



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

SIALER VALDIVIESO, Ronald Wualdir

<https://orcid.org/0000-0002-3484-4100>

**ASESOR:**

Dr. MUÑIZ PAUCARMAYTA, Abel Alberto

<https://orcid.org/0000-0002-1968-9122>

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERU**

**2021**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, darle gracias a dios por la vida y la salud, también haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida.

Agradecerles a mis padres por todo el apoyo que me dieron para culminar mi carrera.

Agradecer a mi abuela Eusebia Mio Yerren que fue mi gran apoyo para salir adelante en mi carrera.

Agradecer a todos mis amigos que estuvieron siempre conmigo en mi etapa profesional.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada para mis padres Marcial Sialer Mio y Francisca Valdivieso Mio que siempre supieron educarme de la mejor manera para tener un futuro mejor.

También dedicada a mi abuela por el gran ejemplo que me dio para ser una gran persona y un buen profesional.

Dedicado también a todos mis tíos y primos.

Dedicado a todos mis amigos que estuvieron junto a mí en mi etapa profesional

## INDICE

|  |      |
|--|------|
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....  | ii   |
| <b>DEDICATORIA</b> .....   | iii  |
| <b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....   | vi   |
| <b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....  | vii  |
| <b>RESUMEN</b> .....   | viii |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | ix   |
| <b>I. INTRODUCCION</b> .....   | 1    |
| <b>II. MARCO TEORICO</b> .....   | 5    |
| <b>III. METODOLOGIA</b> .....  | 20   |
| <b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....   | 20   |
| <b>3.1.1. Método</b> .....   | 20   |
| <b>3.1.2. Tipo</b> .....   | 20   |
| <b>3.1.3. Nivel</b> .....  | 20   |
| <b>3.1.4. Diseño</b> .....   | 21   |
| <b>3.2. Variables y operacionalización</b> .....   | 21   |
| <b>3.2.1. Variable 1</b> .....   | 21   |
| <b>3.2.2. Variable 2</b> .....   | 21   |
| <b>3.3.1. Población</b> .....  | 24   |
| <b>3.3.3. Muestreo</b> .....   | 24   |
| <b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> ..... | 24   |
| <b>3.4.1. Técnica</b> .....  | 24   |
| <b>3.4.2. Instrumentos</b> .....   | 25   |
| <b>3.4.3. Validez</b> .....  | 25   |
| <b>3.4.4. Confiabilidad</b> .....  | 26   |
| <b>3.5. Procedimiento</b> .....  | 26   |
| <b>3.6. Método de análisis de datos</b> .....  | 27   |
| <b>IV. RESULTADOS</b> .....  | 39   |
| <b>V. DISCUSION</b> .....  | 45   |
| <b>VI. CONCLUSIONES</b> .....  | 47   |
| <b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....  | 48   |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>REFERENCIAS</b> ..... | 49 |
| <b>ANEXOS</b> .....      | 54 |

## CONTENIDO DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>TABLA 1.</b> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO .....  | 11 |
| <b>TABLA 2:</b> TAMAÑO DE MALLAS EN EE.UU. ....  | 11 |
| <b>TABLA 3:</b> LÍMITES DEL TAMAÑO PARA SUELOS SEPARADOS.....  | 12 |
| <b>TABLA 4:</b> CATEGORÍAS DE SUBRASANTE.....  | 13 |
| <b>TABLA 5:</b> ESPECIFICACIONES DE LA PRUEBA PROCTOR MODIFICADA. ....   | 15 |
| <b>TABLA 6.</b> VALORES DE CARGA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA CBR .....   | 16 |
| <b>TABLA 7:</b> CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN SU ÍNDICE. ....  | 18 |
| <b>TABLA 8:</b> MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....  | 23 |
| <b>TABLA 9:</b> RANGO DE VALIDEZ .....   | 25 |
| <b>TABLA 10:</b> VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO DE VARIABLES: V1, PIEDRA YESERA Y V2, ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES..... | 25 |
| <b>TABLA 11:</b> RANGO DE VALIDEZ .....  | 26 |
| <b>TABLA 12 :</b> PROCTOR MODIFICADO DE SUELO NATURAL Y % DE PIEDRA YESERA DE LA C-1..   | 28 |
| <b>TABLA 13:</b> PROCTOR MODIFICADO DE SUELO NATURAL Y % DE PIEDRA YESERA DE LA C-2...30                                       |    |
| <b>TABLA 14:</b> PROCTOR MODIFICADO DE SUELO NATURAL Y % DE PIEDRA YESERA DE LA C-3...31                                       |    |
| <b>TABLA 15:</b> CBR DE SUELO NATURAL Y % DE PIEDRA YESERA DE LA C-1. ....   | 33 |
| <b>TABLA 16:</b> CBR DE SUELO NATURAL Y % DE PIEDRA YESERA DE LA C-2. ....   | 34 |
| <b>TABLA 17:</b> CBR DE SUELO NATURAL Y % DE PIEDRA YESERA DE LA C-3. ....   | 35 |
| <b>TABLA 18:</b> LÍMITES DE ATTERBERG DE LA C-1.....   | 37 |
| <b>TABLA 19:</b> LÍMITES DE ATTERBERG DE LA C-2.....   | 37 |
| <b>TABLA 20:</b> LÍMITES DE ATTERBERG DE LA C-3.....   | 38 |
| <b>TABLA 21:</b> DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA VARIACIÓN DE DMS Y OCH. ....  | 39 |
| <b>TABLA 22:</b> DETERMINACIÓN LA VARIACIÓN DE LOS CBR. ....   | 41 |
| <b>TABLA 23:</b> DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG.....  | 43 |
| <b>TABLA 24:</b> EN LA TABLA DE RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADO. ....  | 44 |
| <b>TABLA 25:</b> MATRIZ DE CONSISTENCIA .....  | 54 |

## CONTENIDO DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1:</b> UBICACIÓN DE LA CALLE (CA. S/N 262) DE LA HABILITACIÓN URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE..... | 2  |
| <b>FIGURA 2:</b> TERRENO DE LA HABILITACIÓN URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE .....                            | 3  |
| <b>FIGURA 3.</b> PROPIEDADES FÍSICAS.....   | 10 |
| <b>FIGURA 4.</b> COMPACTACIÓN .....   | 14 |
| <b>FIGURA 5.</b> CURVA DE PROCTOR (CURVA DE DENSIDAD DE HUMEDAD). .....   | 15 |
| <b>FIGURA 6:</b> GRAFICA DE LA UNIFIED SOIL CLASSICATION(SEGUN LA ASTM, 2009)(ASTM D2487-98) .....                          | 18 |
| <b>FIGURA 8:</b> DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBER. ....  | 18 |
| <b>FIGURA 9:</b> GRAFICA DE PLASTICIDAD.....  | 19 |
| <b>FIGURA 11:</b> DENSIDAD MÁXIMA SECA DE LA C-1. ....  | 29 |
| <b>FIGURA 12:</b> OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA C-1. ....   | 30 |
| <b>FIGURA 13:</b> DENSIDAD MÁXIMA SECA DE LA C-2. ....  | 30 |
| <b>FIGURA 14:</b> OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA C-2. ....   | 31 |
| <b>FIGURA 15:</b> DENSIDAD MÁXIMA SECA DE LA C-3. ....  | 32 |
| <b>FIGURA 16:</b> OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA C-3. ....   | 32 |
| <b>FIGURA 17:</b> C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) DE LA C-1.....   | 33 |
| <b>FIGURA 18:</b> C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) DE LA C-1.....  | 34 |
| <b>FIGURA 19:</b> C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) DE LA C-2.....   | 35 |
| <b>FIGURA 20:</b> C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) DE LA C-2.....  | 35 |
| <b>FIGURA 21:</b> C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) DE LA C-3.....   | 36 |
| <b>FIGURA 22:</b> C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) DE LA C-3.....  | 36 |
| <b>FIGURA 23:</b> GRAFICO DE LA VARIACIÓN DE LA DMS. ....   | 40 |
| <b>FIGURA 24:</b> GRAFICO DE LA VARIACIÓN DE LA OCH. ....   | 40 |
| <b>FIGURA 25:</b> GRAFICO DE LA VARIACIÓN DEL C.B.R. AL 100% DE D.M.S. (%).....   | 42 |
| <b>FIGURA 26:</b> GRAFICO DE LA VARIACIÓN DEL C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%).....  | 42 |

## RESUMEN

La presente investigación titulada: Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021. se fijó como objetivo determinar la estabilización de subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021. La metodología se basó en el método científico, el tipo de investigación: aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. Los resultados obtenidos según los ensayos de laboratorio para la estabilización de subrasantes de vías no pavimentadas fueron: densidad mexicana seca = 1.94 gr/cm<sup>3</sup>, óptimo contenido de humedad = 11.88%, CBR al 100% de DMS = 13.90%, CBR al 95% de DMS = 9.68%, límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad. Concluyendo que, si es aplicable utilizar la piedra yesera con la dosificación del 30%, se encuentra en la categoría de subrasante regular de acuerdo al MTC

**Palabras clave:** subrasantes, vías urbanas, piedra yesera, no pavimentadas

## ABSTRACT

The present investigation entitled: Stabilization of subgrade of unpaved urban roads with the application of yesera stone - Urban Habilitation Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021, was set as an objective to determine the stabilization of the subgrade of unpaved urban roads with the application of stone yesera - Urban Habilitation Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021. The methodology was based on the scientific method, the type of research: applied, explanatory level and experimental design. The results obtained according to the laboratory tests for the stabilization of subgrade of unpaved roads were: dry mexicana density =  $1.94\text{gr} / \text{cm}^3$ , optimal moisture content = 11.88%, CBR at 100%, DMS = 13.90%, CBR at 95% DMS = 9.68%, liquid limit, plastic limit and plasticity index. Concluding that, if it is applicable to use the stone with the dosage of 30%, it is in the category of regular subgrade according to the MTC

**Keywords:** subgrades, urban roads, stone, unpaved

## I. INTRODUCCION

A nivel **internacional**, Aksoy y Gültekin (2017) consideran que, el cruce, la estación y los puntos de parada de las conexiones de transporte se establecen con el desarrollo de los asentamientos. Esta interacción entre transporte y asentamientos ha sido un factor determinante en el desarrollo social y económico junto con el crecimiento físico a escala urbana. En particular, las redes regionales de transporte y las tecnologías de transporte, diferenciadas en paralelo con las políticas de transporte, dirigen el desarrollo urbano. Este hecho es relativamente indicativo de las actividades comerciales dentro de la ciudad y su región. Por esta razón, la interacción entre transporte y ciudad se explica básicamente por el crecimiento urbano. Es decir, las vías urbanas son un factor determinante en el acceso y desarrollo de las comunidades en zonas urbanas.

Por su parte, Daud, Jalil y Celik (2018) expresan que, la estabilización de la subrasante para la construcción de carreteras, es la mayor preocupación en la actualidad. Debido al creciente desarrollo en el área urbana, existe una gran perspectiva de que el área rural también se desarrolle y se conocen los aspectos importantes de la construcción de la subrasante. Se están realizando muchos estudios que se centran en las técnicas de estabilización del suelo en una ubicación específica para la construcción de una carretera.

A nivel **nacional**, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2020) afirma que, la estructura de la red vial vecinal de calles está determinada por las funciones de los servidores de red tanto para el contexto geográfico físico. En la mayoría de los casos, la red de carreteras tiene una forma fija. Dada por la naturaleza del área que sirve bien sea urbana o rural las cuales tienen como función unir las provincias; tomando en consideración la densidad y el patrón de una red de calles

En la actualidad en la habilitación urbana ciudad el maestro, Chiclayo, Lambayeque, se encuentra en proceso de construcción por lo tanto en este tema de investigación estoy proponiendo un mejoramiento de la subrasante con la aplicación de piedra yesera, debido al tipo de suelo ya que el suelo es de baja resistencia por lo tanto la

subrasante tiene que ser mejorada para alcanzar con los parámetros establecidos en la norma del MTC; ya que se encuentra cerca la cantera (Casa Grande – Morrope) que produce en abundancia piedra yesera lo cual nos permitiría el mejoramiento de la subrasante y con un bajo costo.



**Figura 1:** Ubicación de la calle (CA. S/N 262) de la habilitación urbana ciudad el maestro, Chiclayo, Lambayeque

**Fuente:** Google Maps 2020



**Figura 2:** Terreno de la habilitación urbana ciudad el maestro, Chiclayo, Lambayeque

**Fuente:** Propia octubre 2019.

Analizando la realidad problemática tenemos la **formulación del problema**, considerando como **problema general**: ¿Cuánto se estabiliza la subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilidadación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021?; como **problemas específicos**: la **primera** ¿Cuánto varía la máxima densidad seca en la estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilidadación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.?; la **segunda** ¿Cuánto varía el cbr en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilidadación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021?; Y la **tercera** ¿Cuánto varía la índice plasticidad en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilidadación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021?

Continuando con la secuencia tenemos la **justificación del problema**: según los puntos tenemos los siguientes; de **vista teórico**, la investigación tiene como fin de demostrar el mejoramiento de las subrasantes elevando la dimensión del CBR con la aplicación de la piedra yesera. Este tema de investigación realizarse se justifica para dejar como antecedentes por lo cual se pueda utilizar en trabajos posteriores por estudiantes, ingenieros entre otros. Desde la perspectiva **práctica**, en este tema de investigación se mejorará la estabilización de la subrasante para una buena construcción del pavimento y así tener un tránsito de los vehículos y peatones por lo tanto vamos a tener una mejor calidad de vida en la habilitación ciudad el maestro, Lambayeque. Desde la perspectiva **metodológico**, en este tema de investigación se realizarán la recopilación de datos para dar un buen resultado y resolver el problema.

Se fija como **objetivo general**: Determinar la estabilización la subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilidadación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021; como **objetivos específicos**: la **primera**, estimar la variación de la máxima densidad seca en la estabilización de

subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021; la **segunda**, cuantificar la variación del cbr en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021; y **la tercera**, determinar la variación del índice de plasticidad en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

Planteando los problemas y fijado los objetivos se formula la **hipótesis**, teniendo como **hipótesis general**: La subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera se estabiliza significativamente - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021; y como **hipótesis específicas**: La **primera**, la máxima densidad seca varía significativamente en la estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021; la **segunda**, el cbr varia significativamente en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021; y la **tercera**, El índice de plasticidad varia significativamente en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

## II. MARCO TEORICO

En los trabajos previos como antecedentes **nacionales**, según Fernández (2018), en su tesis de grado **titulado**: “Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida malecón checa, san juan de lurigancho en el 2017”, fijo como **objetivos** se renovó la estabilización de la subrasante con material de demoliciones en la avenida malecón checa, en san juan de Lurigancho. Aplicando la **metodología** es de diseño no experimental de corte transversal. Finalmente, fija como **conclusiones** que, la variación en la resistencia de la subrasante puede resultar en la reducción del espesor del pavimento. La adición de agregado demolido el suelo conduce a la reducción de la humedad óptima contenido y aumento de la densidad seca máxima. Se encontró que la cantidad óptima de agregado ser 40%.

Según Machco (2019), en su tesis de grado **titulado**: “Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019”; fijo como **objetivos** el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo. Basándose en la estabilización de suelos, ya que siempre han existido materiales que pueden servir para estabilizar suelos previa investigación para demostrar el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo. Aplicando la **metodología** es de tipo aplicativo y el diseño de investigación es experimental cuasi experimental. Finalmente, fija como **conclusiones** que, la estabilización del suelo ocurrió cuando se agregó cal al suelo reactivo generando una ganancia de fuerza a largo plazo a través de la reacción puzolánica. Esta reacción produjo estabilidad hidratos de silicato de calcio e hidratos de aluminato de calcio a medida que el calcio de la cal reacciono con el aluminatos y silicatos solubilizados de la arcilla

Según Calle y Arce (2018) en su tesis de grado **titulado**: “Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un Pavimento Convencional”, Universidad Nacional de San Agustín. Se fijo como **objetivos** en demostrar el mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo para ser utilizado como una capa estructural de base, utilizando el uso de polímero acrílico a ciertas cantidades de acuerdo al contenido de humedad óptimo del material. Aplicando la **metodología** es experimental Operativa. Finalmente,

fija como **conclusiones** que, que la adición de acrílico a los polímeros en suelo arcilloso puede mejorar significativamente las características de ingeniería, especialmente contenidos de humedad óptimos, máximo secado densidad, resistencia a la compresión ilimitada y relación de suelo arcilloso a la de la zona del puente de Añashuayco.

Antecedentes **nacionales** como artículos, Según Oncoy (2018) en su artículo: “Estabilización con cal a nivel de subrasante de la carretera Huaraz – Marcac en la progresiva 0+000 – 2+000 – 2018”, Universidad Cesar Vallejo. Se fijó como **objetivos** es estabilizar con diferentes porcentajes de cal viva, el suelo de la subrasante de la carretera Huaraz - Marcac de composición arcillosa partiendo del cumplimiento de normas y manuales de carreteras estipuladas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Aplicando la **metodología** es de tipo cuantitativo, experimental por su diseño y de alcance descriptivo. Finalmente, fija como **conclusiones** se concluyó que la adición de cal modificó el comportamiento mecánico del suelo local, aumentando su resistencia y capacidad de carga, características deseables para la construcción de carreteras.

Según Montejo (2020) en su artículo: “Materiales alternativos para estabilizar suelos: El uso de ceniza de cascara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura”, Universidad Señor de Sipán. Se fijo como **objetivos** se fundamentó en exponer la opción de estabilización con agregados de ceniza y cáscara de arroz como alternativas de eliminación del residuo y mejoramiento del suelo, el estudio se justifica porque amplió los materiales comunes de estabilización, lo cual ayudó en reutilizar el residuo de cáscara de arroz. Aplicando la **metodología** es de método descriptivo, de forma no experimental. Finalmente, fija como **conclusiones** que dicho material estudiado es favorable para la realización de estabilizaciones de suelos, de acuerdo al mejoramiento de las propiedades de los suelos, disponibilidad del material, costo, y características de los suelos encontrados.

En los trabajos previos como antecedentes **internacionales**, Según, Lozano, Ruiz & Alfonso (2015), en su tesis de grado de **título**: “Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico”, se fijó como **objetivos** establecer las

mejoras en resistencia y disminución de la plasticidad que se presentan al aplicar un aditivo orgánico a un suelo de subrasante. Aplicando la **metodología** es experimental. Finalmente, fija como **conclusiones** el material aglutinante utilizado para estabilización cumplió con lo exigido; la densidad incremento y se logró alcanzar una humedad óptima; se consiguió los objetivos con porcentaje de aditivo del 7,0%.

Según Parra (2018), en su tesis de grado **titulado**: “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante”, se fijó como **objetivos** se estabilizo químicamente de un suelo (caolín), con la adición de cal y ceniza en diferentes porcentajes para conseguir la dosificación optima de estabilizante, mediante la resistencia a la compresión y a la tracción. Aplicando la **metodología** es de tipo experimental. Finalmente, fija como **conclusiones** el mejoramiento del suelo mediante comparaciones, lo cual se concluyó que la cal otorga una mejor resistencia al caolín en lo referente a esfuerzos y deformaciones máximas y la ceniza no apporto una significativa mejora al suelo, en lo general se tuvo un mejor comportamiento a tracción sin superar los resultados con cal.

Según Pico (2016) en su tesis de grado **titulado**: “Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de las vías entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la parroquia Benítez cantón san pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para la realizar el diseño de pavimentos de la misma”, se fijó como **objetivos** se analizó el comportamiento físico y mecánico de suelos aplicando cloruro de sodio y cal en subrasantes estabilizados. Aplicando la **metodología** se realizaron una inspección de toda la longitud de la vía para observar las condiciones actuales de la misma, luego se realizaron calicatas para tomar muestras que fueron utilizadas para determinación de la clase y calidad del suelo que se encuentran en la vía; se realizaron ensayos de CBR para determinar el material adecuado para ser utilizado para el mejoramiento de la vía. Finalmente, fija como **conclusiones** que, en los proyectos de construcción de carreteras requieren grandes cantidades de suelos adecuados como material de relleno. Sin embargo, en las zonas urbanas cuando se construyen carreteras, se deben contratar suelos de relleno adecuados con enormes costos, siendo el material más eficiente la cal ya que ésta representa un incremento del más del 100% del valor del CBR.

Antecedentes **internacionales** como artículos, Según, Olubanjo et al (2018) Propiedades geotécnicas del suelo de la subrasante a lo largo de las porciones fallidas de la carretera Akungba - Ikare estabilizadas con rocas finas (Artículo de investigación); Revista asiática de investigación geológica – California - USA. Se fijó como **objetivo** realizar las propiedades geotécnicas del suelo sub grado a lo largo de porciones de la carretera Akungba - Ikare en la parte norte del estado de Ondo, en el suroeste de Nigeria con miras de determinar las posibles causas de las fallas experimentadas en el camino Aplicando la **metodología** se realizó una revisión exhaustiva del estado de Cuatro muestras que fueron recolectados de cuatro ubicaciones diferentes y estabilizados con diferentes porcentajes de finos de roca. Las pruebas de laboratorio realizadas en las muestras de suelo fueron contenidas de humedad natural, límite líquido, plástico límite, análisis de tamaño de grano, contracción lineal, gravedad específica, compactación y relación de rodamiento de California. Finalmente, fija como **conclusiones** que, los valores de la relación de carga de California para las muestras de suelo sin remojar varían de 0 a 5%, que caen por debajo del estándar. A pesar del uso de material de estabilización (rocas finas) en diferentes porcentajes, la pobres propiedades geotécnicas de los suelos como lo indica la baja densidad seca máxima, alta lineal contracción, altos valores límite de líquido, gran cantidad de finos, bajos valores de CBR y falta de drenaje en el área de estudio es la mayor causa de falla en la parte de la carretera, por lo tanto, los materiales estándar se debe cumplir con las especificaciones del Ministerio Federal de Obras para la construcción de carreteras y durante las reparaciones de la carretera.

Según, Bandara et al (2020) Potencial de reciclaje de residuos industriales en el suelo Estabilización: uso de polvo de horno y cenizas volantes para Mejorar las sobrasas de pavimento débiles encontradas en Michigan, EE. UU. (Artículo de investigación). Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectónica, Universidad Tecnológica de Lawrence, Michigan, EE. UU. Se fijo como **objetivos** evaluar el estado de Michigan en los Estados Unidos en relación a las subrasantes de suelo débiles durante sus actividades de construcción y mantenimiento de carreteras. Aplicando la **metodología**: Los suelos a estabilizar y analizar se identificaron en consulta con el Departamento de

Transporte de Michigan. Los suelos débiles encontrados durante los proyectos de construcción de carreteras fueron seleccionados de tres ubicaciones. Estos suelos se consideraron inadecuados para la construcción debido a un bajo rendimiento en el campo y pueden presentarse como típico de los suelos inadecuados encontrados en Michigan. Antes del programa de pruebas principal se realizaron pruebas preliminares para caracterizar los suelos.

Finalmente, fija como **conclusiones** que, una combinación de FA / LKD para la estabilización a largo plazo de la subrasante del suelo de los tres tipos de suelo probados, mientras que FA y LKD se pueden utilizar en algunos tipos de suelo como estabilizador de suelo a corto plazo (para facilitar la construcción). También se presenta una breve discusión al final sobre el potencial positivo impacto que puede tener el reciclaje de CKD / LKD / FA en la sostenibilidad.

Con respecto a las **teorías relacionadas al tema** se constataron conceptos pertinentes a las variables y dimensiones.

Como **variable 1** se tiene la **pedra yesera**: según Vincenzina (2016) el yeso es un mineral de evaporita que se encuentra más comúnmente en depósitos sedimentarios estratificados en asociación con halita, anhidrita, azufre, calcita y dolomita. El yeso es una piedra natural, una sal metálica de calcio. Se forma comúnmente como una evaporita a partir de la disolución de la piedra caliza por exposición al ácido sulfúrico de la actividad volcánica. Bajo ciertas condiciones, los ciclos continuos de disolución y evaporación se aglomerarán en un depósito "primario" de yeso. Igualmente, se puede decir que, hay varias características que son inherentes a todos los revoques de yeso. Entre ellos, cabe destacar que el yeso es autoadhesivo. Los agregados se pueden agregar como un relleno económico o para efectos decorativos; sin embargo, a diferencia de la arcilla o la cal, no son necesarios para que el yeso se mantenga unido (p.21).

Teniendo como sus **dimensiones** tenemos: **D1, propiedades físicas:**



**Figura 3.** Propiedades físicas

**Fuente:** Vincenzina (2016)

### **Características de la piedra yesera**

- Es una roca sedimentaria
- Cristaliza con 2 moléculas de agua.

- Su fórmula química es:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ .
- Su dureza es de 2 de la escala Mohs. Por lo que puede ser arañado con la uña.
- Su estructura es laminar generalmente por ser sedimentaria y en algunos casos es granular.
- Su color es blanco, gris, rojizo, etc.

La piedra yesera en cantera se obtiene en bloques de diferentes pulgadas.

Continuando con la dimensión **D2: Dosificación**, se empleará una dosificación del agregado de piedra yesera de un porcentaje del 10%, 20% y 30%.

Finalmente tenemos la **D3: Análisis granulométrico**, permite conocer las características y parámetros de la muestra que se mide, el rango de tamaños sobre los cuales la técnica es válida, y la reproducibilidad del método, así como información adicional (densidad, índice de refracción) que es necesarios para obtener la curva de distribución granulométrica.

Según, Pereira y Emmert (2018) la composición de la muestra se evalúa en un laboratorio mediante el método de tamizado o el método de sedimentación. El método de tamiz se adapta a muestras de sedimento de grano grueso, mientras que el método de sedimentación se adapta a muestras de grano fino. El laboratorio también utiliza sistemas de detección con rayos láser o rayos X, densímetros y contadores de granos.

Según el MTC (2016) las especificaciones para los diferentes tipos de suelos son las siguientes:

**Tabla 1.** Análisis granulométrico

| Tipo de suelo        | Cantidad mínima   |
|----------------------|---|
| Arenosos             | 115 g de material que pase o no por el tamiz N.º 10 (2,000 mm), |
| Limosos o arcillosos | 65 g  |

**Fuente:** MTC (2016)

**Tabla 2:** Tamaño de mallas en EE.UU.

| Malla núm. | Abertura (mm) |
|------------|---------------|
| 4          | 4.750         |
| 6          | 3.350         |
| 8          | 2.360         |
| 10         | 2.000         |
| 16         | 1.180         |
| 20         | 0.850         |
| 30         | 0.600         |
| 40         | 0.425         |
| 50         | 0.300         |
| 60         | 0.250         |
| 80         | 0.180         |
| 100        | 0.150         |
| 140        | 0.106         |
| 170        | 0.088         |
| 200        | 0.075         |
| 270        | 0.053         |

**Fuente:** Braja (1983)

**Tabla 3:** Límites del tamaño para suelos separados

| Sistema de clasificación | Tamaño del grano (mm)   |
|--------------------------|---|
| Unificado                | Grava: mm 57.4 a mm 57<br>Arena: 4.75 mm a 0.075 mm<br>Limo y arcilla (finos): 0.075 mm       |
| AASHTO                   | Grava: 75 mm a 2 mm<br>Arena: 2 mm a 0.05 mm<br>Limo: 0.05 mm a 0.002 mm<br>Arcilla: 0.002 mm |

**Fuente:** Braja (1983)

**Curva granulométrica:** según Duque y Escobar (2002) La prueba se lleva a cabo con la utilización de un juego de tamices con diferentes tamaños de malla. Cada tamiz tiene aberturas cuadradas de cierto tamaño. El tamiz separa las partículas más grandes de las más pequeñas, distribuyendo la muestra de suelo en 2 cantidades. Los granos con diámetros mayores que el tamaño de las aberturas son retenidos por el tamiz, mientras que los granos de menor diámetro pasan a través del tamiz. Los

resultados obtenidos se representan en un gráfico denominado curva granulométrica (p.29 - 30.).

En suelos granulares la gradación, expresada numéricamente, la da el coeficiente de uniformidad  $C_u$  con el coeficiente de curvatura  $C_c$ .

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad \text{Ec.1.}$$

$$C_c = \frac{D_{20} - D_{10}}{(D_{60} - D_{10})} \quad \text{Ec.2.}$$

Bien graduado cuando:  $C_u > 4$  a  $6$ ;  $1 < C_c < 3$

Cuanto más alto sea  $C_u$ , mayor será el rango de tamaños del suelo. Los  $D_i$ ;  $i = 10, 30, 60$  son los tamaños  $\phi$  de las partículas, para el cual el  $i\%$  del material es más fino que ese tamaño.

Como **variable 2** se tiene **Estabilización de subrasantes** considerando según, Daud, Jalil y Celik (2018) que, el rendimiento de la carretera completa no solo depende de la delineación organizada del pavimento sino también de las condiciones de soporte de la subrasante y las capas de la subbase las cuales juegan un papel principal en ella (p.14). Como la base de capas superiores del pavimento, las capas de subrasante y subbase ayudan a mitigar los efectos perjudiciales del clima y las tensiones dinámicas estáticas generadas por el tráfico. Para, Sohaib, Sarfraz, y Sana (2018) construir una subrasante estable y una subbase correctamente drenada es vital para construir un sistema de pavimento eficaz y duradero

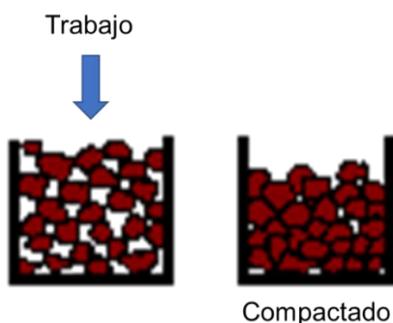
**Tabla 4:** Categorías de subrasante

| <b>Categoría de subrasante</b> | <b>CBR</b>     |
|--------------------------------|----------------|
| Subrasante inadecuada          | CBR <3%        |
| Subrasante pobre               | 3% ≤ CBR <6%   |
| Subrasante regular             | 6% ≤ CBR <10%  |
| Subrasante buena               | 10% ≤ CBR <20% |
| Subrasante muy buena           | 20% ≤ CBR <30% |
| Subrasante excelente           | CBR ≥ 30%      |

**Fuente:** MTC (2014) p.35.

**Vías urbanas:** Según el MTC (2013), son arterias o calles conformantes de un centro poblado, que no integran el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). (p.50).

Teniendo como sus **dimensiones** tenemos: **D1 máxima densidad seca**, según Garnica, Gómez y Sesma (2002) la compactación es un proceso que provoca un aumento de la densidad del suelo o peso unitario, acompañado de una disminución del volumen de aire. Por lo general, no hay cambios en el contenido de agua.



**Figura 4.** Compactación

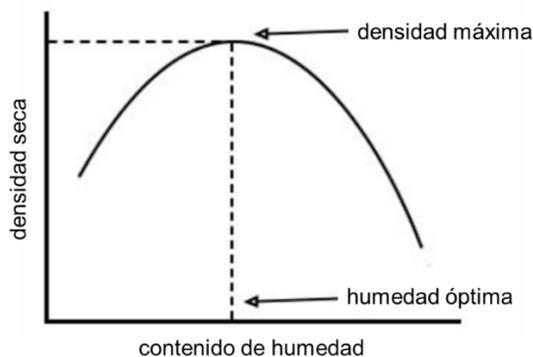
**Fuente:** Soliú, (2020)

Por su parte, Soliú, (2020) afirma que, el número de pasadas debe corresponder al esfuerzo de compactación requerido para una densidad seca máxima cuando el contenido de agua real del suelo es el contenido de humedad óptimo y generalmente está entre 3 y 10. La especificación por método de compactación es cuando el contratista recibe instrucciones de usar una máquina de compactación particular y un número fijo de pasadas.

La compactación en los procesos constructivos es un proceso que se emplea en la construcción de bases viales, pistas de aterrizaje, presas de tierra, terraplenes y muros

de tierra reforzada. En algunos casos, la compactación se puede utilizar para preparar una superficie nivelada para la construcción de edificios (TenCate Geosynthetics, 2019).

**Proctor modificado ASTM D-1557 – NTP 339.141:** según, Backus (2021) la prueba de compactación Proctor establece el peso unitario máximo al que se puede compactar un tipo particular de suelo utilizando una fuerza de compactación controlada con un contenido de agua óptimo. Esta es la prueba de suelo de laboratorio más común y la base para todas las colocaciones de suelo compactado diseñado para terraplenes, pavimentos y rellenos estructurales. Las densidades medidas en el lugar del relleno compactado se comparan con los resultados de la prueba Proctor para determinar el grado de densidad del suelo (Abraham, Mol y Dethan, 2018). La prueba Proctor modificada se introdujo en 1958 como ASTM D1557 y AASHTO T 180 para ayudar con estas aplicaciones con cargas más altas.



**Figura 5.** Curva de Proctor (curva de densidad de humedad).

**Fuente:** Backus (2021).

**Tabla 5:** Especificaciones de la prueba Proctor modificada.

| Elemento                                       | Método A   | Método B  | Método C  |
|--|--|---|---|
| Diámetro del molde                             | 101.6 mm   | 101.6 mm  | 152.4 mm  |
| Volumen del molde                              | 943.3 cm <sup>3</sup>  | 943.3 cm <sup>3</sup>   | 2124 cm <sup>3</sup>  |
| Peso del martillo                              | 44.5 N   | 44.5 N  | 44.5 N  |
| Altura de la caída del martillo                | 457.2 mm   | 457.2 mm  | 457.2 mm  |
| Número de golpes de martillo por capa de suelo | 25   | 25  | 56  |
| Número de capas de compactación                | 5  | 5   | 5   |
| Energía de compactación                        | 2696 kN-m/m <sup>3</sup>   | 2696 kN-m/m <sup>3</sup>  | 2696 kN-m/m <sup>3</sup>  |
| Suelo utilizado                                | Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4 | Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm. | Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm. |

**Fuente:** Braja (1983)

Continuando con la dimensión **D2: CBR** (California Bearing Ratio) según, Espinace y Sanhueza (2004) la prueba CBR es una medida de la resistencia de un material a la penetración del émbolo estándar en condiciones controladas de densidad y humedad. Fue desarrollado por la División de Carreteras de California como un método de clasificación y evaluación de materiales de subrasante y capa base para pavimentos flexibles.

La prueba CBR puede realizarse en una muestra remodelada o sin alterar. La prueba consiste en hacer que un émbolo cilíndrico de 50 mm de diámetro penetre en un componente del pavimento a una velocidad de 1,25 mm / minuto (Péterfalvi et. al, 2015). Se registran las cargas de 2,5 mm y 5 mm. Esta carga se expresa como un porcentaje del valor de carga estándar a un nivel de deformación respectivo para obtener el valor CBR (p.184).

**Tabla 6.** Valores de carga estándar para la prueba CBR

| Penetración (mm) | Carga estándar (kg) | Unidad de carga estándar (kg / cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------------------|--|
| 2.5              | 1370                | 70   |
| 5                | 2055                | 105  |
| 7.5              | 2630                | 134  |
| 10.0             | 3180                | 162  |
| 12,5             | 3600                | 183  |

Fuente: Espinace y Sanhueza (2004)

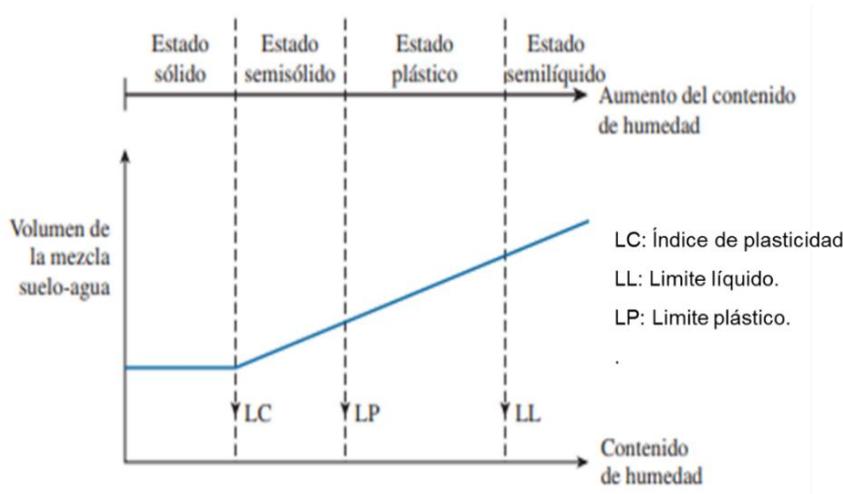
**Clasificación de suelos (SUCS):** Según, Soliú, (2020) este sistema es el más detallado, pero requiere laboratorio análisis para su aplicación. Si bien el sistema tiene limitaciones para su uso como método de clasificación de campo, es ampliamente utilizado para muchas aplicaciones geotécnicas. Este sistema divide los suelos de la siguiente manera:

| Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio <sup>a</sup> |  |  |  | Clasificación del suelo   |  |
|---|--|--|--|---|--|
|   |  |  |  | Símbolo de grupo  | Nombre de grupo <sup>b</sup>                     |
| <b>Suelos de grano grueso</b><br>Más de 50% retenido en la malla núm. 200                         | Gravas<br>Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4 | Gravas limpias   | $C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^e$                             | GW  | Grava bien graduada <sup>f</sup>                 |
|   |  | Menos de 5% finos <sup>c</sup>   | $C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^e$                                    | GP  | Grava mal graduada <sup>f</sup>                  |
|   | Gravas con finos<br>Más de 12% finos <sup>c</sup>                      | Los finos se clasifican como ML o MH   | GM   | Grava limosa <sup>f,g,h</sup>   |  |
|   |  | Los finos se clasifican como CL o CH   | GC   | Grava arcillosa <sup>f,g,h</sup>  |  |
|   | Arenas<br>50% o más de la fracción gruesa pasa la malla núm. 4         | Arenas limpias   | $C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^e$                             | SW  | Arena bien graduada <sup>f</sup>                 |
|   |  | Menos de 5% finos <sup>d</sup>   | $C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^e$                                    | SP  | Arena mal graduada <sup>f</sup>                  |
| Arena con finos   |  | Los finos se clasifican como ML o MH   | SM   | Arena limosa <sup>g,h,i</sup>   |  |
| Más de 12% finos <sup>d</sup>   |  | Los finos se clasifican como CL o CH   | SC   | Arena arcillosa <sup>g,h,i</sup>  |  |
| <b>Suelos de grano fino</b><br>50% o más pasa la malla núm. 200                                   | Limos y arcillas<br>Límite líquido menor que 50                        | Inorgánicos  | $IP > 7$ y se encuentra en o arriba de la línea "A" <sup>j</sup> | CL  | Arcilla de baja compresibilidad <sup>k,l,m</sup> |
|   |  |  | $IP < 4$ o se encuentra debajo de la línea "A" <sup>j</sup>      | ML  | Limo de baja compresibilidad <sup>k,l,m</sup>    |
|   | Orgánicos  | $\frac{\text{Límite líquido—secado en horno}}{\text{Límite líquido—no secado}} < 0.75$ | OL   | Arcilla orgánica <sup>k,l,m,n</sup><br>Limo orgánico <sup>k,l,m,o</sup> |  |
|   |  | Limos y arcillas<br>Límite líquido 50 o mayor  | Inorgánicos  | $IP$ se encuentra en o arriba de la línea "A"                           | CH   |
|   | $IP$ se encuentra debajo de la línea "A"                               | MH   |  | Limo de alta compresibilidad <sup>k,l,m,n</sup>                         |  |
|   | Orgánicos  | $\frac{\text{Límite líquido—secado en horno}}{\text{Límite líquido—no secado}} < 0.75$ | OH   | Arcilla orgánica <sup>k,l,m,p</sup><br>Limo orgánico <sup>k,l,m,q</sup> |  |
| <b>Suelos altamente orgánicos</b>   | Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico       |  | PT   | Turba   |  |

**Figura 6:** Grafica de la Unified Soil Classification(según la ASTM, 2009)(ASTM D2487-98)

**Fuente:** Braja (1983)

**D3: Índice de plasticidad:** según Braja (1983) la correlación de plasticidad se precisa como la diferencia numérica entre la cantidad líquida y el límite plástico. El límite de líquido es el contenido de humedad, expresado como un porcentaje del peso (masa) del material secado al horno, que el suelo fluirá junto 1/2 pulg. (13 mm) a 22-28 golpes. El límite plástico es el contenido mínimo de humedad, expresado como porcentaje del peso (masa) del material secado al horno, que el hilo de tierra ya no se puede enrollar en 1/8 pulg. (3 mm) de diámetro de rosca (p.15).



**Fuente:** Braja (1983)

**Figura 7:** Definición de los límites de Atterber.

**Tabla 7:** Clasificación del suelo según su índice.

| Índice de Plasticidad | Plasticidad      | Características                   |
|-----------------------|------------------|-----------------------------------|
| IP > 20               | Alta             | Suelos muy arcillosos             |
| IP ≤ 20<br>IP > 7     | Media            | Suelos arcillosos                 |
| IP < 7                | Baja             | Suelos poco arcilloso plasticidad |
| IP=0                  | No plástico (NP) | Suelos exentos de arcilla         |

Fuente: MTC (2014) p.32.

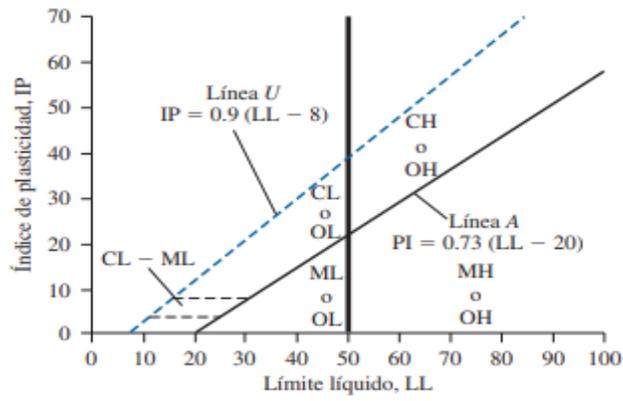


Figura 8: Grafica de plasticidad

Fuente: Braja (1983)

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Método:** Científico.

Según Heinz (2008) el método científico intenta explicar las ocurrencias naturales (fenómenos) del universo mediante el uso de un método lógico, consistente y sistemático de investigación, recopilación de información (datos), análisis de datos (hipótesis), prueba (experimento) y refinamiento para llegar a una explicación bien probada, bien documentada que está bien respaldada por evidencia, llamada teoría. (p.21).

La presente investigación se iniciará con la observación directa de la subrasante en la vía no pavimentada, luego se plantea el problema a resolver, se realiza la topografía, realización de muestras de las calicatas en campo, realización de mecánica de suelos en laboratorio y por último se analizan todos los resultados obtenidos. Dados los criterios anteriores, se aplicará el método científico para la investigación.

##### **3.1.2. Tipo:** Aplicada.

Según Jiménez (1998) tiene como objetivo proporcionar respuestas a preguntas específicas en un intento por proporcionar una solución a un problema definido. Se podría decir que el objetivo del método aplicado es mejorar la condición humana (p.14).

Para la estabilización de subrasantes se empleará el método de la aplicación de piedra yesera. Por lo tanto, se asume el tipo aplicada para esta investigación.

##### **3.1.3. Nivel:** Explicativo

Según EEG (2011) el nivel explicativo en una investigación es donde el investigador está tratando de identificar las causas y efectos de cualquier fenómeno que esté estudiando (p.32).

El nivel explicativo buscara las causas de la realidad explicando su significado de cada una de ellas. En tal sentido, esta investigación se encuentra dentro del nivel explicativo

#### **3.1.4. Diseño:** experimental.

Según Valderrama (2016) El diseño experimental significa crear un conjunto de procedimientos para probar una hipótesis. Este diseño se realiza organizando la recopilación de datos, define el análisis estadístico de los datos resultantes y guía la interpretación de los resultados (p.176).

El diseño mostrará será determinar la variable del mejoramiento de la subrasante mediante la aplicación de piedra yesera. Según este análisis, se aplicará el diseño experimental para la presente investigación.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1. Variable 1:** Piedra yesera.

##### **Definición conceptual**

Según Vincenzina (2016) el yeso es una piedra natural, una sal metálica de calcio. Se forma comúnmente como una evaporita a partir de la disolución de la piedra caliza por exposición al ácido sulfúrico de la actividad volcánica (p.21).

##### **Definición operacional**

La variable de piedra yesera se operacionaliza de acuerdo a sus dimensiones lo cuales tenemos propiedades físicas, dosificación y granulometría que vienen a ser sus propiedades mecánicas y físicas de la variable dependiente y cada una de las dimensiones tiene tres indicadores.

#### **3.2.2. Variable 2:** Estabilización de subrasantes.

##### **Definición conceptual**

Según, Firoozi, Guney y Firoozi (2017) la estabilización de subrasantes es un método para mejorar las propiedades del suelo mezclando otros materiales. Las mejoras incluyen el aumento del peso unitario seco, la capacidad de soporte, los cambios de volumen, el rendimiento de los subsuelos in situ, las arenas y otros materiales de desecho para fortalecer las superficies de las carreteras y otras aplicaciones geotécnicas (p. 10).

### **Definición operacional**

La variable de estabilización de subrasantes se operacionaliza de acuerdo a sus dimensiones lo cuales tenemos la densidad, cbr y el índice de plasticidad que vienen a ser sus propiedades mecánicas y físicas de la variable independiente y cada una de las dimensiones tiene tres indicadores.

**Tabla 8:** Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLE                          | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL  | DIMENSIONES  | INDICADORES   | INSTRUMENTO           | ESCALA    |
|-----------------------------------|--|---|--|---|-----------------------|-----------|
| <b>V1: Piedra yesera</b>          | La variable de piedra yesera se operacionaliza de acuerdo a sus dimensiones lo cuales tenemos propiedades físicas, dosificación y granulometría que vienen a ser sus propiedades mecánicas y físicas de la variable dependiente y cada una de las dimensiones tiene tres indicadores.  | La variable piedra yesera se operacionaliza mediante sus dimensiones; propiedades físicas, dosificación.  | D1: Propiedades físicas<br><br>D2: Dosificación<br><br>D3: Granulometría | I1: Dureza<br>I2: Peso específico<br>I3: Solubilidad<br>I1: 10%<br>I2:20%<br>I3:30%<br><br>I1: % retenido<br>I2: % acumulado<br>I3: % acumulado que pasa  |                       | Razón     |
| <b>Estabilización subrasantes</b> | Según (MTC, 2014) Se consideran materiales aptos para las capas de subrasante suelos con CBR≥6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un estudio especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo. La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo 0.60m cuando se trate de una subrasante extraordinaria y muy buena ;0.80m cuando se trate de una subrasante buena regular; a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y, a 1.20m cuando se trate de una subrasante inadecuada. | La variable de estabilización de subrasantes se operacionaliza de acuerdo a sus dimensiones lo cuales tenemos la densidad, cbr y el índice de plasticidad que vienen a ser sus propiedades mecánicas y físicas de la variable independiente y cada una de las dimensiones tiene tres indicadores. | D1: Densidad máxima seca<br><br>D2: CBR<br><br>D3: Índice Plasticidad    | I1: Densidad máxima<br>I2: Densidad mínima<br>I3: Densidad relativa<br>I1: %optimo contenido de humedad<br>I2: Modulo de resiliencia<br>I3: Clasificación de suelos<br><br>I1: Limite liquido<br>I2: Limite plástico<br>I3: Índice de plasticidad | Ficha de recopilación | Intervalo |

**Fuente:** elaboración propia

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Según, Salinas (2010) la población se puede explicar cómo un grupo integral de individuos, instituciones, objetos, entre otros, que tienen características comunes que son el interés de un investigador (p.59).

La población de la presente investigación estará conformada por las vías (CA. S/N 262) de la Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque.

#### **3.3.2. Muestra**

Según, Salinas (2010) **la muestra** son los elementos seleccionados (personas u objetos) elegidos para participar en un estudio (p.59).

La muestra estará conformada por la calle (CA. S/N 262) desde 0+00 km hasta 0+547 km de la Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque.

#### **3.3.3. Muestreo**

Para, Salinas (2010) es el proceso de seleccionar un grupo de personas, eventos, comportamientos u otros elementos con los que realizar un estudio (p.60).

Se empleó el muestreo no probabilístico debido a que el investigador selecciona por criterio de conveniencia.

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

#### **3.4.1. Técnica:** observación directa.

Según, Ramírez (2015) es una técnica de recopilación de datos en el que un investigador simplemente ve o escucha a los sujetos de la investigación, sin hacer preguntas específicas ni manipular ninguna variable. El método de observación directa es útil en la investigación de evaluación o en la investigación de campo (p.33).

En la presente investigación se aplicará la técnica de observación directa.

### 3.4.2. Instrumentos: ficha de recopilación de datos.

Según, Salinas (2010) los instrumentos de recopilación de datos consisten en formatos de recopilación de datos (como el cuestionario) y sus protocolos asociados (que son una instrucción manual y metodología), que proporcionan un insumo a las herramientas (p.68).

En la presente investigación se aplicará como instrumento fichas técnicas, manuales, normas técnicas.

### 3.4.3. Validez:

Según Hernández (2014) la validez explica qué tan bien los datos recopilados cubren el área real de investigación (p.200).

**Tabla 9:** Rango de validez

| <b>Rango de validez</b> | <b>Interpretación</b> |
|-------------------------|-----------------------|
| 0.81 a 1.00             | Muy alta              |
| 0.61 a 0.80             | Alta                  |
| 0.41 a 0.60             | Moderada              |
| 0.21 a 0.40             | Baja                  |
| 0.01 a 0.20             | Muy baja              |

**Fuente:** Ruiz (2017) p.12

**Tabla 10:** Validez de contenido del instrumento de variables: V1, Piedra yesera y V2, Estabilización de subrasantes.

| <b>Nº</b> | <b>Grado Académico</b> | <b>Nombres y Apellidos</b>   | <b>CIP</b> | <b>Validez</b> |
|-----------|------------------------|------------------------------|------------|----------------|
| 1         | Ing. civil             | Hardy Alex Antón Ángeles     | 111540     | 0.91           |
| 2         | Ing. civil             | Cristhian Miguel Arrunátegui | 174530     | 0.81           |
| 3         | Ing. civil             | Joseph Manuel Fernández Ríos | 233344     | 0.92           |

### 3.4.4. Confiabilidad

Según Hernández (2014) la confiabilidad se refiere a la medida en que la medición de un fenómeno proporciona estabilidad y resultado consistente. La confiabilidad también está relacionada con la repetibilidad (p.200).

**Tabla 11:** Rango de Validez

| <b>Rangos de confiabilidad</b> | <b>Interpretación</b> |
|--------------------------------|-----------------------|
| 0.01 a 0.20                    | Muy Baja              |
| 0.21 a 0.40                    | Baja                  |
| 0.41 a 0.60                    | Moderada              |
| 0.61 a 0.80                    | Alta                  |
| 0.81 a 1.00                    | Muy alta              |

**Fuente:** Hernández (2014)

## 3.5. Procedimiento.

### 3.5.1. Descripción de la zona de estudio.

#### 3.5.1.1. Ubicación.

La zona de estudio está ubicada en la provincia de Lambayeque, región Lambayeque a una altitud de 2 msnm y dentro de las coordenadas UTM WGS 84, latitud 6° 40' 40.74" y longitud 79° 54' 32.14".

#### 3.5.1.2. Características de la zona de estudio

la zona presenta una topografía orografía llana, gran parte presenta suelos de tipo de arena mal graduada.

### 3.5.2. Estudios previos

#### 3.5.2.1. Estudio de campo

La cantera Casa grande – Morrope tiene un alrededor de 432 000 mil hectáreas de piedra yesera, lo cual es muy común en la región Lambayeque y está a 30 minutos de la habilitación urbana ciudad el maestro, si se podría utilizar dicho material en cualquier lugar del Perú.

### **Estudios topográficos:**

Los levantamientos topográficos se realizaron conforme indican las normas y a las escalas de los planos, lo cual se empleó la estación total de marca GEOMAX MODELO ZOOM35 PRO3” A10 con número de serie 2832390. Ver anexo 4.

### **Estudios de exploración de suelos:**

Los estudios de suelos se realizaron en el laboratorio de suelos A&C EXPLORACIONES GETECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R conforme indican las normas técnicas E0.50, ASTM, NTP, MTC.

Se realizo una exploración superficial dentro los trabajos exploratorios se realizaron 3 calicatas a una profundidad de 1.50mt, cada 250 ml conforme a lo establecido con la norma peruana MTC.

#### **3.5.2.2. Estudios de laboratorio**

Se aplico el reglamento nacional de edificaciones.

- Ensayo de análisis granulométrico ASTM D-422 o N.T.P. 339.128 (ver anexo 5.1)
- Ensayo límites de consistencia (ASTM 4318-95a ó N.T.P. 339.129 – 1999 (ver anexo 5.1)
- Ensayo de relación soporte de california (CBR) MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193 (ver anexo 5.3)
- Ensayo de Proctor modificado ASTM D 1557 o N.T.P. 339.141 (ver anexo 5.2)

### **3.6. Método de análisis de datos**

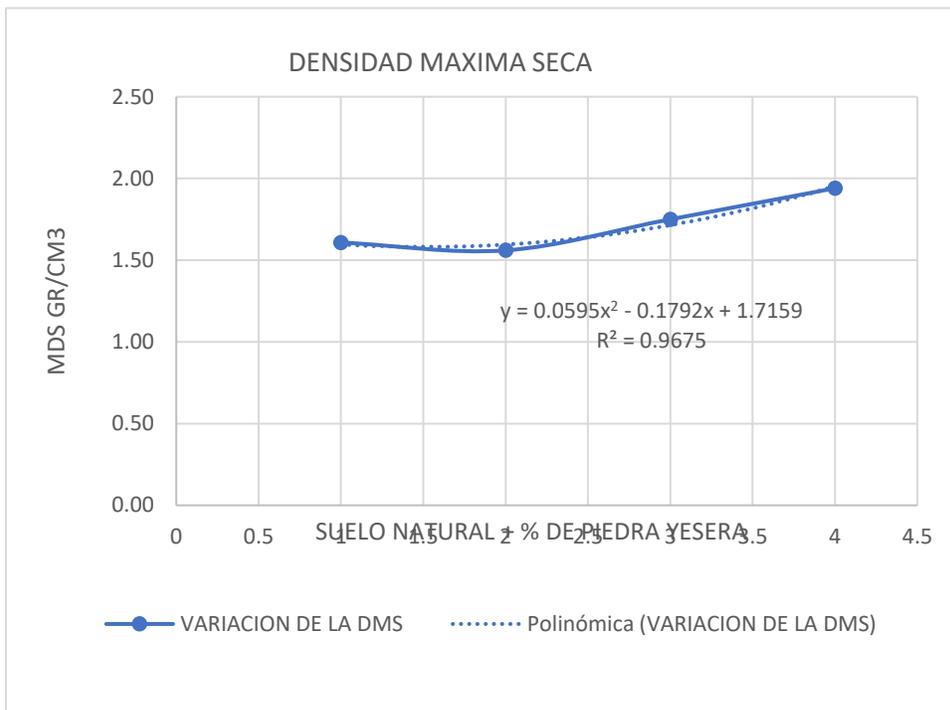
**3.6.1.** Determinación de la variación de la máxima densidad seca en subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

1. Caracterización de materiales (suelo) y piedra yesera.
  - Densidad máxima seca
  - Contenido de humedad
2. Normas técnicas: N.T.P. 339.141 ASTM D – 1557.
3. Compactación con suelo natural y con aplicación de piedra yesera al 10%,20% y 30%.
4. Realización del ensayo de Proctor modificado.

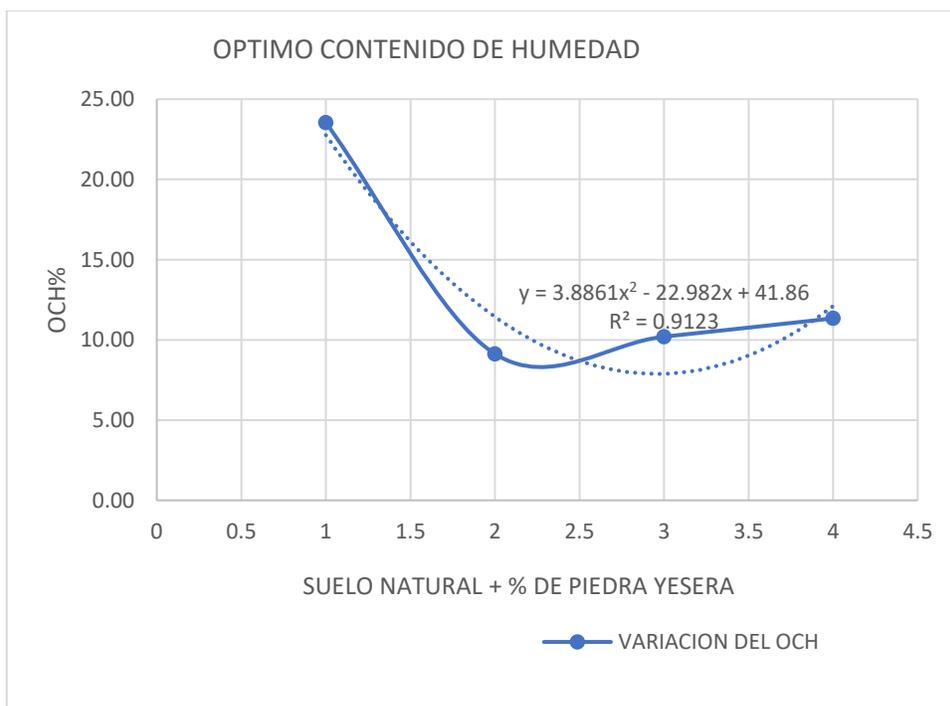
➤ **Calicata 1**

**Tabla 12 :** Proctor modificado de suelo natural y % de piedra yesera de la c-1.

| CALICATAS | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO    | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|-----------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|           |                                 | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C1        | Densidad Máxima Seca (gr/cm3)   | 1.61          | 1.56                          | 1.75     | 1.94     |
|           | Optimo Contenido de Humedad (%) | 23.53         | 9.13                          | 10.2     | 11.34    |



**Figura 9:** Densidad máxima seca de la c-1.

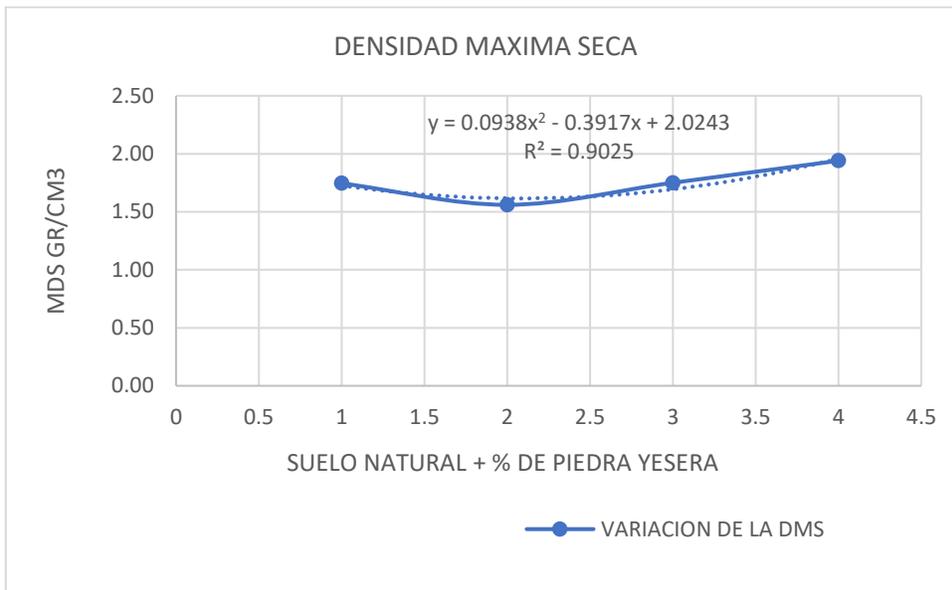


**Figura 10:** Optimo contenido de humedad de la c-1.

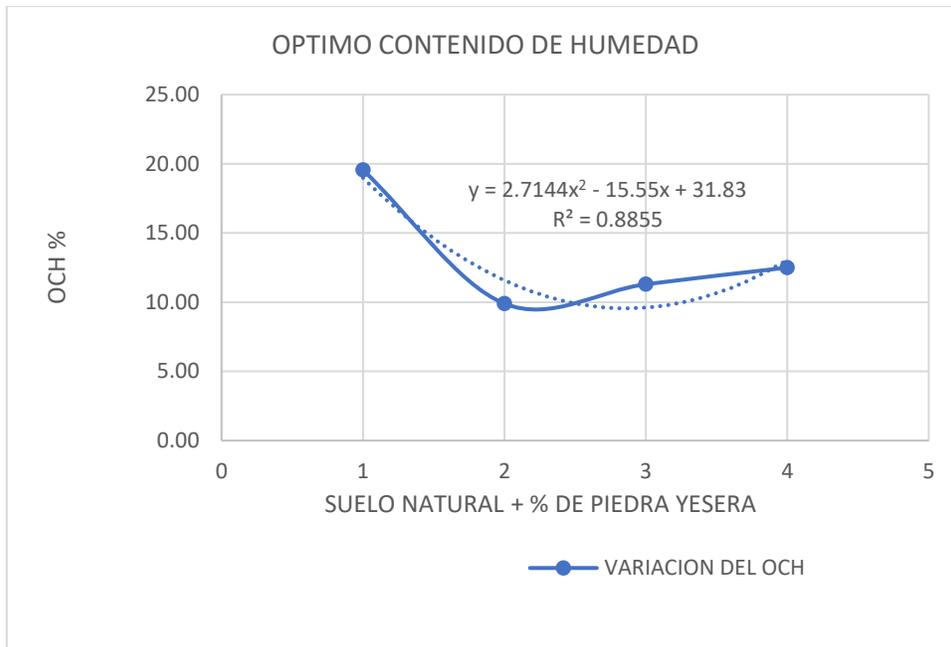
➤ **Calicata n° 2**

**Tabla 13:** Proctor modificado de suelo natural y % de piedra yesera de la c-2.

| CALICATAS | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO    | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |          |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
|           |                                 | SUELO NATURAL                 | SN+10%PY | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C2        | Densidad Máxima Seca (gr/cm3)   | 1.75                          | 1.56     | 1.75     | 1.94     |
|           | Optimo Contenido de Humedad (%) | 19.56                         | 9.9      | 11.3     | 12.5     |



**Figura 11:** Densidad máxima seca de la c-2.

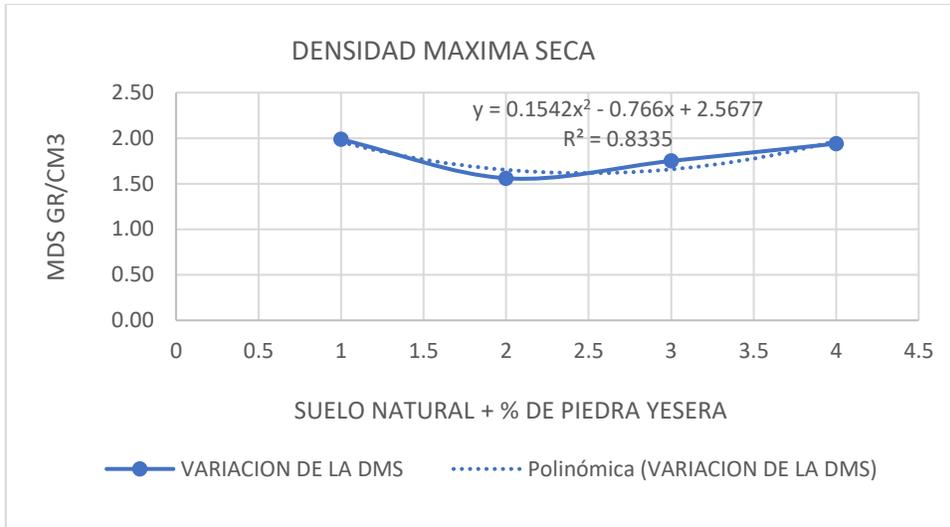


**Figura 12:** Optimo contenido de humedad de la c-2.

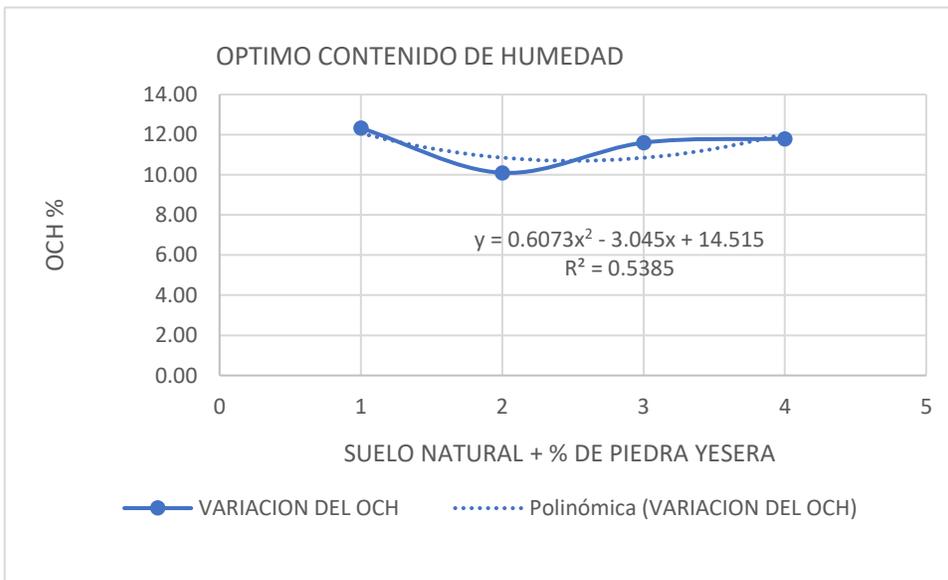
➤ **Calicata nº 3**

**Tabla 14:** Proctor modificado de suelo natural y % de piedra yesera de la c-3.

| CALICATAS | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO    | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|-----------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|           |                                 | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C3        | Densidad Máxima Seca (gr/cm3)   | 1.99          | 1.56                          | 1.75     | 1.94     |
|           | Optimo Contenido de Humedad (%) | 12.33         | 10.1                          | 11.6     | 11.8     |



**Figura 13:** Densidad máxima seca de la c-3.



**Figura 14:** Optimo contenido de humedad de la c-3.

### 3.6.2. Determinación de la variación del cbr en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

1. Caracterización de materiales (suelo) y piedra yesera.

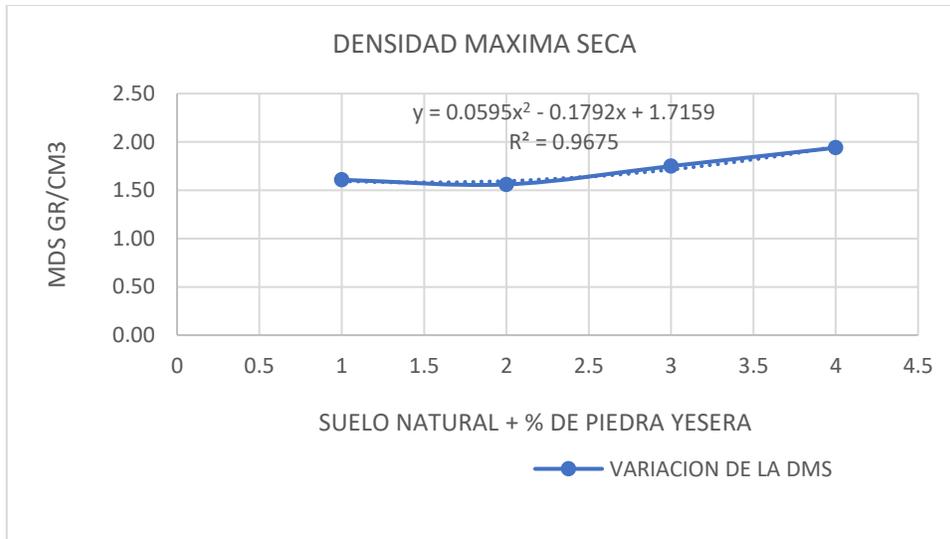
- CBR al 100% de DMS (0.1").
- CBR al 95% de DMS (0.1").

2. Normas técnicas: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193.
3. Compactación con suelo natural y con aplicación de piedra yesera con 10%,20% y 30%.
4. Realización del ensayo de relación soporte de california (CBR).

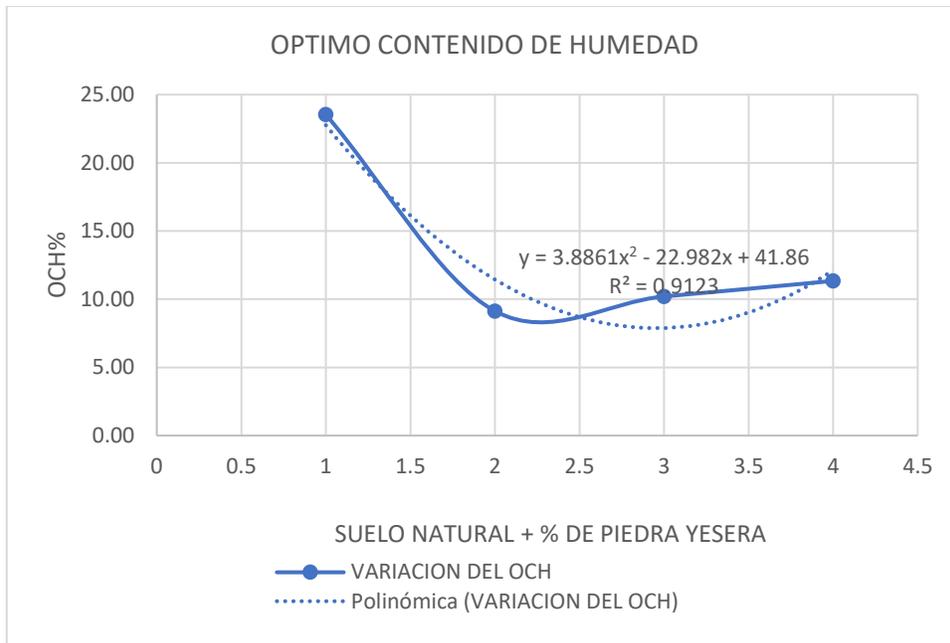
- **Calicata nº 1**

**Tabla 15:** CBR de suelo natural y % de piedra yesera de la c-1.

| CALICATAS | ENSAYO DE CBR                | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|-----------|------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|           |                              | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C1        | C.B.R. al 100% de D.M.S. (%) | 8.86          | 10.8                          | 12.2     | 13.5     |
|           | C.B.R. al 95% de D.M.S. (%)  | 6.21          | 8.4                           | 8.95     | 9.4      |



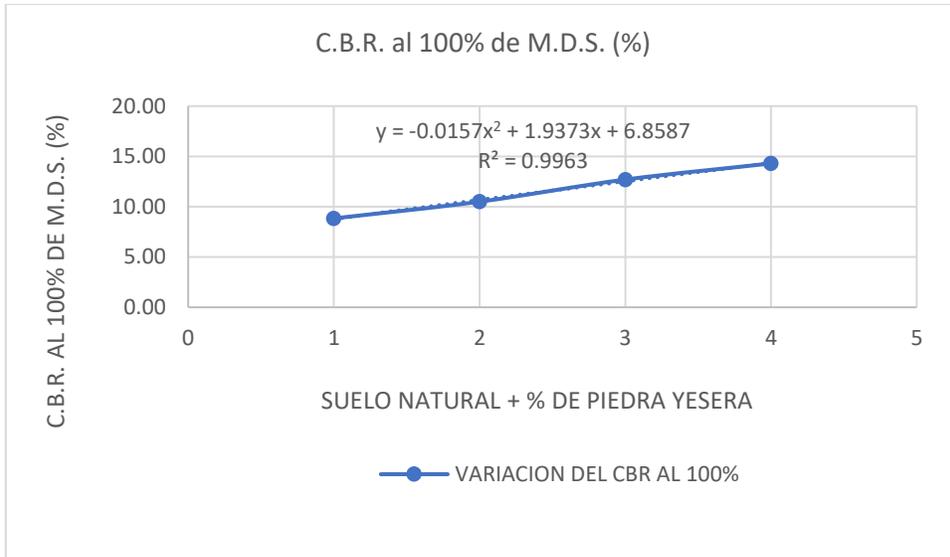
**Figura 15:** C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) de la c-1



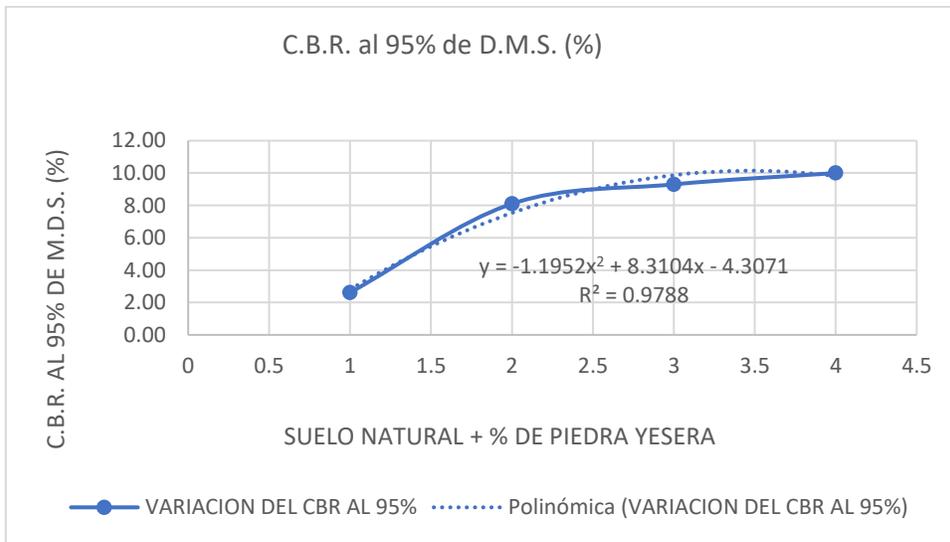
**Figura 16:** C.B.R. al 95% de DMS. (%) de la c-1

**Tabla 16:** CBR de suelo natural y % de piedra yesera de la c-2.

| CALICATAS | ENSAYO DE CBR                | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|-----------|------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|           |                              | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C2        | C.B.R. al 100% de D.M.S. (%) | 8.84          | 10.5                          | 12.70    | 14.3     |
|           | C.B.R. al 95% de D.M.S. (%)  | 2.62          | 8.1                           | 9.3      | 10       |



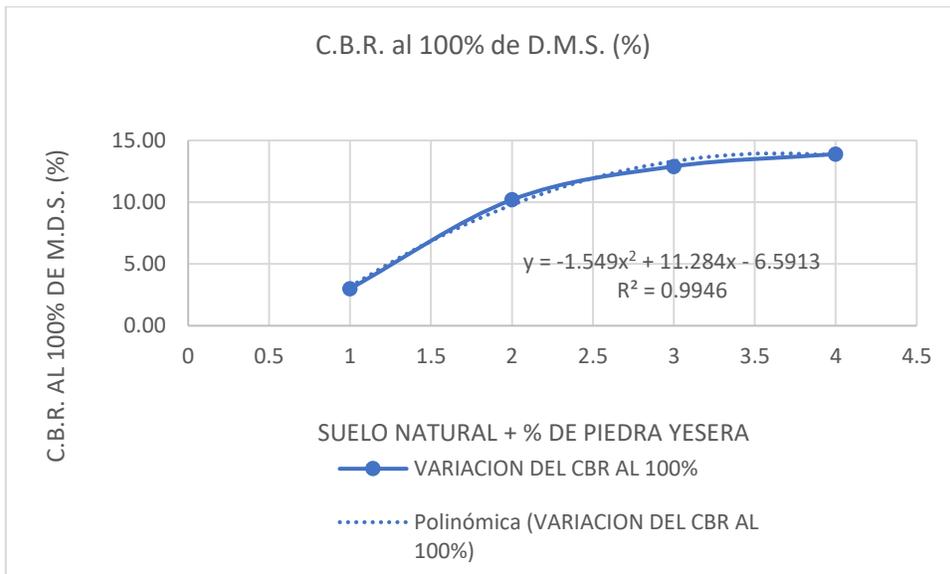
**Figura 17:** C.B.R. al 100% de DMS. (%) de la c-2.



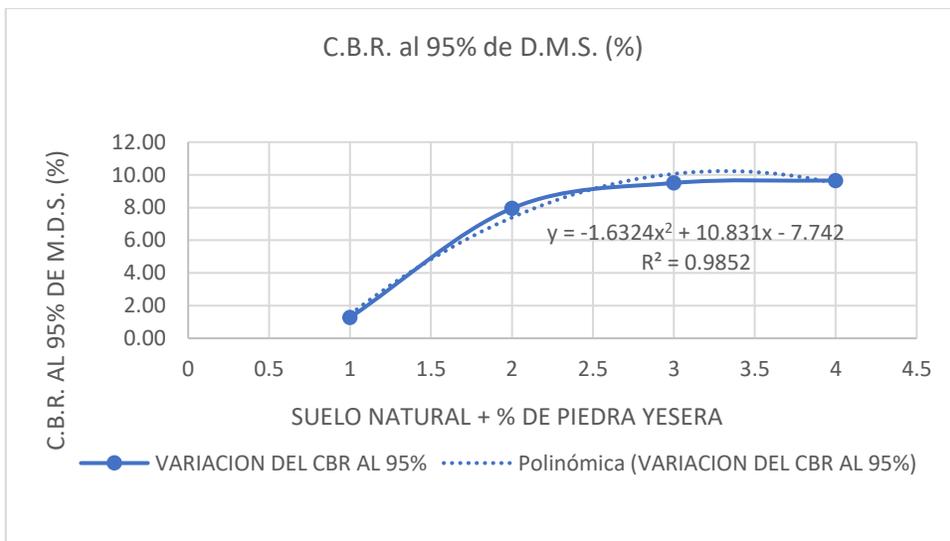
**Figura 18:** C.B.R. al 95% de DMS. (%) de la c-2.

**Tabla 17:** CBR de suelo natural y % de piedra yesera de la c-3.

| CALICATAS | ENSAYO DE CBR                | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|-----------|------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|           |                              | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C3        | C.B.R. al 100% de D.M.S. (%) | 3.00          | 10.2                          | 12.90    | 13.9     |
|           | C.B.R. al 95% de D.M.S. (%)  | 1.27          | 7.95                          | 9.5      | 9.65     |



**Figura 19:** C.B.R. al 100% de DMS. (%) de la c-3.



**Figura 20:** C.B.R. al 95% de DMS. (%) de la c-3.

**3.6.3.** Determinación de la variación del índice de plasticidad en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

1. Caracterización de materiales (suelo) y piedra yesera.
  - Limite liquido
  - Limite plástico
  - Índice de plasticidad
2. Normas técnicas: Análisis granulométrico por tamizado (Norma ASTM D-422 ó N.T.P. 339.128); los ensayos de límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos (Norma ASTM 4318-95a ó N.T.P. 339.129 – 1999).
3. Realización de los ensayos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

- **Calicata nº 1**

**Tabla 18:** Límites de atterberg de la c-1.

| CALICATAS | LIMITES DE ATTERBERG  | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |        |        |
|-----------|-----------------------|---------------|-------------------------------|--------|--------|
|           |                       | SN            | SN+10%                        | SN+20% | SN+30% |
| C-1       | LIMITE LIQUIDO        | NP            | NP                            | NP     | NP     |
|           | LIMITE PLASTICO       | NP            | NP                            | NP     | NP     |
|           | INDICE DE PLASTICIDAD | NP            | NP                            | NP     | NP     |

- **Calicata nº 2**

**Tabla 19:** Límites de atterberg de la c-2.

| CALICATAS | LIMITES DE ATTERBERG  | SUELO   | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |        |        |        |
|-----------|-----------------------|---------|-------------------------------|--------|--------|--------|
|           |                       | NATURAL | SN                            | SN+10% | SN+20% | SN+30% |
| C-2       | LIMITE LIQUIDO        | NP      | NP                            | NP     | NP     | NP     |
|           | LIMITE PLASTICO       | NP      | NP                            | NP     | NP     | NP     |
|           | INDICE DE PLASTICIDAD | NP      | NP                            | NP     | NP     | NP     |

- Calicata nº 3

**Tabla 20:** Límites de atterberg de la c-3.

| CALICATAS | LIMITES DE ATTERBERG  | SUELO   | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |        |        |        |
|-----------|-----------------------|---------|-------------------------------|--------|--------|--------|
|           |                       | NATURAL | SN                            | SN+10% | SN+20% | SN+30% |
| C-2       | LIMITE LIQUIDO        | NP      | NP                            | NP     | NP     | NP     |
|           | LIMITE PLASTICO       | NP      | NP                            | NP     | NP     | NP     |
|           | INDICE DE PLASTICIDAD | NP      | NP                            | NP     | NP     | NP     |

**3.6.4. OG:** Determinación de la estabilización la subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

Se consideró el porcentaje de SN+30% de piedra yesera, lo cual se obtiene en los ensayos realizados en laboratorio.

#### IV. RESULTADOS

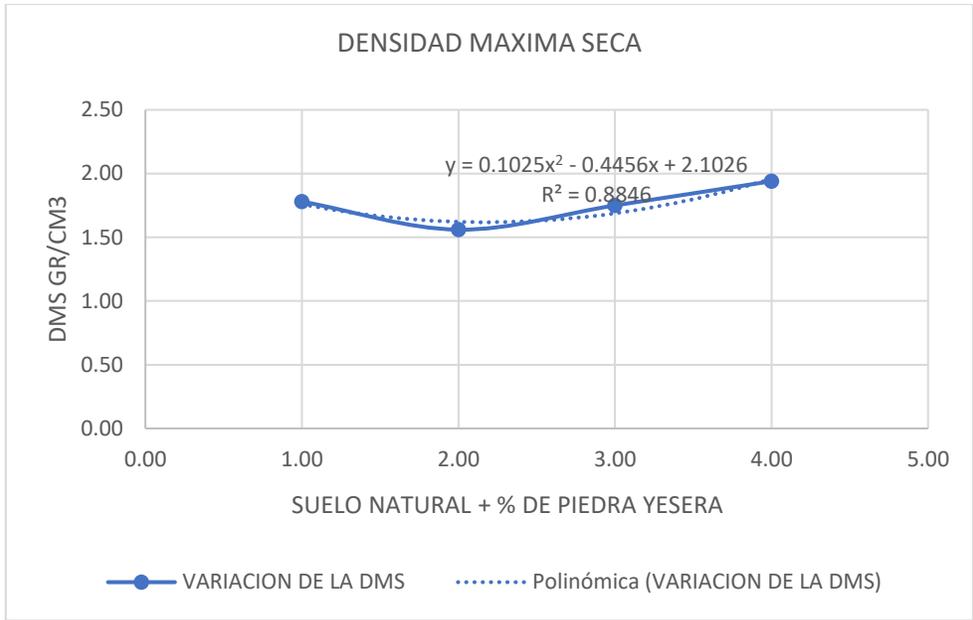
##### 4.1. Determinación de la variación de la máxima densidad seca en subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

**Tabla 21:** Determinación de la variación de la variación de DMS Y OCH.

| CALICATAS          | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO               | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |           |           |
|--------------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|-----------|
|                    |  | SN            | SN+10% PY                     | SN+20% PY | SN+30% PY |
| C1                 | Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.61          | 1.56                          | 1.75      | 1.94      |
|                    | Optimo Contenido de Humedad (%)            | 23.53         | 9.13                          | 10.2      | 11.34     |
| C2                 | Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.75          | 1.56                          | 1.75      | 1.94      |
|                    | Optimo Contenido de Humedad (%)            | 19.56         | 9.9                           | 11.3      | 12.5      |
| C3                 | Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.99          | 1.56                          | 1.75      | 1.94      |
|                    | Optimo Contenido de Humedad (%)            | 12.33         | 10.1                          | 11.6      | 11.8      |
| Promedio de la MDS |  | 1.78          | 1.56                          | 1.75      | 1.94      |
| Promedio del OCH   |  | 18.47         | 9.71                          | 11.03     | 11.88     |

##### Interpretación:

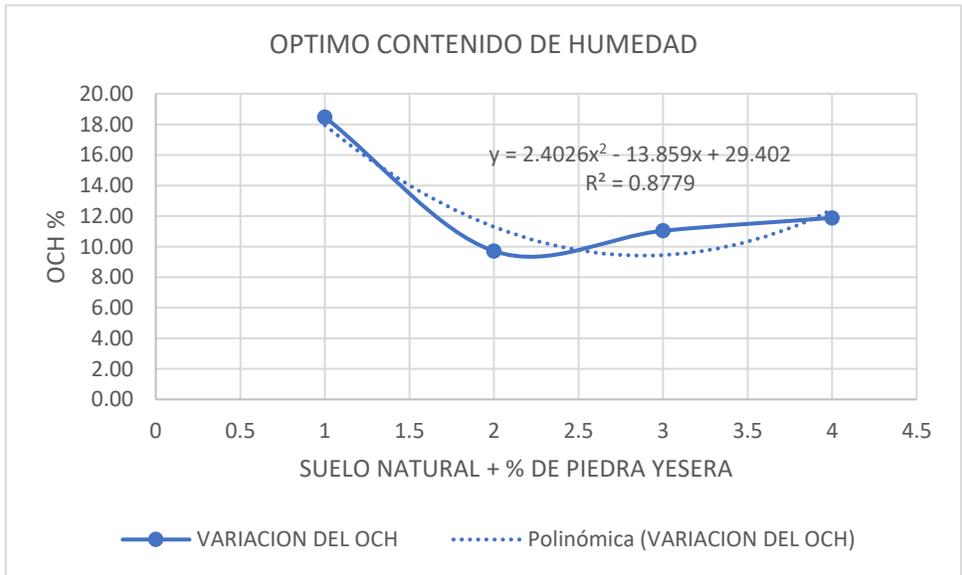
En la tabla 21, se observa que la densidad máxima seca varía 1.56 gr/cm<sup>3</sup> a 1.94 gr/cm<sup>3</sup> según las dosificaciones del 10%, 20% y 30% de piedra yesera, por lo tanto, el máximo valor de densidad máxima seca con piedra yesera se obtuvo en el 30% = 1.94gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura 21:** Grafico de la variación de la DMS.

**Interpretación:**

En la siguiente figura se detalla un mayor incremento de la densidad máxima seca en el SN+30% DMS=1.94gr/cm3



**Figura 22:** Grafico de la variación de la OCH.

### Interpretación:

En la figura 24, se detalla una menor disminución del óptimo contenido de humedad en el SN+10% (OCH=9.71gr/cm<sup>3</sup>).

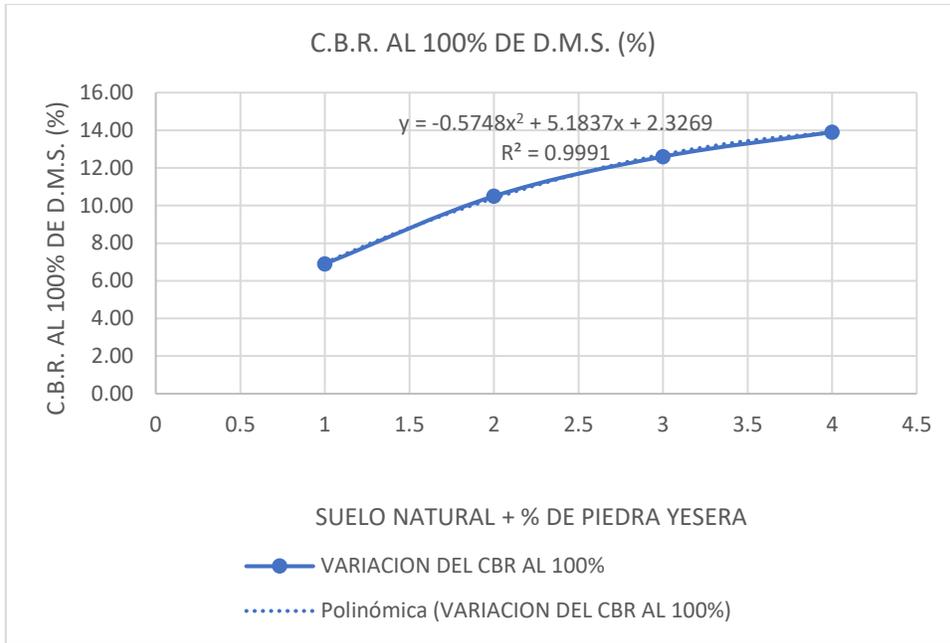
## 4.2. Determinación de la variación del cbr en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

**Tabla 22:** Determinación la variación de los CBR.

| CALICATAS                                 | ENSAYO DE CBR                | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|---|------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|   |                              | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C1  | C.B.R. al 100% de D.M.S. (%) | 8.86          | 10.8                          | 12.2     | 13.5     |
|   | C.B.R. al 95% de D.M.S. (%)  | 6.21          | 8.4                           | 8.95     | 9.4      |
| C2  | C.B.R. al 100% de D.M.S. (%) | 8.84          | 10.5                          | 12.70    | 14.3     |
|   | C.B.R. al 95% de D.M.S. (%)  | 2.62          | 8.1                           | 9.3      | 10       |
| C3  | C.B.R. al 100% de D.M.S. (%) | 3.00          | 10.2                          | 12.90    | 13.9     |
|   | C.B.R. al 95% de D.M.S. (%)  | 1.27          | 7.95                          | 9.5      | 9.65     |
| Promedio del C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) |                              | 6.90          | 10.50                         | 12.60    | 13.90    |
| Promedio del C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  |                              | 3.37          | 8.15                          | 9.25     | 9.68     |

### Interpretación:

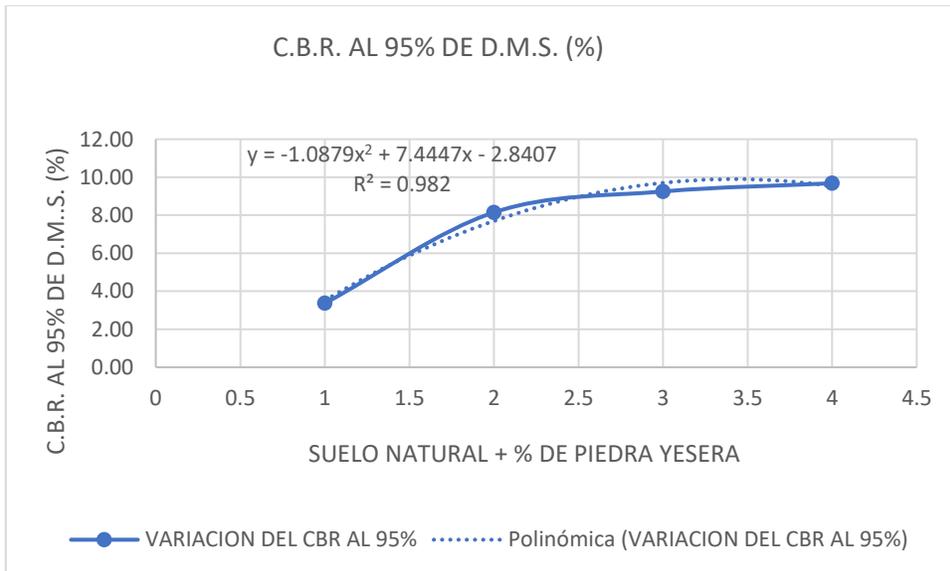
En la tabla 22, se observa que el C.B.R. al 100% de DMS, varía del 10.50% a 13.90 según las dosificaciones de 10%, 20% y 30% de piedra yesera y el C.B.R. al 95% de DMS, varía del 8.15% a 9.68% según las dosificaciones de 10%, 20% y 30% de piedra yesera, por lo tanto, el máximo valor del C.B.R. al 95% de DMS es 1.94 gr/cm<sup>3</sup> se obtuvo en el 30% de piedra yesera.



**Figura 23:** Grafico de la variación del C.B.R. al 100% de D.M.S. (%).

**Interpretación:**

En la figura 25, se detalla un mayor incremento en SN+30% (C.B.R. al 100% de D.M.S. =13.90%).



**Figura 24:** Grafico de la variación del C.B.R. al 95% de M.D.S. (%).

**Interpretación:**

según la figura 26, se detalla un mayor incremento en SN+30% (C.B.R. al 95% de D.M.S. =9.68%).

#### 4.3. Determinación de la variación del índice de plasticidad en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

**Tabla 23:** Determinación de los límites de atterberg.

| CALICATAS | LIMITES DE ATTERBERG  | SUELO NATURAL | DOSIFICACION DE PIEDRA YESERA |          |          |
|-----------|-----------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|
|           |                       | SN            | SN+10%PY                      | SN+20%PY | SN+30%PY |
| C-1       | LIMITE LIQUIDO        | NP            | NP                            | NP       | NP       |
|           | LIMITE PLASTICO       | NP            | NP                            | NP       | NP       |
|           | INDICE DE PLASTICIDAD | NP            | NP                            | NP       | NP       |
| C-2       | LIMITE LIQUIDO        | NP            | NP                            | NP       | NP       |
|           | LIMITE PLASTICO       | NP            | NP                            | NP       | NP       |
|           | INDICE DE PLASTICIDAD | NP            | NP                            | NP       | NP       |
| C-2       | LIMITE LIQUIDO        | NP            | NP                            | NP       | NP       |
|           | LIMITE PLASTICO       | NP            | NP                            | NP       | NP       |
|           | INDICE DE PLASTICIDAD | NP            | NP                            | NP       | NP       |

**Interpretación:**

En la tabla 23, se observa que no presentan limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad.

#### 4.4. Determinación de la estabilización la subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera.

**Tabla 24:** En la tabla de resumen de los ensayos de laboratorio realizado.

| ENSAYOS               | DESCRIPCION                               | SN    | SN+10%PY | SN+20%PY | SN+30%PY |
|-----------------------|---|-------|----------|----------|----------|
| PROCTOR MODIFICADO    | DENSIDAD MAXIMA SECA(gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.76  | 1.56     | 1.75     | 1.94     |
|                       | OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD(%)            | 18.47 | 9.71     | 11.03    | 11.88    |
| CBR                   | C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)              | 6.90  | 10.50    | 12.60    | 13.90    |
|                       | C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)               | 3.37  | 8.15     | 9.25     | 9.68     |
| INDICE DE PLASTICIDAD | LIMITE LIQUIDO (%)                        | NP    | NP       | NP       | NP       |
|                       | LIMITE PLASTICO (%)                       | NP    | NP       | NP       | NP       |
|                       | INDICE DE PLASTICIDAD (%)                 | NP    | NP       | NP       | NP       |

#### Interpretación:

En la tabla 22, se determinó que el SN+30% de piedra yesera es el más apropiado en ser utilizado ya que alcanza los parámetros establecidos por el MTC.

## V. DISCUSION

Las discusiones han sido formuladas de acuerdo a los objetivos.

**Discusión 1:** La densidad máxima seca varía desde 1.56 gr/cm<sup>3</sup> a 1.94 gr/cm<sup>3</sup> para dosificación del 10%, 20% y 30% de piedra yesera, por lo tanto, el máximo valor de densidad máxima seca con piedra yesera se obtuvo en el 30% = 1.94gr/cm<sup>3</sup>.

Al respecto Fernández (2018), citado como antecedente nacional en su tema de investigación de tesis propuso desarrollar un estudio con mezcla de demolición asfáltica obteniendo una máxima densidad seca teniendo una variación de 10% (MDS=2.170 kg/cm<sup>3</sup>); 20% (MDS=2.170 kg/cm<sup>3</sup>) y el 30% MDS=2.158 kg/cm<sup>3</sup>, por lo tanto, el máximo valor de densidad máxima seca con mezcla de demolición asfáltica se obtuvo en el 20% (MDS=2.170 kg/cm<sup>3</sup>). Por otra parte, Lozano, Ruiz y Alfonso (2015) en su investigación obtuvieron como Densidad máxima de laboratorio un 1,686 gr/cm<sup>3</sup> con aditivo orgánico (terrazyme).

Como se puede observar los valores determinados para el OE1 son similares con antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

**Discusión 2:** El C.B.R. al 95% de M.D.S varía desde 8.15% a 9.68% para dosificación de 10%, 20% y 30% de piedra yesera por lo tanto el máximo valor de CBR se obtuvo en el 30% C.B.R. al 95% de M.D.S= 9.68%.

Al respecto, Machco (2019), citado como antecedente nacional en su tema de investigación propuso desarrollar un estudio aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante, teniendo una variación para C.B.R. al 100% de M.D.S desde (12%=18.40%, 14%=21.50% y 16%=25.80%) y para C.B.R. al 95% de M.D.S desde (12%=9.60%, 14%=10.90% y 16%=16.10%), por lo tanto el máximo valor de CBR se obtuvo en el 16% (CBR al 100% 01"= 25.80% y CBR al 95% 01"= 16.10%).

Mientras que, Montejol (2020) concluyó que la estabilización de suelos con ceniza de cáscara de arroz representa valores muy positivos con respecto a las mejoras que

causa en los suelos ofreciendo condiciones adversas para la construcción de carreteras, al aumentar sus valores de CBR y capacidad de soporte.

Como se puede observar los valores determinados para el OE2 son similares con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

**Discusión 3:** El índice de plasticidad no presenta.

Al respecto Calle y Arce (2018), citado como antecedente nacional en su tema de investigación propuso desarrollar un estudio con polímero acrílico teniendo como índice de plasticidad (no presenta). En cuanto al estudio de Pico (2016): en la primera excavación 0+500 y en las siguientes el límite líquido fue 0% y un índice de plasticidad 0% ya que es un suelo no plástico.

Como se puede observar los valores determinados para el OE3 son similares con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

**Discusión 4:** Se determinó que la estabilización de la subrasante se consideró el porcentaje del 30% de piedra yesera de acuerdo a los resultados obtenidos para la densidad máxima seca es de 1.94 gr/cm<sup>3</sup> y CBR al 95% de la MDS es de 9.68% y finalmente el índice de plasticidad no presentan.

Al respecto Oncoy (2018) citado como antecedente nacional en su tema de investigación propuso desarrollar un estudio con cal teniendo como objetivo general que es recomendable la utilización de cal para la estabilización de subrasantes. Mientras que, Parra (2018) concluyó en su investigación que, el porcentaje óptimo de cal es del 8% al igual que la ceniza, en lo referente a esfuerzos máximos, del 6% para cal y del 8% para ceniza en lo referente a rigidez, del 6% para cal y 4% de ceniza, referente a deformación.

Como se puede observar los valores determinados para el OG son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

## VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones han sido formuladas de acuerdo a los objetivos.

**Conclusión 1:** La densidad máxima seca varía desde 1.56 gr/cm<sup>3</sup> hasta 1.94 gr/cm<sup>3</sup> para dosificaciones del 10%, 20% y 30% de piedra yesera; alcanzando un máximo valor de 1.94 gr/cm<sup>3</sup> en la dosificación del 30% de piedra yesera, si es aceptable porque uvo una variación de la máxima densidad seca del suelo natural y aplicando los porcentajes de dosificación de piedra yesera.

**Conclusión 2:** El CBR al 95% de DMS) varía desde 8.15% hasta 9.68% para dosificaciones de 10%, 20% y 30% de piedra yesera; alcanzando un máximo valor de 9.68% en la dosificación del 30% de piedra yesera, por lo tanto, si es aceptable debido a que cumplen con los estándares de las categorías de subrasante dadas por el MTC.

**Conclusión 3:** No presenta índice de plasticidad porque es un suelo de tipo SP (arena mal graduada), si es aceptable porque cumplen con lo establecido de acuerdo al MTC.

**Conclusión 4:** Se determinó que la estabilización de la subrasante de vías no pavimentadas aplicando el suelo natural más 30% de piedra yesera obteniendo los resultados de la densidad máxima seca es de 1.94 gr/cm<sup>3</sup>, CBR al 95% de la DMS es de 9.68% y por último no presenta índice de plasticidad, si es aceptable porque cumplen con lo establecido de acuerdo al MTC.

## VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones han sido formuladas de acuerdo a los objetivos.

**Recomendación 1:** Se recomienda emplear hasta un máximo de 30% de piedra yesera para alcanzar una densidad máxima seca de 1.94 gr/cm<sup>3</sup>.

**Recomendación 2:** Se recomienda emplear hasta un máximo de 30% de piedra yesera para alcanzar un CBR al 95% de DMS=9.68%.

**Recomendación 3:** Se recomienda hacer los ensayos de LL, LP, IP y de acuerdo a que tipo suelo se podrá utilizar el agregado de piedra yesera.

**Recomendación 4:** Se recomienda emplear hasta un máximo de 30% de piedra yesera para alcanzar la densidad máxima seca de 1.94 gr/cm<sup>3</sup> y un CBR al 95% de la DMS de 9.68%.

**Recomendación 5:** Se recomienda seguir con el tema de investigación con diferentes materiales que nos permitan tener una buena estabilización de subrasante, con el agregado con piedra yesera; aplicando diferentes dosificaciones ya sea mayor o menor a lo utilizado.

**Recomendación 6:** Se recomienda seguir investigando el comportamiento del agregado de piedra yesera con diferentes tipos de suelos, empleando mismos porcentajes de dosificaciones para verificar cuanto varían o se semejan con los resultados obtenidos.

**Recomendación 7:** Finalmente se recomienda seguir investigando con temas relacionados con estabilización de subrasantes ya sea en vías urbanas o carreteras, para comparar en cual tendría mejor comportamiento de resistencia de acuerdo al CBR.

## REFERENCIAS

- Abraham, A., Mol, S., & Dethan, P. (2018). Estabilización de suelo de subgrado con agregado de hormigón demolido. *Revista internacional de investigación de ingeniería y tecnología (IRJET)*, 1866-1869. Obtenido de <https://www.irjet.net/archives/V5/i10/IRJET-V5I10358.pdf>
- Aksoy, E., & Gültekin, N. (2017). *Efectos del transporte en el desarrollo urbano: Sivrihisar, Turquía*. Obtenido de Wit Pret: <https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-the-built-environment/89/16796>
- Backus, B. (01 de febrero de 2021). *Prueba de compactación Proctor: una guía básica*. Obtenido de Gilson Company, INC: <https://www.globalgilson.com/blog/proctor-compaction-test-a-basic-guide>
- Bandara, N., Hettiarachchi, H., Jensen, E., & Binoy, T. (2020). Potencial de reciclaje de residuos industriales en el suelo Estabilización: uso de polvo de horno y cenizas volantes para Mejorar las subrasas de pavimento débiles encontradas en Michigan, EE. UU. *Revista del Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectónica, Universidad Tecnológica de Lawrence*, 1-13. doi:<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/17/7226/pdf>
- Braja M, D. (1983). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones* (Septima edición ed.).
- Calle Llactahuamaní, S. E., & Arce Huahuachampi, M. G. (2018). Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un Pavimento Convencional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6118>
- Carreteras, M. d. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Seccion Suelos y pavimentos*. Lima, Peru. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
- Daud, N., Jalil, F., & Celik, S. (2018). Los aspectos importantes de la estabilización de la subrasante para la construcción de carreteras. *IOP Publishing*, 1-10. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/512/1/012005/pdf>
- Duque Escobar, G., & Escobar Potes, C. (2002). *Mecánica de Suelos*. colombia.

- Egg, E. A. (2011). *Aprender a investigar nociones basicas para la investigacion social*. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Aprender-a-investigar-nociones-basicas-Ander-Egg-Ezequiel-2011.pdf.pdf>
- Espinace Abarzúa, R., & Sanhueza Plaza, C. (2004). *TEXTO GUÍA PARA LA CÁTEDRA DE MECÁNICA DE SUELOS*. Santiago de Chile.
- Fernandez Flores, N. (2018). Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida malecón checa, san juan de lurigancho en el 2017. (*Tesis de grado titulado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27076>
- Firoozi, A., Guney, O., & Firoozi, A. (2017). Fundamentos de la estabilización de suelos. *Geoingeniería*, 8 - 26. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-017-0064-9#citeas>
- Garnica Anguas, P., Gómez López, J. A., & Sesma Martínez, J. A. (2002). *Mecanica de Materiales para pavimentos*. Sanfandila. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt197.pdf>
- Heinz Dieti, S. (2008). *Nueva guia para la investigacion cientifica*. Lima. Obtenido de [http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/25/dieterich\\_steffan\\_heinz\\_nueva\\_guia\\_investigacion\\_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/25/dieterich_steffan_heinz_nueva_guia_investigacion_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Sexta edicion ed.). Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huanca Borda, A. R. (s.f.). *Mecanica de los suelos y cimentaciones* (Septima edicion ed.). Moquegua, Peru. Obtenido de [http://darbmc.weebly.com/uploads/3/1/9/9/31994183/mecnica\\_de\\_suelos\\_y\\_cimentaciones-\\_ing.\\_ngel\\_huanaca\\_borda.pdf](http://darbmc.weebly.com/uploads/3/1/9/9/31994183/mecnica_de_suelos_y_cimentaciones-_ing._ngel_huanaca_borda.pdf)
- Jimenez Panaque, R. (1998). *Metodologia de la investigacion*. Habana.
- Lozano Bocanegra, E., Ruiz Ramos, J. M., & Alfonso Perez, J. C. (2015). ANÁLISIS DEL MEJORAMIENTO DE UN SUELO DE SUBRASANTE CON UN ADITIVO ORGÁNICO. *Grado de ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, BOGOTÁ D.C., Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2977/4/TESIS%20-An%c3%a1lisis-mejoramiento-suelo-de-subrasante-con-aditivo-org%c3%a1nico.pdf>
- Machco Caranca, E. Y. (2019). Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla,

2019. (*tesis de grado de título*). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44888>
- Montejo Ramal, R. (2020). Materiales alternativos para estabilizar suelos: El uso de ceniza de cascara de arroz en vias de bajo transito de Piura. doi:<https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>
- MTC. (2014). *Manual de carreteras Suelos geología, geotecnia y pavimentos seccion suelos y paviementos*. Lima. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
- MTC. (2020). *Diagnostico de la situacion de las brechas de infraestructura o de acceso de servicios*. lima, Peru. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico\\_Brechas\\_PMI2021-2023.PDF](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico_Brechas_PMI2021-2023.PDF)
- MTC, M. d. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Seccion Suelos y paviementos*. Lima. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
- Olubanjo, A., Ogunribido, T., Ojo, O., Aduloju, M., & Ololade, O. (2018). Propiedades geotécnicas del suelo de la subrasante a lo largo de las porciones fallidas de la carretera Akungba-Ikare estabilizadas con rocas finas. *Revista asiática de investigación geológica*, 1-9. doi:[https://www.researchgate.net/publication/336409166\\_Geotechnical\\_Properties\\_of\\_Subgrade\\_Soil\\_along\\_Failed\\_Portions\\_of\\_Akungba-Ikare\\_Road\\_Stabilised\\_with\\_Rock\\_Fines/link/5d9f8863a6fdcc8fc346cbde/download](https://www.researchgate.net/publication/336409166_Geotechnical_Properties_of_Subgrade_Soil_along_Failed_Portions_of_Akungba-Ikare_Road_Stabilised_with_Rock_Fines/link/5d9f8863a6fdcc8fc346cbde/download)
- Oncoy Guerra, J. J. (2018). Estabilización con cal a nivel de subrasante de la carretera Huaraz – Marcac en la progresiva 0+000 – 2+000 - 2018. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26410>
- Parra Gomez, M. G. (2018). Estabilizacion de un suelo con cal y ceniza volante. (*tesis de grado de título*). Universidad Catolica de Bogota, Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE>

%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf

- Pereira, R., & Emmert, F. (2018). Estabilización de suelos con cal para la construcción de caminos forestales. *Floresta e Ambiente*, 1-8. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/floram/v25n2/2179-8087-floram-25-2-e20150077.pdf>
- Perez Valcarcel, J. (s.f.). *Conceptos generales de la mecanica del suelo*. Obtenido de <https://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Profesores/valcarcel/MaterM RHE-0809/1a-Mecanica%20Suelo.pdf>
- Péterfalvi, J., Primusz, P., Markó, G., & Kisfaludi, B. (2015). Evaluación del efecto de la subrasante estabilizada con cal sobre el desempeño de un pavimento de carretera experimental. *Revista croata de ingeniería forestal*, 269-282. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/283771145\\_Evaluation\\_of\\_the\\_Effect\\_of\\_Lime-Stabilized\\_Subgrade\\_on\\_the\\_Performance\\_of\\_an\\_Experimental\\_Road\\_Pavement](https://www.researchgate.net/publication/283771145_Evaluation_of_the_Effect_of_Lime-Stabilized_Subgrade_on_the_Performance_of_an_Experimental_Road_Pavement)
- Pico Nuñez, J. C. (2016). Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de las vías entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la parroquia Benítez cantón san pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para la realizar el diseño de pavimentos de la misma. (*Tesis de grado titulo*). Universidad Tecnica de Ambato, Ambato - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24050>
- Ramirez Gonzales, A. (2015). *Metodologia de la investigacion cientifica*. Cali Colombia. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>
- Ruiz Bolíva, C. (2017). *Programa Interinstitucional Doctorado en Educación*. México: Elite. Obtenido de <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisduran/wp-content/uploads/2015/11/CONFIABILIDAD.pdf>
- Salinas, P. J. (2010). *Metodologia de Investigacion Cientifica*. Merida Venezuela. Obtenido de [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia\\_investigacion.pdf;jsessionid=3E2C8B61A9B472924D43A6868BAEF503?sequence=1](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_investigacion.pdf;jsessionid=3E2C8B61A9B472924D43A6868BAEF503?sequence=1)
- Soliú, H. (2020). Estabilización del suelo de cemento como técnica de mejora para subrasantes de vías férreas y subbase de carreteras y cursos de base: una revisión. *Journal of Civil & Environmental Engineering*, 2-6. Obtenido de <https://www.hilarispublisher.com/open-access/cement-soil-stabilization-as-an->

improvement-technique-for-rail-track-subgrade-and-highway-subbase-and-base-courses-a-review-45007.html

- Sohaib, N., Sarfraz, M., & Sana, G. (2018). Uso de polímero acrílico para la estabilización de suelos arcillosos. *Revista Internacional de Investigación Científica e Ingeniería*, 433-438. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/329558519\\_Use\\_of\\_Acrylic\\_polymer\\_for\\_stabilization\\_of\\_clayey\\_soil/link/5c0f9c23a6fdcc494febcdfc/download](https://www.researchgate.net/publication/329558519_Use_of_Acrylic_polymer_for_stabilization_of_clayey_soil/link/5c0f9c23a6fdcc494febcdfc/download)
- Spina, V. L. (2016). *ESTUDIO DEL YESO TRADICIONAL EN ESPAÑA Yacimientos, canteras, hornos y la arquitectura tradicional, su estado de conservación y propuestas de itinerarios visitables para su revalorización y difusión*. Cartagena, Colombia. Obtenido de <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:26b566fa-f65d-4e8c-a0fe-ce486ba47060/estudio-del-yeso-tradicional-en-espaa-fase-2.pdf>
- enCate Geosynthetics. (10 de junio de 2019). *Beneficios de la estabilización de subgrade utilizando geosintética versus estabilización química (suelo tratado con cal / cemento)*. Obtenido de [https://www.tencategeo.us/media/81acbc61-78a3-4d04-b081-80bef1d88657/41\\_fVw/TenCate%20Geosynthetics/Documents%20AMER/Technical%20Notes/General%20Technical%20Notes/TN\\_Chem%20Stab.pdf](https://www.tencategeo.us/media/81acbc61-78a3-4d04-b081-80bef1d88657/41_fVw/TenCate%20Geosynthetics/Documents%20AMER/Technical%20Notes/General%20Technical%20Notes/TN_Chem%20Stab.pdf)
- Valderrama Mendoza, S. (2016). *Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigacion Científica*. Lima.

## **ANEXOS**

### **Anexo1**

#### **Tabla 25:** Matriz de consistencia

**Tesis:** Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021

**Autor:** Ronald Wualdir Sialer Valdivieso

| PROBLEMAS  | OBJETIVOS   | HIPOTESIS  | VARIABLES                                | DIMENSIONES | INDICADORES  | METODOLOGIA  |
|--|---|--|--|-------------|--|--|
| <b>GENERAL</b><br>¿Cuánto se estabiliza la subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021?                       | <b>GENERAL</b><br>Determinar la estabilización la subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.                         | <b>GENERAL</b><br>La subrasante de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera se estabiliza significativamente - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.                      | V1: <b>Piedra yesera</b>                 |             | D1: Propiedades físicas<br><br>D2: Dosificación<br><br>D3: Granulometría                                     | I1: Dureza<br>I2: Peso específico<br>I3: Solubilidad<br><br>I1: 10%<br>I2: 20%<br>I3: 30%<br><br>I1: % retenido<br>I2: % acumulado<br>I3: % acumulado que pasa<br><br>Método: Científico<br><br>Según Heinz (2008) el método científico intenta explicar las ocurrencias naturales (fenómenos) del universo mediante el uso de un método lógico, consistente y sistemático de investigación, recopilación de información (datos), análisis de datos (hipótesis), prueba (experimento) y refinamiento para llegar a una explicación bien probada, bien documentada que está bien respaldada por evidencia, llamada teoría. (p.21).<br><br>Tipo: Aplicada.<br><br>Según Jiménez (1998) La investigación aplicada está diseñada para resolver problemas prácticos del mundo moderno, más bien que adquirir conocimiento por el conocimiento. Se podría decir que el objetivo del científico aplicado es mejorar la condición humana (p.14). |
| <b>ESPECIFICOS</b><br>¿Cuánto varía la máxima densidad seca en subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.? | <b>ESPECIFICOS</b><br>Estimar la variación de la máxima densidad seca en subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021. | <b>ESPECIFICAS</b><br>La máxima densidad seca varía significativamente en subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021. |  |             | D1: Densidad máxima seca<br><br>I1: Densidad máxima<br>I2: Densidad mínima<br>I3: Densidad relativa          | Nivel: Explicativo<br><br>Según EEG (2011) el nivel explicativo en una investigación es donde el investigador está tratando de identificar las causas y efectos de cualquier fenómeno que esté estudiando (p.32).<br><br>Diseño: experimental.<br><br>Según Valderrama (2016) El diseño experimental significa crear un conjunto de procedimientos para probar una hipótesis. Este diseño se realiza organizando la recopilación de datos, define el análisis estadístico de los datos resultantes y guía la interpretación de los resultados (p.176).<br><br>Población  |
| ¿Cuánto varía el cbr en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021?                    | Cuantificar la variación del cbr en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.                 | El cbr varía significativamente en la estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.                   | V2: <b>Estabilización de subrasantes</b> |             | D2: CBR<br><br>I1: % optimo contenido de humedad<br>I2: Modulo de resiliencia<br>I3: Clasificación de suelos | Según, Salinas (2010) la población se puede explicar cómo un grupo integral de individuos, instituciones, objetos, entre otros, que tienen características comunes que son el interés de un investigador (p.59).<br><br>Muestra<br><br>Según, Salinas (2010) la muestra son los elementos seleccionados (personas u objetos) elegidos para participar en un estudio (p.59).<br><br>Muestreo<br><br>Para, Salinas (2010) es el proceso de seleccionar un grupo de personas, eventos, comportamientos u otros elementos con los que realizar un estudio (p.60).  |
| ¿Cuánto varía la índice plasticidad en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021?                    | Determinar la variación del índice de plasticidad en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.               | El índice de plasticidad varía significativamente en la estabilización de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.                |  |             | D3: Índice Plasticidad<br><br>I1: Limite liquido<br>I2: Limite plástico<br>I3: Índice de plasticidad         | Técnica: observación directa.<br><br>Según, Ramírez (2015) es una técnica de recopilación de datos en el que un investigador simplemente ve o escucha a los sujetos de la investigación, sin hacer preguntas específicas ni manipular ninguna variable. El método de observación directa es útil en la investigación de evaluación o en la investigación de campo (p.33).<br><br>Instrumentos: ficha de recopilación de datos.<br><br>Según, Salinas (2010) los instrumentos de recopilación de datos consisten en formatos de recopilación de datos (como el cuestionario) y sus protocolos asociados (que son una instrucción manual y metodología), que proporcionan un insumo a las herramientas (p.68).   |

## Anexo 2:

Instrumento de recolección de datos

### SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

**AUTOR:** Ronald Wualdir Sialer Valdivieso

|                             |  |                       |                           | EXPERTO     |
|-----------------------------|--|-----------------------|---------------------------|-------------|
|                             |  |                       |                           | A           |
| I.-                         | <b>INFORMACION GENERAL:</b>  |                       |                           | 1           |
|                             | UBICACIÓN: Carretera panamericana norte - km 799 a espaldas de la ladrillera lark. |                       |                           |             |
|                             | DISTRITO:  | LAMBAYEQUE            | ALTITUD: 2 msnm           |             |
|                             | PROVINCIA:   | LAMBAYEQUE            | LATITUD: 6º 40' 40.74"    |             |
|                             | REGION:  | LAMBAYEQUE            | LONGITUD: 79º 54' 32.14". |             |
| II.                         | <b>PROPIEDADES FISICAS</b>   |                       |                           | 0.7         |
|                             | Dureza   | Peso específico       | Solubilidad               |             |
| III.                        | <b>DOSIFICACION</b>  |                       |                           | 0.9         |
|                             | 10%  | 20%                   | 30%                       |             |
| IV.                         | <b>GRANULOMETRIA</b>   |                       |                           | 1           |
|                             | % retenido   | % acumulado           | % acumulado que pasa      |             |
| V.                          | <b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>  |                       |                           | 0.9         |
|                             | Densidad máxima  | Densidad mínima       | Densidad relativa         |             |
| VI.                         | <b>CBR</b>   |                       |                           | 0.9         |
|                             | Optimo contenido de humedad  | Módulo de resiliencia | Clasificación de suelos   |             |
| VII.                        | <b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>   |                       |                           | 1           |
|                             | Limite liquido   | Limite plástico       | Índice de plasticidad     |             |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> | ANTON ANGELES HARDY ALEX   |                       |                           | <b>0.91</b> |
| <b>PROFESION:</b>           | INGENIERO CIVIL  |                       |                           |             |
| <b>REGISTRO CIP No:</b>     | 111540   |                       |                           |             |
| <b>EMAIL:</b>               |  |                       |                           |             |
| <b>TELEFONO:</b>            |  |                       |                           |             |

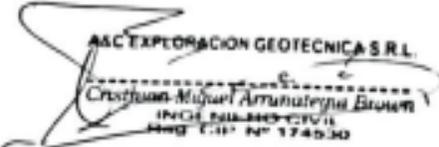

 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTOR DE OBRAS CIVILES  
 Hardy Alex Anton Angulo  
 REGISTRO CIP N° 111540

## SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

**AUTOR:** Ronald Wuoldir Sialer Valdivieso

|                             |  |  |                           | EXPERTO |
|-----------------------------|--|--|---------------------------|---------|
|                             |  |  |                           | B       |
| I.-                         | <b>INFORMACION GENERAL:</b>  |  |                           | 1.00    |
|                             | UBICACIÓN: Carretera panamericana norte - km 799 a espaldas de la ladrillera lark. |  |                           |         |
|                             | DISTRITO:  | LAMBAYEQUE   | ALTITUD: 2 msnm           |         |
|                             | PROVINCIA:   | LAMBAYEQUE   | LATITUD: 6º 40' 40.74"    |         |
|                             | REGION:  | LAMBAYEQUE   | LONGITUD: 79º 54' 32.14". |         |
| II.                         | <b>PROPIEDADES FISICAS</b>   |  |                           | 0.50    |
|                             | Dureza   | Peso específico  | Solubilidad               |         |
| III.                        | <b>DOSIFICACION</b>  |  |                           | 1.00    |
|                             | 10%  | 20%  | 30%                       |         |
| IV.                         | <b>GRANULOMETRIA</b>   |  |                           | 0.90    |
|                             | % retenido   | % acumulado  | % acumulado que pasa      |         |
| V.                          | <b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>  |  |                           | 0.90    |
|                             | Densidad máxima  | Densidad mínima  | Densidad relativa         |         |
| VI.                         | <b>CBR</b>   |  |                           | 0.80    |
|                             | Optimo contenido de humedad  | Módulo de resiliencia  | Clasificación de suelos   |         |
| VII.                        | <b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>   |  |                           | 0.95    |
|                             | Limite liquido   | Limite plástico  | Índice de plasticidad     |         |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> |  | ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL   |                           | 0.86    |
| <b>PROFESION</b>            |  | INGENIERO CIVIL  |                           |         |
| <b>REGISTRO CIP No:</b>     |  | 174530   |                           |         |
| <b>EMAIL:</b>               |  | <a href="mailto:aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com">aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com</a> |                           |         |
| <b>TELEFONO:</b>            |  | 944670804  |                           |         |

  
**AAC EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.**  
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown  
 INGE. BILBAO CIVIL  
 REG. CIP N° 174530

## SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

**AUTOR:** Ronald Wualdir Sialer Valdivieso

|                             |  |                              |                           | EXPERTO<br>C |
|-----------------------------|--|------------------------------|---------------------------|--------------|
| I.-                         | <b>INFORMACION GENERAL:</b>  |                              |                           | 1            |
|                             | UBICACIÓN: Carretera panamericana norte - km 799 a espaldas de la ladrillera lark. |                              |                           |              |
|                             | DISTRITO:  | LAMBAYEQUE                   | ALTITUD: 2 msnm           |              |
|                             | PROVINCIA:   | LAMBAYEQUE                   | LATITUD: 6° 40' 40.74"    |              |
|                             | REGION:  | LAMBAYEQUE                   | LONGITUD: 79° 54' 32.14". |              |
| II.                         | <b>PROPIEDADES FISICAS</b>   |                              |                           | 0.65         |
|                             | Dureza   | Peso específico              | Solubilidad               |              |
| III.                        | <b>DOSIFICACION</b>  |                              |                           | 0.90         |
|                             | 10%  | 20%                          | 30%                       |              |
| IV.                         | <b>GRANULOMETRIA</b>   |                              |                           | 0.95         |
|                             | % retenido   | % acumulado                  | % acumulado que pasa      |              |
| V.                          | <b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>  |                              |                           | 1            |
|                             | Densidad máxima  | Densidad mínima              | Densidad relativa         |              |
| VI.                         | <b>CBR</b>   |                              |                           | 0.95         |
|                             | Optimo contenido de humedad  | Módulo de resiliencia        | Clasificación de suelos   |              |
| VII.                        | <b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>   |                              |                           | 1            |
|                             | Limite liquido   | Limite plástico              | Indice de plasticidad     |              |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> |  | FERNANDEZ RIOS JOSEPH MANUEL |                           | <b>0.92</b>  |
| <b>PROFESION</b>            |  | INGENIERO CIVIL              |                           |              |
| <b>REGISTRO CIP No:</b>     |  | 233344                       |                           |              |
| <b>EMAIL:</b>               |  | chemo2206@hotmail.com        |                           |              |
| <b>TELEFONO:</b>            |  | 995825488                    |                           |              |

  
**JOSEPH MANUEL FERNANDEZ RIOS**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP. 233344**

**Anexo 3:**

Carta de presentación



Los Olivos, 05 de marzo del 2021

**CARTA N°040-2021/EP-ING-CIV-UCV**

Señor  
Chapilliquen Chapilliquen Esther

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante SIALER VALDIVIESO, RONALD WUALDIR con código de matrícula N°7002557773 quien en el semestre académico 2020-2 se encuentra en la etapa de desarrollo de la tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, asimismo, nuestro estudiante solicita recabar información de levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos la cual será para el desarrollando, titulada **"Estabilización de Subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021"**.

Agradezco anticipadamente su gentil atención y su apoyo a favor de nuestro estudiante.

En tal sentido, si fuera posible de remitirle la información al correo electrónico wualdir30@gmail.com

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,

**Mg. Doris Lina Huamán Baldeón**  
Coordinadora  
EP de Ingeniería Civil

Yanet

25621160

**Anexo 4:**

Certificado de la calibración de la estación.



**Survey Rental & Sales** S.A.C.

when it has to be right 

Distribuidor y Servicio Técnico Autorizado de Leica Geosystems

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

N° 22182-20

San Isidro - 3 junio 2020

A petición de GRUJALVA GARCIA CARLOS AUGUSTO, la empresa SURVEY RENTAL & SALES SAC, le expide el presente Certificado de Calibración por un (01);

**ESTACION TOTAL MARCA GEOMAX MODELO ZOOM35 PRO3" A10**

Con N° de serie 2832390, dicho instrumento ha sido revisado y calibrado todos los puntos en nuestro laboratorio y se encuentra en perfecto estado de funcionamiento de acuerdo a los estándares internacionales establecidos (DIN18723).

Equipo de calibración utilizado :

| Equipo/Modelo  | Marca  | Serie   | Temperatura |
|----------------|--------|---------|-------------|
| ESTACION TOTAL | GEOMAX | 2837706 | 25°C        |

Resultado :

| Valor de Patrón  | Valor Obtenido | Precisión Angular | Error Medido |
|------------------|----------------|-------------------|--------------|
| VR: 360° 00' 00" | 360° 00' 01"   | 03"               | 01"          |
| HZ: 180° 00' 00" | 180° 00' 01"   | 03"               | 01"          |

Medición de distancia con Prisma

| BASE    | DISTANCIA OBTENIDA | PRECISION LINEAL | DIFERENCIA |
|---------|--------------------|------------------|------------|
| 12.6455 | 12.6458            | 1.5 mm +2 ppm    | 0.0003     |
| 29.8866 | 29.8869            | 1.5 mm +2 ppm    | 0.0003     |

Medición de distancia sin Prisma

| BASE    | DISTANCIA OBTENIDA | PRECISION LINEAL | DIFERENCIA |
|---------|--------------------|------------------|------------|
| 16.5978 | 16.5984            | 2 mm + 2 ppm     | 0.0006     |
| 30.0421 | 30.0427            | 2 mm + 2 ppm     | 0.0006     |

\*Las unidades de distancia están expresadas en metros(m).

Certificado Por:

Ing. José Guispe Peña

Supervisor de Laboratorio



JOSE MANUEL GUISEPÉ R.  
ING. ELECTROINGENIERO EN SERVICIO TÉCNICO

Fecha Calibración:

3 junio 2020

Fecha Prox. Calibración:

3 noviembre 2020

---

📍 Av. Dos de Mayo 1660-1664 - San Isidro

☎ Central: (51) 204-6430

🔧 Servicio Técnico : (511) 204-6440

✉ ventas@surveyrental.com.pe

🌐 [www.surveyrental.com.pe](http://www.surveyrental.com.pe)

CERTIFICADO CALIBRADO

**BRONZE**





## Anexo 5

### Ensayos de laboratorio

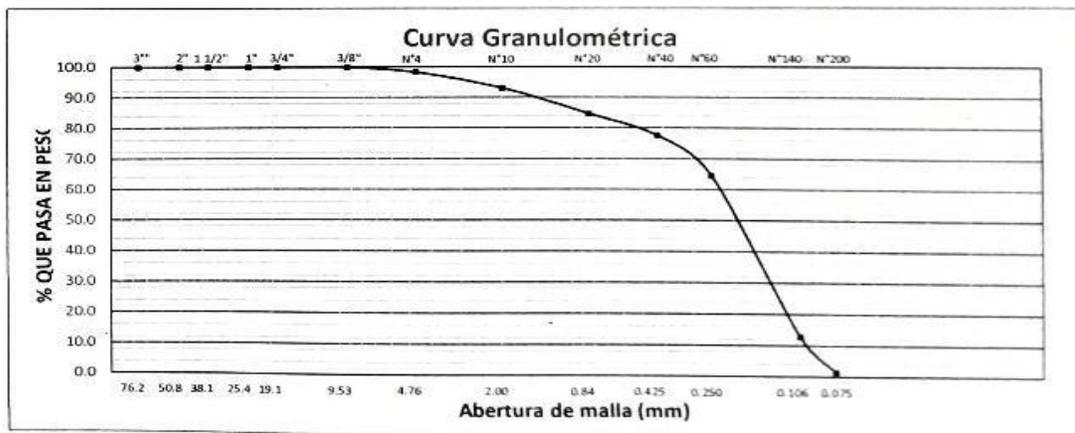
#### Anexo 5.1: Ensayo granulométrico y límites de atterberg.



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda**  
 Mecánica de Suelos - Geotecnia - Estradas - Oficina de Tecnología  
 Consultoría - Laboratorio - Equipos - Construcción de Plantas  
 Av. Chiclayo No. 1211 - 1507 - San Carlos - Tarma - 074 228441 - Cel: 975175603 - 948878864  
 www.aandcexploraciongeotecnicaymecanicadelsuelos.com

**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA -  
 HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**FECHA** : 8/03/2021  
**MEZCLA** : SUELO NATURAL

| ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO |         |        |               |                    |                      | NTP 339 - 128 |                               |
|--------------------------------------|---------|--------|---------------|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|
| ABERTURA DE MALLA                    | (Pulg.) | (mm)   | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA    | DESCRIPCION DE LA MUESTRA     |
|                                      |         |        |               |                    |                      |               |                               |
| 3"                                   |         | 76.200 |               |                    |                      |               | PESO INICIAL (gr.) : 140.86   |
| 2"                                   |         | 50.800 |               |                    |                      |               | PESO LAVADO (gr.) : 2.05      |
| 1 1/2"                               |         | 38.100 |               |                    |                      |               | CALICATA : C - 01             |
| 1"                                   |         | 25.400 |               |                    |                      |               | MUESTRA : M - 01              |
| 3/4"                                 |         | 19.050 |               |                    |                      |               | PROFUNDIDAD : 1.5 m           |
| 3/8"                                 |         | 9.525  | ---           | ---                | ---                  | 100.00        | ZONA : ---                    |
| N° 4                                 |         | 4.760  | 2.42          | 1.72               | 1.72                 | 98.28         | LIMITE LIQUIDO (%) : 0.00     |
| N° 10                                |         | 2.000  | 7.28          | 5.17               | 6.89                 | 93.11         | LIMITE PLASTICO (%) : 0.00    |
| N° 20                                |         | 0.840  | 11.90         | 8.45               | 15.33                | 84.67         | INDICE PLASTICIDAD (%) : 0.00 |
| N° 40                                |         | 0.425  | 9.99          | 7.09               | 22.43                | 77.57         |                               |
| N° 60                                |         | 0.250  | 18.33         | 13.01              | 35.44                | 64.56         | SUCS : SP                     |
| N° 140                               |         | 0.106  | 72.94         | 51.78              | 87.22                | 12.78         | Arena pobremente graduada     |
| N° 200                               |         | 0.075  | 15.95         | 11.32              | 98.54                | 1.46          | AASHTO : A-3 (0)              |
| < N° 200                             |         | FONDO  | 2.05          | 1.46               | 100.00               | 0.00          |                               |



Nota :

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Armattegui Chauhan  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristian Miguel Armattegui Chauhan  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.O.T. N° 474530



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda**  
 Mecánica de Suelos, Geotecnia, Asfalto, Física de Suelos,  
 Hidrología, Laboratorio, Calentamiento, Pruebas de Carreteras  
 Calle: Av. Chiclayo No. 1311 - Chiclayo, Lambayeque - Perú. Telf: 074 228881 - 074 22815503 - 944670804  
 www.aandcexploraciongeotecnicaymecanicasuelos.com - aandcexploraciongeotecnicaymecanicasuelos@comcast.net

**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK |  
**FECHA** : 8/03/2021  
**MEZCLA** : SUELO NATURAL

| ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG |                |  |                 |  |
|--------------------------------|----------------|--|-----------------|--|
| NTP 339 - 129                  |                |  |                 |  |
| DATOS DEL ENSAYO               | LÍMITE LÍQUIDO |  | LÍMITE PLÁSTICO |  |
| N° de Tara                     |                |  |                 |  |
| N° de Golpes                   |                |  |                 |  |
| Tara + Suelo húmedo            |                |  |                 |  |
| Tara + Suelo seco              | N. P.          |  | N. P.           |  |
| Peso del Agua                  |                |  |                 |  |
| Peso de la Tara                |                |  |                 |  |
| Peso del Suelo Seco            |                |  |                 |  |
| Porcentaje de Humedad          |                |  |                 |  |



| LÍMITES DE CONSISTENCIA |      |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido          | 0.00 |
| Límite Plástico         | 0.00 |
| Índice de Plasticidad   | 0.00 |

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| CALICATA             | C - 01 / M - 01 |
| Profundidad          | 1.5 m           |
| Clasificación SUCS   | SP              |
| Clasificación AASHTO | A-3 (0)         |

**Nota** : \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Armonategui Chaman  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

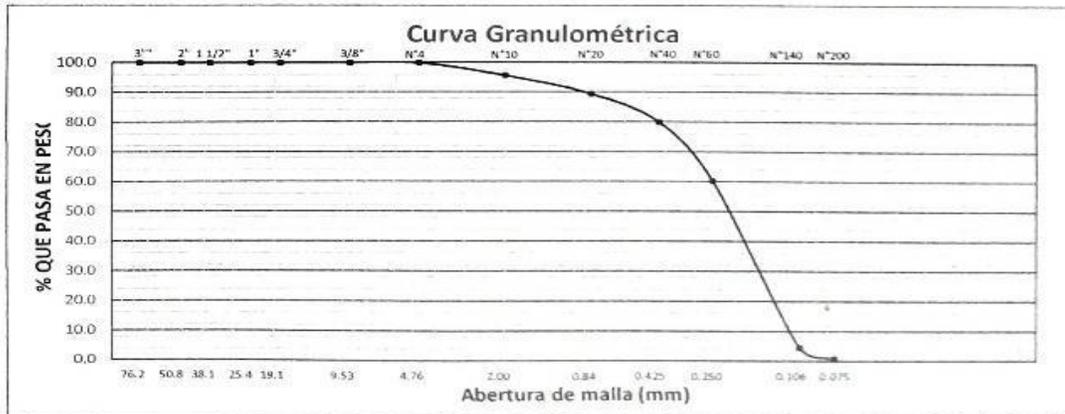
Cristian Miguel Armonategui Chaman  
INGENIERO CIVIL  
REG. Nº 117-20030



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**  
 Mecánica de Suelos y cimentaciones, Geotecnia, Asfalto, Estudios de Terzaghi, Catástrofes, Cimentación, Proyecto de Cimentación  
 Propio: Av. Chiclayo #2111, 7501 - San Carlos, Tarma 074 - 28844, Cel: 978335602, 984870894  
 www.aandcexploraciongeotecnica.com, aandcexploraciongeotecnica@gmail.com

**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**FECHA** : 8/03/2021  
**MEZCLA** : SUELO NATURAL

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO |        |               |                    |                      |            |                               |
|--------------------------------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|-------------------------------|
| NTP 339 - 128                        |        |               |                    |                      |            |                               |
| ABERTURA DE MALLA                    |        | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA     |
| (Pulg.)                              | (mm)   |               |                    |                      |            |                               |
| 3"                                   | 76.200 |               |                    |                      |            | PESO INICIAL (gr.) : 140.42   |
| 2"                                   | 50.800 |               |                    |                      |            | PESO LAVADO (gr.) : 1.31      |
| 1 1/2"                               | 38.100 |               |                    |                      |            | CALICATA : C - 02             |
| 1"                                   | 25.400 |               |                    |                      |            | MUESTRA : M - 02              |
| 3/4"                                 | 19.050 |               |                    |                      |            | PROFUNDIDAD : 1.5 m           |
| 3/8"                                 | 9.525  | ---           | ---                | ---                  | 100.00     | ZONA : ---                    |
| N° 4                                 | 4.760  | 0.14          | 0.10               | 0.10                 | 99.90      | LIMITE LIQUIDO (%) : 0.00     |
| N° 10                                | 2.000  | 5.97          | 4.25               | 4.35                 | 95.65      | LIMITE PLASTICO (%) : 0.00    |
| N° 20                                | 0.840  | 8.81          | 6.27               | 10.63                | 89.37      | INDICE PLASTICIDAD (%) : 0.00 |
| N° 40                                | 0.425  | 13.34         | 9.50               | 20.13                | 79.87      |                               |
| N° 60                                | 0.250  | 27.61         | 19.66              | 39.79                | 60.21      | SUCS : SP                     |
| N° 140                               | 0.106  | 78.07         | 55.60              | 95.39                | 4.61       | Arena pobremente graduada     |
| N° 200                               | 0.075  | 5.17          | 3.68               | 99.07                | 0.93       | AASHTO : A-3 (0)              |
| < N° 200                             | FONDO  | 1.31          | 0.93               | 100.00               | 0.00       |                               |



Nota :

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Miguel A. Armattegui Chuman  
 LABORATORISTA

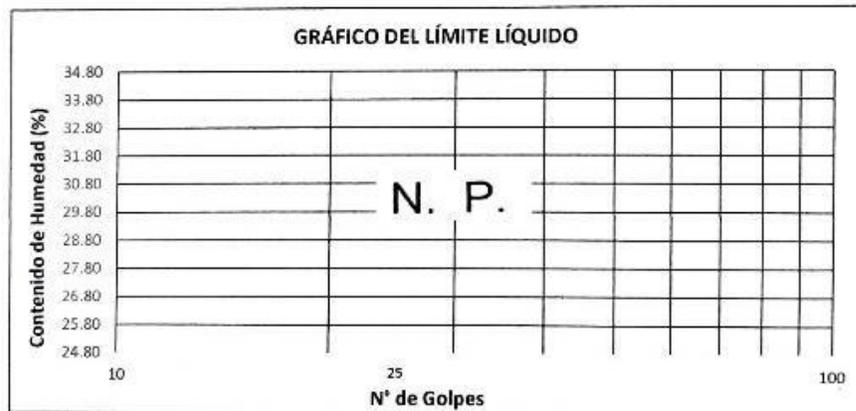
A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Armattegui Brown  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIVIL N° 474510



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**  
 Mecánica de Suelos, Geotecnia, Asfalto, Drenaje de Estructuras,  
 Consolidación, Labores de Laboratorio, Camaritas, Muestreo de Carreteras  
 Prolog. Av. Chiclayo 882, 73° 18' 15" S, 78° 50' 00" W, San Carlos - Tumbes  
 Tumbes, Perú. Tel: 074 228446, Cel: 973175503, 944670894  
 www.aandcexploraciongeotecnicaaandc.com aandcexploraciongeotecnicaaandc@hotmail.com

**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA -  
 HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**FECHA** : 8/03/2021  
**MEZCLA** : SUELO NATURAL

| ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG |  |                |  |                 |
|--------------------------------|--|----------------|--|-----------------|
| NTP 339 - 129                  |  |                |  |                 |
| DATOS DEL ENSAYO               |  | LÍMITE LÍQUIDO |  | LÍMITE PLÁSTICO |
| N° de Tara                     |  |                |  |                 |
| N° de Golpes                   |  |                |  |                 |
| Tara + Suelo húmedo            |  |                |  |                 |
| Tara + Suelo seco              |  | N. P.          |  | N. P.           |
| Peso del Agua                  |  |                |  |                 |
| Peso de la Tara                |  |                |  |                 |
| Peso del Suelo Seco            |  |                |  |                 |
| Porcentaje de Humedad          |  |                |  |                 |



| LÍMITES DE CONSISTENCIA |      |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido          | 0.00 |
| Límite Plástico         | 0.00 |
| Índice de Plasticidad   | 0.00 |

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| CALICATA             | C - 02 / M - 02 |
| Profundidad          | 1.5 m           |
| Clasificación SUCS   | SP              |
| Clasificación AASHTO | A-3 (0)         |

**Nota** :

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
  
 Miguel A. Arruñategui Chumán  
 LABORATORISTA

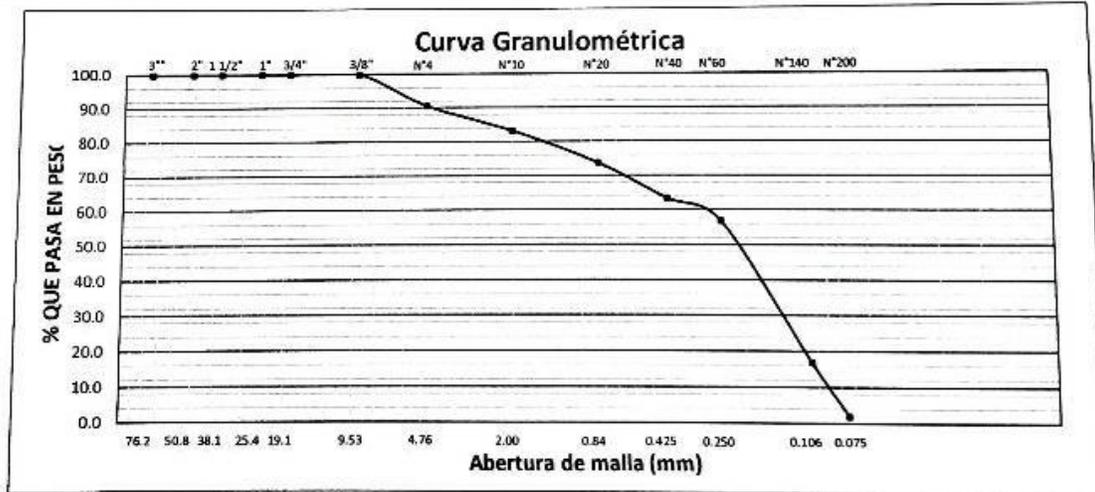
A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
  
 Cristian Miguel Arruñategui Chumán  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 174830

A&C - IG - 082 - 21



**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**FECHA** : 8/03/2021  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO |        |               |                    |                      |            |                           |         |
|--------------------------------------|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------|---------------------------|---------|
| NTP 339 - 128                        |        |               |                    |                      |            |                           |         |
| ABERTURA DE MALLA                    |        | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |         |
| (Pulg.)                              | (mm)   |               |                    |                      |            |                           |         |
| 3"                                   | 76.200 |               |                    |                      |            | PESO INICIAL (gr.)        | 414.44  |
| 2"                                   | 50.800 |               |                    |                      |            | PESO LAVADO (gr.)         | 8.10    |
| 1 1/2"                               | 38.100 |               |                    |                      |            | CALICATA                  | C - 03  |
| 1"                                   | 25.400 |               |                    |                      |            | MUESTRA                   | M - 03  |
| 3/4"                                 | 19.050 |               |                    |                      |            | PROFUNDIDAD               | 1.5 m   |
| 3/8"                                 | 9.525  | ---           | ---                | ---                  | 100.00     | ZONA                      | ---     |
| N° 4                                 | 4.760  | 39.32         | 9.49               | 9.49                 | 90.51      | LIMITE LIQUIDO (%)        | 0.00    |
| N° 10                                | 2.000  | 30.19         | 7.28               | 16.77                | 83.23      | LIMITE PLASTICO (%)       | 0.00    |
| N° 20                                | 0.840  | 39.42         | 9.51               | 26.28                | 73.72      | INDICE PLASTICIDAD (%)    | 0.00    |
| N° 40                                | 0.425  | 42.75         | 10.32              | 36.60                | 63.40      | SUCS                      | SP      |
| N° 60                                | 0.250  | 26.83         | 6.47               | 43.07                | 56.93      | Arena pobremente graduada |         |
| N° 140                               | 0.106  | 166.03        | 40.06              | 83.13                | 16.87      | AASHTO                    | A-3 (0) |
| N° 200                               | 0.075  | 61.80         | 14.91              | 98.05                | 1.95       |                           |         |
| < N° 200                             | FONDO  | 8.10          | 1.95               | 100.00               | 0.00       |                           |         |



**Nota** :

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Amurategui Chauhan  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Amurategui Brown  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.O.T. N° 174530



**A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

Mecánica de Suelos - Geotecnia - Asfalto - Física de Suelos  
 Laboratorio - Camaritas - Diseño de Cimentaciones

Prolog. Av. Chiclayo-Ma. 737 Lt. 7507 - 5to. C. Capital - Tel: 074 228444 / Ext. 578375503 - 54475994  
 www.a&cexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@comcast.net

**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**FECHA** : 8/03/2021  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL

| ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG |                |  |                 |
|--------------------------------|----------------|--|-----------------|
| NTP 339 - 129                  |                |  |                 |
| DATOS DEL ENSAYO               | LÍMITE LÍQUIDO |  | LÍMITE PLÁSTICO |
| N° de Tara                     |                |  |                 |
| N° de Golpes                   |                |  |                 |
| Tara + Suelo húmedo            |                |  |                 |
| Tara + Suelo seco              | N. P.          |  | N. P.           |
| Peso del Agua                  |                |  |                 |
| Peso de la Tara                |                |  |                 |
| Peso del Suelo Seco            |                |  |                 |
| Porcentaje de Humedad          |                |  |                 |



| LÍMITES DE CONSISTENCIA |      |
|-------------------------|------|
| Límite Líquido          | 0.00 |
| Límite Plástico         | 0.00 |
| Índice de Plasticidad   | 0.00 |

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| CALICATA             | C - 03 / M - 03 |
| Profundidad          | 1.5 m           |
| Clasificación SUCS   | SP              |
| Clasificación AASHTO | A-3 (0)         |

**Nota** :

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Miguel A. Amantequi Chauhan  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Amantequi Brown  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CHL N° 174530

A&C - LG - 082 - 21

## Anexo 5.2: Ensayo de Proctor modificado



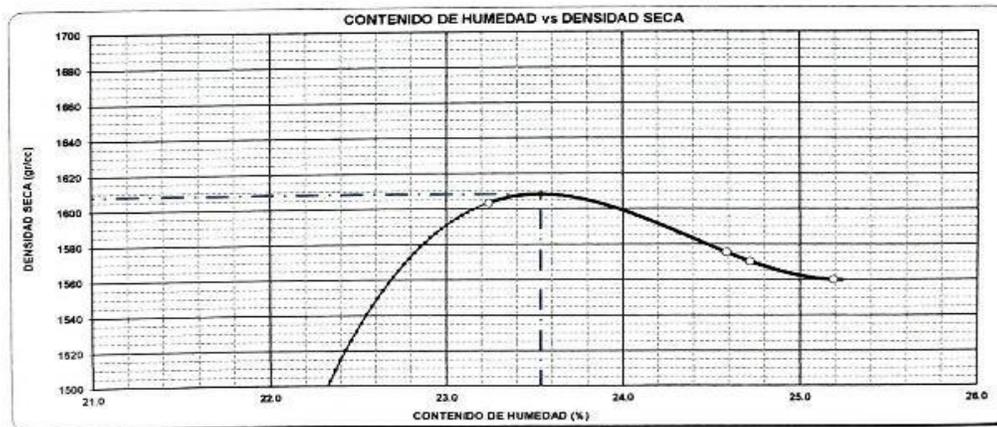
**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.**  
 Mecánica de Suelos: Oficina de Suelos, Oficina de Estudios Geotécnicos, Oficina de Geotecnia  
 Geotecnia: Oficina de Estudios Geotécnicos, Oficina de Geotecnia  
 Pring. Av. L. Huaco, Mz. 23 "E" 1507 "A" San Carlos, Telf: 074 - 228441 / Cel: 97375593 / 949578954  
 www.aandcexploraciongeotecnicaymecanicadesuelos.com

|             |   |
|-------------|---|
| SOLICITANTE | : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  |
| TESIS       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |
| UBICACIÓN   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |
| MATERIAL    | : SUELO NATURAL   |
| CAICATA     | : C - 01  |
| FECHA       | : 09/03/2021  |

### PROCTOR ESTANDAR

| MOLDE                                     | UNID                  | 1     | 2     | 3     | 4      |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|--------|
| 1.- Peso de la muestra compactada + molde | (gr)                  | 10253 | 10224 | 10216 | 10205  |
| 2.- Peso del molde                        | (gr)                  | 6056  | 6055  | 6056  | 6057   |
| 3.- Volume del molde                      | (cm <sup>3</sup> )    | 2124  | 2124  | 2124  | 2124   |
| 3.- Peso Suelo Humedo Compactado          | (gr)                  | 4197  | 4169  | 4160  | 4148   |
| 4.- Densidad humedad                      | (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1976  | 1963  | 1959  | 1953   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                      |                       |       |       |       |        |
| 5.- N° de tara                            |                       | A     | B     | C     | D      |
| 6.- Peso de tara + suelo húmedo           |                       | 444.4 | 443.3 | 439.2 | 450.32 |
| 7.- Peso de tara + suelo seco             |                       | 376.0 | 371.1 | 368.2 | 373.4  |
| 8.- Peso de tara                          |                       | 81.4  | 77.5  | 81.0  | 68.0   |
| 9.- Peso del agua                         |                       | 68.5  | 72.2  | 71.0  | 76.9   |
| 10.- Peso de suelo seco                   |                       | 294.5 | 293.6 | 287.3 | 305.4  |
| 11.- Contenido de humedad                 |                       | 23.24 | 24.58 | 24.72 | 25.19  |
| 12.- Densidad seca                        |                       | 1603  | 1575  | 1570  | 1560   |

|                             |   |        |                    |
|-----------------------------|---|--------|--------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.608  | gr/cm <sup>3</sup> |
| Optimo Contenido de Humedad | : | 23.534 | %                  |



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Miguel A. Arrunategui Chuman*  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
*Cristian Miguel Arrunategui Brown*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CUI. N° 24330



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.**

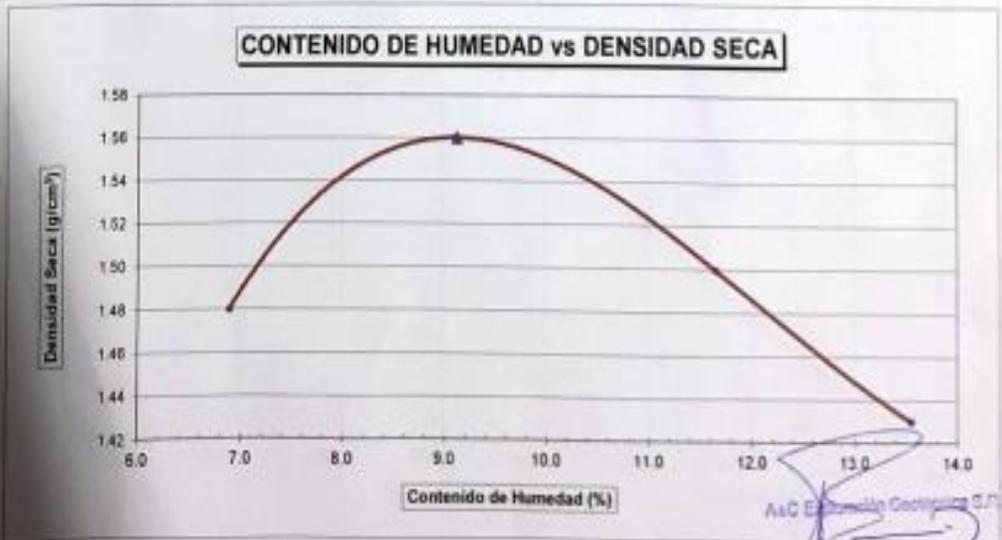
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Rotura de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyecto de Carreteras

Prolg. Av. Chiclayo Mz. "J" Lt. "59" - Saúl Cantoral / Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804  
 www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

SOLICITANTE : SALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
 UBICACIÓN : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
 MATERIAL : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  
 FECHA : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR             |                      |                  |                 |       |                  |
|------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|-------|------------------|
| MOLDE N°                     | :                    |                  |                 |       |                  |
| VOLUMEN                      | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | —     | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION       | :                    | AASHTO T - 100 D |                 |       |                  |
| Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)                  | 9761             | 10014           | 9950  | 9845             |
| Peso de Molde                | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435  | 6435             |
| Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                  | 3326             | 3579            | 3515  | 3410             |
| Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                  | 1.580            | 1.700           | 1.670 | 1.620            |
| Recipiente N°                |                      | 7                | 11              | 5     | 31               |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                  | 90.12            | 85.96           | 87.43 | 97.53            |
| Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                  | 86.16            | 81.09           | 80.98 | 89.43            |
| Tara                         | (g)                  | 28.66            | 27.64           | 25.61 | 29.66            |
| Peso de Agua                 | (g)                  | 3.96             | 4.87            | 6.45  | 8.10             |
| Peso de Suelo Seco           | (g)                  | 57.50            | 53.45           | 55.37 | 59.77            |
| Contenido de agua            | (%)                  | 6.89             | 9.11            | 11.65 | 13.55            |
| Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.48             | 1.56            | 1.50  | 1.43             |

|                             |   |                        |
|-----------------------------|---|------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.56 g/cm <sup>3</sup> |
| Óptimo Contenido de Humedad | : | 9.13 %                 |



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

A&C Exploración Geotécnica S.R.L.  
 Cristian Miguel Arruñada Bro  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 174539



Mecánica de Suelos - Laboratorio - Proyecto de Carreteras  
 - Cimentaciones - Concreto - Asfalto - Rotura de Testigos  
 - Canteras

Prolg. Av. Chiclayo Mz. "J" Lt. "59" - Saúl Cantoral / Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804  
 www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VÍAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR             |                      |                  |                 |                    |
|------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| MOLDE N°                     | :                    |                  |                 |                    |
| VOLUMEN                      | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | — pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION       | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |                    |
| Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)                  | 10224            | 10498           | 10458              |
| Peso de Molde                | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435               |
| Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                  | 3789             | 4063            | 4021               |
| Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                  | 1.800            | 1.930           | 1.910              |
| Recipiente N°                |                      | 3                | 21              | 13                 |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                  | 85.18            | 80.58           | 85.34              |
| Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                  | 80.89            | 75.50           | 78.75              |
| Tara                         | (g)                  | 26.99            | 25.65           | 26.98              |
| Peso de Agua                 | (g)                  | 4.29             | 5.08            | 6.50               |
| Peso de Suelo Seco           | (g)                  | 53.90            | 49.85           | 51.77              |
| Contenido de agua            | (%)                  | 7.96             | 10.19           | 12.73              |
| Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.67             | 1.75            | 1.69               |

Máxima Densidad Seca : 1.75 g/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 10.20 %



A&C Exploración Geotécnica S.R.L.  
 Cristian Miguel Arroyave Sosa  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Cot. N° 174030

Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 LABORATORISTA

A&C - 209- PROCTOR - 2021



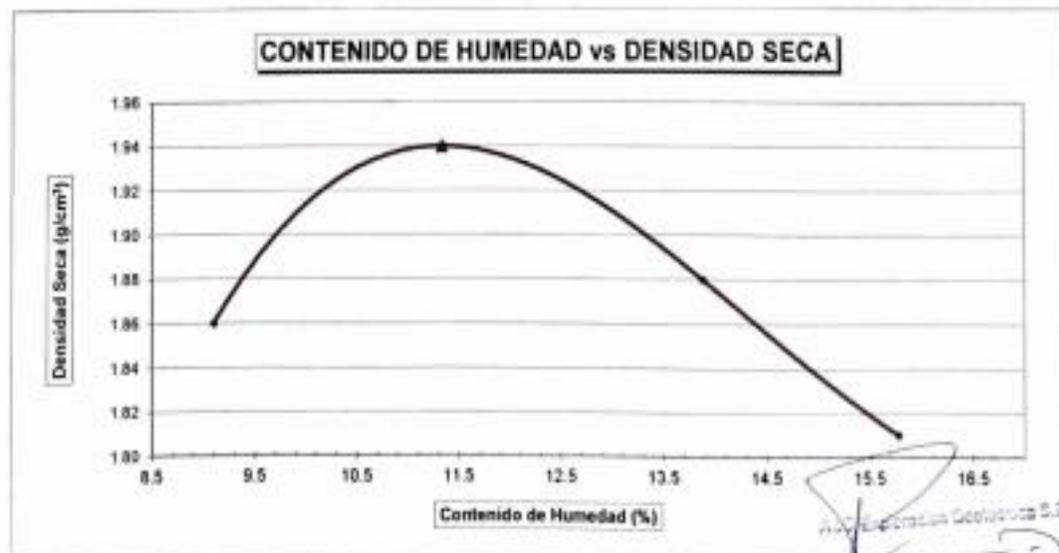
- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos  
 - Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolg. Av. Chiclayo Mz. "J" Lt. "59" - Saúl Cantoral / Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804  
 www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR             |                      |                  |                 |       |                  |
|------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|-------|------------------|
| MOLDE N°                     | :                    |                  |                 |       |                  |
| VOLUMEN                      | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | —     | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION       | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |       |                  |
| Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)                  | 10708            | 10982           | 10940 | 10856            |
| Peso de Molde                | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435  | 6435             |
| Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                  | 4273             | 4547            | 4505  | 4421             |
| Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                  | 2.030            | 2.160           | 2.140 | 2.100            |
| Recipiente N°                |                      | 10               | 26              | 19    | 15               |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                  | 86.26            | 83.84           | 88.16 | 92.02            |
| Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                  | 81.21            | 77.98           | 80.72 | 82.87            |
| Tara                         | (g)                  | 25.51            | 26.33           | 27.15 | 24.90            |
| Peso de Agua                 | (g)                  | 5.07             | 5.86            | 7.44  | 9.15             |
| Peso de Suelo Seco           | (g)                  | 55.70            | 51.65           | 53.57 | 57.97            |
| Contenido de agua            | (%)                  | 9.10             | 11.35           | 13.89 | 15.78            |
| Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.86             | 1.94            | 1.88  | 1.81             |

Máxima Densidad Seca : 1.94 g/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad : 11.34 %



A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L.

*Signature*  
 Miguel A. Arancibia Chama  
 LABORATORISTA

*Signature*  
 Cristian Miguel Arancibia  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.P. N° 174530

Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C - 209- PROCTOR - 2021





**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

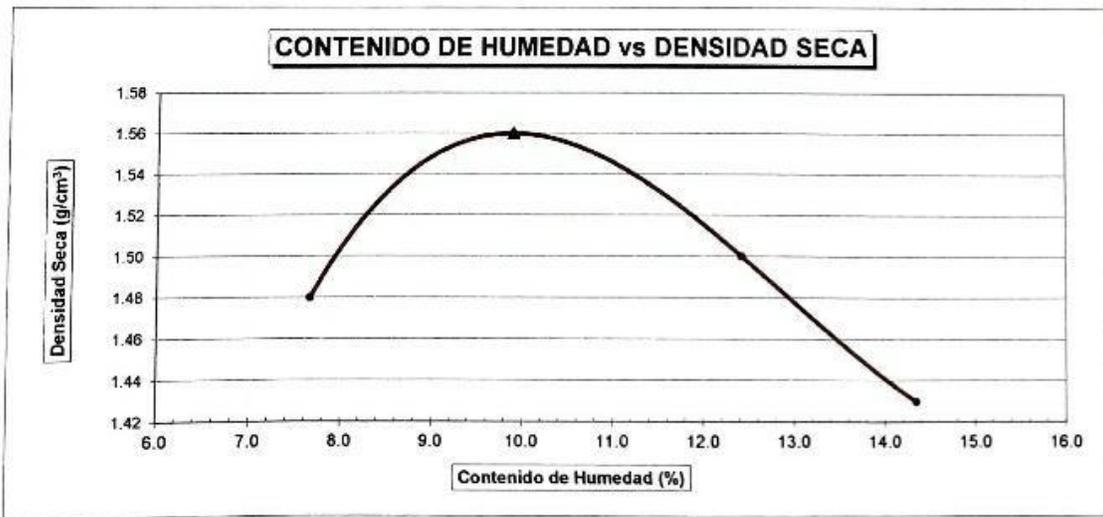
- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  
**CAICATA** : C - 02  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR              |                      |                  |                 |        |                  |
|-------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------|------------------|
| <b>MOLDE N°</b>               | :                    |                  |                 |        |                  |
| <b>VOLUMEN</b>                | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | —      | pie <sup>3</sup> |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b> | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |        |                  |
| Peso Suelo Humedo + Molde     | (g)                  | 9782             | 10035           | 9992   | 9887             |
| Peso de Molde                 | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435   | 6435             |
| Peso Suelo Húmedo Compactado  | (g)                  | 3347             | 3600            | 3557   | 3452             |
| Peso Volumétrico Húmedo       | (g)                  | 1.590            | 1.710           | 1.690  | 1.640            |
| Recipiente N°                 |                      | 16               | 40              | 28     | 66               |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara   | (g)                  | 124.19           | 111.20          | 121.29 | 126.40           |
| Peso de Suelo Seco + Tara     | (g)                  | 118.58           | 104.35          | 112.45 | 115.57           |
| Tara                          | (g)                  | 45.33            | 35.15           | 41.33  | 40.05            |
| Peso de Agua                  | (g)                  | 5.61             | 6.85            | 8.84   | 10.83            |
| Peso de Suelo Seco            | (g)                  | 73.25            | 69.20           | 71.12  | 75.52            |
| Contenido de agua             | (%)                  | 7.66             | 9.90            | 12.43  | 14.34            |
| Peso Volumétrico Seco         | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.48             | 1.56            | 1.50   | 1.43             |

|                                    |   |                         |
|------------------------------------|---|-------------------------|
| <b>Máxima Densidad Seca</b>        | : | 1.56 gr/cm <sup>3</sup> |
| <b>Optimo Contenido de Humedad</b> | : | 9.90 %                  |



Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Miguel A. Arrunategui Chuman*  
 LABORATORISTA

A&C - 214- PROCTOR - 2021

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
*Cristian Miguel Arrunategui Brown*  
 Ingeiero Per Civil  
 Reg. CIP. N° 174336



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

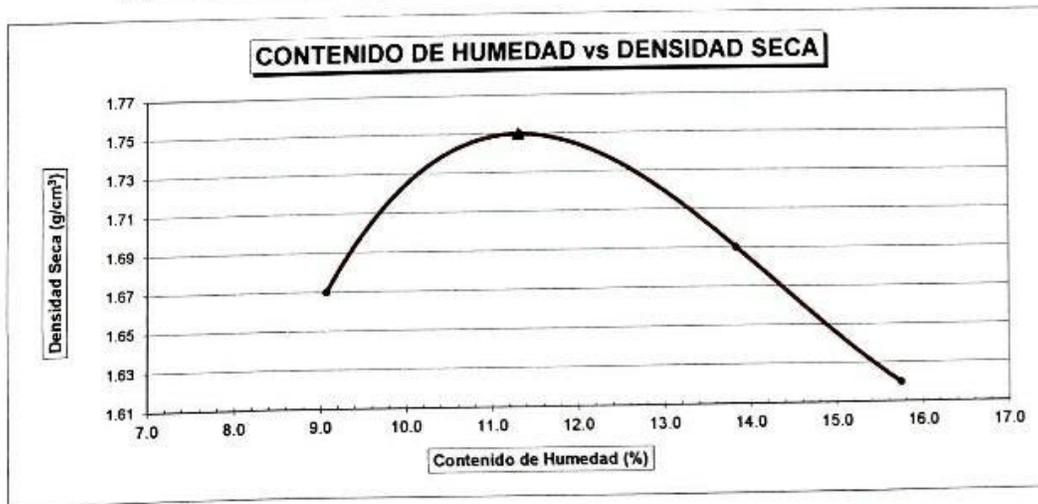
- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACION** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA  
**CAICATA** : C - 02  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR             |                      |                  |                 |                    |
|------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| MOLDE N°                     | :                    |                  |                 |                    |
| VOLUMEN                      | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | — pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION       | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |                    |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | (g)                  | 10266            | 10540           | 10477              |
| Peso de Molde                | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435               |
| Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                  | 3831             | 4105            | 4042               |
| Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                  | 1.820            | 1.950           | 1.920              |
| Recipiente N°                |                      | 2                | 30              | 15                 |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                  | 132.18           | 128.79          | 131.04             |
| Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                  | 124.63           | 119.83          | 119.81             |
| Tara                         | (g)                  | 41.33            | 40.58           | 38.64              |
| Peso de Agua                 | (g)                  | 7.55             | 8.96            | 11.23              |
| Peso de Suelo Seco           | (g)                  | 83.30            | 79.25           | 81.17              |
| Contenido de agua            | (%)                  | 9.06             | 11.31           | 13.84              |
| Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.67             | 1.75            | 1.69               |

|                             |   |                         |
|-----------------------------|---|-------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.75 gr/cm <sup>3</sup> |
| Optimo Contenido de Humedad | : | 11.30 %                 |

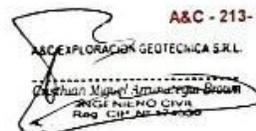


Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Miguel A. Arrunategui Chuman*  
 LABORATORISTA

A&C - 213- PROCTOR - 2021





**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

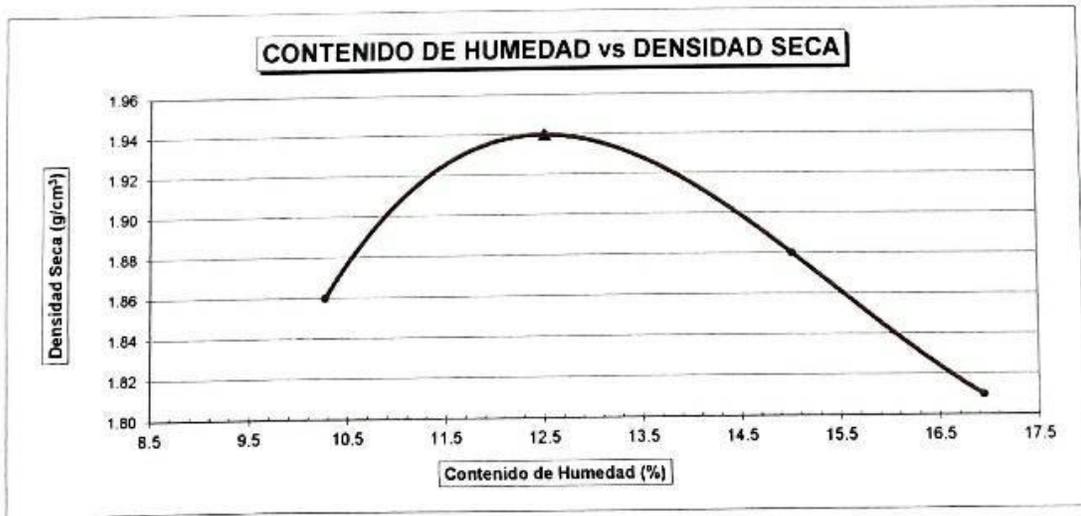
- Mecánica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK,  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  
**CAICATA** : C - 02  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR             |                      |                  |                 |        |                  |
|------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------|------------------|
| MOLDE N°                     | :                    |                  |                 |        |                  |
| VOLUMEN                      | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | ---    | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION       | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |        |                  |
| Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)                  | 10750            | 11024           | 10982  | 10898            |
| Peso de Molde                | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435   | 6435             |
| Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                  | 4315             | 4589            | 4547   | 4463             |
| Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                  | 2.050            | 2.180           | 2.160  | 2.120            |
| Recipiente N°                |                      | 25               | 13              | 36     | 66               |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                  | 112.32           | 100.76          | 114.68 | 118.36           |
| Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                  | 105.56           | 93.03           | 105.10 | 106.81           |
| Tara                         | (g)                  | 39.66            | 31.18           | 41.33  | 38.64            |
| Peso de Agua                 | (g)                  | 6.76             | 7.73            | 9.58   | 11.55            |
| Peso de Suelo Seco           | (g)                  | 65.90            | 61.85           | 63.77  | 68.17            |
| Contenido de agua            | (%)                  | 10.26            | 12.50           | 15.02  | 16.94            |
| Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.86             | 1.94            | 1.88   | 1.81             |

|                             |   |                         |
|-----------------------------|---|-------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.94 gr/cm <sup>3</sup> |
| Optimo Contenido de Humedad | : | 12.50 %                 |



Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
*Miguel A. Arrunategui Churruarín*  
 LABORATORISTA

A&C - 212- PROCTOR - 2021  
 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
*Cristhian Miguel Arrunategui Brozos*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 124330



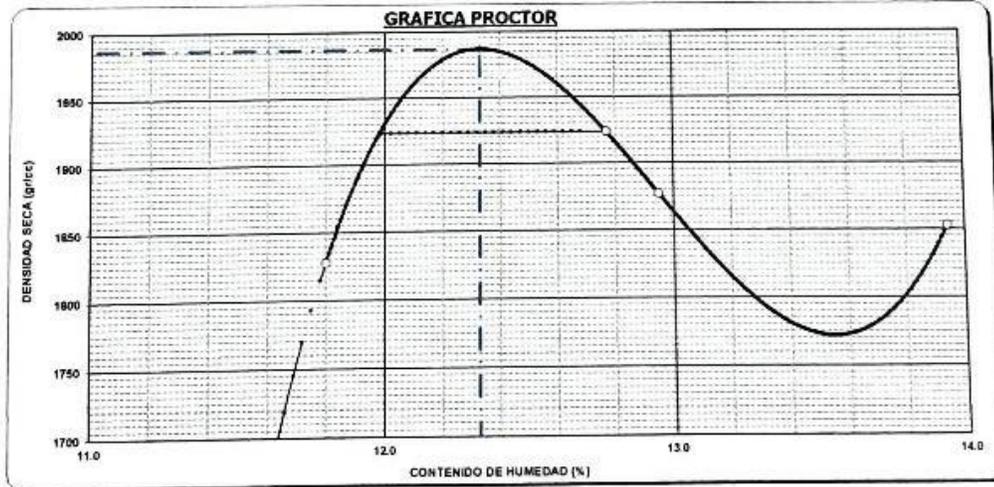
**A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.**  
 MISIONES, AV. ITALIA 1000, TEL. (0376) 4231111, FAX (0376) 4231112  
 CORRIENTES, AV. ITALIA 1000, TEL. (0373) 4231111, FAX (0373) 4231112  
 ROSARIO, AV. ITALIA 1000, TEL. (0341) 4231111, FAX (0341) 4231112  
 BUENOS AIRES, AV. ITALIA 1000, TEL. (011) 4231111, FAX (011) 4231112

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SIAFER VALDIVIA RONALD WUALDIR  |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |
| <b>MATERIAL</b>    | : SUELO NATURAL   |
| <b>CAICATA</b>     | : C - 03  |
| <b>FECHA</b>       | : 09.03.2022  |

**PROCTOR ESTÁNDAR**

| MOLDE                                     | UNID                  | 1     | 2     | 3     | 4      |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|--------|
| 1 - Peso de la muestra compactada + molde | (gr)                  | 10662 | 10540 | 10397 | 10558  |
| 2 - Peso del molde                        | (gr)                  | 6055  | 6056  | 6057  | 6055   |
| 3 - Volume del molde                      | (cm <sup>3</sup> )    | 2124  | 2124  | 2124  | 2124   |
| 3 - Peso Suelo Húmedo Compactado          | (gr)                  | 4607  | 4484  | 4340  | 4503   |
| 4 - Densidad humedad                      | (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2169  | 2111  | 2043  | 2120   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                      |                       |       |       |       |        |
| 5 - N° de tara                            |                       | A     | B     | C     | D      |
| 6 - Peso de tara + suelo húmedo           |                       | 345.1 | 326.5 | 376.8 | 373.94 |
| 7 - Peso de tara + suelo seco             |                       | 313.4 | 294.6 | 345.5 | 338.7  |
| 8 - Peso de tara                          |                       | 65.4  | 65.8  | 80.4  | 66.8   |
| 9 - Peso del agua                         |                       | 31.7  | 31.9  | 31.3  | 35.2   |
| 10 - Peso de suelo seco                   |                       | 248.0 | 228.8 | 265.1 | 271.9  |
| 11 - Contenido de humedad                 |                       | 12.77 | 13.94 | 11.80 | 12.95  |
| 12 - Densidad seca                        |                       | 1923  | 1853  | 1828  | 1877   |

|                             |   |        |                    |
|-----------------------------|---|--------|--------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.987  | gr/cm <sup>3</sup> |
| Óptimo Contenido de Humedad | : | 12.329 | %                  |



A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
*Miguel A. Arruategui Chumán*  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
*Cristian Miguel Arruategui Brown*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C. 011 - N° 174530



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

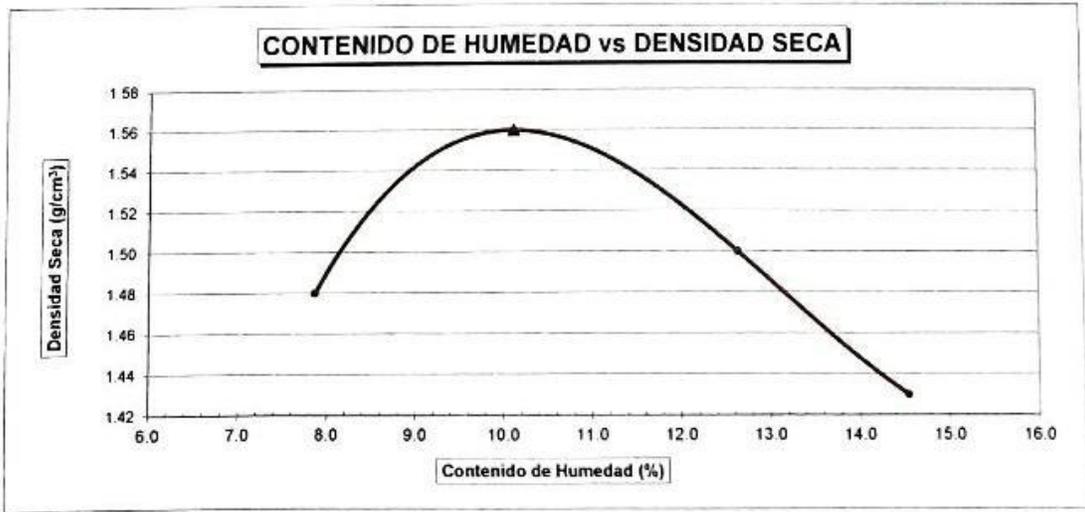
- Mecánica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayexploraciongeotecnicasrl.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACIÓN URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  
**CAICATA** : C - 03  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR             |                      |                  |                 |        |                  |
|------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------|------------------|
| MOLDE N°                     | :                    |                  |                 |        |                  |
| VOLUMEN                      | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | —      | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION       | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |        |                  |
| Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)                  | 9803             | 10056           | 9992   | 9887             |
| Peso de Molde                | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435   | 6435             |
| Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                  | 3368             | 3621            | 3557   | 3452             |
| Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                  | 1 600            | 1.720           | 1.690  | 1 640            |
| Recipiente N°                |                      | 4                | 20              | 13     | 35               |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                  | 148.02           | 138.12          | 148.69 | 154.68           |
| Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                  | 140.97           | 129.47          | 137.63 | 141.31           |
| Tara                         | (g)                  | 51.26            | 43.81           | 50.05  | 49.33            |
| Peso de Agua                 | (g)                  | 7.05             | 8.65            | 11.06  | 13.37            |
| Peso de Suelo Seco           | (g)                  | 89.71            | 85.66           | 87.58  | 91.98            |
| Contenido de agua            | (%)                  | 7.86             | 10.10           | 12.63  | 14.54            |
| Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.48             | 1.56            | 1.50   | 1.43             |

|                             |   |                         |
|-----------------------------|---|-------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.56 gr/cm <sup>3</sup> |
| Óptimo Contenido de Humedad | : | 10.10 %                 |



Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
*Miguel A. Armatagui Chumán*  
 LABORATORISTA

A&C - 217 - PROCTOR - 2021  
 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
*Cristian Miguel Armatagui Chumán*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.O.T. N° 37450



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

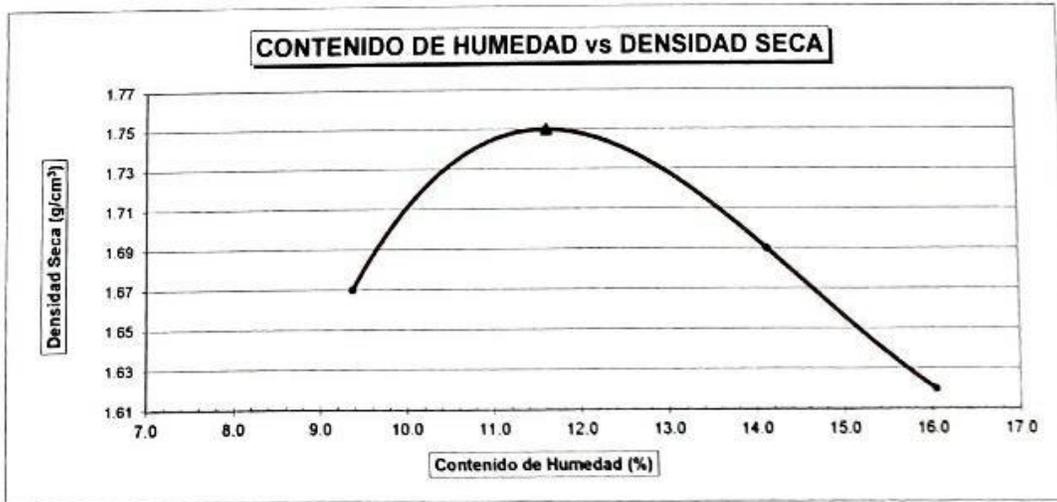
- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACION** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA  
**CAICATA** : C - 03  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR              |                      |                  |                 |        |
|-------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------|
| <b>MOLDE N°</b>               | :                    |                  |                 |        |
| <b>VOLUMEN</b>                | :                    | 2105             | cm <sup>3</sup> | pe3    |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b> | :                    | AASHTO T - 180 D |                 |        |
| Peso Suelo Húmedo + Molde     | (g)                  | 10287            | 10540           | 10498  |
| Peso de Molde                 | (g)                  | 6435             | 6435            | 6435   |
| Peso Suelo Húmedo Compactado  | (g)                  | 3852             | 4105            | 4063   |
| Peso Volumétrico Húmedo       | (g)                  | 1.830            | 1.950           | 1.930  |
| Recipiente N°                 |                      | 20               | 36              | 61     |
| Peso de Suelo Húmedo + Tara   | (g)                  | 148.50           | 145.35          | 158.32 |
| Peso de Suelo Seco + Tara     | (g)                  | 139.76           | 134.99          | 145.42 |
| Tara                          | (g)                  | 46.36            | 45.64           | 54.15  |
| Peso de Agua                  | (g)                  | 8.74             | 10.36           | 12.90  |
| Peso de Suelo Seco            | (g)                  | 93.40            | 89.35           | 91.27  |
| Contenido de agua             | (%)                  | 9.36             | 11.59           | 14.13  |
| Peso Volumétrico Seco         | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.67             | 1.75            | 1.69   |

|                             |   |                         |
|-----------------------------|---|-------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | : | 1.75 gr/cm <sup>3</sup> |
| Optimo Contenido de Humedad | : | 11.60 %                 |



Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Miguel A. Arrunategui Chuaman*  
 LABORATORISTA

A&C - 216- PROCTOR - 2021  
 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 INGE. MIGUEL A. ARRUNATEGUI CHUAMAN  
 RING. C-03 N° 774530



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

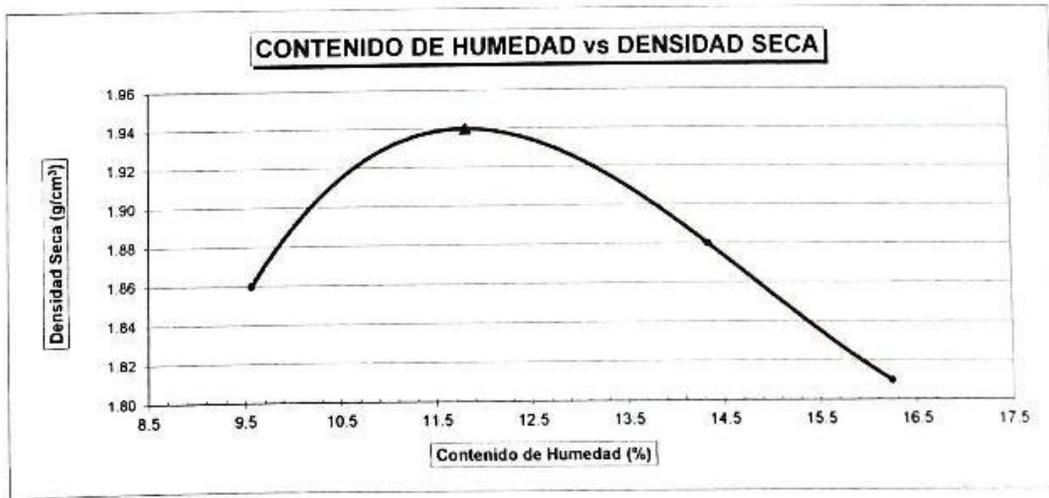
- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Profg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

**SOLICITANTE** : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACION DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACION** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  
**CAICATA** : C - 03  
**FECHA** : 10/03/2021

| PROCTOR ESTÁNDAR                    |                      |                         |                 |        |                  |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|--------|------------------|
| <b>MOLDE N°</b>                     | :                    |                         |                 |        |                  |
| <b>VOLUMEN</b>                      | :                    | <b>2105</b>             | cm <sup>3</sup> | —      | pie <sup>3</sup> |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>       | :                    | <b>AASHTO T - 180 D</b> |                 |        |                  |
| <b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>    | (g)                  | 10729                   | 11003           | 10961  | 10856            |
| <b>Peso de Molde</b>                | (g)                  | 6435                    | 6435            | 6435   | 6435             |
| <b>Peso Suelo Humedo Compactado</b> | (g)                  | 4294                    | 4568            | 4526   | 4421             |
| <b>Peso Volumétrico Humedo</b>      | (g)                  | 2.040                   | 2.170           | 2.150  | 2.100            |
| <b>Recipiente N°</b>                |                      | 12                      | 2               | 32     | 33               |
| <b>Peso de Suelo Humedo + Tara</b>  | (g)                  | 145.38                  | 128.61          | 136.09 | 145.06           |
| <b>Peso de Suelo Seco + Tara</b>    | (g)                  | 137.42                  | 119.26          | 124.46 | 131.17           |
| <b>Tara</b>                         | (g)                  | 54.16                   | 40.05           | 43.33  | 45.64            |
| <b>Peso de Agua</b>                 | (g)                  | 7.96                    | 9.35            | 11.63  | 13.89            |
| <b>Peso de Suelo Seco</b>           | (g)                  | 83.26                   | 79.21           | 81.13  | 85.53            |
| <b>Contenido de agua</b>            | (%)                  | 9.56                    | 11.80           | 14.34  | 16.24            |
| <b>Peso Volumétrico Seco</b>        | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.86                    | 1.94            | 1.88   | 1.81             |

|                                    |   |              |                    |
|------------------------------------|---|--------------|--------------------|
| <b>Máxima Densidad Seca</b>        | : | <b>1.94</b>  | gr/cm <sup>3</sup> |
| <b>Óptimo Contenido de Humedad</b> | : | <b>11.80</b> | %                  |



Reg. Marca INDECOPI - C00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
  
 Miguel A. Arrunategui Chuman  
 LABORATORISTA

A&C - 215- PROCTOR - 2021  
  
 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Saul Cantoral  
 Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503

# Anexo 5.3: CBR



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.**  
 Mecánica de Suelos, Geotecnia, Asfalto, Pavimentos de Hielo y  
 (M) Mecánica de Suelos, Laboratorio, Asfalto, Pavimentos de Suelo  
 P.O. Box 10000, Lima 10000, Perú. Tel: 011 22444511-41-52415001-58437004  
 www.aacexploracion.com

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

**SOLICITANTE** : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL **CALICATA** : C-01  
**FECHA** : 9/03/2021 **MUESTRA** : M-01

### CBR

|                                      | 1           |          | 2           |          | 3           |          |       |       |       |  |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------|-------|-------|--|
| Molde N°                             |             |          |             |          |             |          |       |       |       |  |
| Capas N°                             | 5           |          | 5           |          | 5           |          |       |       |       |  |
| Golpes por capa N°                   | 56          |          | 25          |          | 12          |          |       |       |       |  |
| Condición de la muestra              | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |       |       |       |  |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g)     | 11818       | 11901    | 11234       | 11963    | 10066       | 11021    |       |       |       |  |
| Peso de molde + base (g)             | 7246        | 7246     | 7430        | 7430     | 6657        | 6657     |       |       |       |  |
| Peso del suelo húmedo (g)            | 4570        | 4653     | 3804        | 4533     | 3409        | 4364     |       |       |       |  |
| Altura del molde (mm)                | 117         | 117      | 117         | 117      | 117         | 117      |       |       |       |  |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ) | 2151        | 2151     | 2151        | 2151     | 2151        | 2151     |       |       |       |  |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.125       | 2.163    | 1.768       | 2.107    | 1.585       | 2.029    |       |       |       |  |
| Tara (N°)                            | T-1         | T-2      | T-1         | T-3      | T-4         | T-3      | T-5   | T-6   | T-5   |  |
| Peso suelo húmedo + tara (g)         | 311.6       | 226.5    | 269.2       | 250.1    | 330.7       | 229.2    | 294.2 | 301.3 | 293.0 |  |
| Peso suelo seco + tara (g)           | 282.0       | 209.0    | 243.4       | 231.0    | 300.3       | 205.5    | 273.5 | 280.3 | 260.2 |  |
| Peso de tara (g)                     | 66.8        | 75.1     | 75.0        | 65.4     | 60.8        | 65.4     | 77.4  | 65.8  | 77.3  |  |
| Peso de agua (g)                     | 29.8        | 17.5     | 25.7        | 19.2     | 30.3        | 23.7     | 20.7  | 21.0  | 32.8  |  |
| Peso de suelo seco (g)               | 215.2       | 133.9    | 168.4       | 165.5    | 239.5       | 140.2    | 196.1 | 214.5 | 182.9 |  |
| Contenido de humedad (%)             | 13.6        | 13.0     | 15.3        | 11.6     | 12.7        | 16.9     | 10.6  | 9.8   | 17.9  |  |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.873       |          | 1.876       |          | 1.577       |          | 1.803 |       | 1.438 |  |

### EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |          | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|-------|------|--------|------|-----------|----------|------|-----------|---|------|-----------|---|
|       |      |        |      | mm        | %        |      | mm        | % |      | mm        | % |
|       |      |        |      | NO        | REGISTRA |      |           |   |      |           |   |

### PENETRACION

| PENETRACION (mm) | TIEMPO | CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup> | 56 GOLPES  |         |       |            |    |       | 26 GOLPES  |       |   |            |       |         | 12 GOLPES  |    |   |            |  |  |
|------------------|--------|---------------------------------|------------|---------|-------|------------|----|-------|------------|-------|---|------------|-------|---------|------------|----|---|------------|--|--|
|                  |        |                                 | CARGA      |         |       | CORRECCION |    |       | CARGA      |       |   | CORRECCION |       |         | CARGA      |    |   | CORRECCION |  |  |
|                  |        |                                 | Dial (div) | kg      | %     | Dial (div) | kg | %     | Dial (div) | kg    | % | Dial (div) | kg    | %       | Dial (div) | kg | % |            |  |  |
| 0.000            | 0      |                                 | 0.0        |         |       |            |    | 0.0   |            |       |   |            | 0.0   |         |            |    |   |            |  |  |
| 0.635            | 30"    |                                 | 25.4       |         |       |            |    | 18.2  |            |       |   |            | 17.7  |         |            |    |   |            |  |  |
| 1.270            | 1'     |                                 | 67.8       |         |       |            |    | 55.1  |            |       |   |            | 36.0  |         |            |    |   |            |  |  |
| 1.905            | 1.5'   |                                 | 104.3      |         |       |            |    | 96.5  |            |       |   |            | 57.1  |         |            |    |   |            |  |  |
| 2.540            | 2'     | 70.5                            | 140.3      | 121.619 | 8.86  |            |    | 126.9 | 52.940     | 3.86  |   |            | 76.3  | 67.761  | 4.94       |    |   |            |  |  |
| 3.180            | 2.5'   |                                 | 174.2      |         |       |            |    | 158.1 |            |       |   |            | 93.1  |         |            |    |   |            |  |  |
| 3.810            | 3'     |                                 | 234.5      |         |       |            |    | 215.4 |            |       |   |            | 112.3 |         |            |    |   |            |  |  |
| 4.450            | 3.5'   |                                 | 298.4      |         |       |            |    | 248.9 |            |       |   |            | 128.6 |         |            |    |   |            |  |  |
| 5.080            | 4'     | 105.7                           | 356.6      | 399.441 | 19.40 |            |    | 284.0 | 224.292    | 10.89 |   |            | 147.3 | 166.278 | 8.08       |    |   |            |  |  |
| 6.350            | 6'     |                                 | 567.3      |         |       |            |    | 418.1 |            |       |   |            | 221.2 |         |            |    |   |            |  |  |
| 7.620            | 8'     |                                 | 790.1      |         |       |            |    | 519.2 |            |       |   |            | 291.2 |         |            |    |   |            |  |  |
| 10.160           | 10'    |                                 | 1005.3     |         |       |            |    | 533.0 |            |       |   |            | 348.2 |         |            |    |   |            |  |  |

Observaciones:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arunategui Chumán  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

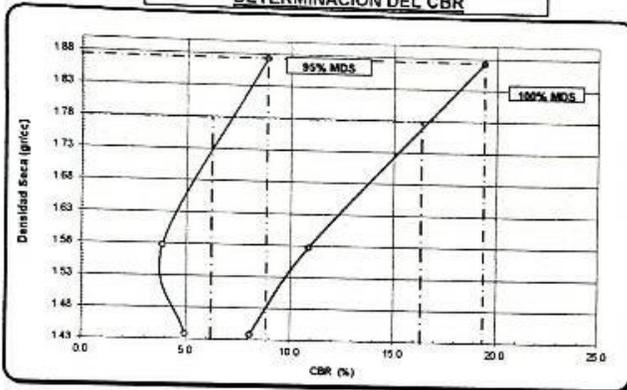
Cristian Miguel Arunategui Brujan  
INGENIERO CIVIL  
REG. Nº 174530



### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

|             |   |  |            |   |        |
|-------------|---|--|------------|---|--------|
| SOLICITANTE | : | SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR   | CALICATA   | : | C - 01 |
| TESIS       | : | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA -HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 | MUESTRA    | : | M-01   |
| UBICACIÓN   | : | CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK   |            |   |        |
| MATERIAL    | : | SUELO NATURAL  |            |   |        |
| FECHA       | : | 9/03/2021  | PROGRESIVA |   |        |

#### DETERMINACIÓN DEL CBR



#### DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

|  |   |       |
|--|---|-------|
| PROCTOR MODIFICADO ASTM D                        | : | 1657  |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )        | : | 1.873 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                  | : | 23.5  |
| AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | : | 1.779 |

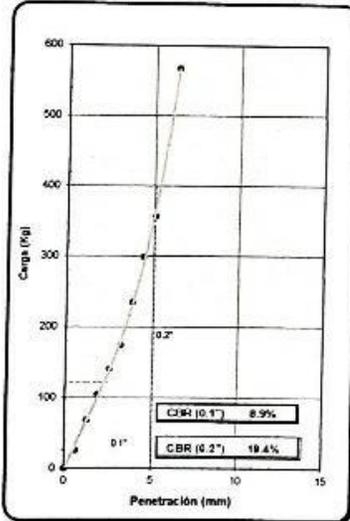
#### PORCENTAJE DEL CBR

|                              |      |      |      |       |
|------------------------------|------|------|------|-------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 8.86 | 0.2" | 19.40 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)  | 0.1" | 6.21 | 0.2" | 16.34 |

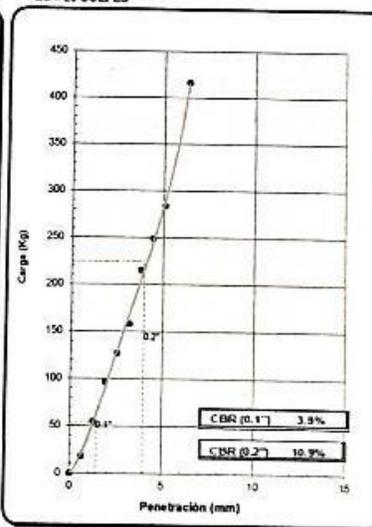
POR LO GENERAL ESTE VALOR ES EL QUE SE PIDE EN EL EXÁMEN AL 0.1"

OBSERV.:

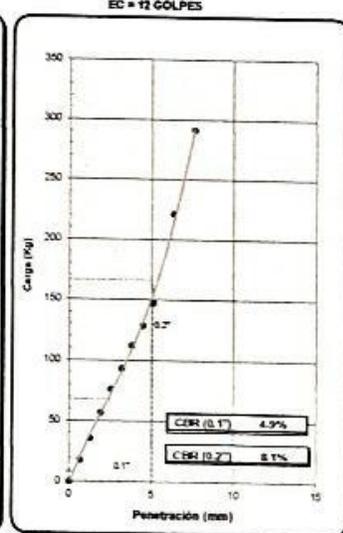
EC = 56 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Miguel A. Armattegui Chuanan  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristian Miguel Armattegui Barrantes  
INGENIERO CIVIL



### ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO

**SOLICITANTE** : SALES VALDIVIEZO RONALD WALTER  
**TEMA** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VÍAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021  
**UBICACIÓN** : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  
**MATERIAL** : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  
**FECHA** : 10/03/2021 **MUESTRA** : M - 01

#### C.B.R.

| MOLDE N°                             | 4         |        | 6         |        | 2         |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| CAPAS N°                             | 5         |        | 5         |        | 5         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMO (g)          | 11,836    | 11,110 | 10,855    | 10,954 | 11,206    | 11,393 |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 7,118     | 7,118  | 6,972     | 6,972  | 7,600     | 7,600  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 3918      | 3992   | 3883      | 3982   | 3606      | 3793   |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> ) | 2,302     | 2,302  | 2,379     | 2,379  | 2,343     | 2,343  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.70      | 1.73   | 1.63      | 1.67   | 1.54      | 1.62   |
| CAPSULA N°                           | 2         | 30     | 21        | 16     | 17        | 55     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUA (g)         | 143.71    | 146.19 | 136.17    | 142.76 | 120.17    | 141.48 |
| PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)         | 139.20    | 140.34 | 130.91    | 136.36 | 116.24    | 132.79 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 4.51      | 5.85   | 5.26      | 6.4    | 3.93      | 8.69   |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 89.64     | 84.18  | 75.66     | 81.08  | 73.37     | 70.66  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 49.56     | 56.16  | 55.25     | 55.28  | 42.9      | 62.13  |
| HUMEDAD (%)                          | 9.10%     | 10.42% | 9.52%     | 11.58% | 9.17%     | 13.99% |
| DENSIDAD SECA                        | 1.56      | 1.57   | 1.49      | 1.5    | 1.41      | 1.42   |

#### EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|-------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|       |      |        |      | mm          | % |      | mm        | % |      | mm        | % |
|       |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|       |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|       |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |

#### PENETRACION

| PENETRACION (mm) | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 4    |            |                       |       | MOLDE N° 6    |            |                       |      | MOLDE N° 2    |            |                       |   |
|------------------|---|---------------|------------|-----------------------|-------|---------------|------------|-----------------------|------|---------------|------------|-----------------------|---|
|                  |   | CARGA Lectura | CORRECCION |                       |       | CARGA Lectura | CORRECCION |                       |      | CARGA Lectura | CORRECCION |                       |   |
|                  |   |               | lbs        | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     |               | lbs        | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    |               | lbs        | lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020            |   | 30.00         | 66         | 22.00                 |       | 24.50         | 53.9       | 18.00                 |      | 15.00         | 33         | 11.00                 |   |
| 0.040            |   | 61.40         | 135.1      | 45.00                 |       | 59.50         | 111.1      | 37.00                 |      | 30.00         | 66         | 22.00                 |   |
| 0.060            |   | 90.00         | 198.0      | 66.00                 |       | 73.60         | 161.9      | 54.00                 |      | 43.60         | 95.9       | 32.00                 |   |
| 0.080            |   | 117.30        | 258.1      | 86.00                 |       | 95.50         | 210.1      | 70.00                 |      | 57.30         | 126.1      | 42.00                 |   |
| 0.100            | 1000                                    | 147.30        | 324.1      | 108.00                | 10.80 | 120.00        | 264        | 86.00                 | 8.80 | 72.30         | 159.1      | 53.00                 |   |
| 0.200            | 1500                                    | 240.00        | 528.0      | 176.00                |       | 195.00        | 429        | 143.00                |      | 117.30        | 258.1      | 86.00                 |   |
| 0.300            |   | 305.50        | 672.1      | 224.00                |       | 248.20        | 546        | 182.00                |      | 150.00        | 330        | 110.00                |   |
| 0.400            |   | 336.20        | 744        | 248.00                |       | 275.50        | 606.1      | 202.00                |      | 173.20        | 381        | 127.00                |   |
| 0.500            |   | 368.20        | 810.0      | 270.00                |       | 300.00        | 660        | 220.00                |      | 181.40        | 399.1      | 133.00                |   |

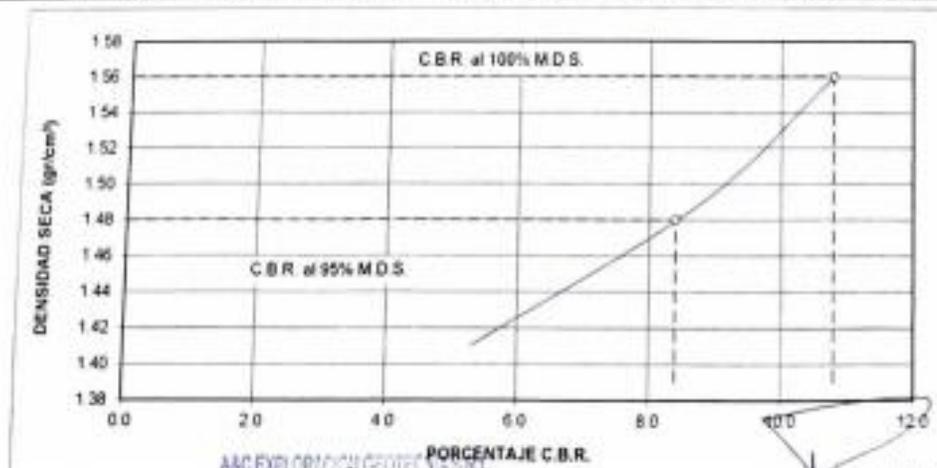
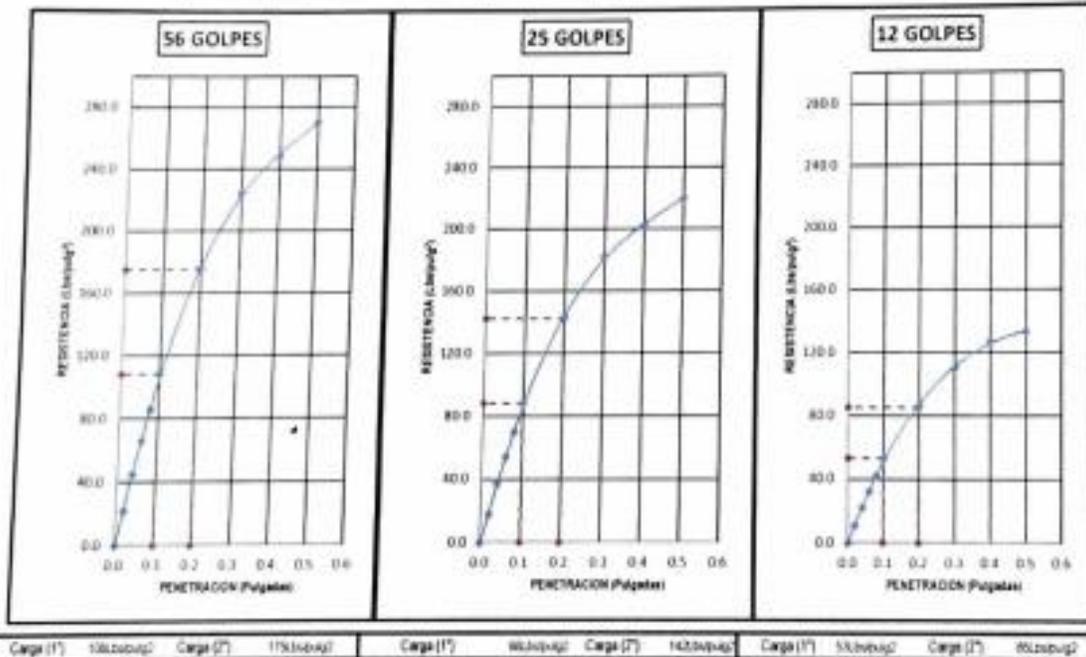


Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos  
 Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Protg. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59" - Saúl Cantoral / Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804  
 www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>SOLICITANTE</b> | SALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR   |
| <b>TEMAS</b>       | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VÍAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>   | CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |
| <b>MATERIAL</b>    | MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  |
| <b>FECHA</b>       | 15/03/2021  |
|                    | <b>MUESTRA M - 01</b>   |

| DATOS DEL PROCTOR                    |       | DATOS DEL C.B.R.             |       |
|--------------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.58  | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 10.80 |
| Humedad Óptima (%)                   | 9.10% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 8.40  |



Reg. Marca INDECOPRI C-60033437

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 A&C

A&C Exploración Geotécnica S.R.L.  
 A&C - 978 - 089



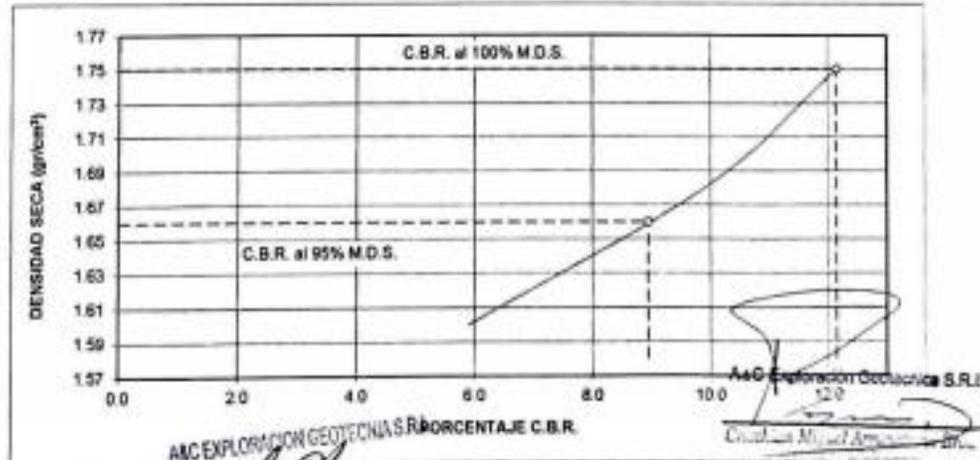
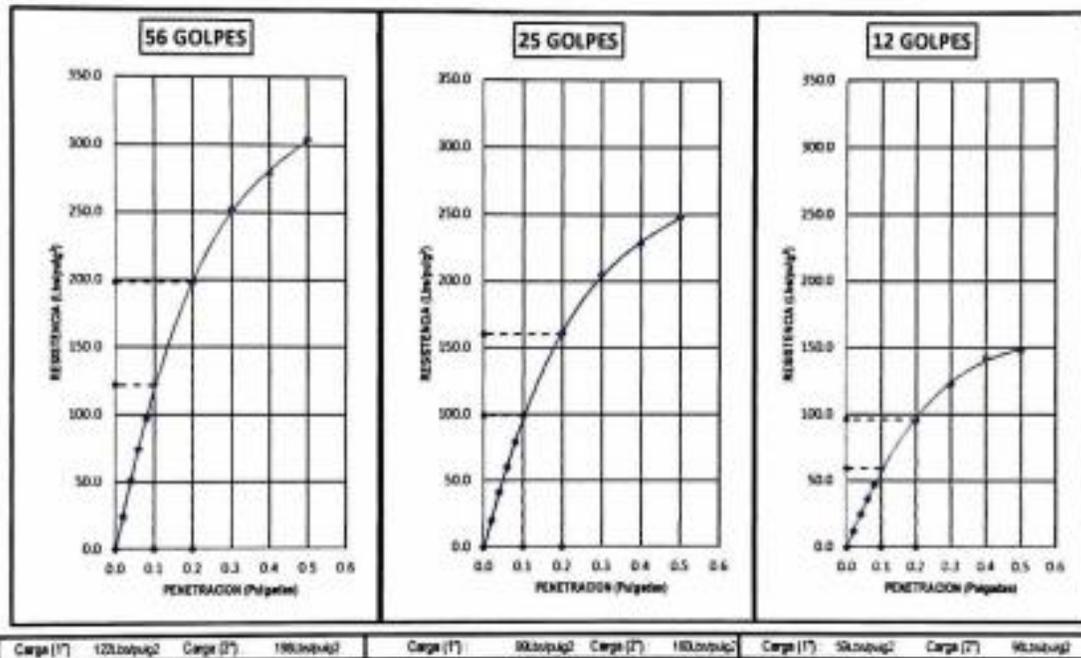


-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos  
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolog. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59" - Saúl Cantoral / Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804  
 www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>SOLIDANTE</b> | : SALES VALDIVIEZO RONALD WALDIR  |
| <b>TESIS</b>     | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VÍAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |
| <b>MATERIAL</b>  | : MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA  |
| <b>FECHA</b>     | : 10/03/2021  |
| <b>MUESTRA</b>   | : M - 01  |

| DATOS DEL PROCTOR                    |        | DATOS DEL C.B.R.             |       |
|--------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.76   | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.15 |
| Humedad Óptima (%)                   | 10.22% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 8.98  |



Reg. Marca INDECOPÍ - C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L. PORCENTAJE C.B.R.

A&C - 016 - CBR - 21

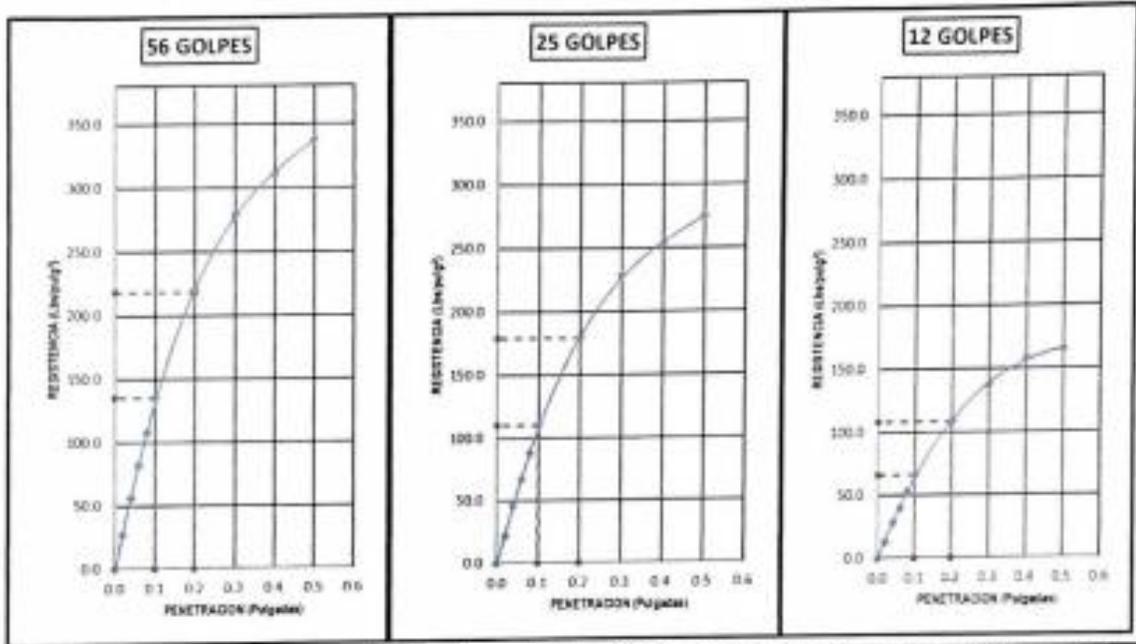




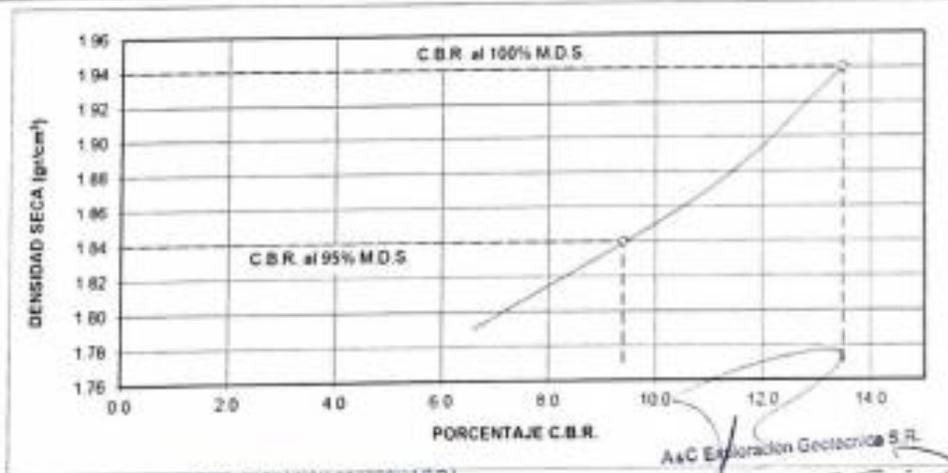
|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SALES VALDIVIEZO RONALD WALDIR  |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VÍAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACIÓN URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |
| <b>MATERIAL</b>    | : MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  |
| <b>FECHA</b>       | : 10/03/2021  |
|                    | <b>MUESTRA</b> M-01   |

| DATOS DEL PROCTOR                    |        |
|--------------------------------------|--------|
| Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.94   |
| Humedad Óptima (%)                   | 11.36% |

| DATOS DEL C.B.R.             |       |
|------------------------------|-------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 13.50 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 9.40  |



| Carga (1") | 13.50kg/cm <sup>2</sup> | Carga (1") | 24.00kg/cm <sup>2</sup> | Carga (1") | 110.0kg/cm <sup>2</sup> | Carga (1") | 178.0kg/cm <sup>2</sup> | Carga (1") | 110.0kg/cm <sup>2</sup> | Carga (1") | 138.0kg/cm <sup>2</sup> |
|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|
|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|



Reg. Marca INDECOPI - C-09633437

A4C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Miguel Ángel Sánchez  
 LABORATORIO

A4C Exploración Geotécnica S.R.L.

Christian Miguel Sánchez  
 LABORATORIO

A4C - 076-CBR - 21



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

|                    |   |                 |        |
|--------------------|---|-----------------|--------|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  | <b>CALICATA</b> | : C-02 |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 | <b>MUESTRA</b>  | : M-02 |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                 |        |
| <b>MATERIAL</b>    | : SUELO NATURAL   |                 |        |
| <b>FECHA</b>       | : 9/03/2021   |                 |        |

**CBR**

|                                      | 1           |          | 2           |          | 3           |          |       |       |       |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------|-------|-------|
| Molde N°                             | 1           |          | 2           |          | 3           |          |       |       |       |
| Capas N°                             | 5           |          | 5           |          | 5           |          |       |       |       |
| Golpes por capa N°                   | 56          |          | 25          |          | 12          |          |       |       |       |
| Condición de la muestra              | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |       |       |       |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g)     | 11724       | 11888    | 11510       | 11883    | 11241       | 11698    |       |       |       |
| Peso de molde + base (g)             | 7247        | 7247     | 7431        | 7431     | 7447        | 7447     |       |       |       |
| Peso del suelo húmedo (g)            | 4477        | 4641     | 4079        | 4452     | 3794        | 4251     |       |       |       |
| Altura del molde (mm)                | 117         | 117      | 117         | 117      | 117         | 117      |       |       |       |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ) | 2151        | 2151     | 2151        | 2151     | 2151        | 2151     |       |       |       |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.081       | 2.158    | 1.896       | 2.070    | 1.764       | 1.976    |       |       |       |
| Tara (N°)                            | T-1         | T-2      | T-1         | T-3      | T-4         | T-3      | T-5   | T-8   | T-5   |
| Peso suelo húmedo + tara (g)         | 221.7       | 284.6    | 210.1       | 187.6    | 167.2       | 264.3    | 156.0 | 211.8 | 264.3 |
| Peso suelo seco + tara (g)           | 195.8       | 259.5    | 181.1       | 171.3    | 153.1       | 220.5    | 142.4 | 193.2 | 219.7 |
| Peso de tara (g)                     | 37.1        | 87.3     | 37.1        | 37.9     | 35.0        | 35.0     | 30.5  | 39.0  | 39.0  |
| Peso de agua (g)                     | 25.9        | 25.1     | 29.0        | 16.3     | 14.1        | 43.8     | 13.6  | 18.6  | 44.6  |
| Peso de suelo seco (g)               | 158.7       | 172.2    | 144.0       | 133.4    | 118.1       | 185.5    | 111.9 | 154.2 | 180.7 |
| Contenido de humedad (%)             | 16.3        | 14.6     | 20.1        | 12.2     | 12.0        | 23.6     | 12.2  | 12.0  | 24.6  |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.803       | 1.797    | 1.692       | 1.675    | 1.675       | 1.573    | 1.573 | 1.573 | 1.585 |

**EXPANSION**

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |          | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|-------|------|--------|------|-----------|----------|------|-----------|---|------|-----------|---|
|       |      |        |      | mm        | %        |      | mm        | % |      | mm        | % |
|       |      |        |      |           |          |      |           |   |      |           |   |
|       |      |        |      |           |          |      |           |   |      |           |   |
|       |      |        |      | NO        | REGISTRA |      |           |   |      |           |   |
|       |      |        |      |           |          |      |           |   |      |           |   |

**PENETRACION**

| PENETRACIÓN (mm) | TIEMPO | CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup> | 56 GOLPES  |         |            |   | 26 GOLPES  |        |            |   | 12 GOLPES  |        |            |   |
|------------------|--------|---------------------------------|------------|---------|------------|---|------------|--------|------------|---|------------|--------|------------|---|
|                  |        |                                 | CARGA      |         | CORRECCION |   | CARGA      |        | CORRECCION |   | CARGA      |        | CORRECCION |   |
|                  |        |                                 | Dial (div) | kg      | kg         | % | Dial (div) | kg     | kg         | % | Dial (div) | kg     | kg         | % |
| 0.000            | 0      |                                 | 0.0        |         |            |   | 0.0        |        |            |   | 0.0        |        |            |   |
| 0.635            | 30"    |                                 | 18.4       |         |            |   | 9.0        |        |            |   | 9.3        |        |            |   |
| 1.270            | 1'     |                                 | 39.3       |         |            |   | 16.6       |        |            |   | 16.7       |        |            |   |
| 1.905            | 1.5'   |                                 | 70.5       |         |            |   | 22.2       |        |            |   | 24.0       |        |            |   |
| 2.540            | 2'     | 70.5                            | 120.4      | 121.287 | 8.84       |   | 29.2       | 25.661 | 1.87       |   | 32.8       | 32.834 | 2.39       |   |
| 3.180            | 2.5'   |                                 | 180.6      |         |            |   | 35.5       |        |            |   | 41.1       |        |            |   |
| 3.810            | 3'     |                                 | 252.1      |         |            |   | 42.9       |        |            |   | 48.6       |        |            |   |
| 4.450            | 3.5'   |                                 | 310.4      |         |            |   | 48.2       |        |            |   | 53.6       |        |            |   |
| 5.080            | 4'     | 105.7                           | 358.1      | 357.141 | 17.35      |   | 58.0       | 66.066 | 3.21       |   | 55.8       | 59.098 | 2.87       |   |
| 6.350            | 6'     |                                 | 479.2      |         |            |   | 90.2       |        |            |   | 70.1       |        |            |   |
| 7.620            | 8'     |                                 | 604.5      |         |            |   | 124.0      |        |            |   | 79.9       |        |            |   |
| 10.160           | 10'    |                                 | 723.5      |         |            |   | 154.9      |        |            |   | 93.3       |        |            |   |

Observaciones:

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Miguel A. Armutegui Chuanan  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Christian Miguel Armutegui Chuanan  
INGENIERO CIVIL



AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.R.L. Ltda

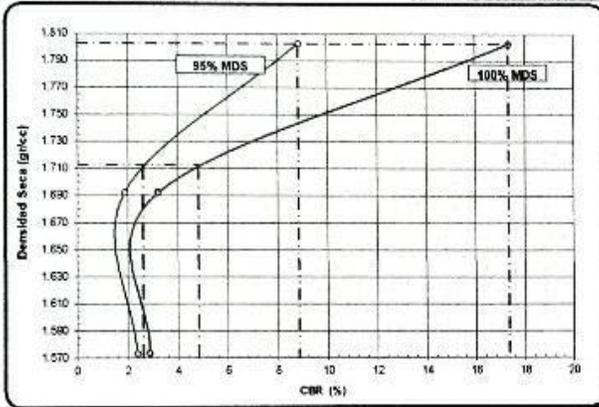
Mecánica de Suelos, Geotecnia, Asfalto, Estudios de Impacto  
 Consultoría, Laboratorio, Carreteras, Proyectos de Carreteras

Oficina: Av. Chiriquí 1237, La Cruz, San Fernando, Tarma 014 22444143 014215503 044278804  
 www.aacexploraciongeotecnica.com.pe aac@aacexploraciongeotecnica.com

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

|             |   |  |          |        |
|-------------|---|--|----------|--------|
| SOLICITANTE | : | SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR   |          |        |
| TESIS       | : | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VÍAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA- HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |          |        |
| UBICACIÓN   | : | CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 700 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK   |          |        |
| MATERIAL    | : | SUELO NATURAL  | CALICATA | : C-02 |
| FECHA       | : | 9/03/2021  | MUESTRA  | : M-02 |

#### CBR



|  |   |       |
|--|---|-------|
| PROCTOR MODIFICADO ASTM D                        | : | 1687  |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )        | : | 1.803 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                  | : | 19.6  |
| AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | : | 1.712 |

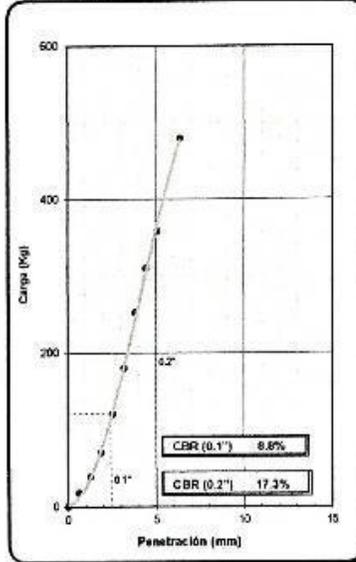
#### PORCENTAJE DEL CBR

|                              |      |      |      |       |
|------------------------------|------|------|------|-------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1% | 8.84 | 0.2% | 17.35 |
| C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)  | 0.1% | 2.62 | 0.2% | 4.83  |

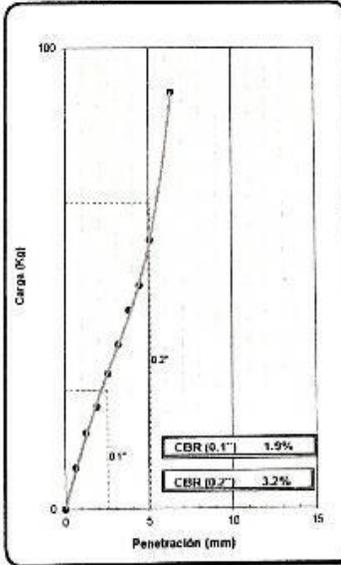
POR LO GENERAL ESTE VALOR ES EL QUE SE PIDE EN EL EXÁMEN AL 0.1"

OBSERV.:

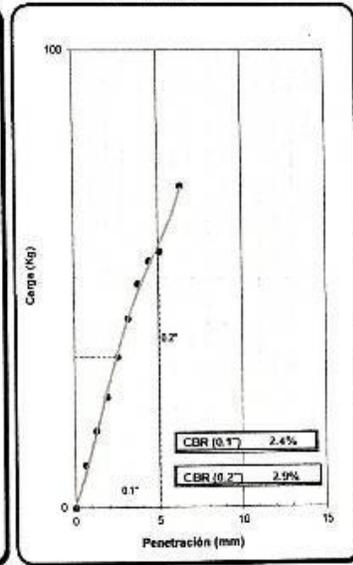
EC = 56 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Miguel A. Armas Angulo Chuan  
 LABORATORISTA

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Christian Miguel Armas Angulo  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 174293



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

- Mecánica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

| <b>ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO</b> |   |                 |          |
|---|---|-----------------|----------|
| <b>SOLICITANTE</b>                      | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |                 |          |
| <b>TESIS</b>                            | : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACION DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |                 |          |
| <b>UBICACION</b>                        | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                 |          |
| <b>MATERIAL</b>                         | : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  | <b>CALICATA</b> | : C - 02 |
| <b>FECHA</b>                            | : 10/03/2021  | <b>MUESTRA</b>  | : M - 01 |

| <b>C.B.R.</b>                        |           |        |           |        |           |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N°                             | 4         |        | 2         |        | 5         |        |
| CAPAS N°                             | 5         |        | 5         |        | 5         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUME (g)          | 11,066    | 11,137 | 11,452    | 11,550 | 11,204    | 11,388 |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 7,118     | 7,118  | 7,600     | 7,600  | 7,636     | 7,636  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 3948      | 4019   | 3852      | 3950   | 3568      | 3752   |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> ) | 2,302     | 2,302  | 2,343     | 2,343  | 2,302     | 2,302  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.72      | 1.75   | 1.64      | 1.69   | 1.55      | 1.63   |
| CAPSULA N°                           | 35        | 25     | 22        | 16     | 64        | 7      |
| PESO CAPSULA + SUELO HUA (g)         | 141.44    | 140.64 | 145.50    | 147.45 | 122.93    | 151.67 |
| PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)         | 136.53    | 134.34 | 139.80    | 140.61 | 118.66    | 142.48 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 4.91      | 6.3    | 5.7       | 6.84   | 4.27      | 9.19   |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 86.97     | 78.18  | 84.55     | 85.33  | 75.79     | 80.35  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 49.56     | 56.16  | 55.25     | 55.28  | 42.9      | 62.13  |
| HUMEDAD (%)                          | 9.91%     | 11.22% | 10.32%    | 12.37% | 9.96%     | 14.79% |
| DENSIDAD SECA                        | 1.56      | 1.57   | 1.49      | 1.5    | 1.41      | 1.42   |

| <b>EXPANSION</b> |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|------------------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| FECHA            | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|                  |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|                  |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |

| <b>PENETRACION</b>   |   |            |       |                       |       |            |       |                       |      |            |       |                       |   |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|------------|-------|-----------------------|---|
| PENETRACION<br>pulg. | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 4 |       |                       |       | MOLDE N° 2 |       |                       |      | MOLDE N° 5 |       |                       |   |
|                      |   | CARGA      |       | CORECCION             |       | CARGA      |       | CORECCION             |      | CARGA      |       | CORECCION             |   |
|                      |   | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020                |   | 28.60      | 62.9  | 21.00                 |       | 23.20      | 51    | 17.00                 |      | 13.60      | 29.9  | 10.00                 |   |
| 0.040                |   | 60.00      | 132.0 | 44.00                 |       | 47.70      | 104.9 | 35.00                 |      | 28.60      | 62.9  | 21.00                 |   |
| 0.060                |   | 87.30      | 192.1 | 64.00                 |       | 70.90      | 156   | 52.00                 |      | 42.30      | 93.1  | 31.00                 |   |
| 0.080                |   | 114.50     | 251.9 | 84.00                 |       | 92.70      | 203.9 | 68.00                 |      | 55.90      | 123   | 41.00                 |   |
| 0.100                | 1000  | 143.20     | 315.0 | 105.00                | 10.50 | 115.90     | 255   | 85.00                 | 8.50 | 69.50      | 152.9 | 51.00                 |   |
| 0.200                | 1500  | 233.20     | 513.0 | 171.00                |       | 189.50     | 416.9 | 139.00                |      | 113.20     | 249   | 83.00                 |   |
| 0.300                |   | 295.90     | 651   | 217.00                |       | 240.00     | 528   | 176.00                |      | 144.50     | 317.9 | 106.00                |   |
| 0.400                |   | 330.00     | 726   | 242.00                |       | 267.30     | 588.1 | 196.00                |      | 166.40     | 366.1 | 122.00                |   |
| 0.500                |   | 358.60     | 788.9 | 263.00                |       | 290.50     | 639.1 | 213.00                |      | 174.50     | 383.9 | 128.00                |   |

Reg. Marca INDECOPI - C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICAS R.L.

*Miguel A. Arrunategui Chuncan*  
 MIGUEL A. ARRUNATEGUI CHUNCAN  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Miguel A. Arrunategui Chuncan  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CH N° 174530

A&C - 081 - CBR - 21



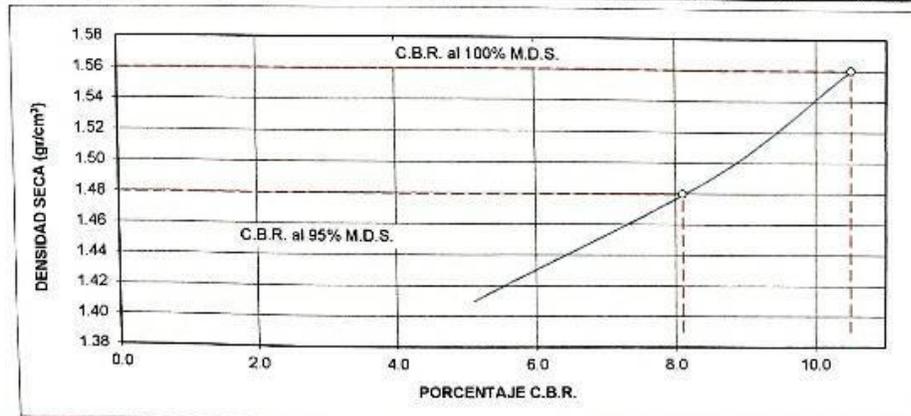
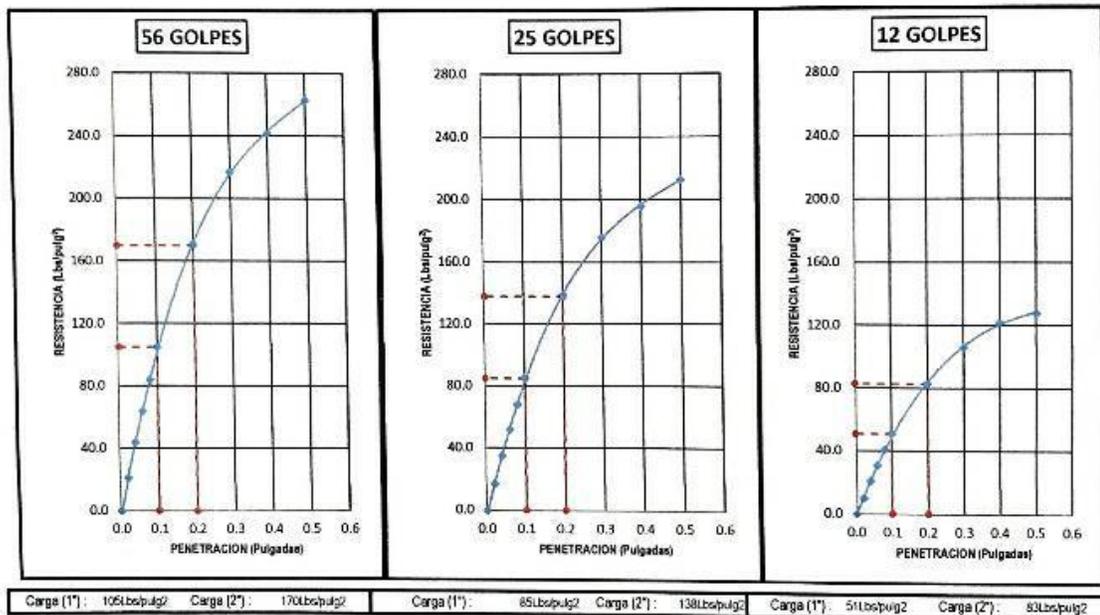
### A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo. Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceploracongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploracongeotecnicasrl.com

|             |   |          |          |
|-------------|---|----------|----------|
| SOLICITANTE | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |          |          |
| TESIS       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |          |          |
| UBICACIÓN   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |          |          |
| MATERIAL    | : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  | CALICATA | : C - 02 |
| FECHA       | : 10/03/2021  | MUESTRA  | : M - 01 |

| DATOS DEL PROCTOR                     |       | DATOS DEL C.B.R.             |       |
|---------------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.56  | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 10.50 |
| Humedad Óptima (%)                    | 9.91% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 8.10  |



Reg. Marca INDECOPI -C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Amunátegui Chumán  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristian Miguel Amunátegui Brown  
INGENIERO CIVIL  
REG. INDECOPI 174930

A&C - 081 - CBR - 21



### A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

| <b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO</b>    |   |        |           |        |           |        |
|---|---|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| <b>SOLICITANTE</b>                        | SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |        |           |        |           |        |
| <b>TESIS</b>                              | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |        |           |        |           |        |
| <b>UBICACIÓN</b>                          | CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |        |           |        |           |        |
| <b>MATERIAL</b>                           | MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA  |        | CALICATA  |        | C - 02    |        |
| <b>FECHA</b>                              | 10/03/2021  |        | MUESTRA   |        | M - 01    |        |
| <b>C.B.R.</b>                             |   |        |           |        |           |        |
| <b>MOLDE N°</b>                           | 3   |        | 1         |        | 5         |        |
| <b>CAPAS N°</b>                           | 5   |        | 5         |        | 5         |        |
| <b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>              | 56  |        | 25        |        | 12        |        |
| <b>CONDICION DE MUESTRA</b>               | SIN MOJAR   | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| <b>PESO MOLDE + SUELO HUME (g)</b>        | 12,272  | 12,356 | 11,776    | 11,882 | 11,738    | 11,943 |
| <b>PESO DEL MOLDE (g)</b>                 | 7,464   | 7,464  | 7,451     | 7,451  | 7,636     | 7,636  |
| <b>PESO DEL SUELO HUMEDO (g)</b>          | 4808  | 4892   | 4325      | 4431   | 4102      | 4307   |
| <b>VOLUMEN DEL SUELO (cm<sup>3</sup>)</b> | 2,468   | 2,468  | 2,304     | 2,304  | 2,302     | 2,302  |
| <b>DENSIDAD HUMEDA (g/cm<sup>3</sup>)</b> | 1.95  | 1.98   | 1.88      | 1.92   | 1.78      | 1.87   |
| <b>CAPSULA N°</b>                         | 2   | 36     | 20        | 19     | 17        | 88     |
| <b>PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)</b>       | 130.85  | 125.43 | 141.78    | 138.23 | 119.73    | 151.87 |
| <b>PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)</b>       | 125.25  | 118.35 | 135.30    | 130.62 | 114.86    | 141.81 |
| <b>PESO DE AGUA CONTENIDA (g)</b>         | 5.6   | 7.08   | 6.48      | 7.61   | 4.87      | 10.06  |
| <b>PESO DE CAPSULA (g)</b>                | 75.69   | 62.19  | 80.05     | 75.34  | 71.99     | 79.68  |
| <b>PESO DE SUELO SECO (g)</b>             | 49.56   | 56.16  | 55.25     | 55.26  | 42.9      | 62.13  |
| <b>HUMEDAD (%)</b>                        | 11.30%  | 12.61% | 11.73%    | 13.77% | 11.36%    | 16.19% |
| <b>DENSIDAD SECA</b>                      | 1.75  | 1.76   | 1.68      | 1.69   | 1.60      | 1.61   |

| <b>EXPANSION</b> |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|------------------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| FECHA            | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|                  |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|                  |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |

| <b>PENETRACION</b>   |   |            |       |                       |       |            |       |                       |       |            |       |                       |      |
|----------------------|---|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| PENETRACION<br>pulg. | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 3 |       |                       |       | MOLDE N° 1 |       |                       |       | MOLDE N° 5 |       |                       |      |
|                      |   | CARGA      |       | CORECCION             |       | CARGA      |       | CORECCION             |       | CARGA      |       | CORECCION             |      |
|                      |   | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    |
| 0.020                |   | 34.10      | 75    | 25.00                 |       | 28.60      | 62.9  | 21.00                 |       | 16.40      | 36.1  | 12.00                 |      |
| 0.040                |   | 72.30      | 159.1 | 53.00                 |       | 58.60      | 128.9 | 43.00                 |       | 35.50      | 78.1  | 26.00                 |      |
| 0.060                |   | 105.00     | 231.0 | 77.00                 |       | 85.90      | 189   | 63.00                 |       | 51.80      | 114   | 38.00                 |      |
| 0.080                |   | 139.10     | 306.0 | 102.00                |       | 111.80     | 246   | 82.00                 |       | 68.20      | 150   | 50.00                 |      |
| 0.100                | 1000  | 173.20     | 381.0 | 127.00                | 12.70 | 140.50     | 309.1 | 103.00                | 10.30 | 84.50      | 185.9 | 62.00                 | 6.20 |
| 0.200                | 1500  | 282.30     | 621.1 | 207.00                |       | 229.10     | 504   | 168.00                |       | 137.70     | 302.9 | 101.00                |      |
| 0.300                |   | 358.60     | 788.9 | 263.00                |       | 290.50     | 639.1 | 213.00                |       | 174.50     | 383.9 | 126.00                |      |
| 0.400                |   | 398.20     | 876   | 292.00                |       | 323.20     | 711   | 237.00                |       | 203.20     | 447   | 149.00                |      |
| 0.500                |   | 433.60     | 953.9 | 316.00                |       | 351.80     | 774   | 258.00                |       | 211.40     | 465.1 | 155.00                |      |

Reg. Marca INDECOPI - C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L.  
 Miguel A. Amategui Chauhan  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L. & C - 080 - CBR - 21  
 Esteban Miguel Amategui Chauhan  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC Nº 774830



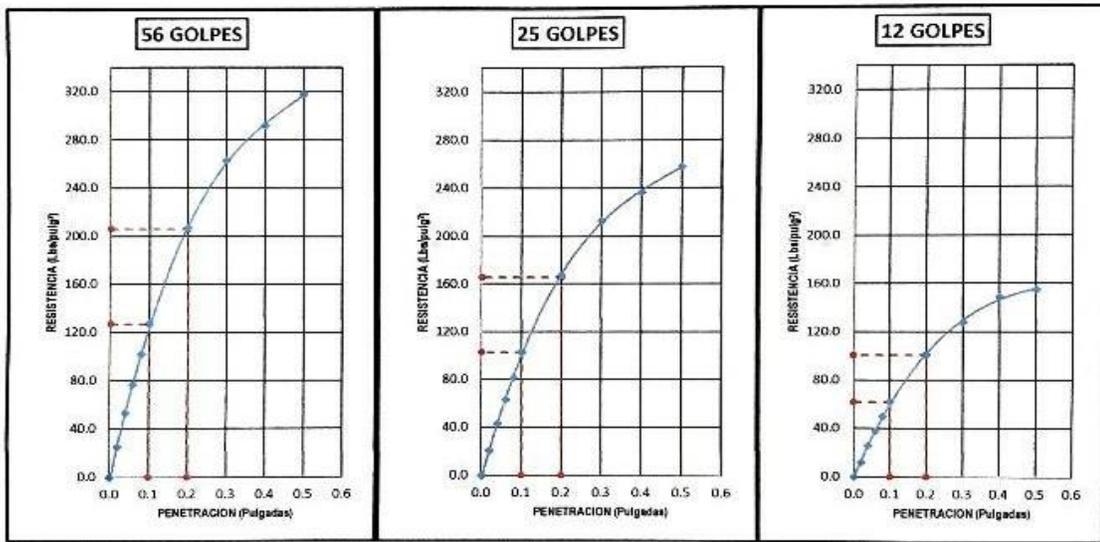
**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

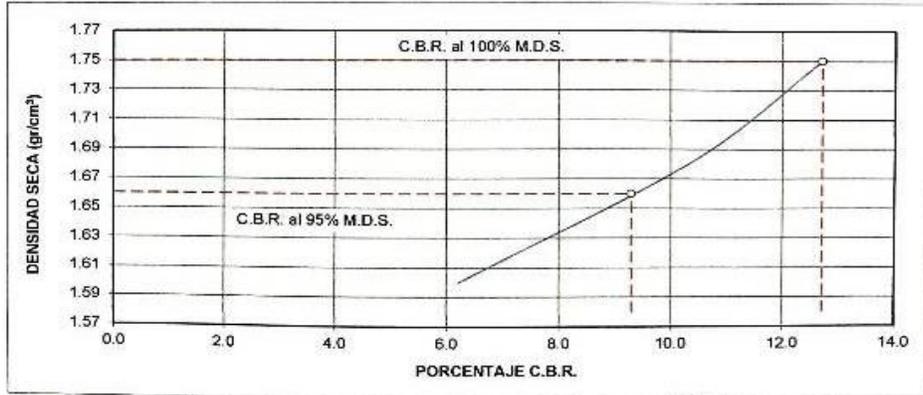
Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

|                    |   |                 |          |
|--------------------|---|-----------------|----------|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |                 |          |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |                 |          |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                 |          |
| <b>MATERIAL</b>    | : MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA  | <b>CALICATA</b> | : C - 02 |
| <b>FECHA</b>       | : 10/03/2021  | <b>MUESTRA</b>  | : M - 01 |

| DATOS DEL PROCTOR                     |        | DATOS DEL C.B.R.             |       |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.75   | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.70 |
| Humedad Óptima (%)                    | 11.30% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 9.30  |



|                          |                          |                          |                          |                         |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Carga (1°): 127Lbs/pulg2 | Carga (2°): 206Lbs/pulg2 | Carga (1°): 103Lbs/pulg2 | Carga (2°): 166Lbs/pulg2 | Carga (1°): 62Lbs/pulg2 | Carga (2°): 101Lbs/pulg2 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|



Reg. Marca INDECOPI -C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Miguel A. Arrunategui Chauman*  
 Miguel A. Arrunategui Chauman  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Christian Miguel Arrunategui Chauman*  
 Christian Miguel Arrunategui Chauman  
 INGENIERO EN GEOTECNICA  
 REG. PROF. N° 776330

A&C - 080 - CBR - 21



**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

- Mecánica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

| <b>ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO</b> |   |                 |        |
|---|---|-----------------|--------|
| <b>SOLICITANTE</b>                      | SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |                 |        |
| <b>TESIS</b>                            | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |                 |        |
| <b>UBICACIÓN</b>                        | CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                 |        |
| <b>MATERIAL</b>                         | MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  | <b>CALICATA</b> | C - 02 |
| <b>FECHA</b>                            | 10/03/2021  | <b>MUESTRA</b>  | M - 01 |

| <b>C.B.R.</b>                        |           |        |           |        |           |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MOLDE N°                             | 4         |        | 2         |        | 1         |        |
| CAPAS N°                             | 5         |        | 5         |        | 5         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUME (g)          | 12,143    | 12,226 | 12,546    | 12,663 | 12,094    | 12,319 |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 7,118     | 7,118  | 7,600     | 7,600  | 7,451     | 7,451  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 5025      | 5108   | 4946      | 5063   | 4643      | 4868   |
| VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> ) | 2,302     | 2,302  | 2,343     | 2,343  | 2,304     | 2,304  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.18      | 2.22   | 2.11      | 2.16   | 2.02      | 2.11   |
| CAPSULA N°                           | 15        | 65     | 64        | 22     | 8         | 9      |
| PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)         | 140.16    | 133.61 | 141.03    | 153.85 | 126.63    | 158.62 |
| PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)         | 133.96    | 125.85 | 133.89    | 145.57 | 121.24    | 147.81 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 6.2       | 7.76   | 7.14      | 8.28   | 5.39      | 10.81  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 84.36     | 69.65  | 78.60     | 90.25  | 78.33     | 85.64  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 49.6      | 56.2   | 55.29     | 55.32  | 42.9      | 62.17  |
| HUMEDAD (%)                          | 12.50%    | 13.81% | 12.91%    | 14.97% | 12.56%    | 17.39% |
| DENSIDAD SECA                        | 1.94      | 1.95   | 1.87      | 1.88   | 1.79      | 1.80   |

| <b>EXPANSION</b> |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|------------------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| FECHA            | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|                  |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|                  |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |

| <b>PENETRACION</b>   |   |            |        |                       |       |            |       |                       |       |            |       |                       |      |
|----------------------|---|------------|--------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|-------|------------|-------|-----------------------|------|
| PENETRACION<br>pulg. | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 4 |        |                       |       | MOLDE N° 2 |       |                       |       | MOLDE N° 1 |       |                       |      |
|                      |   | CARGA      |        | CORECCION             |       | CARGA      |       | CORECCION             |       | CARGA      |       | CORECCION             |      |
|                      |   | Lectura    | lbs    | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs   | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    |
| 0.020                |   | 39.50      | 86.9   | 29.00                 |       | 31.40      | 69.1  | 23.00                 |       | 19.10      | 42    | 14.00                 |      |
| 0.040                |   | 81.80      | 180.0  | 60.00                 |       | 65.50      | 144.1 | 48.00                 |       | 39.50      | 86.9  | 28.00                 |      |
| 0.060                |   | 118.60     | 260.9  | 87.00                 |       | 96.80      | 213   | 71.00                 |       | 58.60      | 128.9 | 43.00                 |      |
| 0.080                |   | 155.50     | 342.1  | 114.00                |       | 126.80     | 279   | 93.00                 |       | 76.40      | 168.1 | 56.00                 |      |
| 0.100                | 1000  | 195.00     | 429.0  | 143.00                | 14.30 | 158.20     | 348   | 116.00                | 11.60 | 95.50      | 210.1 | 70.00                 | 7.00 |
| 0.200                | 1500  | 317.70     | 698.9  | 233.00                |       | 257.70     | 566.9 | 189.00                |       | 155.50     | 342.1 | 114.00                |      |
| 0.300                |   | 403.60     | 887.9  | 296.00                |       | 327.30     | 720.1 | 240.00                |       | 197.70     | 434.9 | 145.00                |      |
| 0.400                |   | 448.60     | 986.9  | 329.00                |       | 364.10     | 801   | 267.00                |       | 229.10     | 504   | 168.00                |      |
| 0.500                |   | 488.20     | 1074.0 | 356.00                |       | 395.50     | 870.1 | 290.00                |       | 238.60     | 524.9 | 175.00                |      |

Reg. Marca INDECOPI - C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

*Miguel A. Amador Quiroz*  
 Miguel A. Amador Quiroz  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Amador Quiroz  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 10110 - 10110

A&C - 079 - CBR - 21



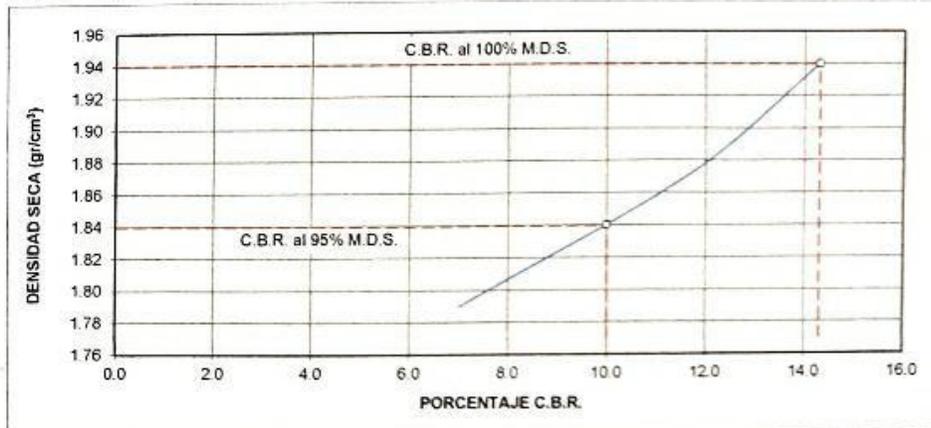
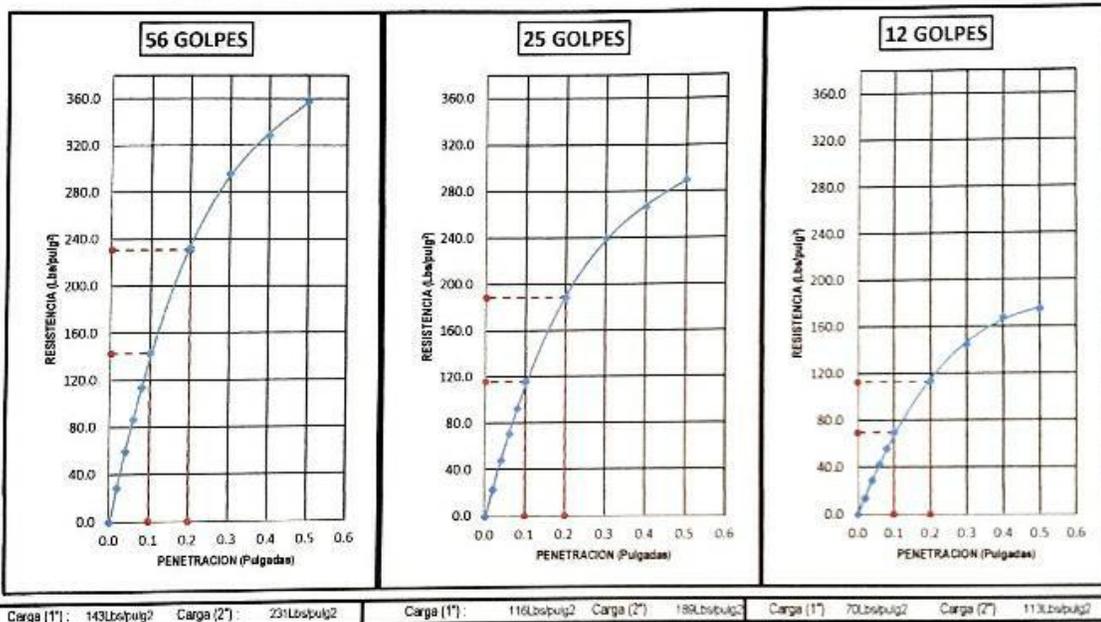
**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

|                    |   |                 |          |
|--------------------|---|-----------------|----------|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |                 |          |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |                 |          |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                 |          |
| <b>MATERIAL</b>    | : MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  | <b>CALICATA</b> | : C - 02 |
| <b>FECHA</b>       | : 10/03/2021  | <b>MUESTRA</b>  | : M - 01 |

| DATOS DEL PROCTOR                     |        | DATOS DEL C.B.R.             |       |
|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.94   | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 14.30 |
| Humedad Óptima (%)                    | 12.50% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 10.00 |



Reg. Marca INDECOPI -C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Armas Segui Chaman  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

INGENIERO CIVIL

A&C - 079- CBR - 21



### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

|                    |   |                 |          |
|--------------------|---|-----------------|----------|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SIALER VALDIVIESO RONALD WUALDIR  | <b>CALICATA</b> | : C - 03 |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 | <b>MUESTRA</b>  | : M-03   |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                 |          |
| <b>MATERIAL</b>    | : SUELO NATURAL   |                 |          |
| <b>FECHA</b>       | : 9/03/2021   |                 |          |

#### CBR

|                                      | 1           |          | 2           |          | 3           |          |       |       |      |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------|-------|------|
| Molde Nº                             |             |          |             |          |             |          |       |       |      |
| Capas Nº                             | 5           |          | 5           |          | 5           |          |       |       |      |
| Golpes por capa Nº                   | 56          |          | 25          |          | 12          |          |       |       |      |
| Condición de la muestra              | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |       |       |      |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g)     |             | 11312    | 10761       | 11142    | 11187       | 1176     |       |       |      |
| Peso de molde + base (g)             | 6657        | 6657     | 6587        | 6587     | 7452        | 745      |       |       |      |
| Peso del suelo húmedo (g)            | -6657       | 4655     | 4174        | 4555     | 3735        | 431      |       |       |      |
| Altura del molde (mm)                | 117         | 117      | 117         | 117      | 117         | 117      |       |       |      |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ) | 2151        | 2151     | 2151        | 2151     | 2151        | 215      |       |       |      |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> ) | -3.095      | 2.164    | 1.940       | 2.118    | 1.736       | 2.00     |       |       |      |
| Tara (Nº)                            | T-1         | T-2      | T-1         | T-3      | T-4         | T-3      | T-5   | T-6   | T-5  |
| Peso suelo húmedo + tara (g)         | 196.6       | 309.2    | 213.4       | 298.6    | 287.7       | 251.9    | 301.0 | 291.9 | 113. |
| Peso suelo seco + tara (g)           | 176.2       | 275.9    | 181.5       | 276.8    | 265.7       | 223.1    | 279.2 | 271.1 | 94.  |
| Peso de tara (g)                     | 37.1        | 67.7     | 37.1        | 103.3    | 86.8        | 103.3    | 64.1  | 66.5  | 10.1 |
| Peso de agua (g)                     | 22.3        | 33.3     | 31.9        | 21.8     | 22.0        | 28.6     | 21.8  | 20.9  | 18.1 |
| Peso de suelo seco (g)               | 139.1       | 208.3    | 144.4       | 173.5    | 178.8       | 119.7    | 215.1 | 202.6 | 83.1 |
| Contenido de humedad (%)             | 16.1        | 16.0     | 22.1        | 12.6     | 12.3        | 24.1     | 10.1  | 10.3  | 22.1 |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )   | -2.668      | 1.773    | 1.726       | 1.707    | 1.575       | 1.63     |       |       |      |

#### EXPANSION

| FECHA    | HORA  | TIEMPO | DIAL  | EXPANSION |     | DIAL  | EXPANSION |     | DIAL  | EXPANSION |
|----------|-------|--------|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|
|          |       |        |       | mm        | %   |       | mm        | %   |       |           |
| 0-Ene-00 | 11:00 | 0      | 0.000 | 0.0       | 0.0 | 0.000 | 0.0       | 0.0 | 0.000 | 0.0       |
| 1-Ene-00 | 11:00 | 24     | 0.200 | 0.2       | 0.2 | 0.300 | 0.3       | 0.3 | 0.500 | 0.5       |
| 2-Ene-00 | 11:00 | 48     | 0.350 | 0.4       | 0.3 | 0.550 | 0.6       | 0.5 | 0.900 | 0.9       |
| 3-Ene-00 | 11:00 | 72     | 0.500 | 0.5       | 0.4 | 0.700 | 0.7       | 0.6 | 1.200 | 1.2       |
| 4-Ene-00 | 11:00 | 96     | 0.500 | 0.5       | 0.4 | 0.900 | 0.9       | 0.8 | 1.300 | 1.3       |

#### PENETRACION

| PENETRACION (mm) | TIEMPO | CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup> | 56 GOLPES  |       |            |      | 26 GOLPES  |      |            |      | 12 GOLPES  |    |            |        |
|------------------|--------|---------------------------------|------------|-------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|----|------------|--------|
|                  |        |                                 | CARGA      |       | CORRECCION |      | CARGA      |      | CORRECCION |      | CARGA      |    | CORRECCION |        |
|                  |        |                                 | Dial (div) | kg    | kg         | %    | Dial (div) | kg   | kg         | %    | Dial (div) | kg | kg         |        |
| 0.000            | 0      |                                 |            | 0.0   |            |      |            | 0.0  |            |      |            |    | 0.0        |        |
| 0.835            | 30"    |                                 |            | 12.7  |            |      |            | 10.5 |            |      |            |    | 6.6        |        |
| 1.270            | 1'     |                                 |            | 22.8  |            |      |            | 16.4 |            |      |            |    | 8.0        |        |
| 1.905            | 1.5'   |                                 |            | 35.1  |            |      |            | 20.8 |            |      |            |    | 9.6        |        |
| 2.540            | 2'     | 70.5                            |            | 47.7  | 41.227     | 3.00 |            | 27.2 | 25.202     | 1.84 |            |    | 10.6       | 7.581  |
| 3.180            | 2.5'   |                                 |            | 61.6  |            |      |            | 32.1 |            |      |            |    | 11.9       |        |
| 3.810            | 3'     |                                 |            | 75.3  |            |      |            | 37.5 |            |      |            |    | 13.1       |        |
| 4.450            | 3.5'   |                                 |            | 92.9  |            |      |            | 42.9 |            |      |            |    | 14.7       |        |
| 5.080            | 4'     | 105.7                           |            | 109.4 | 124.747    | 6.06 |            | 48.9 | 53.168     | 2.58 |            |    | 16.2       | 15.254 |
| 6.350            | 6'     |                                 |            | 169.1 |            |      |            | 66.2 |            |      |            |    | 23.2       |        |
| 7.620            | 8'     |                                 |            | 246.3 |            |      |            | 87.3 |            |      |            |    | 29.3       |        |
| 10.160           | 10'    |                                 |            | 297.8 |            |      |            | 98.1 |            |      |            |    | 37.2       |        |

Observaciones:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
  
 Miguel A. Armutani Chuanan  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
  
 Cristian Miguel Armutani Chuanan  
 LABORATORISTA







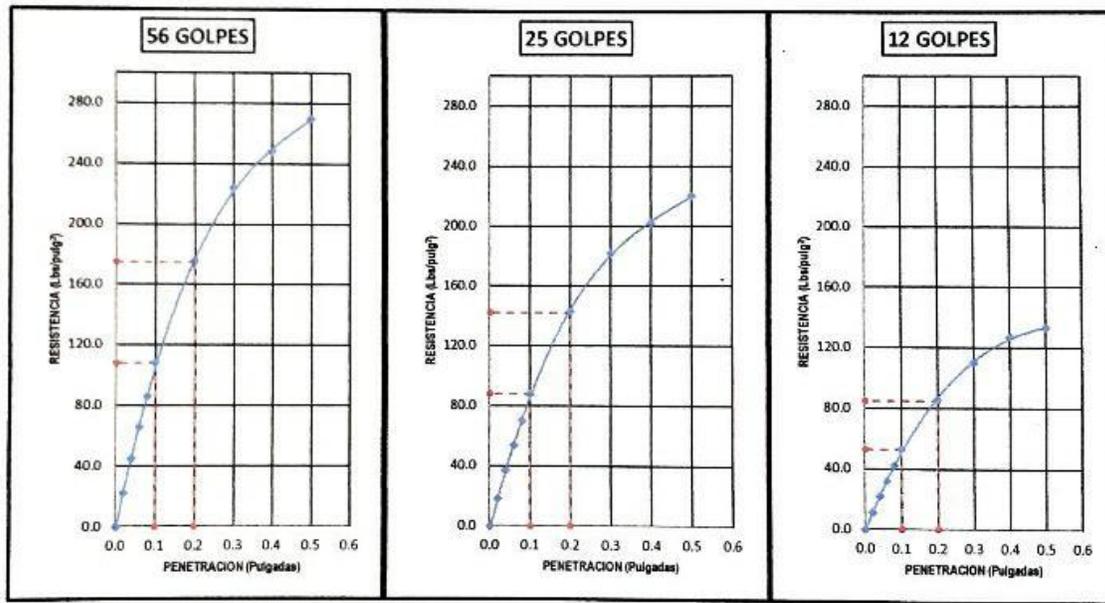
## A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Rotura de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyecto de Carreteras

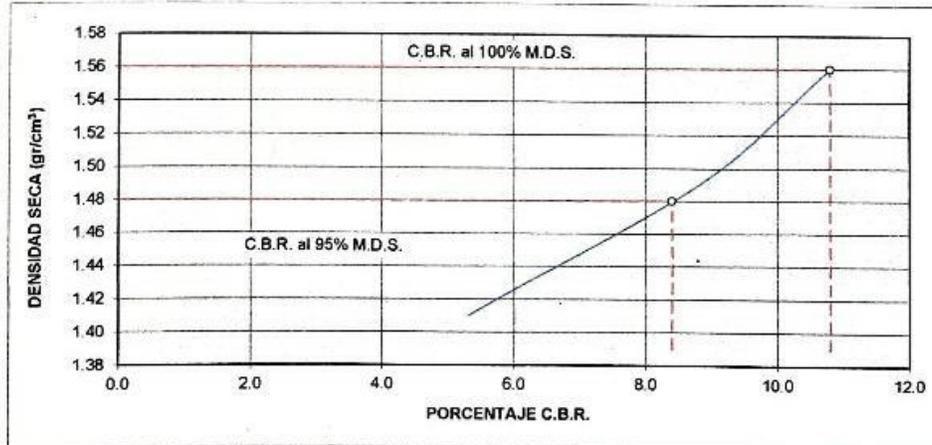
Prolg. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59" - Saúl Cantoral / Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670  
 www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

|                    |   |                          |
|--------------------|---|--------------------------|
| <b>SOLICITANTE</b> | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |                          |
| <b>TESIS</b>       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACIÓN URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |                          |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |                          |
| <b>MATERIAL</b>    | : MEZCLA DE 10% DE PIEDRA YESERA  | <b>CALICATA</b> : C - 01 |
| <b>FECHA</b>       | : 10/03/2021  | <b>MUESTRA</b> : M - 01  |

| DATOS DEL PROCTOR                     |       | DATOS DEL C.B.R.             |       |
|---------------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.56  | C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 10.80 |
| Humedad Óptima (%)                    | 9.10% | C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 8.40  |



|            |                         |            |                         |            |                        |            |                         |            |                        |            |                        |
|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|
| Carga (1°) | 108lbspulg <sup>2</sup> | Carga (2°) | 175lbspulg <sup>2</sup> | Carga (1°) | 88lbspulg <sup>2</sup> | Carga (2°) | 142lbspulg <sup>2</sup> | Carga (1°) | 53lbspulg <sup>2</sup> | Carga (2°) | 85lbspulg <sup>2</sup> |
|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|



Reg. Marca INDECOPI - C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Armas Angulo  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristian Miguel Armas Angulo  
INGENIERO CIVIL

A&C - 076 - CBR - 21





**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

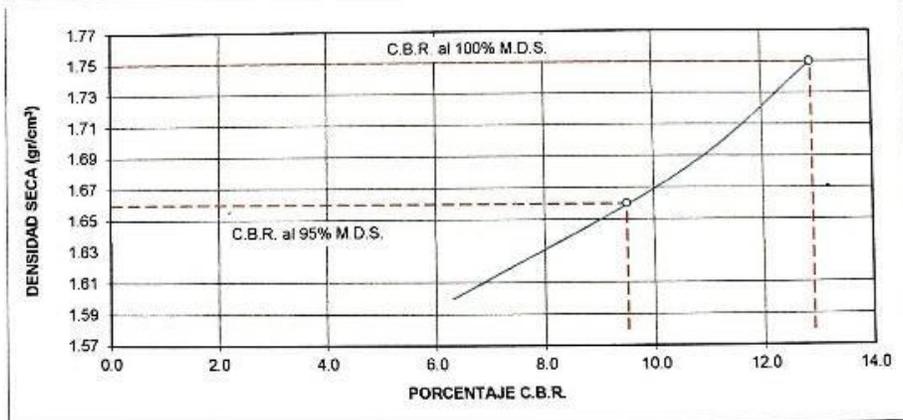
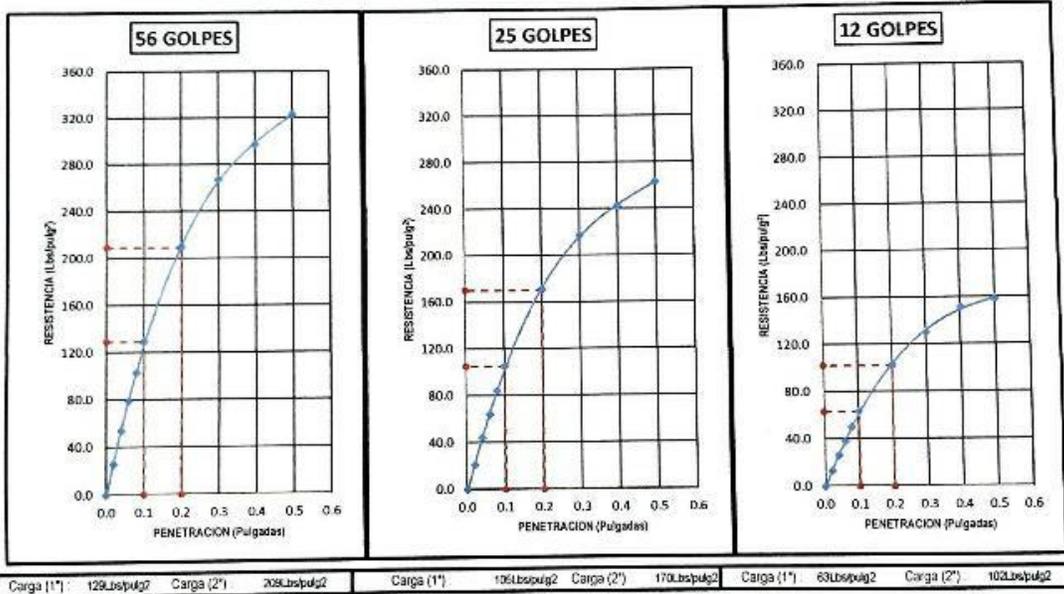
- Mecánica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

|             |  |
|-------------|--|
| SOLICITANTE | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR   |
| TESIS       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITAC URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |
| UBICACIÓN   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK   |
| MATERIAL    | : MEZCLA DE 20% DE PIEDRA YESERA   |
| FECHA       | : 10/03/2021   |
|             | CALICATA : C - 03<br>MUESTRA : M - 01  |

| DATOS DEL PROCTOR                     |        |
|---------------------------------------|--------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.75   |
| Humedad Óptima (%)                    | 11.60% |

| DATOS DEL C.B.R.             |       |
|------------------------------|-------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 12.90 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 9.50  |



Reg. Marca INDECOPI C-00033437

A&C - 083- CBR - 21

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arranzategui Chauhan  
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arranzategui Bruña  
INGENIERO CIVIL  
Rosa. C.M. Nº 174530





**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.**

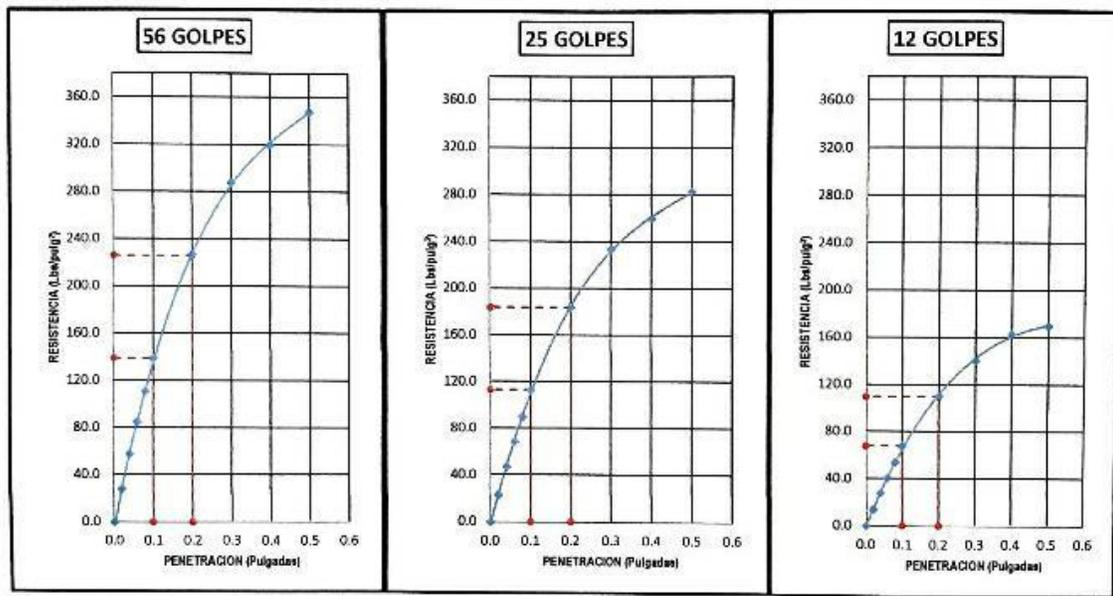
- Mecanica de Suelos    - Concreto    - Asfalto    - Roturas de testigos
- Cimentaciones        - Laboratorio    - Canteras    - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503  
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

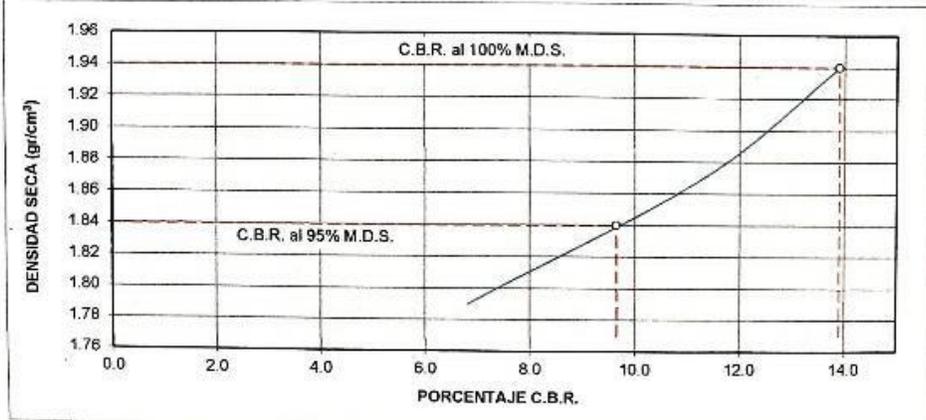
|             |   |          |          |
|-------------|---|----------|----------|
| SOLICITANTE | : SIALES VALDIVIEZO RONALD WUALDIR  |          |          |
| TESIS       | : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE VIAS URBANAS NO PAVIMENTADAS CON LA APLICACIÓN DE PIEDRA YESERA - HABILITACION URBANA CIUDAD EL MAESTRO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2021 |          |          |
| UBICACIÓN   | : CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM 799 A ESPALDAS DE LA LADRILLERA LARK  |          |          |
| MATERIAL    | : MEZCLA DE 30% DE PIEDRA YESERA  | CALICATA | : C - 03 |
| FECHA       | : 10/03/2021  | MUESTRA  | : M - 01 |

| DATOS DEL PROCTOR                     |        |
|---------------------------------------|--------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.94   |
| Humedad Optima (%)                    | 11.80% |

| DATOS DEL C.B.R.             |       |
|------------------------------|-------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 13.90 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 9.65  |



|                                      |                                      |                                      |                                      |                                     |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Carga (1°): 130Lbs/pulg <sup>2</sup> | Carga (2°): 226Lbs/pulg <sup>2</sup> | Carga (1°): 113Lbs/pulg <sup>2</sup> | Carga (2°): 184Lbs/pulg <sup>2</sup> | Carga (1°): 68Lbs/pulg <sup>2</sup> | Carga (2°): 110Lbs/pulg <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|



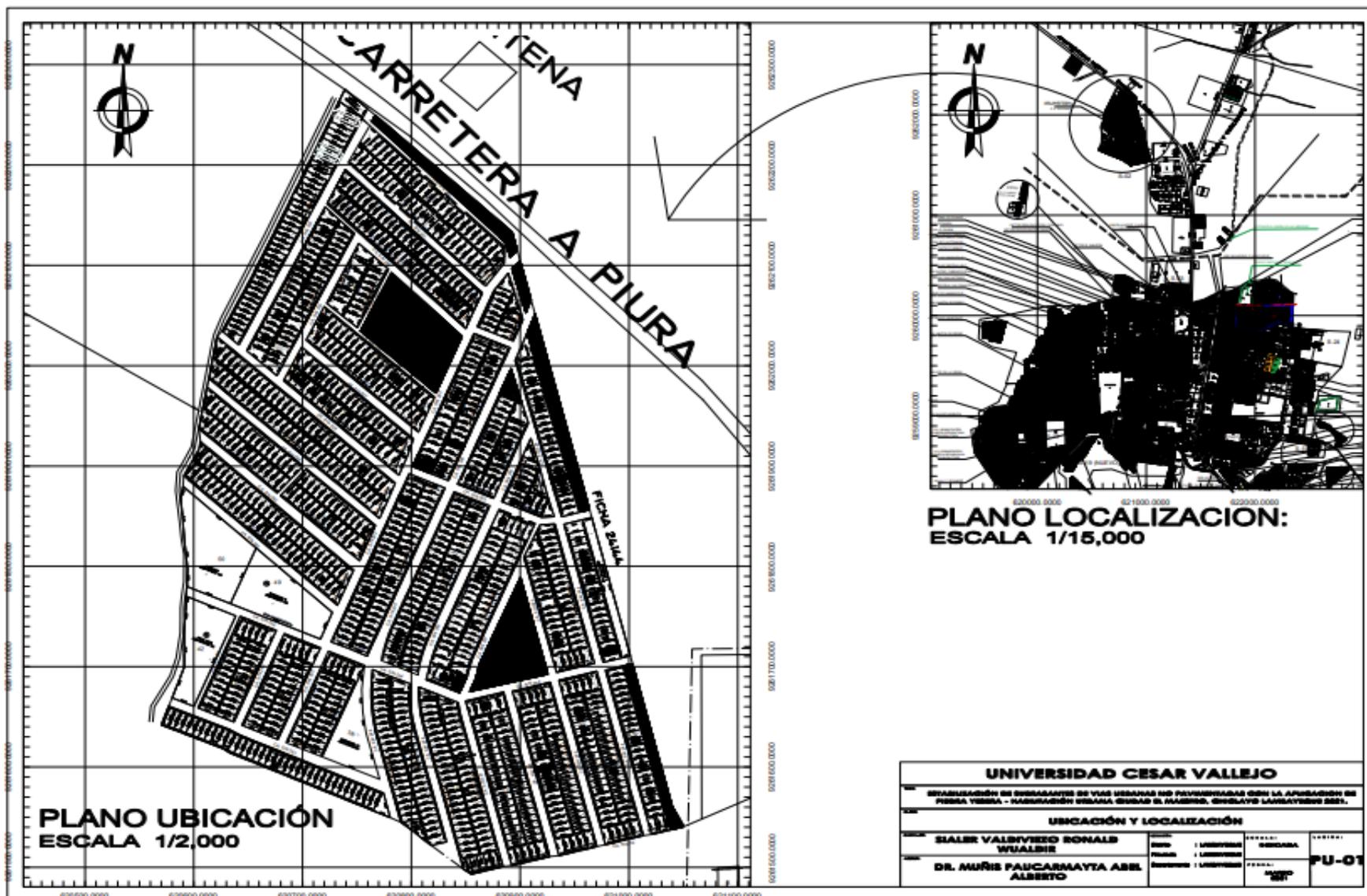
Reg. Marca INDECOPI -C-00033437

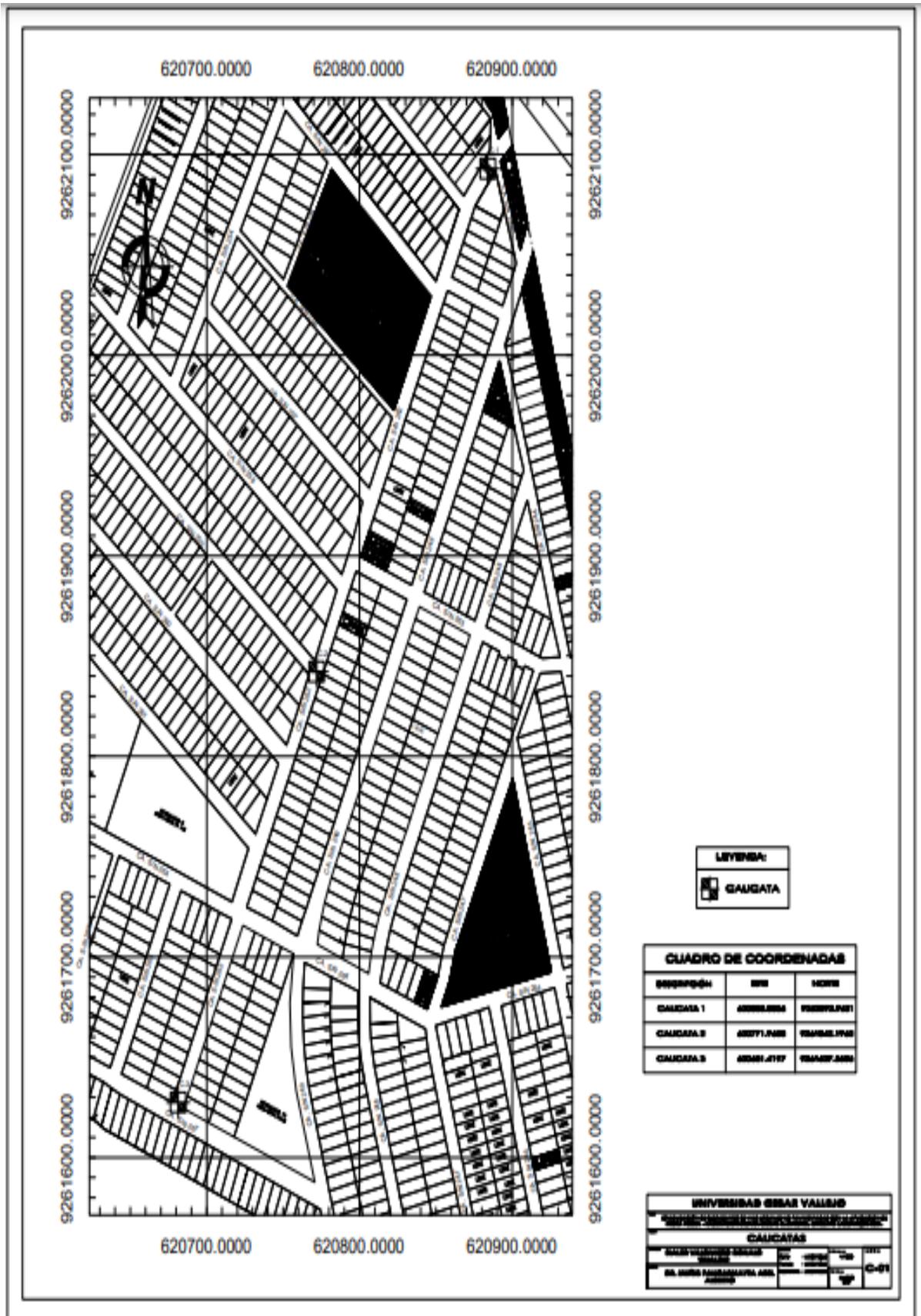
A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Miguel A. Armas Armas  
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Armas Armas  
 INDECOPI N° 174530

A&C - 082 - CBR - 21

Anexo 6: Planos





LEYENDA:  
 GAUGATA

| DESCRIPCIÓN | X          | Y            |
|-------------|------------|--------------|
| GAUGATA 1   | 62071.6884 | 9261700.1281 |
| GAUGATA 2   | 62071.6884 | 9261700.1281 |
| GAUGATA 3   | 62081.4787 | 9261700.1281 |

|  |       |        |      |
|--|-------|--------|------|
| <b>UNIVERSIDAD CESAR VALDES</b>                                  |       |        |      |
| <b>Escuela Superior Politécnica de Ingeniería y Arquitectura</b> |       |        |      |
| <b>CALCAYAS</b>  |       |        |      |
| PROYECTO   | FECHA | ESCALA | HOJA |
| EL DISEÑO ARCHITECTÓNICO DEL PLAN                                | 2011  | 1:500  | 0-01 |

**Anexo 7:**

Panel fotográfico



**Figura: calicata nº 01**



**Figura: Calicata nº02**



**Figura:** Calicata nº03



**Figura:** Material de piedra yesera



**Figura:** Ensayo de análisis granulométrico por tamizado



**Figura:** Ensayo de limite liquido



**Figura:** Ensayo de proctor modificado



**Figura:** Ensayo de CBR

## Anexo 8: Similitud.

