530		Densidad máxima (gr/cm ³) Humedad óptima (%)	2.094 13.3



Referencia

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ ft³ (2700 kN-m/m³)

Observaciones:

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la Nº 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

E) CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

www.jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2022
			Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonathan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima
Ubicación	: 2023
Fecha de emisión	: Carabayllo
	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1 - M1
	Natural
	SUCS : ML
	AASHTO: A-4 (2)

COMPACTACION						
Molde N°	20	21	22			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11895.00	12050.00	11735.00	11945.00	11432.00	11645.00
Peso de molde (g)	7440.00	7440.00	7540.00	7540.00	7461.00	7461.00
Peso del suelo húmedo (g)	4455.00	4610.00	4195.00	4405.00	3971.00	4184.00
Volumen del molde (cm³)	2074.07	2074.07	2074.07	2074.07	2076.80	2076.80
Densidad húmeda (g/cm³)	2.148	2.223	2.023	2.124	1.912	2.015
Peso suelo húmedo + tara (g)	326.30	356.20	426.30	322.30	355.60	362.30
Peso suelo seco + tara (g)	285.00	307.00	371.00	276.00	310.20	308.00
Peso de tara (g)	32.00	52.00	32.00	35.00	35.00	35.00
Peso de agua (g)	41.30	49.20	55.30	46.30	45.40	54.30
Peso de suelo seco (g)	253.00	255.00	339.00	241.00	275.20	273.00
Contenido de humedad (%)	16.3	19.3	16.3	19.2	16.5	19.9
Densidad seca (g/cm³)	1.847	1.863	1.739	1.782	1.641	1.680

EXPANSION							
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%
13/10/2023	0	9.250	0.000	0.0	8.480	0.000	0.0
14/10/2023	24	9.650	0.400	0.3	8.950	0.470	0.4
15/10/2023	48	9.880	0.630	0.5	9.650	1.170	1.0
16/10/2023	72	10.650	1.400	1.2	10.360	1.880	1.6

PENETRACION											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 20			MOLDE N° 21			MOLDE N° 22			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	
0.000		0			0			0			
0.635		0.7	13.6		0.6	11.2		0.4	7.5		
1.270		1.2	23.2		0.9	18.3		0.7	14.2		
1.905		2.0	38.6		1.5	28.6		1.2	22.5		
2.540	70.45	3.2	62.5		2.5	48.6		2.0	38.6		
3.180		6.5	125.6		4.7	91.2		3.5	68.5		
3.810		8.7	168.2		6.4	125.3		4.6	88.5		
5.080	105.68	11.3	219.2		8.5	166.2		6.3	121.5		
7.620		14.1	274.0		10.1	195.6		7.5	145.2		
10.160											
12.700											

Referencia:

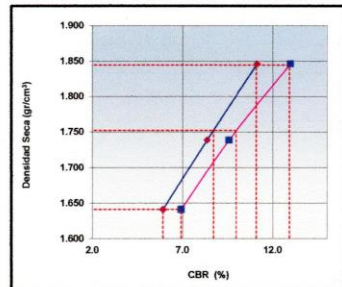
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 48.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonathan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1 Natural
	SUCS: ML AASHTO: A-4 (2)

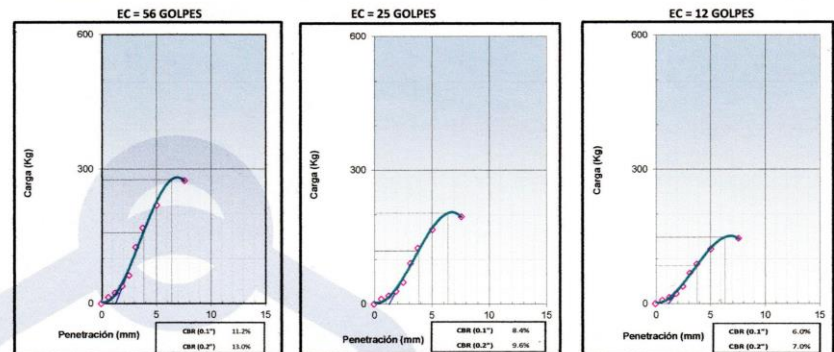


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.845
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.3
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.752

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 11.1	0.2": 13.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 8.7	0.2": 10.0

RESULTADOS (0.2"):
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.0 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.0 (%)

RESULTADOS (0.1"):
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.1 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.7 (%)



Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221433 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonthan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1
	GRAVA 18%
	SUCS : SM AASHTO: A-4 (0)

COMPACTACION						
Molde N°	75		74		73	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12752.00	12958.00	12195.00	12352.00	12410.00	11625.00
Peso de molde (g)	7816.00	7816.00	7472.00	7472.00	8006.00	8006.00
Peso del suelo húmedo (g)	4936.00	5142.00	4723.00	4880.00	4404.00	3619.00
Volumen del molde (cm³)	2079.53	2079.53	2087.72	2087.72	2046.91	2046.91
Densidad húmeda (g/cm³)	2.374	2.473	2.262	2.337	2.152	1.768
Peso suelo húmedo + tara (g)	446.00	354.20	395.30	350.20	355.20	378.20
Peso suelo seco + tara (g)	398.00	312.30	352.30	306.20	316.20	329.30
Peso de tara (g)	32.00	52.00	32.00	35.00	32.00	35.00
Peso de agua (g)	48.00	41.90	43.00	44.00	39.00	48.90
Peso de suelo seco (g)	366.00	260.30	320.30	271.20	284.20	294.30
Contenido de humedad (%)	13.1	16.1	13.4	16.2	13.7	16.6
Densidad seca (g/cm³)	2.098	2.130	1.995	2.011	1.892	1.516

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
13/10/2023	0	9.250	0.000	0.0	8.480	0.000	0.0	8.590	0.000	0.0
14/10/2023	24	9.650	0.400	0.3	8.950	0.470	0.4	8.910	0.320	0.3
15/10/2023	48	9.880	0.630	0.5	9.650	1.170	1.0	9.650	1.060	0.9
16/10/2023	72	10.650	1.400	1.2	10.360	1.880	1.6	10.150	1.560	1.4

PENETRACION											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 75			MOLDE N° 74			MOLDE N° 73			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	
		0.000		0			0			0	
0.635		1.0	18.9		0.8	16.3		0.8	14.6		
1.270		1.6	30.6		1.3	25.3		1.1	22.3		
1.905		3.2	61.5		2.8	55.2		2.2	42.3		
2.540	70.45	7.0	135.2		5.7	110.2		4.4	85.6		
3.180		9.9	192.3		9.0	175.5		8.2	160.2		
3.810		12.1	236.0		9.8	190.3		10.1	196.3		
5.080	105.68	17.8	346.2		14.2	275.2		10.4	202.2		
7.620		21.4	415.3		16.5	320.0		13.6	265.3		
10.160											
12.700											

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
 - Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
 - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
 - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
 - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

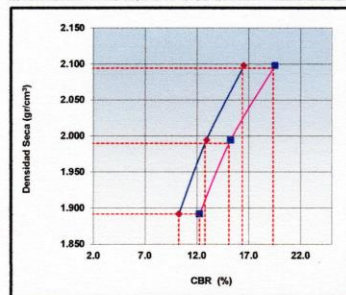
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Vitmer Jhonthan Bocanegra Espinoza
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Evaluación del tipo de grava para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Los Gallinazos, Carabayllo - Lima 2023
Ubicación	: Carabayllo
Fecha de emisión	: 17/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1 GRAVA 18% SUCS: SM AASHTO: A-4 (0)

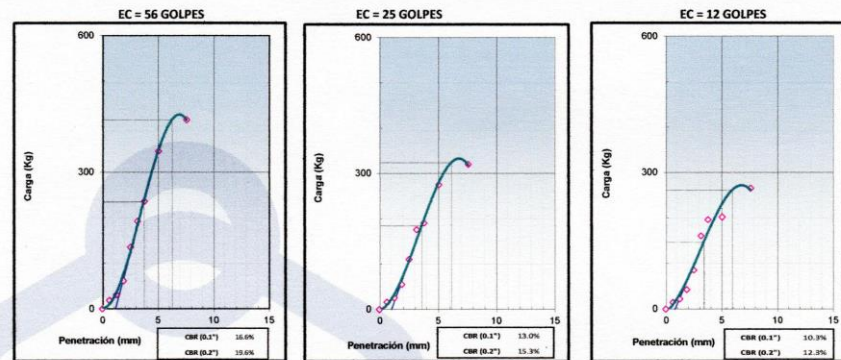


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.094
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.3
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.990

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 16.4	0.2": 19.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 12.8	0.2": 15.1

RESULTADOS (0.2"):
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 19.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 15.1 (%)

RESULTADOS (0.1"):
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 16.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.8 (%)



Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO	 ABEL MARCELO PASCOEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

F) CERTIFICADO DE CALIBRACION



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 14500 - 2023

Proforma : 13360A

Fecha de Emisión : 2023-08-20

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Equipo : Horno
Marca : FORMA SCIENTIFIC
Modelo : No indica
Número de Serie : 32855-158
Identificación : No indica
Procedencia : EE.UU.
Circulación del aire : Turbulencia
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2023-08-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	0 °C a 800 °C	1 °C
Selector	Digital	0 °C a 250 °C	1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de TEST & CONTROL S.A.C.

Método de calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,9 °C	69 %hr	221 V
Final	19,4 °C	68 %hr	220 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración

TC - 15482 - 2023

Proforma : 13360A Fecha de emisión : 2023-08-16

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Dirección : Mza. D Lote. 02 A.V. Villa Gloria Lima - Lima - Carabayllo

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : ADAM
Modelo : AAA 250L
N° de Serie : AE048A114226
Capacidad Máxima : 250 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,01 g
Procedencia : No indica
N° de Parte : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2023-08-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lugar de calibración
Instalaciones de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2022/Rev.04



Certificado de Calibración

TC - 15481 - 2023

Proforma : 13360A Fecha de emisión : 2023-08-16
Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Dirección : Mza. D Lote. 02 A.V. Villa Gloria Lima - Lima - Carabayllo

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : PR2200/E
N° de Serie : B927896178
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,5 g
Procedencia : China
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2023-08-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2022/Rev.04



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 15434 - 2023

PROFORMA : 1503B Fecha de emisión : 2023-08-16

SOLICITANTE : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
N° de Serie : 8339530327
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : REINO UNIDO
N° de Parte : CHINA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 4 °C
Fecha de Calibración : 2023-08-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



ANEXO 5: TABLAS

Tabla 1. Calicatas para Exploración de Suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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 calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas 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	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras, Sección de Suelos y Pavimentos.

Tabla 2. Número de Ensayos CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 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 y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 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 y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 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.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos y Pavimentos.

Tabla 03. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural.

ENSAYOS		CALICATA N°01
CONTENIDO DE HUMEDAD		13.3 %
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	31.0%
	Limite plástico	23.0%
	Índice de plasticidad	8%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	ML - LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD
	AASHTO	A-4(2)
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	16.30%
	Densidad Máxima Seca (DMS)	1.845 g/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)		8.7%

Fuente: Realizado por mi

Tabla 04: Ensayo de Atterberg con la incorporación de GRAVA.

CALICATA N°01	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	31.0%	23.0%	8.0%
SN+14% GRAVA 1"	31.0%	23.0%	8.0%
SN+16% GRAVA 3/8"	31.0%	23.0%	8.0%
SN+18% GRAVA 1/2"	31.0%	23.0%	8.0%

Fuente: Realizado por mi

Tabla 05. *Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con GRAVA*

CALICATA N°01	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	16.30%	1.845 gr/cm ³
SN+14% GRAVA 1"	14.20%	2.049 gr/cm ³
SN+16% GRAVA 3/8"	14.50%	2.064 gr/cm ³
SN+18% GRAVA 1/2"	13.30%	2.094 gr/cm ³

Fuente: Realizado por mi

Tabla 06. *Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la grava*

CALICATA N°01	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	6.70%	11.10 %
SN+14% GRAVA	10.0%	12,50 %
SN+16% GRAVA 3/8"	11.70 %	14,70 %
SN+18% GRAVA 1/2"	12.80 %	16,40 %

Fuente: Realizado por mi

ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS (ALUMNO CONSTANCIA)



LIMITES DE ATTERBERG



CBR



HORNO



PROCTOR