UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

AUTOR

Cecilia Del Pilar Tello Delgado

ASESOR

Juan Merino Roncero

https://orcid.org/0000-0002-5753-7664

Chiclayo, 2025

Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz

PRESENTADA POR

Cecilia Del Pilar Tello Delgado

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Aníbal Teodoro Díaz Orrego
PRESIDENTE

César Augusto Ramírez Guanilo
SECRETARIO

Juan Merino Roncero
VOCAL

Dedicatoria

A mi amada Madre Jesús Esther Delgado Menor y mi adorado Padre José Alfredo Tello Julca, este logro es gracias a su esfuerzo día tras día, que siempre han creído en mí y me han apoyado incondicionalmente. Mi carrera profesional es la mejor herencia que me han podido brindar.

A mis hermanos, por sus ánimos de aliento han sido uno de los motivos para seguir adelante.

Y a mí misma, por no dejarme caer ante ninguna adversidad y seguir dando todo en este proceso para lograr una de mis tantas metas.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a todas las personas que, de alguna manera, han contribuido en mi crecimiento académico y personal. En especial, expreso mi gratitud a mis docentes quienes con su dedicación, conocimientos y orientación han sido pilares fundamentales en toda la trayectoria de mi formación universitaria que me permitirá llevar y emplear mi desempeño en el ámbito profesional.

Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	3%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	doku.pub Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen **15**

Abstract **16**

Introducción **17**

Revisión de literatura **20**

Antecedentes **20**

Bases teóricas científicas **25**

Suelo **25**

Propiedades del suelo **25**

Clasificación de suelos **26**

Suelos arcillosos **31**

Manual de carretera, "Sección suelos y pavimentos" – MTC/14 ..... **31**

Pavimento **31**

Estabilización de suelos **32**

Subrasante **32**

Caucho granulado **36**

Clasificación del caucho **36**

Cenizas de cáscara de arroz **36**

Materiales y métodos **40**

Tipo y nivel de investigación **40**

Tipo de investigación **40**

Nivel de investigación **40**

Diseño de la investigación **40**

Hipótesis **40**

Diseño para contrastar la hipótesis **40**

Población, muestra y muestreo **41**

Criterios de selección **45**

Operacionalización de variables 45

Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos 46

Técnicas 46

Instrumentos de recolección de datos 47

Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis 47

Procedimientos 49

Resultados y discusión 77

Discusión de resultados 109

Conclusiones 115

Recomendaciones 117

Referencias 118

Anexos 120

Lista de tablas

Tabla 1. Muestreo para la muestra patrón 43

Tabla 2. Muestreo del grupo experimental 44

Tabla 3. Variables independientes 45

Tabla 4. Variable dependiente 46

Tabla 5. Variables intervinientes 46

Tabla 6. Coordenadas UTM de los puntos de extracción 49

Tabla 7. Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con cal viva al 8%. 67

Tabla 8. Trazo, Replanteo y controles topográficos - ACU 67

Tabla 9. Excavación a nivel de subrasante - ACU 68

Tabla 10. Batido de material con cal viva 8% e=40cm - ACU 68

Tabla 11. Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU 69

Tabla 12. Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con cal viva al 15% y ceniza de cáscara de café al 15%. 69

Tabla 13. Trazo, replanteo y controles topográficos - ACU 70

Tabla 14. Excavación a nivel de subrasante - ACU 70

Tabla 15. Batido de material con cal viva al 15% y ceniza de cáscara de café al 15% - ACU 71

Tabla 16. Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU 71

Tabla 17. Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con CCA al 8%. 72

Tabla 18. Trazo, replanteo y controles topográficos - ACU 72

Tabla 19. Excavación a nivel de subrasante - ACU 73

Tabla 20. Batido de material con ceniza de cascarilla de arroz al 8% e=40cm - ACU 73

Tabla 21. Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU 74

Tabla 22. Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con caucho granulado al 1.2% y CCA al 15% 74

Tabla 23. Trazo, replanteo y controles topográficos - ACU 75

Tabla 24. Excavación a nivel de subrasante - ACU 75

Tabla 25. Batido de material con CCA al 15% y caucho granulado al 1.2% e=40 cm - ACU76

Tabla 26. Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU 76

Tabla 27. Resultados en % - contenido de humedad 77

Tabla 28. Distribución granulométrica de las 3 calicatas 79

Tabla 29. Límites de Atterberg del suelo natural 80

Tabla 30. Gravedad específica de cada calicata 80

Tabla 31. Clasificación SUCS y AASHTO 81

Tabla 32. Cuadro resumen de M.D.S y OCH natural 84

Tabla 33. CBR suelo natural - C1 85

Tabla 34. CBR - C2 85

Tabla 35. CBR - C3 86

Tabla 36. Relación de la M.D.S. con el OCH del grupo experimental para la C-1 87

Tabla 37. Relación de la M.D.S. con el OCH del grupo experimental para la C-2 89

Tabla 38. Relación de la M.D.S. con el OCH del grupo experimental para la C-3 90

Tabla 39. Grupo experimental para la C-1 del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado. 91

Tabla 40. Grupo experimental para la C-1 del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado. .. 92

Tabla 41. Grupo experimental para la C-1 del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. .. 92

Tabla 42. Grupo experimental para la C-2 del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado. 94

Tabla 43. Grupo experimental para la C-2 del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado. .. 94

Tabla 44. Grupo experimental para la C-2 del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. .. 95

Tabla 45. Grupo experimental para la C-3 del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado. 96

Tabla 46. Grupo experimental para la C-3 del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado. .. 97

Tabla 47. Grupo experimental para la C-3 del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. .. 97

Tabla 48. Resumen de los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas de las muestras naturales y experimentales 100

Tabla 49. Desviación estándar del C.B.R. al 95% de cada muestra estudiada en relación con las diferentes dosificaciones de aditivos. 101

Tabla 50. Composición química de la CCA 103

Tabla 51. Variación del IP según por cada calicata 105

Tabla 52. Resumen del presupuesto para cada método de estabilización 108

Lista de gráficos

Gráfico 1. Granulometría suelo natural C-1, C-2 y C-3 78

Gráfico 2. Curva de sedimentación para la muestra C-1 82

Gráfico 3. Curva de sedimentación para la muestra C-2 83

Gráfico 4. Curva de sedimentación para la muestra C-3 83

Gráfico 5. Curvas de Proctor Modificado de las tres muestras estudiadas 84

Gráfico 6. C.B.R. 2.54 cm de penetración estándar al 100% y 95%. 86

Gráfico 7. C.B.R. 5.08 cm de penetración estándar al 100% y 95% 87

Gráfico 8. Proctor Modificado C-1 natural y las distintas dosificaciones ejecutadas 88

Gráfico 9. Proctor Modificado C-2 natural y las distintas dosificaciones ejecutadas 89

Gráfico 10. Proctor Modificado C-3 natural y las distintas dosificaciones ejecutadas 91

Gráfico 11. C-1 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.). 93

Gráfico 12. C-1 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.). 93

Gráfico 13. C-2 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.). 95

Gráfico 14. C-2 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.). 96

Gráfico 15. C-3 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.). 98

Gráfico 16. C-3 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.). 98

Gráfico 17. C-1 C.B.R al 95% – Desviación estándar 101

Gráfico 18. C-2 C.B.R al 95% – Desviación estándar 102

Gráfico 19. C-3 C.B.R al 95% – Desviación estándar 102

Gráfico 20. Curva granulométrica del caucho granulado 104

Gráfico 21. Variación LL en relación suelo-natural y % de CCA. 105

Gráfico 22. Variación LP en relación suelo-natural y % CCA. 106

Gráfico 23. Variación IP en relación suelo natural y % CCA. 107

Gráfico 24. Costos de los métodos de estabilización para suelos arcilloso de subrasante 108

Lista de figuras

Figura 1**.** Proceso de formación de los distintos suelos 25

Figura 2. Simbología – SUCS 27

Figura 3. Categorías de Sub rasante según el valor CBR 33

Figura 4. Características del suelo 33

Figura 5. Clasificación según el IP 35

Figura 6. Cáscara de arroz y CCA 37

Figura 7. Composición química de las CCA 38

Figura 8. Características físicas de las CCA 38

Figura 9. Horno quemador de Biomasa - Molino RAM 52

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de la zona de estudio 41

Ilustración 2. Ubicación de las calicatas a realizar C-1, C-2 y C-3 49

Ilustración 3. Excavación - calicata 1 50

Ilustración 4. Excavación - calicata 2 50

Ilustración 5. Excavación - calicata 3 51

Ilustración 6. Peso de las muestras para la determinación del contenido de humedad de los suelos 53

Ilustración 7. Saturación de las muestras y lavado por el tamiz N°200 54

Ilustración 8. Tamices empleados para realizar el análisis granulométrico 54

Ilustración 9. Determinar el LL con la Copa de Casagrande 55

Ilustración 10. Barras de 3.2 mm para determinar el LP de las muestras C-1, C-2 y C-3 55

Ilustración 11. Procedimiento de gravedad específica del suelo natural 56

Ilustración 12. Análisis granulométrico por hidrometría – Muestra patrón de las 3 calicatas. 58

Ilustración 13. Adición CCA del 5% + peso del suelo C-1, C-2 y C-3 59

Ilustración 14. Determinación del LL del 5% de CCA 59

Ilustración 15. Determinación del LP del 5% de CCA 59

Ilustración 16. Adición del 10% de CCA + peso del suelo 60

Ilustración 17. Determinación del LL del 10% de CCA 60

Ilustración 18. Determinación del LP del 10% de CCA 60

Ilustración 19. Adición del 15% de CCA + peso del suelo 61

Ilustración 20. Determinación del LL del 15% de CCA 61

Ilustración 21. Determinación del LP del 15% de CCA 61

Ilustración 22. Muestra seca después de 3 días hábiles 62

Ilustración 23. Máquina de Abrasión de los Ángeles utilizada para triturar el material empleado 62

Ilustración 24. Tamizado por la malla N°04 del suelo 63

Ilustración 25. Compactación del suelo utilizando el martillo normalizado 64

Ilustración 26. Fase de compactación para CBR natural 65

Ilustración 27. *Fase de inmersión CBR natural sumergidos por un periodo de 4 días.* 65

Ilustración 28. Lecturas del Ensayo de Penetración 66

Ilustración 29. Determinación del límite líquido y plástico para las 3 muestras patrón 79

Ilustración 30. Procedimiento del ensayo de gravedad específica de las tres muestras 80

Ilustración 31. Peso del caucho granulado 104

Resumen

Las emisiones contaminantes aumentan como consecuencia del incremento de la fabricación en respuesta a la creciente demanda de materiales de construcción. Por ello, es fundamental investigar y desarrollar materiales alternativos que reduzcan estos impactos que minimicen su efecto ambiental y evaluar el análisis económico para determinar la viabilidad de estos materiales. En la presente tesis tiene como objetivo principal evaluar las propiedades físico-mecánicas con adición de caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz de los suelos arcillosos para uso de subrasantes. Utilizando los sistemas AASHTO y SUCS, se clasificaron los suelos de acuerdo con los criterios de la normativa MTC y los ensayos realizados sobre las muestras patrón. Se concluyó que las muestras pertenecían a arcillas de baja plasticidad (CL). Para validar la hipótesis planteada y alcanzar con el objetivo general propuesto, se ejecutaron ensayos mecánicos como el Proctor Modificado y CBR. Para ello, se combinaron cantidades variables de CCA (5%, 10% y 15%) con 1,2% de caucho granulado para este fin, las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos mejoraron, según los resultados. Por lo tanto, se determinó que la dosificación más adecuada corresponde a una proposición del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado calculada en relación al peso seco del suelo. Esta combinación permitió clasificar el material dentro de la categoría de subrasante con comportamiento "Regular". Los resultados obtenidos confirman que la incorporación de materiales alternativos como estabilizantes tiene un efecto positivo en el comportamiento físico y mecánico del suelo, constituyéndose como una alternativa técnica y ambientalmente favorable para el fortalecimiento de capas en estructuras viales.

Palabras clave: estabilización, subrasante, suelos arcillosos, ceniza de cáscara de arroz, caucho granulado y capacidad de soporte.

Abstract

Pollutant emissions are increasing as a result of increased manufacturing in response to the growing demand for building materials. Therefore, it is essential to research and develop alternative materials that reduce these impacts and minimise their environmental effect and to evaluate the economic analysis to determine the feasibility of these materials. The main objective of this thesis is to evaluate the physical-mechanical properties with the addition of granulated rubber and rice husk ash of clayey soils for use as subgrade. Using the 'AASHTO and SUCS systems', the soils were classified in accordance with the AASHTO and SUCS systems. the soils were classified according to the criteria of the MTC standard and the tests carried out on the standard samples. It was concluded that the samples belonged to low plasticity clays (LC). In order to validate the hypothesis and achieve the general objective proposed, mechanical tests such as the 'Modified Proctor' and 'CBR' were carried out. For this purpose, varying amounts of CCA (5%, 10% and 15%) were combined with 1.2% granulated rubber for this purpose, the mechanical properties of the clayey soils improved, according to the results. Therefore, it was determined that the most suitable dosage corresponds to a proposition of 15% CCA and 1.2% granulated rubber calculated in relation to the dry weight of the soil. This combination made it possible to classify the material in the 'fair' subgrade category. The results obtained confirm that the incorporation of alternative materials as stabilisers has a positive effect on the physical and mechanical behaviour of the soil, constituting a technically and environmentally favourable alternative for the strengthening of layers in road structures.

Keywords: stabilization, subgrade, clay soils, rice husk ash, granulated rubber and bearing capacity.

Introducción

En el contexto peruano, el tipo de suelos arcillosos es especialmente relevante debido a la amplia presencia en diferentes regiones del país. La arcilla es un componente común en muchas áreas, desde la sierra, costa y selva, lo que la convierte en un desafío constante para proyectos de construcción e infraestructura. Teniendo en cuenta que, los suelos arcillosos tienen ciertas características geotécnicas que los hacen particularmente desafiantes para la cimentación y la estabilización. Entre estas características poseen: baja capacidad portante; ya que, tienen una capacidad reducida lo que los hace propensos a asentamientos; baja resistencia al corte en terrenos con elevada pendiente por lo que existe deslizamientos; también, presenta impermeabilidad al drenaje natural del agua y poseen propiedades plásticas [1].

Entre los diversos desafíos que se presenta en la ejecución de proyectos, uno de los más críticos para suelos finos (arcillas y limos) es la presencia de humedad, ya sea proveniente de subterráneos o superficiales (ríos o lagos) que altera sus propiedades; como la expansión y contracción porque se humedece y secan rápidamente provocando tensiones que comprometen la estabilidad de las cimentaciones [2].

Actualmente, las técnicas de estabilización han evolucionado hacia la utilización de residuos industriales, como una opción innovadora y eficiente. Esta práctica contribuye a la disminución de costos al minimizar materiales tradicionales de alta calidad, como la cal y el cemento. Sin embargo, la producción de estos compuestos implica un elevado gasto energético y provoca impactos ambientales, entre ellos la liberación de CO_2 [3].

Además, el cemento Portland sigue siendo el aglomerante de mayor uso a nivel global, principalmente por su eficiencia, costo y disponibilidad de sus materias primas. No obstante, su producción implica un elevado impacto ambiental debido a las emisiones significativas de gases de efecto invernadero. Ante este panorama, se ha intensificado la búsqueda de alternativas que reemplacen parcial o totalmente al cemento tradicional [4].

El interés por añadir materiales novedosos a los suelos para mejorar sus propiedades mecánicas ha aumentado espectacularmente en los últimos años, sobre todo en los campos de la ingeniería ambiental y geotécnica. Esta tendencia responde a la urgente necesidad de preservar los recursos naturales, disminuir el consumo de materiales vírgenes y reducir el impacto ambiental generado por los residuos derivados de actividades industriales y de la construcción. Al emplear materiales reciclados o de desecho como estabilizadores del suelo, no solo se mejora la eficiencia técnica de los

proyectos, sino fomenta una gestión más sostenible del ciclo de vida de los materiales, disminuyendo el volumen de residuos depositados en escombreras y vertederos [5]. En cuanto a, la estabilización en suelos arcillosos requiere enfoques específicos para abordar cada dificultad que se presente de manera efectiva, esto puede implicar el uso de métodos de mejora del suelo, como la inclusión de materiales estabilizadores.

En este contexto, la utilización de materiales alternativos como el caucho granulado y las CCA emerge como una propuesta innovadora y sostenible para mejorar las características mecánicas y geotécnicas de estos suelos.

El caucho granulado, se puede obtener de la trituración proveniente de neumáticos de vehículos, en el Perú en el año 2019 solo en Lima metropolitana se estima que 8 millones de neumáticos fueron desechados [6], yendo a parar muchas veces a los botaderos, contribuyendo esto a la contaminación del ambiente.

Por otro lado, el caucho actúa como un agente de refuerzo, aumentando la cohesión del suelo y reduciendo su compresibilidad; es decir, cuando se mezcla con suelos arcillosos, actúa como una especie de amortiguador, absorbiendo parte de las fuerzas que actúan sobre el suelo [7]. Esto ayuda a reducir la compresibilidad del suelo arcilloso al disipar las tensiones aplicadas, lo que a su vez puede mejorar su capacidad portante.

En cambio, la cáscara de arroz es un subproducto que se obtiene al moler los granos de arroz, en el Perú en enero del 2023 la producción de este grano fue de 220 201 toneladas [8], obteniendo un total de 27,525.125 m3 de este subproducto los cuales en su mayoría son empleados en sectores como la avícola, floricultura entre otros, pero otra buena parte de este subproducto es incinerado porque no se le encuentra ningún uso.

Debido a las cuestiones mencionadas, se investigará si es viable y eficaz estabilizar los suelos arcillosos utilizando caucho granulado y ceniza de cáscara de arroz. Se realizarán estudios exhaustivos de laboratorio y análisis geotécnicos para evaluar las propiedades del suelo con estos materiales.

De lo expuesto, emerge la interrogante: ¿Cuál es la influencia en la estabilización con caucho granulado y CCA en las propiedades de los suelos arcillosos para uso como subrasante? Se formuló como objetivo general evaluar las propiedades físico-mecánicas con adición de caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz de los suelos arcillosos para uso de subrasante. Como objetivos específicos se establecieron: (1) Realizar la composición química de la CCA; (2) caracterización y clasificación del suelo de estudio en estado natural; (3) determinación del

comportamiento del suelo de estudio con cantidades variables de caucho granulado y CCA; (4) determinación del comportamiento del suelo de estudio natural a nivel de subrasante mediante ensayo CBR y (5) comparación de las muestras con y sin adición; y determinación de la dosificación óptima entre las estudiadas.

En la justificación de esta investigación se abordan los siguientes puntos: en el aspecto técnico, la utilización de caucho granulado con CCA para estabilizar suelos arcillosos a nivel de subrasante se justifica técnicamente porque mejora significativamente las propiedades mecánicas del suelo, garantizando una base sólida y resistente que satisface los requisitos de carga requeridos para la construcción de infraestructuras.

En el aspecto ambiental, la estabilización de suelos mediante la combinación de caucho granulado y CCA emerge como una alternativa ambientalmente justificada y sostenible. Al reciclar neumáticos desechados para obtener caucho granulado, se aborda de manera eficiente la gestión de residuos, contribuyendo a la economía circular y reduciendo la acumulación de desechos sólidos. Por último, en el aspecto económico, la estabilización de suelos mediante la combinación de caucho granulado y CCA presenta una sólida justificación económica. En primer lugar, el uso de caucho reciclado proveniente de neumáticos desechados reduce enormemente costos asociados con la obtención de materiales nuevos, proporcionando una alternativa más asequible y sostenible para mejorar las propiedades geotécnicas del suelo. Además, al utilizar materiales reciclados, se pueden obtener incentivos económicos y beneficios fiscales asociados con prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Revisión de literatura

Antecedentes

Artículo

Cai, G., Duan, W., y Liu, S., (2021) [9], tienen como propósito en esta investigación determinar las características de RHA y su aplicación en la industria química, materiales de construcción, especialmente en ingeniería geotécnica. Para dicho estudio los investigadores emplearon cáscara de arroz (RHA) junto con cemento para tratar arcilla de alta plasticidad utilizada como relleno de subrasante, proponiendo una combinación óptima de 10% de RHA y 6% de cemento. En comparación con el tratamiento con RHA y cal por separado, observaron un aumento promedio del 60% en el valor de CBR con la adición exclusiva de RHA. La mejora más significativa, alcanzando un aumento del 90.65% en el valor de CBR después de 14 días de curado, se logró al agregar simultáneamente 6% de cal y 10% de RHA. También evaluaron el efecto de RHA como estabilizador de suelo para subbases, observando que, aunque la densidad seca máxima tendía a disminuir con el aumento del contenido de RHA, el contenido de humedad óptimo mostró una tendencia creciente. Además, evidenciaron que el CBR obtenido del suelo estabilizado era un 28% y un 37.5% mayor al suelo natural en estados de contenido de humedad saturado y óptimo, respectivamente. También analizaron el efecto de la ceniza de biomasa RHA en las propiedades de compresión de arcilla de alta plasticidad, encontrando que la adición de RHA reducía el índice de compresión de la arcilla y aceleraba el tiempo necesario para lograr un cierto grado de consolidación bajo la misma tensión efectiva. En conclusión, los resultados respaldan que al añadir RHA puede incrementar la resistencia, así como las propiedades de compresión del suelo, ofreciendo beneficios económicos y ambientales.

Gutiérrez, F., y Rojas, H., (2020) [10]**,** el impacto de la inclusión de caucho granular a los suelos cohesivos en las características mecánicas de la subrasante es el objetivo principal de esta investigación. El suelo empleado en esta investigación provino de la Avenida Colectora en Ate. De acuerdo con SUCS y AASHTO, este suelo fue categorizado como CL. Con relación al caucho reciclado utilizado se obtuvo a partir de neumáticos en desuso y presentó un rango de tamaños de partículas que variaron entre 2 – 4.5 mm, lo cual se elaboraron muestras de caucho reciclado en proporciones de 1.2%, 2.4%, 3.6%, 4.8%, 6.0%, y 7.2%. Mediante las pruebas realizadas se evaluó las características físico-mecánicas del suelo arcilloso y las muestras de caucho reciclado, obtuvieron resultados dignos de mención. En particular, se observará una evaluación positiva entre el porcentaje de caucho y el índice CBR. Esta relación se reflejó en una mejora del CBR de hasta un máximo del 7.9% que aumentaba el porcentaje de caucho en el suelo. No obstante, esta mejora se detuvo después de agregar un 4.8% de caucho granular, ya que, al incorporar porcentajes más elevados, se obtuvo una disminución del CBR. Como resultado de esta investigación, los autores concluyeron que la inclusión de caucho granular en el suelo potencia sus propiedades mecánicas, lo que a su vez produce una subrasante de mayor calidad y aumenta la resistencia del suelo a las cargas de los vehículos en movimiento, estos resultados dan crédito a la viabilidad de emplear caucho reciclado como táctica para aumentar la resistencia y la estabilidad de sustratos en suelos cohesivos, lo que podría tener importantes ramificaciones para los proyectos de construcción de pavimentos y carreteras.

Artículo

Maguesvari, M., Muthaiyan, P., y Yugasini, S., (2023) [11], el fin es estimar el impacto de la adición de CCA y fibra de kenaf en diversas propiedades del suelo, tales como densidad, contenido óptimo de humedad, resistencia al corte, resistencia a la compresión no confinada y CBR. Para llevar a cabo este estudio, se utilizó CCA concentraciones que variaban del 0 al 12.5%, con incrementos del 2.5%, y fibra de kenaf en concentraciones que oscilaban entre el 0 y el 1%, con incrementos del 0.25%. Se hicieron ensayos estándar de compactación Proctor con el fin de evaluar las características de densidad, así como pruebas de resistencia a la compresión no confinada, resistencia al corte directo, CBR y permeabilidad. Estos resultados arrojaron que la concentración óptima de CCA fue del 10%. La inclusión de fibra de kenaf al suelo aumentó el coeficiente de permeabilidad. Se aprecio una tendencia creciente en la resistencia a la compresión, la resistencia al corte y el CBR a medida que aumentaba la proporción de fibra de kenaf en las mezclas de suelos. Luego de analizar estos parámetros, se considerará que la concentración óptima de fibra de kenaf para estabilizar el suelo es del 0,75%. Dichos autores concluyeron que, la combinación de CCA y fibra de kenaf pueden estabilizar eficazmente los suelos arcillosos y mejorar sus propiedades.

López, J., (2021) [12], en su tesis se buscó evaluar los efectos de la aplicación de CCA como agente estabilizador en suelos arcillosos a nivel de subrasante. La metodología de investigación empleada fue de carácter experimental. Dicha investigación se llevó a cabo una evaluación de distintos ensayos; lo cual, se emplearon los siguientes porcentajes; del suelo natural de 23,84%, por lo tanto, al incluir del 5% de CCA arrojo un resultado de 26.45%, con un 10% es de 26,84% y el 15% dio un resultado de 26,75% esto es respecto con el índice de plasticidad que a medida va aumentando. Por otro lado, el CBR al 95%, arrojaron lo siguiente: al combinar la muestra de suelo arcilloso con la CCA: en el suelo natural, el CBR fue de 3.96%; con un 5% de CCA, que obtuvo el 6.90%; con un 10% de CCA, el CBR fue de 9.60%; y al añadir la CCA en un 15%, se logró un CBR del 10.5%. Dicho autor, llegó a la conclusión de que a medida que se incrementa la incorporación de CCA, disminuye la M.D.S y aumenta el OCH en relación con las características de compactación del suelo; dicho estudio se aprecia una mejora significativa en las características de la arcilla con la adición de CCA respalda la efectividad de este estabilizante en el suelo estudiado. Es importante destacar que la dosis del 15% de CCA muestra un incremento notable en la resistencia del suelo, lo cual es un indicativo positivo para la mejora de la subrasante; sin embargo, también se señala que incluso con una dosis del 10% de CCA, se logra una buena rasante, lo que sugiere que este porcentaje puede ser una opción práctica y efectiva para la estabilizar el suelo arcilloso, equilibrando la mejora de propiedades con consideraciones prácticas y económicas.

Díaz, K. y Torres, R., (2019) [13], tiene como finalidad esta investigación evaluar el impacto del caucho reciclado en las características de los suelos arcillosos de alta plasticidad, centrándose específicamente en el valor de soporte y la densidad.

El suelo arcilloso del estudio procedía de la zona de Bellavista de la provincia de Jaén. Las partículas de caucho producidas se tamizaron con una malla N°10. El caucho se añadió a la combinación suelo-agente estabilizador en cantidades variables durante el periodo experimental. Los porcentajes evaluados fueron del 1%, 3%, 5%, 7% y 9%. El objetivo de la elección de estas cifras era proporcionar un rango realista que permitiera examinar a fondo cómo las variaciones en el porcentaje de caucho repercuten en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso mediante ensayos de laboratorio.

Según los resultados del CBR, la capacidad portante del suelo natural era del 2,94% al 95% y del 3,22% al 100%. Además, los valores de CBR para 100% MDS y 95% MDS fueron de 5,92% y 3,85%, respectivamente, cuando se añadió 1% de caucho. En cambio, los valores de CBR para el 100% y el 95% de MDS fueron del 6,82% y el 5,15%, respectivamente, cuando se añadió un 3% de caucho. Dichos autores llegaron a la determinación de que en los resultados indican que la adición óptima de caucho para lograr el máximo CBR fue del 3% en la muestra de suelo, según los ensayos realizados.

Bases teóricas científicas

Suelo

Definición

Se entiende un conjunto de materiales orgánicos y partículas minerales en forma de depósito que contienen diferentes cantidades de aire y agua y que pueden separarse por acción mecánica sencilla [14]; es decir, se refiere al material terrestre subyacente que se modifica o trata específicamente para cumplir con requisitos de ingeniería y construcción.

- A continuación, el proceso de los distintos suelos: Roca madre; Acción mecánica; Acción química; Acción biológica; Acción conjunta mecánica – química - biológica.

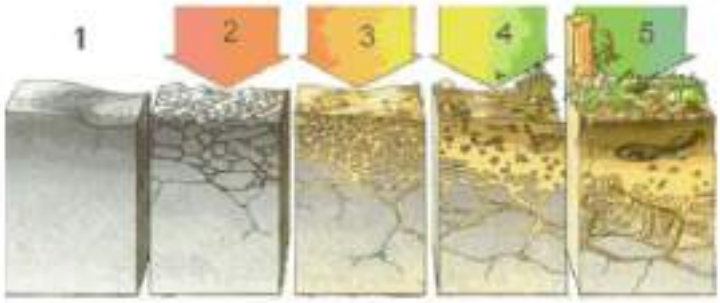


***Figura** 1. Proceso de formación de los distintos suelos*

Propiedades del suelo

Son características físicas, químicas y biológicas que determinan su capacidad para sustentar la vida vegetal, influyen en la calidad del agua y desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas.

A continuación, se detallan las propiedades físicas, entre ellos tenemos:

- **Textura del Suelo:** Se refiere a la proporción relativa de partículas minerales que contiene el suelo, las principales son: arena, limo y arcilla; para que así determine la capacidad de retención de agua y la aireación.
- **Estructura del suelo:** Se refiere a cómo se organizan las partículas minerales que componen el suelo en agregados o terrones; estos agregados pueden presentar diversas formas y dimensiones, y su formación se debe a la acción de factores como la actividad biológica, compactación y los ciclos de humectación y desecación del suelo.
- **Porosidad:** Es la proporción del volumen total del suelo que está ocupada por espacios vacíos o poros, se expresa en porcentaje (%).

En suelos de textura fina, como los arcillosos, la porosidad es mayor debido a la presencia de numerosos poros pequeños, conocidos como micro poros. Estos micro poros retienen agua de manera efectiva, pero pueden limitar la circulación del aire. En contraste, los suelos de textura gruesa, como los arenosos, tienen menos poros, pero estos son más grandes, denominados macro poros, y están interconectados. Esto facilita el drenaje del agua, pero puede resultar en una menor retención de agua y nutrientes.

- **Densidad:** Es la masa del suelo por unidad de volumen, lo cual puede afectar al grado de compactación del suelo.

  Por otro lado, la propiedad química del suelo es la salinidad; y en las propiedades físico – químicas está el pH e intercambio iónico.

Clasificación de suelos

Establece un marco estandarizado para describir y categorizar las variadas características de los suelos de manera concisa, existen dos sistemas: AASHTO y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

a. Sistema Unificado de Clasificación de suelos

Describe y categoriza suelos en base a su composición y tamaño de partículas. Lo primero que se realiza es la granulometría; a través del tamizado, se separan las partículas de suelo según su tamaño, lo que permite clasificarlos en categorías como gravas, arenas, limos y arcillas. Este proceso facilita la identificación y caracterización de los suelos [15].

- **Símbolos de grupos (SUCS)**

***Figura** 2. Simbología – SUCS*

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN, SÍMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS LIMOSOS Y ARCILLOSOS	
Símbolo de Grupo	**Criterios**
CL	Inorgánico; LL<50; IP>7; se grafica sobre o arriba de la Línea A
ML	Inorgánico; LL< 50; IP <4; se grafica debajo de la Línea A
OL	Orgánico; LL—seco en horno/ (LL- sin secar); <0,75; LL< 50 **Pasa N°200>=50** **LL<50** **IP>=10** **IP<0.73*(LL-20)**
CH	Inorgánico; LL>=50; IP>7 se grafica sobre la Línea A **Pasa N°200>=50** **LL>=50** **IP>=0.73*(LL-20)**
MH	Inorgánico; LL>=50; IP < 4 se grafica debajo la Línea A
OH	Orgánico; LL—seco en horno/ (LL- sin secar); <0,75; LL>=50 **Pasa N°200>=50** **LL>=50** **IP>16** **IP<0.73*(LL-20)**
CL-ML	Inorgánico; se grafica en la zona sombreada.
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente orgánicos

Fuente: MTC, 2014

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION, SÍMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS ARENOSOS	
Símbolo de Grupo	**Criterios**
SW	Menos de 5% pasa la malla N° 200 $Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6; $Cc = (D_{10})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.
SP	Menos de 5% pasa la malla N°200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más del 12% pasa la malla N°200; debajo de la línea A, IP < 4
SC	Más del 12% pasa la malla N°200; arriba de la línea A, IP >7
SC-SM	Más del 12% pasa la malla N°200; los Límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML
SW-SM	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **SW y SM**
SW-SC	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **SW y SC**
SP-SM	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **SP y SM**
SP-SC	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **SP y SC**

Fuente: MTC, 2014

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN, SÍMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS GRAVA Y ARENOSOS		
SÍMBOLO DE GRUPO		**NOMBRE DEL GRUPO**
GW	< 15% arena	Grava bien graduada
	≥ 15% arena	Grava bien graduada con arena
GP	< 15% arena	Grava mal graduada
	≥ 15% arena	Grava mal graduada con arena
GW-GM	< 15% arena	Grava bien graduada con limo.
	≥ 15% arena	Grava bien graduada con limo y arena
GW-GC	< 15% arena	Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% arena	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GP-GM	< 15% arena	Grava mal graduada con limo.
	≥ 15% arena	Grava mal graduada con limo y arena.
GP-GC	< 15% Arena	Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% arena	Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GM	< 15% arena	Grava limosa
	≥ 15% arena	Grava limosa con arena
GC	< 15% arena	Grava arcillosa
	≥ 15% arena	Grava arcillosa con arena
GC-GM	< 15% arena	Grava limo -arcillosa
	≥ 15% arena	Grava limo–arcillosa con arena
SW	< 15% grava	Arena bien graduada
	≥ 15% grava	Arena bien graduada con grava
SP	< 15% grava	Arena mal graduada
	≥ 15% grava	Arena mal graduada con grava
SW-SM	< 15% grava	Arena bien graduada con limo.
	≥ 15% grava	Arena bien graduada con limo y grava
SP-SC	< 15% grava	Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% grava	Arena bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y grava)
SP-SM	< 15% grava	Arena mal graduada con limo.
	≥ 15% grava	Arena mal graduada con limo y grava.
SP-SC	< 15% grava	Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% grava	Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
SM	< 15% grava	Arena limosa
	≥ 15% grava	Arena limosa con grava
SC	< 15% grava	Arena arcillosa
	≥ 15% grava	Arena arcillosa con grava
SC-SM	< 15% grava	Arena limo -arcillosa
	≥ 15% grava	Arena limo -arcillosa con grava

Fuente: MTC, 2014

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN, SÍMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS TIPO GRAVA	
Símbolo de Grupo	**Criterios**
GW	Menos de 5% pasa la malla N° 200 $Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6; $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.
GP	Menos de 5% pasa la malla N°200; no cumple ambos criterios para GW
GM	Más del 12% pasa la malla N°200; debajo de la línea A, IP < 4
GC	Más del 12% pasa la malla N°200; arriba de la línea A, IP >7
GC-GM	Más del 12% pasa la malla N°200; los Límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML
GW-GM	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **GW y GM**
GW-GC	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **GW y GC**
GP-GM	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **GP y GM**
GP-GC	% que pasa la malla N°200, está entre 5 y 12% y cumple los criterios para **GP y GC**

Fuente: MTC, 2014

b. American Association of State Highway Officials

Es utilizado principalmente en las construcciones de carreteras, terraplenes, subbases y subrasantes. Para su clasificación de suelos se basa en una fórmula empírica que asigna a cada suelo un índice de grupo. Este índice de grupo determina la idoneidad del suelo para la construcción de carreteras. Los suelos que tienen un índice de cero se consideran adecuados, pero los que tienen un índice de veinte o más se consideran inadecuados [15].

Entre los grupos de suelos son 7, subdivididos:

- Suelos granulares contiene un porcentaje aproximadamente de 35% o menos que pasan el Tamiz N°200 que abarca los siguientes grupos:
  A-1, si menos del 20% pasa el T200 y menos del 50% pasa el T40.
  A-2, si menos del 35% pasa el T200, (limoso o arcilloso).
  A-3, si menos del 10% pasa el T200 y 51% o más pasa el T40.
- Suelos finos granulares (limo y arcilla): más del 35% pasa el Tamiz N°200, los grupos son:
  A-4 si IP ≤ 10 (limo) y LL ≤ 40%
  A-5 si IP ≤ 10 (limo) y LL ≥ 41%
  A-6 si IP ≥ 11 (arcilla) y LL ≤ 40%
  A-7 si IP ≥ 11 (arcilla) y LL ≥ 41%

Tipos de suelos

- ✓ **Grava**

  Según la norma ASTM D2487 se basa en la descripción de agregados de partículas rocosas, que generalmente adquieren una forma redondeada debido al desgaste sufrido mientras son transportadas por corrientes fluviales. Entran en la categoría de agregados pétreos de tamaño mediano porque las partículas de grava varían en tamaño desde pasar a través de la malla de 3" (75 mm) hasta mantenerse en la malla Nº 4 (4,75 mm) [16].

  Se divide en dos categorías principales:

  Grava gruesa: Se encuentra en el rango de tamaño que se conserva en la malla de ¾ "(19 mm) y supera la malla de 3" (75 mm).

  Grava fina: Abarca un rango de tamaño que se conserva en la malla N° 4 (4.75mm) y supera la malla de ¾" (19mm).

- ✓ **Arena**

  Según la norma ASTM D2487, el término "arena" se refiere a partículas de origen mineral con una estructura variada que se forman a partir de la descomposición de rocas naturales o a través de procesos de modificación artificial. La arena comparte similitudes con la grava en cuanto a su tamaño de partícula, que se encuentra en el rango de 4.75 a 0.075 milímetros [16].

  La arena se divide en tres categorías específicas según su tamaño de partícula:

  - Arena gruesa, con partículas que oscilan entre 4.75 y 2 milímetros de diámetro.
  - Arena mediana, cuyas partículas presentan un tamaño que varía entre 2 y 0.45 milímetros.
  - Arena fina, compuesta por partículas con un tamaño de 0.425 a 0.075 milímetros.

- ✓ **Limo**

  Según la norma ASTM D2487, puede pasar a través de la malla N°200 (75 µm) y presenta características de no plasticidad o ligera plasticidad. Además, este suelo muestra una baja o nula resistencia al secarse.

- ✓ **Arcilla**

  Se refiere a un tipo de suelo compuesto por partículas con una estructura laminar resistente. Químicamente, la arcilla está compuesta principalmente por silicato de magnesio, hierro y aluminio. Las partículas de arcilla son conocidas por su baja permeabilidad, lo que significa que tienen una capacidad limitada para permitir el flujo de líquidos a través de ellas. Además, el tamaño de estas partículas de arcilla es considerablemente pequeño, generalmente menor a 0.0075 milímetros [16].

Suelos arcillosos

a) Definición

Los suelos arcillosos están formados principalmente por partículas finas de minerales de arcilla, con tamaños inferiores a 0.002 mm [14]. Aunque también contienen arena y limo, la arcilla es el componente predominante, variando en proporciones según las características específicas del suelo.

b) Propiedades del suelo arcilloso

Se destacan las siguientes propiedades:

- *Hinchamiento:* Al presentarse una elevada capacidad para retener agua en suelos arcillosos se debe a la estructura de las partículas de arcilla. Estas partículas tienen láminas que tienden a separarse, lo que resulta un incremento en el volumen del suelo.
- *Capacidad de retención de agua:* Atribuye a su amplia superficie específica y al alto porcentaje de porosidad; es por ello, que permite que la arcilla retenga significativas cantidades de agua en sus poros, lo que influye en su comportamiento hídrico y en diversas propiedades del suelo.

Manual de carretera, "Sección suelos y pavimentos" – MTC/14

Se encarga de proporcionar recomendaciones y criterios para el diseño y construcción de suelos y pavimentos en carreteras, tanto pavimentadas como no pavimentadas; con el fin de mejorar las propiedades estructurales del suelo y optimizar las características técnicas y económicas de las carreteras [15].

Pavimento

Estructura compuesta por capas superpuestas de materiales seleccionados y procesados, su función es asegurar una superficie de rodadura uniforme y dura contra el desgaste, así como distribuir cargas [15].

Estabilización de suelos

Según el MTC es el conjunto de técnicas y procedimientos aplicados a un suelo natural, cuyo fin es mejorar sus características físicas y mecánicas, para hacerlo apto para la construcción y conservación de infraestructura vial, para así obtener un suelo estable que pueda resistir la carga vehicular y soportar las condiciones climáticas. Estos procedimientos pueden incluir la adición de materiales estabilizantes, compactación, control de humedad y otros métodos destinados a incrementar la resistencia y durabilidad del suelo [15]. Por ejemplo, los suelos arcillosos y arenosos se vuelven estables y resistentes a un tráfico de vehículos relativamente alto cuando se tratan con la cantidad adecuada de humedad. Sin embargo, en condiciones de humedad inadecuada, el suelo natural puede volverse polvoriento o propenso a formar charcos. La estabilización de suelos busca precisamente mantener en un estado firme y adecuado el suelo para su uso previsto, evitando los problemas asociados con los cambios en las condiciones de humedad.

Subrasante

Es la capa sobre la cual se apoyará la estructura del pavimento, y, por lo tanto, es esencial llevar a cabo una estabilización adecuada. Esto implica la realización de ensayos que evalúan la granulometría, la plasticidad, la resistencia al corte del suelo y otros parámetros. Los ensayos mencionados permiten identificar cualquier deficiencia en la subrasante y tomar las medidas necesarias para mejorar su calidad y capacidad de carga, asegurando así la durabilidad y el rendimiento del pavimento [15].

- ✓ **Propiedades físicas y mecánicas (Subrasante)**

  Para evaluar las propiedades de un suelo destinado a proyectos de pavimentación, es necesario excavar zanjas de prueba (calicatas) de al menos 1.5 metros de profundidad. [15]. En el laboratorio, se determinarán las siguientes características físicas: granulometría, plasticidad y contenido de humedad que se encuentra en el suelo antes del proceso de secado; por otro lado, en las características mecánicas tenemos: CBR, % de humedad y máxima densidad seca.

  Seguidamente, en la figura N°3 se muestran las diferentes categorías de subrasantes según su índice CBR, el Manual de Carreteras del MTC establece que un suelo debe tener un CBR igual o superior a 6% para considerarse adecuado como subrasante.

Figura 3. *Categorías de Sub rasante según el valor CBR*

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S0: Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Sub rasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Sub rasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Sub rasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC, 2014

Manual de ensayo de Materiales – MTC/14

Tiene por objeto ofrecer técnicas y procesos para ensayar materiales sobre el terreno y en laboratorio a fin de asegurarse de que cumplen las normas de calidad necesarias [15].

Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para construcción. EG – 2013

Con el fin de garantizar que los proyectos de infraestructuras viarias se realicen con los máximos niveles de calidad, se pretende normalizar las características, criterios, circunstancias y metodologías que se aplicarán [15]. Así pues, las definiciones de los conceptos más pertinentes para la investigación son las siguientes:

- ✓ **Granulometría**

  Según el MTC, lo define como la distribución de distintos tamaños de partículas de un suelo o agregado como: arena, grava, arcilla y limo, en una muestra de suelo [15].

Figura 4*. Características del suelo*

Tipo de Material		Tamaño de las particulas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC, 2014

- ✓ **Plasticidad**

  Se refiere a su capacidad de mantener su estabilidad hasta cierto punto de humedad sin desmoronarse o desintegrarse [15]. En otras palabras, un suelo plástico es aquel que puede retener su cohesión y forma cuando se encuentra dentro de ciertos límites de contenido de humedad. La presencia de materiales gruesos no afecta a la plasticidad de un suelo, sino que ésta depende exclusivamente de sus componentes finos, como las partículas de limo y arcilla.

  Límites de consistencia de Atterberg

  Son parámetros que determinan la sensibilidad del comportamiento de un suelo en función de su contenido de humedad. Estos límites identifican 3 estados de consistencia [15]:

  → *Límite liquido*

  Representa el contenido de humedad en el suelo en el punto en el que la mezcla suelo-agua pasa de ser semilíquida a plástica, lo que significa que el suelo puede moldearse en una forma definida.

  → *Límite plástico*

  Representa la cantidad de humedad en el suelo en el que pierde su capacidad de fluir y se convierte en un material más quebradizo.

  → *Índice de plasticidad*

  Es una característica que se define entre el límite líquido y el límite plástico:

  $$IP = LL - LP$$

  Es un parámetro que refleja la amplitud del rango de contenido de humedad en el que un suelo exhibe comportamiento plástico, lo que es valioso para su clasificación y caracterización.

***Figura 5**. Clasificación según el IP*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plastico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC, 2014

- ✓ **Método de Ensayo Estándar para la Gravedad Especifica de Solidos de suelo - MTC E 113**

  Se puede determinar la densidad de los sólidos del suelo utilizando su gravedad específica. Para ello, multiplique su gravedad específica por la densidad del agua. El grado de saturación y la relación de vacíos son dos ejemplos de relaciones de fase de los suelos que se calculan utilizando la gravedad específica de las partículas del suelo.

- ✓ **Compactación de suelos utilizando una Energía Modificada - Proctor Modificado MTC E 115**

  El ensayo tiene el nombre de su creador y puede ser el normal o el modificado, el principal diferenciador es el peso de la fuerza de compactación utilizada en la muestra del ensayo, que el Proctor modificado es 4.5 veces mayor que el normal. Se puede inferir que este ensayo es producto de la evolución del normal y fue causado por el desarrollo de la maquinaria para compactar debido el aumento de los pesos en los ejes de los vehículos [15].

- ✓ **CBR**

  El índice de CBR permite tener un indicador de la capacidad portante, lleva el nombre del estado de California de EE. UU. debido a que fue el primer lugar donde se utilizó por primera vez. El California Bearing Ratio es una medida utilizada específicamente en el ámbito de la construcción de carreteras para evaluar la capacidad portante del suelo como subrasante [15]. En este caso, se utilizan determinadas condiciones de humedad y densidad para preparar el suelo en un laboratorio.

Caucho granulado

Definición

Es un material derivado del reciclaje de neumáticos en desuso, estos neumáticos, una vez desgastados pueden ser procesados para obtener partículas de caucho de diferentes tamaños. Este material contiene propiedades únicas, como la capacidad de absorber impactos, resistir la abrasión y proporcionar propiedades antideslizantes.

Clasificación del caucho

- ✓ **Caucho sintético**

  Según el autor Abregu [17], el caucho sintético es un material similar al caucho natural, pero se produce de manera artificial mediante procesos químicos, específicamente a través de reacciones de polimerización. Después de su producción, el caucho sintético se somete a un proceso de vulcanización para mejorar sus propiedades y durabilidad.

- ✓ **Caucho triturado**

  En este proceso, los neumáticos se someten a una trituración mecánica que da lugar a partículas más pequeñas, cuyo tamaño puede variar desde fragmentos diminutos hasta granulados más finos. Además, contiene materiales como fibras textiles, cables metálicos y otros elementos que formaban parte de los neumáticos originales.

- ✓ **Caucho natural**

  Es una sustancia elástica y resistente obtenida del látex de ciertos árboles. Este látex es extraído mediante incisiones en la corteza del árbol y se coagula para obtener el caucho crudo. Este material es empleado en la fabricación de productos, como neumáticos, productos impermeables. Su propiedad elástica y su durabilidad lo convierten en un material valioso en distintas aplicaciones.

Cenizas de cáscara de arroz

- **Cáscara de arroz**

  La cáscara de arroz, un subproducto de la producción de arroz, se caracteriza por ser ligera y fibrosa. Su composición incluye celulosa, lignina y otros componentes orgánicos. Debido a su baja densidad, es voluminoso y, a menudo, considerado como residuo agrícola [18]. Sin embargo, se ha descubierto que la

cáscara de arroz puede tener usos industriales, como la creación de CCA, que puede aplicarse para mejorar las propiedades del suelo.

- **Cenizas de cascara de arroz**

  Este material se obtiene después del proceso de quema y contiene minerales inorgánicos, principalmente compuestos de sílice y otros elementos presentes en la cáscara [18]. Poseen propiedades beneficiosas, como mejorar en la resistencia y estabilidad de los suelos cuando se utilizan como estabilizadores.

- **Características**

  Las cascarillas del grano de arroz se queman para producir estos subproductos. Esta sustancia, clasificada como residuo, se obtiene tras el proceso de apilamiento del arroz [18]. La cascarilla, que normalmente se descarta, se quema para producir estas cenizas, que pueden tener aplicaciones beneficiosas en diversas industrias, especialmente en la construcción y la estabilización de suelos.

Figura 6. *Cáscara de arroz y CCA*



Fuente: Google

Aproximadamente el 20% del peso del grano de arroz lo constituye la cascarilla, que se considera un subproducto voluminoso del proceso de pilado. Debido a su amplia distribución y a su papel crucial en la producción de arroz, la cascarilla de arroz es un subproducto valioso en el negocio del arroz.

A continuación, en la figura N°7 se muestran las diferentes composiciones químicas:

Figura 7. *Composición química de las CCA*

Categorías de subrasantes	% en peso
Silice (SiO_2)	95.6
Óxido de aluminio (Al_2O_3)	0.3
Óxido de hierro (Fe_2O_3)	1.2
Óxido de calcio (CaO)	0.3
Óxido de magnesio (MgO)	0.2

Fuente: Kumar Yaday, 2017

De igual modo, en la figura N°8 se muestra las características físicas:

Figura 8. *Características físicas de las CCA*

Propiedad física	Valor
Humedad (%)	0.65
Densidad (Kg/m3)	1684
Masa unitaria suelta (Kg/m3)	205
Masa unitaria compacta (Kg/m3)	272
% de vacios en agregado suelto	0.88
% de vacios en agregado compacto	0.84

Fuente: Hidalgo y Saavedra, 2020

Ensayos de laboratorio

- **Físicos**

NTP 339.127

Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.128

Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

ASTM D421-58

Suelos. Método de análisis granulométrico por Hidrometría

NTP 339.129

Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, limite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

NTP 339.134

Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

- **Mecánicos**

  NTP 339.141

  Suelos. Proctor Modificado

  NTP 339.145

  Suelos. California Bearing Ratio (CBR)

- **Ensayo químico**

  Fluorescencia de rayos x

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Según el propósito de esta investigación corresponde a un estudio aplicado; dado que la técnica para validar la hipótesis y los datos de los hallazgos muestran un enfoque cuantitativo, forman parte de un diseño experimental que tiene como objetivo cuantificar las propiedades que varían en los suelos arcillosos a través de pruebas que se llevarán a cabo en las instalaciones del laboratorio.

Nivel de investigación

Dado que los resultados de laboratorio se analizarán en relación con las características del suelo sin la estabilización sugerida, es de tipo correlacional.

Diseño de la investigación

Hipótesis

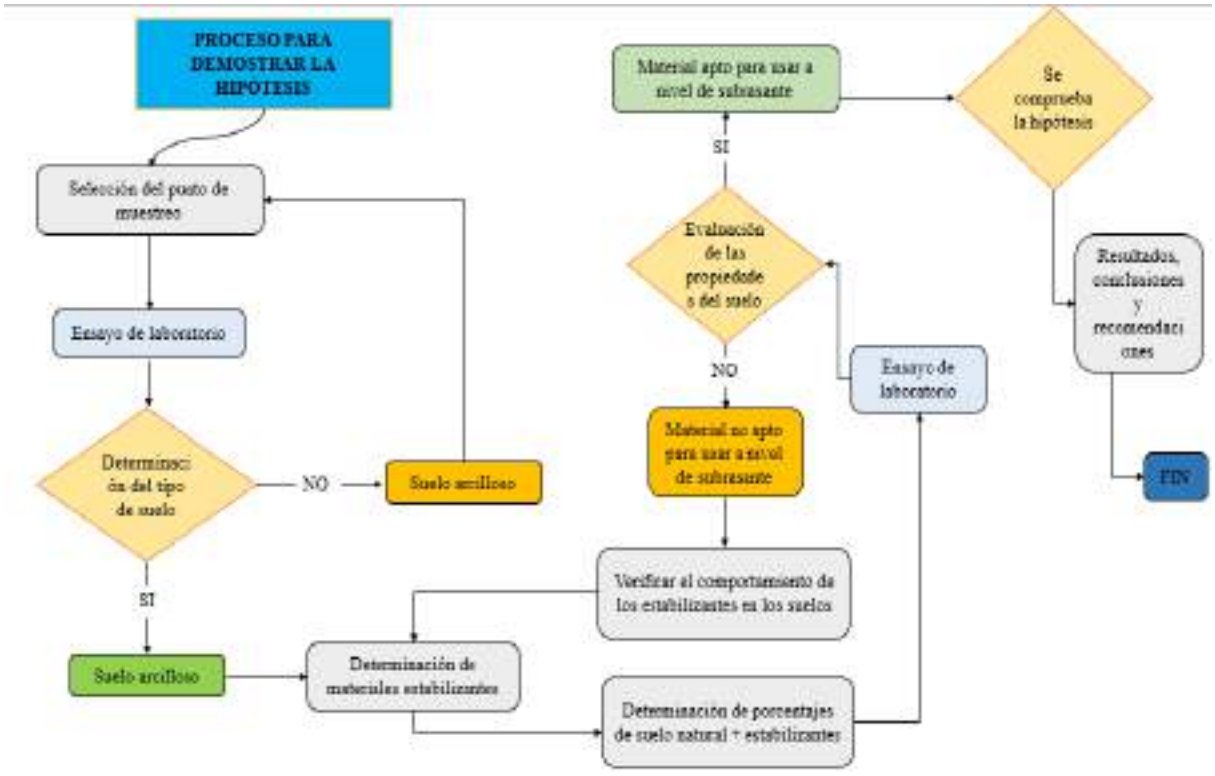
La estabilización incorporando caucho granulado y CCA influye positivamente en las propiedades de los suelos arcillosos, pudiendo usarse como subrasante mejorada.

Diseño para contrastar la hipótesis

Para poner a prueba la hipótesis planteada en este tema de investigación, se ha optado por una metodología centrada en la realización de ensayos que compararán la muestra patrón y las distintas proporciones de CCA junto al porcentaje de caucho.

El proceso de investigación se divide en varias etapas, desde la recolección de insumos hasta la verificación de la hipótesis a través de los datos obtenidos en el laboratorio.

Diagrama de flujo



Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio para esta investigación está constituida por los tipos de suelos arcillosos que se encuentran distribuidos en la Avenida Colectora, Provincia de Chiclayo, Distrito de Chiclayo – Departamento de Lambayeque.

Ilustración 1. *Ubicación de la zona de estudio*



Fuente: Google Earth

Muestra

Son las subrasantes arcillosas que están presentes en la Avenida Colectora, Provincia de Chiclayo, Distrito de Chiclayo – Departamento de Lambayeque, donde se excavarán pozos de prueba (calicatas) a una profundidad mínima de 1.50 m. Para ser sometidas a diversas pruebas de laboratorio, se tomarán muestras de 3 lugares de la región de investigación con diferentes grados de plasticidad.

Muestreo

El muestreo considerado para el desarrollo del estudio, es de tipo probabilístico; ya que el número de muestras a obtener viene indicado en la Tabla N°01 y viene determinado por criterios señalados en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y no de la probabilidad.

Cálculo del tamaño de la muestra infinita

Fórmula:

$$\boldsymbol{n} = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

p: Proporción poblacional que presenta cierta característica.

q: Proporción poblacional que no presenta la característica.

e: Máximo error de estimación de p.

Z: Valor relacionado al nivel de confianza.

Respecto a la población del ensayo de CBR que se ejecutarán por cada calicata y cada porcentaje de adición, tenemos un N= 30, que sería el total de ensayos CBR por cada dosificación respecto a las 3 calicatas.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.18^2} = 29.64 \rightarrow \textbf{30*3 calicatas= 90}$$

El error de estimación máximo, es:

$$e = \sqrt{\frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{30}} = 0.178 \rightarrow \text{e = 18\%}$$

Del mismo modo, se necesitan 159 especímenes para el proceso de muestreo, de los cuales 33 son para el grupo de muestra patrón y 126 para el grupo experimental.

A continuación, en la Tabla N°1 se detalla la cantidad de ensayos a realizar para la muestra patrón y en la Tabla N°2, el total de muestras a ejecutar para el grupo experimental con las adiciones junto a sus porcentajes establecidos.

Tabla 1. *Muestreo para la muestra patrón*

MUESTREO PARA LA MUESTRA PATRÓN	
CALICATA 01	
Contenido de humedad	1
Granulometria	1
Hidrometria	1
Limites de Atterberg	1
Gravedad Especifica de suelos	1
MDS - Proctor Modificado	3
CBR	3
Total	11

MUESTREO PARA LA MUESTRA PATRÓN	
CALICATA 02	
Contenido de humedad	1
Granulometria	1
Hidrometria	1
Limites de Atterberg	1
Gravedad Especifica de suelos	1
MDS - Proctor Modificado	3
CBR	3
Total	11

MUESTREO PARA LA MUESTRA PATRÓN	
CALICATA 03	
Contenido de humedad	1
Granulometria	1
Hidrometria	1
Limites de Atterberg	1
Gravedad Especifica de suelos	1
MDS - Proctor Modificado	3
CBR	3
Total	11

TOTAL DE MUESTRAS =	**33**

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 2. *Muestreo del grupo experimental*

MUESTREO - GRUPO EXPERIMENTAL			
MUESTRA - CALICATA 01			
Ensayos	**Suelo + 5% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**	**Suelo + 10% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**	**Suelo + 15% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**
Límites de Atterberg	1	1	1
MDS - Proctor Modificado	3	3	3
CBR	10	10	10
Total	14	14	14
TOTAL MUESTRAS	**42**		

MUESTREO - GRUPO EXPERIMENTAL			
MUESTRA - CALICATA 02			

MUESTREO - GRUPO EXPERIMENTAL			
MUESTRA - CALICATA 02			
Ensayos	**Suelo + 5% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**	**Suelo + 10% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**	**Suelo + 15% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**
Límites de Atterberg	1	1	1
MDS - Proctor Modificado	3	3	3
CBR	10	10	10
Total	14	14	14
TOTAL MUESTRAS	**42**		

MUESTREO - GRUPO EXPERIMENTAL			
MUESTRA - CALICATA 03			
Ensayos	**Suelo + 5% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**	**Suelo + 10% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**	**Suelo + 15% de ceniza de cáscara de arroz + 1.2% de caucho granulado**
Límites de Atterberg	1	1	1
MDS - Proctor Modificado	3	3	3
CBR	10	10	10
Total	14	14	14
TOTAL MUESTRAS	**42**		

TOTAL DE MUESTRAS EXPERIMENTAL = 126

Fuente: *Elaboración Propia*

Criterios de selección

Para determinar los porcentajes que se usaran en la investigación tendremos algunas consideraciones, estas se tomaran de acuerdo con el análisis de los antecedentes realizados de los cuales escogeremos los óptimos para la investigación.

- Gutiérrez, F., y Rojas, H., (2020) [10], señalan que cuanto más caucho granulado hay en el suelo, peores son sus propiedades. Para su estudio, hicieron muestras con cantidades variables de caucho reciclado 1.2%, 2.4%, 3.6%, 4.8%, 6% y 7.2% en relación con el peso seco del suelo; el rango de 1,2% de caucho granulado produjo los mejores resultados.
- López, J (2021) [12], señala la combinación de CCA con el peso de la muestra de suelo natural produjo los siguientes resultados: el CBR fue del 3.96% en el suelo natural, del 6.90% con un 5% de CCA, del 9.60% con un 10% y del 10.5% con un 15%. Los valores ideales de CBR eran 5%, 10% y 15%; ya que, la resistencia del suelo mejora significativamente con la cantidad de CCA añadida, lo que es una buena señal de que la subrasante está mejorando.

Operacionalización de variables

✓ Variables independientes

Tabla 3. *Variables independientes*

VARIABLE	INDICADORES	UND. DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
Caucho granulado	Cantidad	% en peso	1,2 %	Balanza
Cenizas de cáscaras de arroz	Cantidad	% en peso	5 % ,10 % y 15 %	Balanza

Fuente: *Elaboración Propia*

- ✓ Variable dependiente

Tabla 4. *Variable dependiente*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	UND. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Estabilización del suelo con caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz	Características físicas	Granulometría	Mm	MTC E-107
		Hidrometría	%	ASTM D421-58
		Limite líquido	%	MTC E -110
		Limite plástico	%	MTC E -111
		Contenido de humedad	%	NTP 339.127
	Características mecánicas	CBR	%	NTP 339.141
		Proctor modificado	g/m3	NTP 339.145

Fuente: *Elaboración Propia*

- ✓ Variable interviniente

Tabla 5. *Variables intervinientes*

VARIABLE	UND. DE MEDIDA	VALOR	MÉTODO DE MEDICIÓN
Diámetro del granulado de caucho	mm	2 - 4.5	NTP 339.128
Índice de plasticidad del suelo arcilloso	%	8 – 20	MTC E 111

Fuente: *Elaboración Propia*

Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas

En esta investigación, la técnica empleada fue la observación directa; se produce cuando el observador está físicamente presente en el espacio observado. Para recoger las muestras que se examinarán posteriormente, este procedimiento se utiliza durante la visita sobre el terreno a la región de investigación seleccionada.

En segundo lugar, está la experimentación, donde realizaremos los diferentes ensayos sobre nuestro objeto de estudio para evidenciar el impacto que tiene en cada variante de nuestra variable, una vez terminada esta etapa nos conlleva al análisis de resultados.

Instrumentos de recolección de datos

Para la extracción de las muestras del suelo se realizó de manera manual se utilizaron herramientas como: palana, sacos, wincha, pizarra, cámara (evidenciar la actividad realizada), entre otros. Asimismo, se utilizarán hojas de cálculo de Microsoft, gráficos, diagramas de barras y otros formularios adecuadamente normalizados para las discusiones e interpretaciones de los resultados.

Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis

Se evaluará la mejora de las características mecánicas en suelos arcillosos mediante ensayos de laboratorio controlados con el fin de verificar la hipótesis y cumplir los objetivos propuestos. En particular, se incorporará caucho granulado y CCA como materiales estabilizantes. Las etapas del procedimiento experimental serán las siguientes:

- Recopilación de información bibliográfica relevante sobre el tema de investigación.
- Se eligió la cantidad de caucho granulado y CCA que se utilizaría en el estudio, basándose en un análisis detallado que consideró los rangos de porcentaje sugeridos por estudios científicos y previas investigaciones. La dosificación, expresada como un porcentaje del peso del suelo, se estableció en tres rangos para CCA: 5%, 10%, 15% y 1.2% de caucho granulado.
- Seguidamente, se realizó una visita sobre el terreno para determinar los lugares precisos de los que se tomarían las tres muestras de suelos arcillosos con diversos índices de plasticidad.
- En las instalaciones del laboratorio, se procedió a preparar la muestra y se ejecutó los ensayos físicos - mecánicos al grupo patrón y experimental; análisis granulométrico, determinación del contenido de humedad del suelo, ensayo de límites de Atterberg, clasificación de las muestras, Proctor Modificado y CBR.
- Se interpretó y se realizó una comparación con los resultados realizados con y sin adición al suelo natural.
- Se estimó que los resultados potenciales elevarían sus valores CBR.
- Después, se propuso la dosificación más optima de las variables ejecutadas y una metodología de proceso constructivo empleando las CCA y el caucho

granulado para una adecuada estabilización a nivel de subrasante en suelos arcillosos.

- Finalmente, se cumplieron las expectativas que se habían fijado para este estudio, y los resultados sirvieron para formular conclusiones y recomendaciones.

Procedimientos

Toma de muestras de suelo arcilloso

En primer lugar, se eligió un área de estudio y de manera proporcional que implica una cuidadosa consideración de diversos factores que garantizan la representatividad de la muestra y la validez de los resultados posteriormente. Esta estrategia se fundamenta en la idea de optimizar los recursos disponibles sin comprometer la calidad y la precisión del estudio.

A continuación, en la tabla N°6 se aprecia las coordenadas de cada punto extraído del área de estudio y se evidencia en las siguientes ilustraciones gráficamente la ubicación de cada una de ellas.

Tabla 6. *Coordenadas UTM de los puntos de extracción*

UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS EXTRAÍDAS		
N° Calicatas	***Coordenadas UTM***	
C-1	626785.00 m E	9249535.00 m S
C-2	626821.00 m E	9249435.00 m S
C-3	626856.00 m E	9249332.00 m S

Fuente: *Elaboración Propia*



Ilustración 2. *Ubicación de las calicatas a realizar C-1, C-2 y C-3*

Después de identificar los puntos de excavación que es un procedimiento crucial que busca obtener muestras representativas del suelo en el área de estudio. La extracción de muestras de tierra a una profundidad específica de 1.50 metros, esta profundidad se selecciona con el objetivo de capturar las capas más significativas y relevantes del suelo, donde se pueden encontrar características importantes para el análisis.

Calicata 1



Ilustración 3. *Excavación - calicata 1*

Calicata 2



Ilustración 4. *Excavación - calicata 2*

Calicata 3





Ilustración 5. *Excavación - calicata 3*

Proceso de obtención de CCA

Para la obtención de las CCA se ha realizado de la siguiente manera:

1) Se recolectaron de la empresa "MOLINO RAM", ubicado por la carretera Panamericana Norte, Auxiliar 777, Lambayeque.
2) Se realizó una revisión exhaustiva del producto ingresando a las instalaciones del Molino.
3) Seguidamente, se encontró el equipo llamado "Horno quemador de Biomasa" (Figura N°9), donde se realiza el procedimiento paso a paso para la obtención del subproducto de las CCA.
4) Respecto a la lectura del medidor de temperatura del horno se registró a un valor aproximado de 1000°C a más.
5) Por último, se suministran 500 g de la ceniza resultante para el ensayo de fluorescencia de rayos X.



a)



b)



c)

Figura 9. *Horno quemador de Biomasa - Molino RAM*

PROPIEDADES FÍSICAS – MUESTRA PATRÓN

Ensayos de las tres muestras del suelo en estado natural

- ✓ **Contenido de humedad**

  Este ensayo determina la cantidad de agua presente en una muestra de suelo, lo que es crucial para evaluar su comportamiento y propiedades físicas. A continuación, se presenta el proceso típico del ensayo de contenido de humedad: En su forma natural, las muestras húmedas de las tres calicatas se pesaron dentro de un rango de 1.000 g. Después de estar en el horno durante veinticuatro horas, las muestras se pesaron una vez más para determinar su peso seco.



Ilustración 6. *Peso de las muestras para la determinación del contenido de humedad de los suelos*

- ✓ **Análisis granulométrico de suelos**

  Para ejecutar este ensayo se sigue un procedimiento estándar que implica varias etapas. Una de esas etapas es el cuarteo de la muestra, que es el proceso de dividir la muestra seca en partes de 500 gramos de suelo para cada muestra y representativas para su análisis. Seguidamente, se deja saturado en agua hasta el día siguiente, para así realizar el lavado correspondiente por el tamiz N°200 para la separación de finos; después, cada muestra se tamizó durante un día completo en el horno, y se pesó el material que se mantuvo en cada tamiz.



Ilustración 7. *Saturación de las muestras y lavado por el tamiz N°200*

Según el tipo de suelo que se obtenga, se utilizaron los siguientes tamices: N°4, N°10, N°20, N°40, N°50, N°60, N°80, N°140 y N°200.



Ilustración 8. *Tamices empleados para realizar el análisis granulométrico*

- ✓ **Límites de Atterberg**

Limite liquido

De las tres calicatas realizadas se prepararon muestras secas de 150 gramos pasando por el tamiz N°40 se colocó en envases de plástico y se le añadió agua destilada; con la ayuda de una espátula se va mezclando para así conseguir una mezcla homogénea y así realizar dicho ensayo. Seguidamente, la masa formada se posicionó en la copa de Casagrande, extendiendo y nivelando a la superficie; y con la ayuda de una herramienta llamado acanalador paso por el centro de la copa para dividir en dos la muestra del suelo natural. Luego, se suministró una

serie de golpes entre 30 – 35, 20 – 25 y 10 – 15 respectivamente para cerrar la abertura, se registró el número resultante de cada una de ellas y se trazó en la parte central para recoger pequeñas muestras. Finalmente, para conocer su contenido de humedad fue llevado al horno.

Ilustración 9. *Determinar el LL con la Copa de Casagrande*



Limite plástico

Se tomó fragmentos del suelo previamente homogeneizado de cada muestra, donde anteriormente tenía la humedad óptima para formar pequeñas barras con un diámetro aproximado de 3.2 mm, con la ayuda de una loza de vidrio donde se realizó, al formar las barras con esta dimensión, se asegura una consistencia uniforme en el material que se someterá al ensayo, lo que mejora la precisión de los resultados obtenidos. Una vez que se observe grietas mientras formamos las barritas estas se llevarán al horno con el propósito de disponer el porcentaje de contenido de humedad.

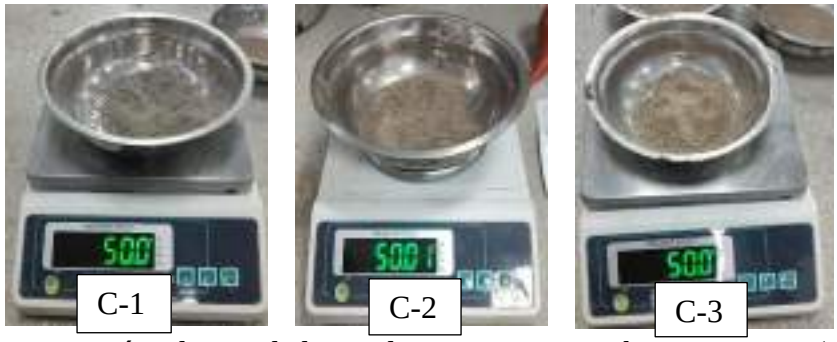
Ilustración 10. *Barras de 3.2 mm para determinar el LP de las muestras C-1, C-2 y C-3*



- ✓ **Gravedad Especifica de sólidos del suelo natural**

  Este ensayo consiste medir la densidad de los sólidos del suelo en relación con la densidad del agua. Esta propiedad es importante en la caracterización de los suelos, ya que proporciona información sobre su composición. A continuación, el procedimiento detallado:

  1. Para obtener 50 gramos de cada muestra seca, se tomó una cantidad mínima y se pasó por la Malla N°10.



  2. Luego, se pesó cada una de las Fiolas sin agua para obtener su peso (gr).
  3. Posterior a ello, se añadió agua destilada hasta la marca de referencia a cada una de ellas para obtener el Peso de la Fiola + Peso de Agua.
  4. Después, se colocó el peso de la muestra del suelo seco (50 gr) + Fiola + Agua; se llevó a la maquina “cámara de vacío” con el fin de eliminar el aire contenido.



Ilustración 11. *Procedimiento de gravedad específica del suelo natural*

- ✓ **Análisis granulométrico por hidrometría para la muestra patrón**

  Es una técnica empleada para analizar la distribución del tamaño de partículas finas (menores a 0.075 mm) en suelos naturales. El método se basa en la ley de sedimentación de Stokes, la cual indica que la velocidad de caída de una partícula es proporcional al cuadrado de su diámetro, considerando la viscosidad y temperatura. Seguidamente, se detallará el procedimiento para dicho ensayo:

a. Se toma una cantidad del suelo natural de cada muestra (seco), 50g pasante por el tamiz N°10 y 5g del químico hexametafosfato de sodio; se coloca en un cilindro y agregamos agua destilada (125 ml) y se comienza el proceso de agitación mecánica durante 30 minutos para asegurar la separación de las partículas y se deja por 24 horas.





b. Luego, se transfiere la suspensión del suelo a la probeta graduada de sedimentación y se completa el volumen hasta la marca de 1000 ml con agua destilada.



c. Posteriormente se tapa el cilindro y se agita, invirtiéndolo varias veces durante 30 segundos para asegurar que las partículas estén uniformemente distribuidas en la suspensión.
d. Se realizan lecturas de la densidad de la suspensión con un hidrómetro de Bouyoucos en momentos específicos, por ejemplo, a los 30 segundos, 1 minuto, 2 minutos, 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos, 1 hora, y hasta 24 horas. Antes de cada lectura, se inserta cuidadosamente el hidrómetro para no perturbar la suspensión.
e. Se registran las temperaturas del líquido durante las lecturas para aplicar correcciones si es necesario.
f. También se hacen ajustes por el menisco, leyendo correctamente la escala del hidrómetro según las normas del ensayo.

Ilustración 12. *Análisis granulométrico por hidrometría – Muestra patrón de las 3 calicatas.*



Preparación de muestras con adición de CCA

- **Límites de Atterberg**

  LL y LP $\rightarrow$ *5% de CCA*

  Se procedió a pesar de cada muestra C-1, C-2 y C-3, 150 gr c/u + el 5% de cenizas de CCA; la cual se adiciona al peso del suelo. Para calcular el valor en gr de la CCA se realiza de la siguiente manera:

$$\mathbf{150}\ \boldsymbol{g} * \mathbf{0.05} = \mathbf{7.5}\ \boldsymbol{g} \rightarrow \mathbf{CCA}$$

  Después, de obtener el valor en gr de la adición de CCA se le añade agua destilada junto al peso de la muestra y con ayuda de una espátula se mezcla para conseguir una homogenización adecuada. En pocas palabras, se seguido el mismo procedimiento que al suelo natural.

Ilustración 13. *Adición CCA del 5% + peso del suelo C-1, C-2 y C-3*



Ilustración 14. *Determinación del LL del 5% de CCA*



Ilustración 15. *Determinación del LP del 5% de CCA*



LL y LP $\rightarrow$ *10% de CCA*

De igual forma, para calcular el valor en gr de la CCA se realiza de la siguiente manera:

$$\mathbf{150}\ g * \mathbf{0.10} = \mathbf{15}\ g \rightarrow \mathbf{CCA}$$

Por ende, se realizó el mismo procedimiento que el anterior.

Ilustración 16. *Adición del 10% de CCA + peso del suelo*



Ilustración 17. *Determinación del LL del 10% de CCA*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 18. *Determinación del LP del 10% de CCA*



Fuente: *Elaboración Propia*

LL y LP $\rightarrow$ *15% de CCA*

Del mismo modo, para calcular el valor en gr de la CCA se realiza de la siguiente manera:

$$\mathbf{150}\ g * \mathbf{0.15} = \mathbf{22.5}\ g \rightarrow \mathbf{CCA}$$

Ilustración 19. *Adición del 15% de CCA + peso del suelo*



Ilustración 20. *Determinación del LL del 15% de CCA*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 21. *Determinación del LP del 15% de CCA*



Fuente: *Elaboración Propia*

PROPIEDADES MECÁNICAS

Para ejecutar los ensayos respectivos de Californian Bearing Ratio (CBR) y Proctor Modificado requiere un proceso meticuloso para garantizar resultados precisos y confiables. El primer paso crucial es la preparación adecuada de las muestras de suelo, que incluyen el secado controlado para eliminar la humedad y estabilizar el suelo antes de realizar los ensayos. Para ello, las muestras se extienden sobre un material plástico en un espacio regulado para evitar la contaminación exterior y se dejan secar durante unos tres días.

Ilustración 22. *Muestra seca después de 3 días hábiles*



Fuente: *Elaboración Propia*

Después de haber secado las muestras expuestas al sol, se introdujeron en la máquina de abrasión de Los Ángeles. Luego, el suelo triturado se pasó por el tamiz N°4, y la fracción que pasó a través de este tamiz fue la que se utilizó para llevar a cabo los ensayos posteriores.

Ilustración 23. *Máquina de Abrasión de los Ángeles utilizada para triturar el material empleado*



***Ilustración 24**. Tamizado por la malla N°04 del suelo*



***Fuente:** Elaboración Propia*

Proctor Modificado

- De una muestra mayor se escogieron cuatro muestras de suelo de tres kilogramos cada una, se secaron para eliminar cualquier resto de humedad, se desmenuzaron y se pasaron por el Tamiz del Nº 4.
- Después, se determina la masa y el volumen del molde de 4", que se utilizará para la compactación de las muestras.
- Tras colocar la capa inicial de suelo en el molde, se utilizó un martillo normal para dar 25 golpes. Se repitió este proceso para cada una de las cuatro capas restantes y la última capa se dejó sobresaliendo del molde para poder enrasarla posteriormente.
- Después de la compactación, se calcula la masa del espécimen compactado utilizando una balanza de precisión.
- Para determinar el contenido de humedad original, se extrajo una parte de la muestra compactada.
- Por último, fue llevado al horno cada porción de los 4 puntos compactados en total para obtener su porcentaje de muestra seca.

Ilustración 25. *Compactación del suelo utilizando el martillo normalizado*



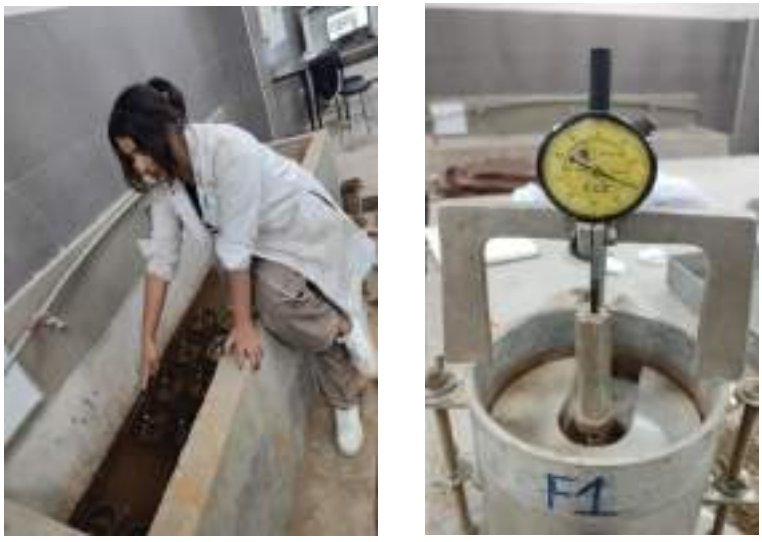
Fuente: *Elaboración Propia*

California Bearing Ratio

Fase de compactación

En primer lugar, se tomó una muestra de 5 kg para cada molde CBR con el fin de determinar la M.D.S. y el O.C.H utilizando la prueba Proctor Modificada. Después, se preparó el molde pesándolo con su base, insertando el collar, añadiendo el disco espaciador y cubriéndolo con un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro que el molde. Seguidamente, se inicia la fase de compactación del espécimen con el molde debidamente preparado realizando 56, 25 y 12 golpes por 5 capas de cada una. Finalmente, después de la compactación, se retiró el collar del molde y se niveló la superficie del espécimen.

Ilustración 26. *Fase de compactación para CBR natural*



Fuente: *Elaboración Propia*

Fase de inmersión

Se procedió a realizar la lectura inicial con el fin de hallar el grado de expansión. El molde fue sumergido en agua, la muestra se mantuvo en estas condiciones durante 4 días. Posteriormente, cada 24 horas se efectuaron mediciones del grado de agrandamiento. Una vez transcurrido el tiempo de inmersión, se sacó la muestra del recipiente de agua y se dejó escurrir el agua del molde durante media hora. A continuación, se pesó la muestra después de retirar la sobrecarga y la placa perforada.

Ilustración 27. *Fase de inmersión CBR natural sumergidos por un periodo de 4 días.*



Fuente: *Elaboración Propia*

Fase de penetración

Utilizando el mecanismo de prensa adecuado, se aplicó una fuerza al pistón de penetración a un ritmo constante de 1,27 mm (0,05") por minuto. Finalmente se extrajo el molde y se tomó una muestra para poder determinar su contenido de humedad.

Ilustración 28. *Lecturas del Ensayo de Penetración*





Fuente: *Elaboración Propia*

- ✓ **Evaluar el desempeño técnico y la viabilidad económica de la estabilización de suelos mediante caucho granulado y CCA, frente a técnicas con métodos tradicionales.**

  Se efectuó un análisis comparativo de costos asociado al valor de la subrasante, evaluando la implementación de técnicas de estabilización específicamente mediante caucho granulado y CCA frente a métodos tradicionales documentados en estudios previos y trabajos de investigación, tales como la aplicación de cal viva, ceniza de cáscara de café y cascarilla de arroz. El análisis se centró exclusivamente en los costos director de insumos, sin considerar los costos relacionados con la mano de obra, transporte ni el uso de maquinaria.

  - Basándose en las cifras que figuran en las tablas correspondientes, a continuación, se muestran los presupuestos previstos para agentes estabilizantes como la cal viva (8%), la ceniza de cáscara de café (15%) y la cáscara de arroz (8% y 15%) en comparación con el caucho granulado (1,2%) y la CCA (15%).

***Tabla 7**. Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con cal viva al 8%.*

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ADICIONANDO CAL VIVA AL 8%						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P.P	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 2.33
01.01.00	Trco. replanteo y controles topográficos	m2	1.00	2.33	S/ 2.33	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 45.66
02.01.01	Excavación a nivel de subrasante	m3	0.60	7.84	S/ 4.71	
02.01.02	Botado de material con cal viva al 8%, e = 0.40m	m3	1.00	31.39	S/ 31.39	
02.01.03	Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante	m2	1.00	7.57	S/ 7.57	
				SUB TOTAL		S/ 47.99
			IGV	18%		S/ 8.64
				COSTO TOTAL		S/ 56.63

***Fuente:** Elaboración Propia*

***Tabla 8.** Trazo, Replanteo y controles topográficos - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS ADICIONANDO CAL VIVA AL 8%						
TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS						
Rendimiento	800.00	m2/dia			TOTAL	2.33
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Topógrafo		hh	1.00	0.010	28.53	0.29
Oficial		hh	1.00	0.010	21.68	0.22
Peón		hh	2.00	0.020	19.62	0.39
						0.89
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Yeso 15 kg		bls		0.050	8.47	0.42
Estaca		kg		0.010	3.82	0.04
Cemento Tipo I		bol		0.030	24.00	0.72
Pintura esmalte (color rojo)		gal		0.001	41.16	0.04
						1.22
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.027	0.00
Nivel topográfico		hm	1.00	0.010	4.240	0.04
Estación total		hm	1.00	0.010	15.900	0.16
Wincha de 30cm + cordel		hm	1.00	0.010	1.2000	0.01
						0.21

***Fuente:** Elaboración Propia*

Tabla 9. *Excavación a nivel de subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	380.00	m3/día			**TOTAL**	**7.84**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Operario		hh	1.00	0.021	27.58	0.58
Peón		hh	2.00	0.042	19.62	0.83
						1.41
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.042	0.00
Cargador s/llantas 125HP 2.5 YD3		hm	1.00	0.021	175.500	3.69
Camión volquete 15m3		hm	1.00	0.021	130.100	2.74
						6.43

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 10. *Batido de material con cal viva 8% e=40cm - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
BATIDO DE MATERIAL CON CAL VIVA 8% e=40cm						
Rendimiento	504.00	m3/día			**TOTAL**	**33.39**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.016	21.68	0.34
Operario		hh	1.00	0.016	27.57	0.44
Peón		hh	1.00	0.016	19.62	0.31
						1.09
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Cal viva al 8% (bolsa 20kg)		kg		1.600	17.90	28.64
						28.64
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.033	0.00
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.016	230.140	3.65
						3.65

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 11. *Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento	750.00	m2/día			**TOTAL**	7.57
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.011	21.68	0.23
Operario		hh	1.00	0.011	27.57	0.29
Peón		hh	2.00	0.021	19.62	0.42
						0.94
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Agua		m2		0.050	7.00	0.35
						0.35
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.028	0.00
Camión cisterna (2500 Glns)		hm	1.00	0.011	130.000	1.39
Rodillo liso vibratorio Autop. 7-9T		hm	1.00	0.011	228.240	2.43
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.011	230.140	2.45
						6.28

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 12. *Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con cal viva al 15% y ceniza de cáscara de café al 15%.*

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ADICIONANDO CAL VIVA AL 15% Y CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ AL 15%						
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.**	**P.P**	**TOTAL**
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 2.33
01.01.00	Trazo, replanteo y controles topográficos	m2	1.00	2.33	S/ 2.33	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 80.72
02.01.01	Excavación a nivel de subrasante	m3	0.60	7.84	S/ 4.71	
02.01.02	Relleno de material con cal viva y ceniza de cáscara de café al 15% ambos, e = 0.40cm	m3	1.00	70.45	S/ 70.45	
02.01.03	Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante	m2	1.00	7.57	S/ 7.57	
				SUB TOTAL		S/ 85.05
				IGV	**18%**	S/ 15.31
				COSTO TOTAL		**S/ 100.36**

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 13. *Trazo, replanteo y controles topográficos - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS ADICIONANDO CAL VIVA AL 15% y CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ AL 15%						
TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS						
Rendimiento	800.00	m2/dia			**TOTAL**	**2.33**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Topógrafo		hh	1.00	0.010	28.53	0.29
Oficial		hh	1.00	0.010	21.68	0.22
Peón		hh	2.00	0.020	19.62	0.39
						0.89
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Yeso 15 kg		bls		0.050	8.47	0.42
Estaca		kg		0.010	3.82	0.04
Cemento Tipo I		bol		0.030	24.00	0.72
Pintura esmalte (color rojo)		gal		0.001	41.16	0.04
						1.22
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.027	0.00
Nivel topográfico		hm	1.00	0.010	4.240	0.04
Estación total		hm	1.00	0.010	15.900	0.16
Wincha de 30cm + cordel		hm	1.00	0.010	1.2000	0.01
						0.21

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 14. *Excavación a nivel de subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	380.00	m3/dia			**TOTAL**	**7.84**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Operario		hh	1.00	0.021	27.58	0.58
Peón		hh	2.00	0.042	19.62	0.83
						1.41
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.042	0.00
Cargador s/llantas 125HP 2.5 YD3		hm	1.00	0.021	175.500	3.69
Camión volquete 15m3		hm	1.00	0.021	130.100	2.74
						6.43

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 15. *Batido de material con cal viva al 15% y ceniza de cáscara de café al 15% - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
BATIDO DE MATERIAL CON CAL VIVA 15% Y CCC AL 15% e=40cm						
Rendimiento	504.00	m3/dia			**TOTAL**	70.45
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.016	21.68	0.34
Operario		hh	1.00	0.016	27.57	0.44
Peón		hh	1.00	0.016	19.62	0.31
						1.09
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Cal viva al 15% (bolsa 20kg)		kg		3.000	17.90	53.70
Ceniza de cáscara de café 15% (10 kg)		kg		6.000	2.00	12.00
						65.70
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.033	0.00
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.016	230.140	3.65
						3.65

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 16. *Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento	750.00	m2/dia			**TOTAL**	7.57
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.011	21.68	0.23
Operario		hh	1.00	0.011	27.57	0.29
Peón		hh	2.00	0.021	19.62	0.42
						0.94
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Agua		m2		0.050	7.00	0.35
						0.35
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.028	0.00
Camión cisterna (2500 Gls)		hm	1.00	0.011	130.000	1.39
Rodillo liso vibratorio Autop: 7-9T		hm	1.00	0.011	228.240	2.43
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.011	230.140	2.45
						6.28

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 17. *Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con CCA al 8%.*

PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ AL 8%						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P.P	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 2.33
01.01.00	Trazo, replanteo y controles topográficos	m2	1.00	2.33	S/ 2.33	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 33.02
02.01.01	Excavación a nivel de subrasante	m3	0.60	7.84	S/ 4.71	
02.01.02	Batido de material con ceniza de cascarilla de arroz al 8%, e = 0.40cm	m3	1.00	20.75	S/ 20.75	
02.01.03	Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante	m2	1.00	7.57	S/ 7.57	
				SUB TOTAL		S/ 35.35
				IGV	18%	S/ 6.36
				COSTO TOTAL		S/ 41.72

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 18. *Trazo, replanteo y controles topográficos - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ AL 8%						
TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS						
Rendimiento	800.00	m2/día			TOTAL	2.33
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Topógrafo		hh	1.00	0.010	28.53	0.29
Oficial		hh	1.00	0.010	21.68	0.22
Peón		hh	2.00	0.020	19.62	0.39
						0.89
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Yeso 15 kg		bls		0.050	8.47	0.42
Estaca		kg		0.010	3.82	0.04
Cemento Tipo I		bol		0.030	24.00	0.72
Pintura esmalte (color rojo)		gal		0.001	41.16	0.04
						1.22
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.027	0.00
Nivel topográfico		hm	1.00	0.010	4.240	0.04
Estación total		hm	1.00	0.010	15.900	0.16
Wincha de 30cm + cordel		hm	1.00	0.010	1.2000	0.01
						0.21

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 19. *Excavación a nivel de subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	380.00	m3/dia			TOTAL	7.84
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Operario		hh	1.00	0.021	27.58	0.58
Peón		hh	2.00	0.042	19.62	0.83
						1.41
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.042	0.00
Cargador s/llantas 125HP 2.5 YD3		hm	1.00	0.021	175.500	3.69
Camión volquete 15m3		hm	1.00	0.021	130.100	2.74
						6.43

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 20. *Batido de material con ceniza de cascarilla de arroz al 8% e=40cm - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
BATIDO DE MATERIAL CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ AL 8% e=40cm						
Rendimiento	504.00	m3/din			TOTAL	20.75
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.016	21.68	0.34
Operario		hh	1.00	0.016	27.57	0.44
Peón		hh	1.00	0.016	19.62	0.31
						1.09
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Ceniza de cascarilla de arroz al 8% (10 kg)		kg		3.200	5.00	16.00
						16.00
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.033	0.00
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.016	230.140	3.65
						3.65

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 21. *Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento	750.00	m2/día			**TOTAL**	**7.57**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.011	21.68	0.23
Operario		hh	1.00	0.011	27.57	0.29
Peón		hh	2.00	0.021	19.62	0.42
						0.94
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Agua		m2		0.050	7.00	0.35
						0.35
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.028	0.00
Camión cisterna (2500 Glns)		hm	1.00	0.011	130.000	1.39
Rodillo liso vibratorio Amop: 7-9T		hm	1.00	0.011	228.240	2.43
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.011	230.140	2.45
						6.28

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 22. *Presupuesto para estabilización de subrasante arcilloso con caucho granulado al 1.2% y CCA al 15%*

PRESUPUESTO PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSO ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO AL 1.2% Y CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 15%						
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.**	**P.P**	**TOTAL**
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 2.33
01.01.00	Trazo, replanteo y controles topográficos	m2	1.00	2.33	S/ 2.33	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 44.02
02.01.01	Excavación a nivel de subrasante	m3	0.60	7.84	S/ 4.71	
02.01.02	Relleno de material con cascara de arroz al 15% y caucho al 1.2%, e = 0.40cm	m3	1.00	31.75	S/ 31.75	
02.01.03	Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante	m2	1.00	7.57	S/ 7.57	
				SUB TOTAL		S/ 46.35
				IGV	**18%**	S/ 8.34
				COSTO TOTAL		**S/ 54.70**

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 23. *Trazo, replanteo y controles topográficos - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO 1.2% Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ AL 15%						
TRAZO, REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS						
Rendimiento	800.00	m2/día			**TOTAL**	**2.33**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Topógrafo		hh	1.00	0.010	28.53	0.29
Oficial		hh	1.00	0.010	21.68	0.22
Peón		hh	2.00	0.020	19.62	0.39
						0.89
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Yeso 15 kg		bls		0.050	8.47	0.42
Estaca		kg		0.010	3.82	0.04
Cemento Tipo I		bol		0.030	24.00	0.72
Pintura esmalte (color rojo)		gal		0.001	41.16	0.04
						1.22
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.027	0.00
Nivel topográfico		hm	1.00	0.010	4.240	0.04
Estación total		hm	1.00	0.010	15.900	0.16
Wincha de 30cm+ cordel		hm	1.00	0.010	1.2000	0.01
						0.21

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 24. *Excavación a nivel de subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	380.00	m3/día			**TOTAL**	**7.84**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Operario		hh	1.00	0.021	27.58	0.58
Peón		hh	2.00	0.042	19.62	0.83
						1.41
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.042	0.00
Cargador s/llantas 125HP 2.5 YD3		hm	1.00	0.021	175.500	3.69
Camión volquete 15m3		hm	1.00	0.021	130.100	2.74
						6.43

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 25. *Batido de material con CCA al 15% y caucho granulado al 1.2% e=40 cm - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
BATIDO DE MATERIAL CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 15% y CAUCHO AL 1.2% e=40cm						
Rendimiento	504.00	m3/dia			**TOTAL**	**31.75**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.016	21.68	0.34
Operario		hh	1.00	0.016	27.57	0.44
Peón		hh	1.00	0.016	19.62	0.31
						1.09
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Caucho 1.2% (20 kg)		kg		0.240	25.00	6.00
Ceniza de cáscara de arroz al 15% (10kg)				6.000	3.50	21.00
						27.00
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.033	0.00
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.016	230.140	3.65
						3.65

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 26. *Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante - ACU*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento	750.00	m2/dia			**TOTAL**	**7.57**
Jornada laboral	8	horas				
Mano de Obra		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Oficial		hh	1.00	0.011	21.68	0.23
Operario		hh	1.00	0.011	27.57	0.29
Peón		hh	2.00	0.021	19.62	0.42
						0.94
Materiales		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Agua		m2		0.050	7.00	0.35
						0.35
Equipos y Herramientas		**Und**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**P.U**	**Parcial**
Herramientas		%MO		0.030	0.028	0.00
Camión cisterna (2500 Gls)		hm	1.00	0.011	130.000	1.39
Rodillo liso vibratorio Autop: 7-9T		hm	1.00	0.011	228.240	2.43
Motoniveladora 130 - 135 HP		hm	1.00	0.011	230.140	2.45
						6.28

Fuente: *Elaboración Propia*

Resultados y discusión

Resultados

Los resultados de la investigación se obtuvieron a partir de una serie de experimentos de laboratorio minuciosamente realizados. Estos ensayos se centraron en evaluar tanto las propiedades físicas como mecánicas de las muestras de suelos arcillosos, con y sin adiciones específicas.

Para clasificar las propiedades del suelo mediante los sistemas SUCS y AASHTO, realizarán un estudio exhaustivo. También determinarán el grado en que la adición de CCA y caucho granulado mejora la resistencia de la subrasante evaluada.

Seguidamente, se detalla cada uno de los resultados obtenidos de cada ensayo ejecutado en el laboratorio:

a. Contenido de Humedad del suelo natural

El contenido de humedad para las tres muestras realizadas es: C-1 de 28.75%, C-2 de 25.99% y C-3 de 25.54% respectivamente, como se visualiza en la tabla N°27.

Tabla 27. *Resultados en % - contenido de humedad*

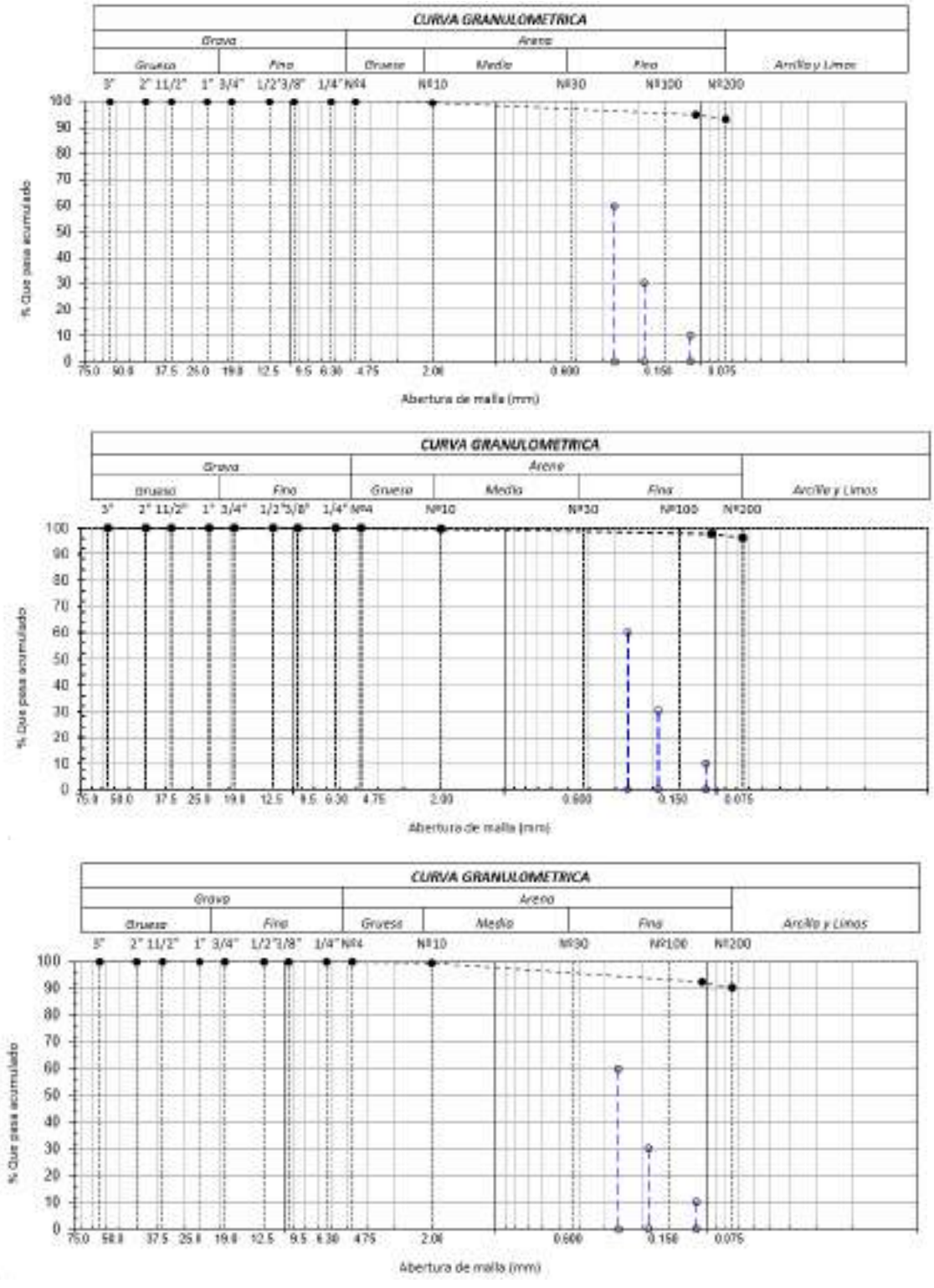
N°CALICATA	MUESTRA	W. TARA	W.TARA + M.H	W.TARA + M.S	% HUMEDAD
C - 1	M-1	63.0	1000.1	790.82	28.75
C - 2	M-1	75.4	1000.1	809.32	25.99
C - 3	M-1	46.7	1000.1	806.12	25.54

Fuente: *Elaboración Propia*

b. Análisis granulométrico por tamizado (N.T.P. 399.128: 1999)

Seguidamente, se aprecia detalladamente los resultados con sus gráficos correspondientes de cada calicata.

Gráfico 1. *Granulometría suelo natural C-1, C-2 y C-3*



Según la distribución granulométrica, los resultados obtenidos para cada muestra se exponen igualmente en la Tabla N°28.

Tabla 28. *Distribución granulométrica de las 3 calicatas*

N°CALICATAS	GRAVA %	ARENA %	LIMO Y ARCILLA %
C - 1	0.2	6.8	93
C - 2	0	3.8	96.2
C - 3	0.2	9.4	90.4

Fuente: *Elaboración Propia*

Se observa un alto valor de las arcillas en las 3 muestras ejecutadas con unos valores de 93% en la C-1, 96.2% en la C-2 y un 90.4% en la C-3.

c. Límites de Atterberg

En la tabla N°29, se observa los resultados del Limite plástico (LP), límite líquido (LL) y el cálculo del Índice de plasticidad (IP) de las tres muestras ejecutadas en estado natural C-1, C-2 y C-3.

Ilustración 29. *Determinación del límite líquido y plástico para las 3 muestras patrón*





- C-1 se tiene un L.L de 43.96%, el LP de 23.97% y el IP de 19.99%
- C-2 se tiene un L.L de 41.81%, el LP de 21.07% y el IP de 20.73%
- C-3 se tiene un L.L de 34.66%, el LP de 19.14% y el IP de 15.51%

Tabla 29. *Límites de Atterberg del suelo natural*

N°CALICATA	MUESTRA	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
C - 1	M-1	43.96	23.97	19.99
C - 2	M-1	41.81	21.07	20.73
C - 3	M-1	34.66	19.14	15.51

Fuente: *Elaboración Propia*

d. Gravedad específica de sólidos

En la tabla N°30, se obtiene los resultados que se realizó a las tres muestras.

Tabla 30. *Gravedad específica de cada calicata*

N°CALICATA	W. FIOLA	W.FIOLA + W. AGUA	W. MUESTRA DE SUELO - SECO	W. MUESTRA DE SUELO + W. FIOLA + W.AGUA	Gs (g/cm3)
C - 1	103	351.2	50	382.3	2.646
C - 2	89.7	336.4	50	367.9	2.703
C - 3	89.1	335.2	50	367	2.747

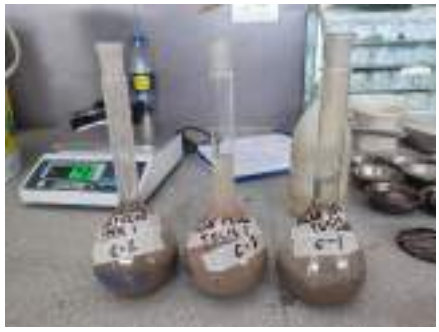
Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 30*. Procedimiento del ensayo de gravedad específica de las tres muestras*









e. Clasificación de suelos mediante el Sistema SUCS y AASHTO

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio previamente mencionados anteriormente, se llevó a cabo el proceso de clasificación del suelo utilizando las metodologías del Sistema SUCS y AASHTO.

A continuación, en la tabla N°31 se ofrece una explicación detallada de la categorización SUCS y AASHTO de las muestras C-1, C-2 y C-3.

Tabla 31. *Clasificación SUCS y AASHTO*

N°CALICATA	CLASIFICACIÓN SUCS		CLASIFICACIÓN AASHTO	
	Composición	Simbolo	Clasificación	Grupo
C - 1	Arcilla de baja plasticidad	CL	Suelo arcilloso de calidad mala	A-7-6 (13)
C - 2	Arcilla de baja plasticidad	CL	Suelo arcilloso de calidad mala	A-7-6 (13)
C - 3	Arcilla de baja plasticidad con arena	CL	Suelo arcilloso de calidad mala	A-6 (10)

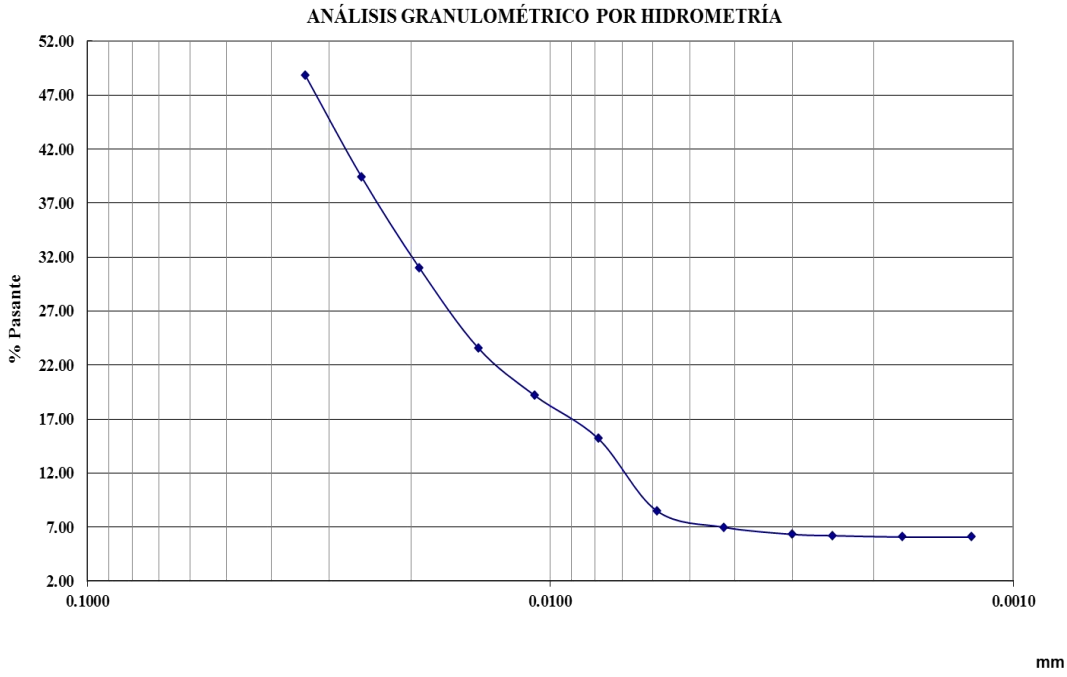
Fuente: *Elaboración Propia*

f. Análisis granulométrico por Hidrometría muestra natural (ASTM D421-58).

A partir de dicho ensayo permite analizar la fracción fina del suelo natural, correspondiente a partículas menores a 0.075 mm (limos y arcillas), lo cual es fundamental para definir su comportamiento geotécnico.

Posteriormente, en el gráfico N°02 de la C-1 se muestra un predominio significativo de partículas finas, evidenciando por la alta proporción de material que pasa por los tamices más finos y que se mantiene en suspensión durante intervalos prolongados.

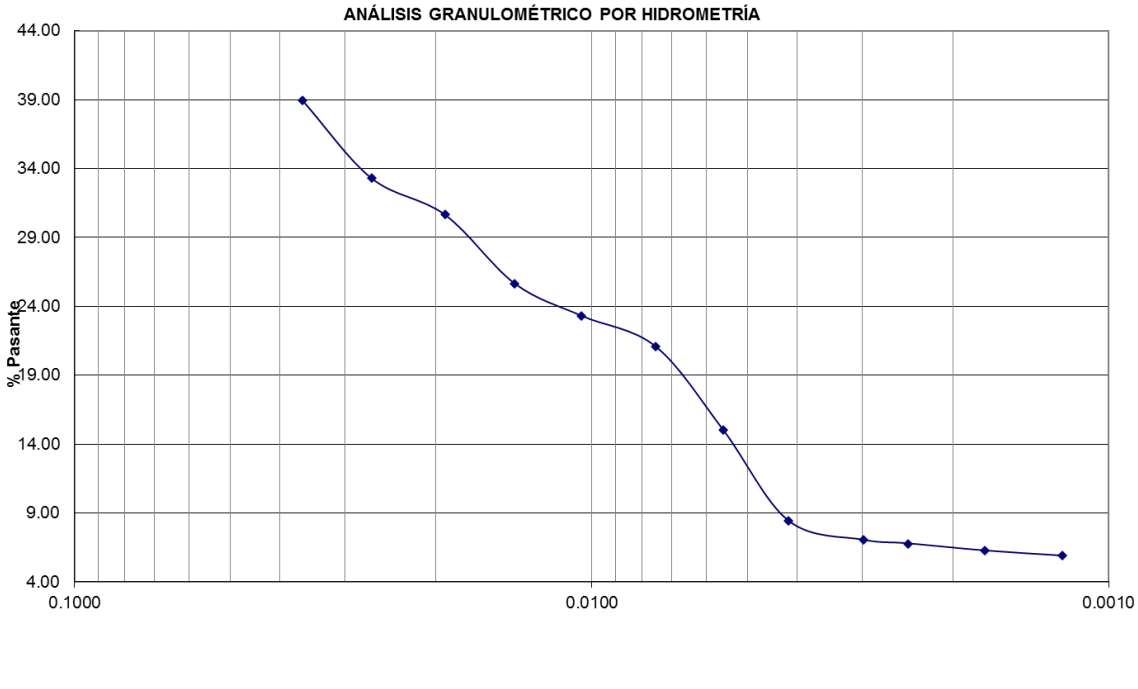
Gráfico 2. *Curva de sedimentación para la muestra C-1*



Interpretación

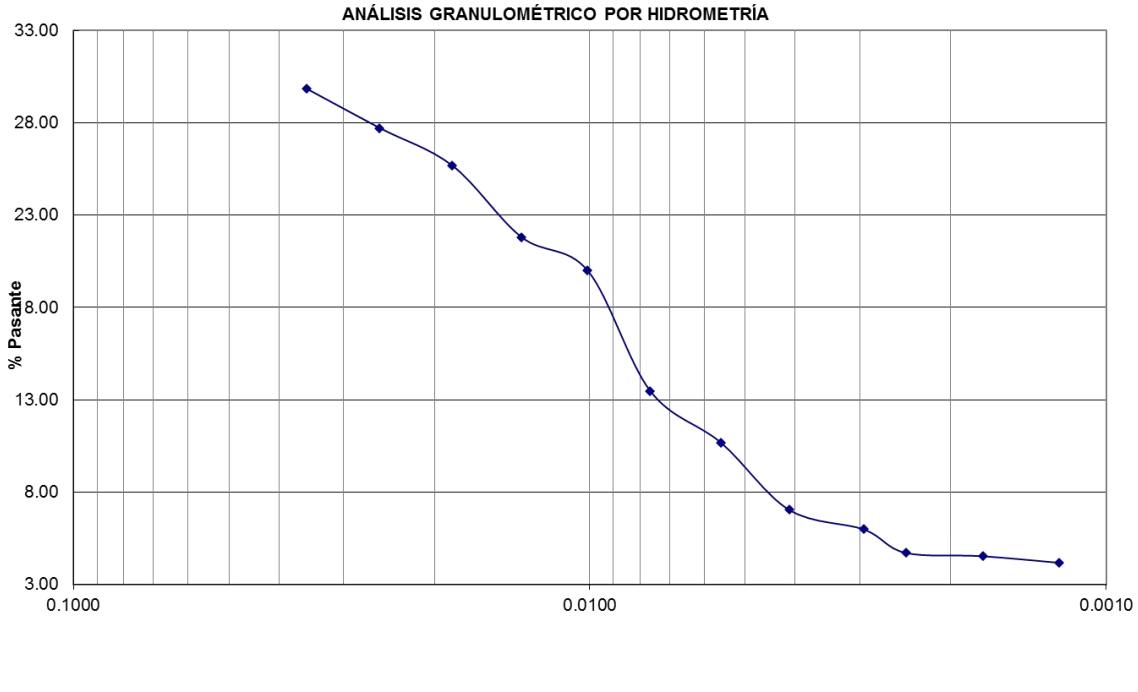
Se evidencia una alta concentración de partículas menores a 0.002 mm, lo cual indica una significativa presencia de arcillas, seguidas por una proporción intermedia de limos. Además, la pendiente de la curva sugiere una gradación pobre lo que implica que las partículas finas no presentan una distribución amplia de tamaños, dificultando la compactación y la reducción de vacíos.

Gráfico 3. *Curva de sedimentación para la muestra C-2*



En la C-2, refleja la pendiente de la curva que indica la graduación del suelo un descenso suave, una mezcla de tamaños de partículas arcillas-limos.

Gráfico 4. *Curva de sedimentación para la muestra C-3*



En la C-3, muestra un suelo compuesto predominante por partículas finas seguidas con una proporción de limos, refleja con un descenso progresivo en el porcentaje retenido conforme disminuye el diámetro.

g. Proctor Modificado suelo natural

Con el fin de preparar las muestras para las pruebas CBR de cada calicata de ensayo, los resultados de laboratorio se muestran en la Tabla Nº32, que incluye la M.D.S y el O.C.H.

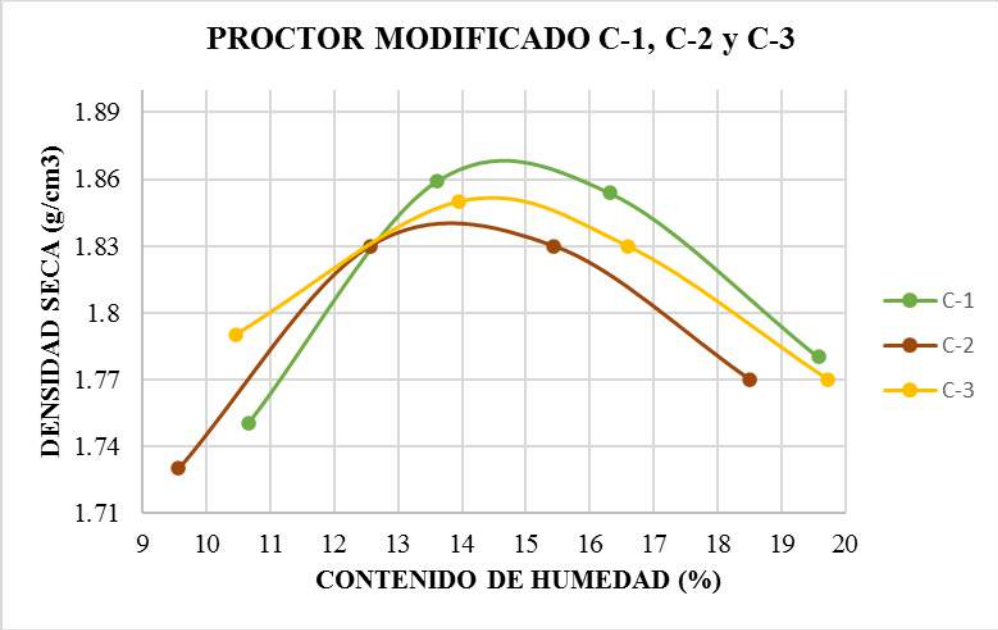
Tabla 32. *Cuadro resumen de M.D.S y OCH natural*

PROCTOR MODIFICADO -SUELO NATURAL			
	C-1	C-2	C-3
Densidad máxima seca (g/cm3)	1.861	1.840	1.850
Humedad optima (%)	14.00	13.60	13.60

Fuente: *Elaboración Propia*

En el gráfico N°05, se muestra las curvas del Proctor Modificado de las tres calicatas a ejecutar.

Gráfico 5*. Curvas de Proctor Modificado de las tres muestras estudiadas*



Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación

Se aprecia la relación entre la densidad seca del suelo natural y el contenido de humedad de cada una de las muestras estudiadas C-1, C-2 y C-3.

h. Capacidad resistente a la subrasante - CBR suelo natural

Las muestras se prepararon según los resultados obtenidos en el ensayo de Proctor encontrando la humedad óptima, para luego ser compactadas.

En la tabla N°33, se muestra un resumen sobre la calicata C-1, se determinó qué, para una penetración de 2.54 cm (1 pulg.), el valor del CBR compactado al 100% de M.D.S. es un valor de 3%, en cambio el CBR al 95% es de 2%.

Tabla 33. *CBR suelo natural - C1*

CALICATA 1		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.861	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.768	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	14	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	3	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	2	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	3	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	3	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En la calicata C-2, se determinó qué, para una penetración de 1” (2.54 cm) y de 2” (5.08 cm), el valor del CBR compactado al 100% y 95% de M.D.S. es un valor de 2%. Se detallará en la tabla N°34.

Tabla 34*. CBR - C2*

CALICATA 2		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.840	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.748	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	13.60	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	2	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	2	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	3	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	2	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En la calicata C-3, se determinó qué, para una penetración de 2.54 cm (1 pulg.), el valor del CBR compactado al 100% de M.D.S. es un valor de 4%, en cambio el CBR al 95% es de 3%. Se detallará en la tabla N°35.

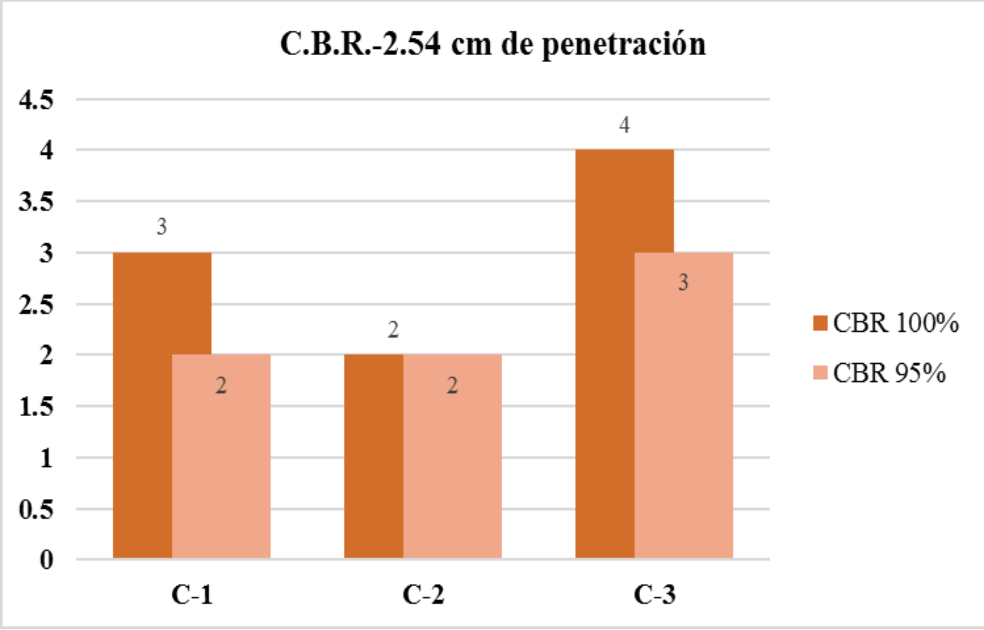
Tabla 35. *CBR - C3*

CALICATA 3		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.850	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.758	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	13.60	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	3	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	5	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	3	%

Fuente: *Elaboración Propia*

La variación del CBR al 100% y al 95% de la energía de compactación, que corresponde a una profundidad de penetración convencional de 2,54 cm, se muestra en el Gráfico N°06.

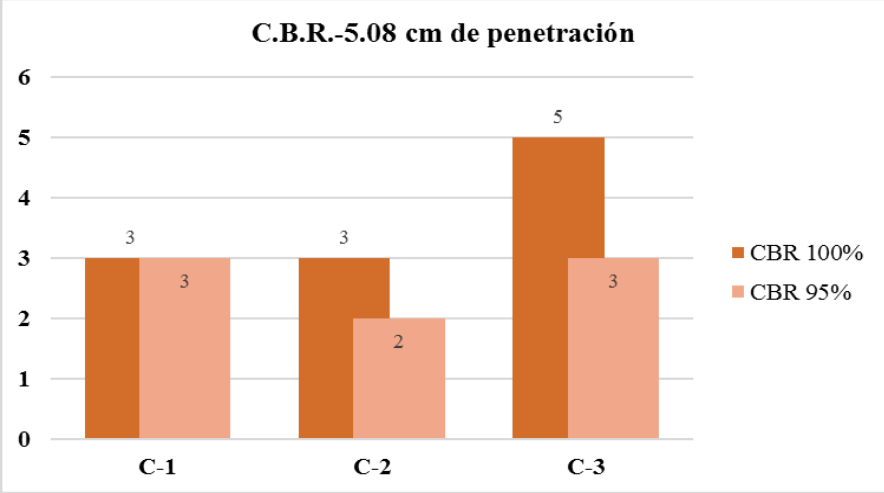
Gráfico 6. *C.B.R. 2.54 cm de penetración estándar al 100% y 95%.*



Fuente: *Elaboración Propia*

Por otro lado, la variación del CBR al 100% y 95% a una profundidad de penetración estándar de 5.08 cm se representa en el gráfico N°07.

Gráfico 7. *C.B.R. 5.08 cm de penetración estándar al 100% y 95%*



Fuente: *Elaboración Propia*

i. Determinar la máxima densidad seca - Proctor Modificado, aplicando al grupo experimental con las distintas dosificaciones de CCA (5%, 10% y 15%), en combinación con caucho granulado (1.2%).

A continuación, se muestran los resultados experimentales obtenidos de las 3 muestras estudiadas mediante las distintas dosificaciones de aditivos.

Cuando se añadió CCA a la muestra C-1 en una dosificación del 5% y 1.2% de caucho granulado, la M.D.S. fue de 1.787 g/cm3 con un OCH del 15%. Por el contrario, cuando se añadió CCA en una dosificación del 10% y 1.2% de caucho granulado, la M.D.S. fue de 1.763 g/cm3 con un OCH del 15.54%; y, por último, se alcanzó una M.D.S. de 1.654 g/cm3 con un OCH de 16.40% con una dosificación de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. Se detallará en la siguiente tabla N°36.

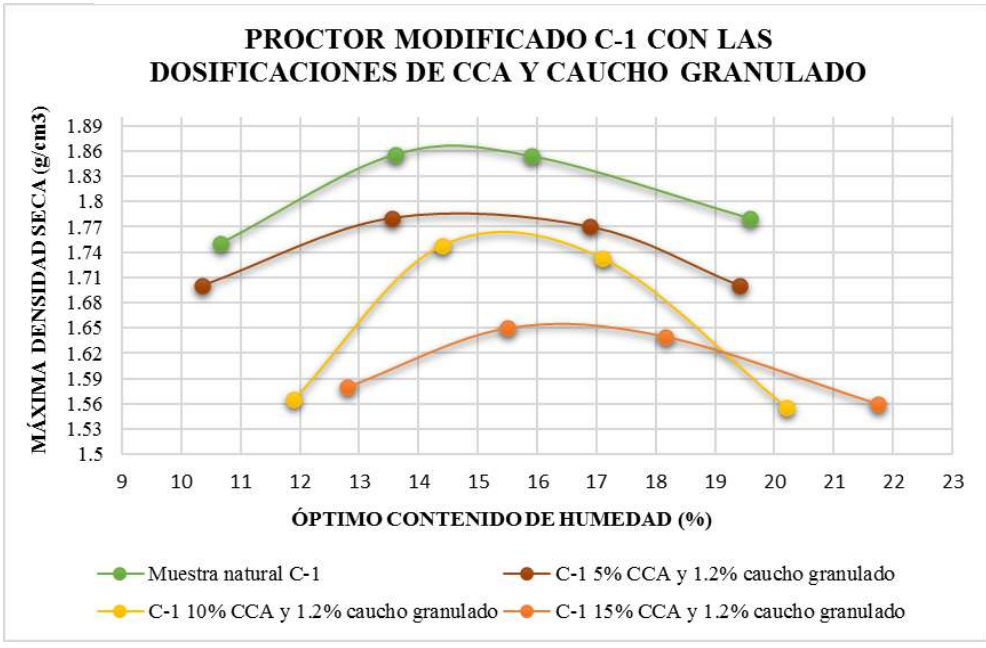
Tabla 36. *Relación de la M.D.S. con el OCH del grupo experimental para la C-1*

PROCTOR MODIFICACO GRUPO EXPERIMENTAL % PARA LA C-1			
DOSIFICACIÓN %	**5% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado**	**10% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado**	**15% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado**
M.D.S (g/cm3)	1.787	1.763	1.654
Óptimo contenido de humedad (%)	15.00	15.54	16.40

Fuente: *Elaboración Propia*

En el gráfico N°8 presenta las curvas obtenidas mediante el ensayo de compactación Proctor Modificado correspondiente de la C-1, donde se evaluó la muestra patrón con las distintas proporciones 5%, 10% y 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado en peso. Dichas curvas ilustran la relación entre M.D.S. y el OCH, permitiendo identificar los respectivos valores óptimos de compactación para cada dosificación ejecutado.

Gráfico 8. *Proctor Modificado C-1 natural y las distintas dosificaciones ejecutadas*



Fuente: *Elaboración Propia*

Cuando se añadió CCA a la muestra C-2 en una dosificación del 5% y 1,2% de caucho granulado, la M.D.S. fue de 1.668 g/cm3 con un OCH del 14.20%. Por el contrario, cuando se añadió CCA en una dosificación del 10% y 1.2% de caucho granulado, la M.D.S. fue de 1.795 g/cm3 con un OCH del 15.20%; y, por último, se alcanzó una M.D.S. de 1.530 g/cm3 con un OCH de 16.20% con una dosificación de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. Se detallará en la siguiente tabla N°37.

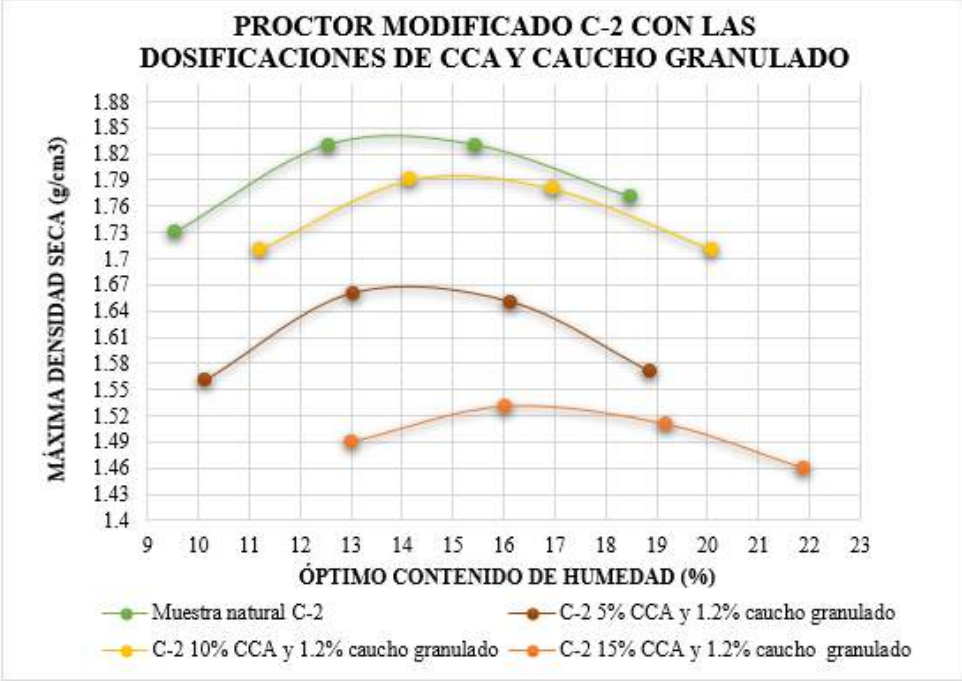
Tabla 37. *Relación de la M.D.S. con el OCH del grupo experimental para la C-2*

PROCTOR MODIFICACO GRUPO EXPERIMENTAL % PARA LA C-2			
DOSIFICACIÓN %	5% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado	10% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado	15% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado
M.D.S (g/cm3)	1.668	1.795	1.530
Óptimo contenido de humedad (%)	14.20	15.20	16.20

Fuente: *Elaboración Propia*

En el gráfico N°9 presenta las curvas obtenidas mediante el ensayo de compactación Proctor Modificado correspondiente de la C-2, donde se evaluó la muestra patrón con las distintas proporciones 5%, 10% y 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado en peso.

Gráfico 9. *Proctor Modificado C-2 natural y las distintas dosificaciones ejecutadas*



Fuente: *Elaboración Propia*

Cuando se añadió CCA a la muestra C-3 en una dosificación del 5% y 1.2% de caucho granulado, la M.D.S. fue de 1.652 g/cm3 con un contenido de humedad ideal del 15.10%. Por el contrario, cuando se añadió CCA en una dosificación del 10% y 1.2% de caucho granulado, la M.D.S. fue de 1.708 g/cm3 con un contenido de humedad ideal del 15.50%; y, por último, se alcanzó una M.D.S.

de 1.721 g/cm3 con un contenido de humedad ideal de 15.30% con una dosificación de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. Se detallará en la siguiente tabla N°38

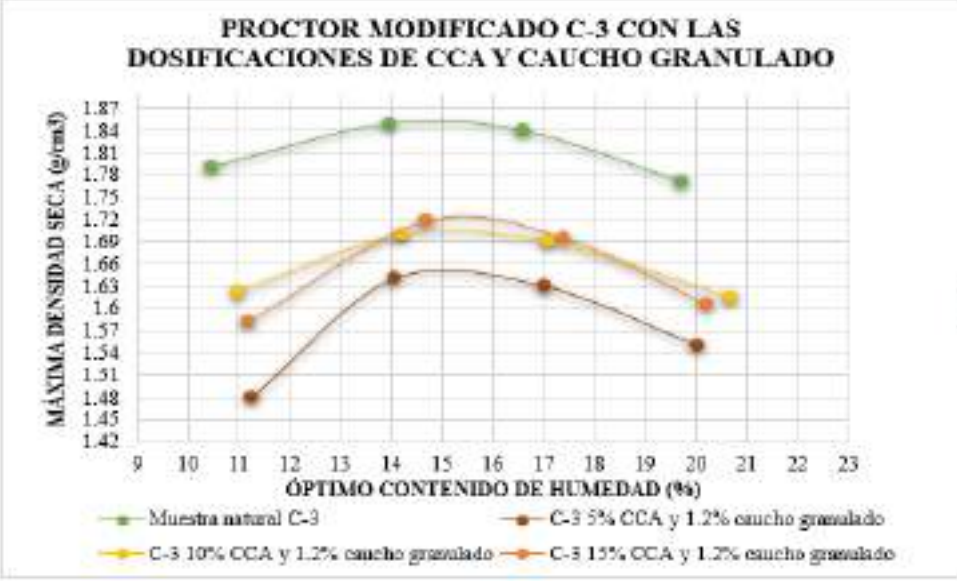
Tabla 38. *Relación de la M.D.S. con el OCH del grupo experimental para la C-3*

PROCTOR MODIFICACO GRUPO EXPERIMENTAL % PARA LA C-3			
DOSIFICACIÓN %	**5% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado**	**10% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado**	**15% de ceniza de cáscara de arroz y 1.2% de caucho granulado**
M.D.S (g/cm3)	1.652	1.708	1.721
Óptimo contenido de humedad (%)	15.10	15.50	15.30

Fuente: *Elaboración Propia*

En el gráfico N°10 presenta las curvas obtenidas mediante el ensayo de compactación Proctor Modificado correspondiente de la C-3, donde se evaluó la muestra patrón con las distintas proporciones 5%, 10% y 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado en peso. Dichas curvas ilustran la relación entre M.D.S. y el OCH.

Gráfico 10. *Proctor Modificado C-3 natural y las distintas dosificaciones ejecutadas*



Fuente: *Elaboración Propia*

j. Determinar la resistencia como subrasante a través del ensayo C.B.R., aplicando al grupo experimental con la adición de CCA (5%, 10% y 15%) en combinación con caucho granulado (1.2%).

Seguidamente, se muestran los resultados experimentales de las 3 muestras estudiadas con las distintas proporciones de aditivos mediante el ensayo de C.B.R.

En la C-1, con una dosificación del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado, se obtuvo un valor de CBR del 4% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 4%. Se detallará un resumen en la siguiente tabla N°39.

Tabla 39. *Grupo experimental para la C-1 del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 1 - DOSIFICACIÓN 5%DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.787	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.698	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	15	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	6	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	4	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En cambio, en la tabla N°40, con una adición del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 6% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 4%.

Tabla 40. *Grupo experimental para la C-1 del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 1 - DOSIFICACIÓN 10% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.763	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.675	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	15.54	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	6	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	7	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	5	%

Fuente: *Elaboración Propia*

Por último, con una adición del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 7% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 6%, se detallará en la tabla N°41.

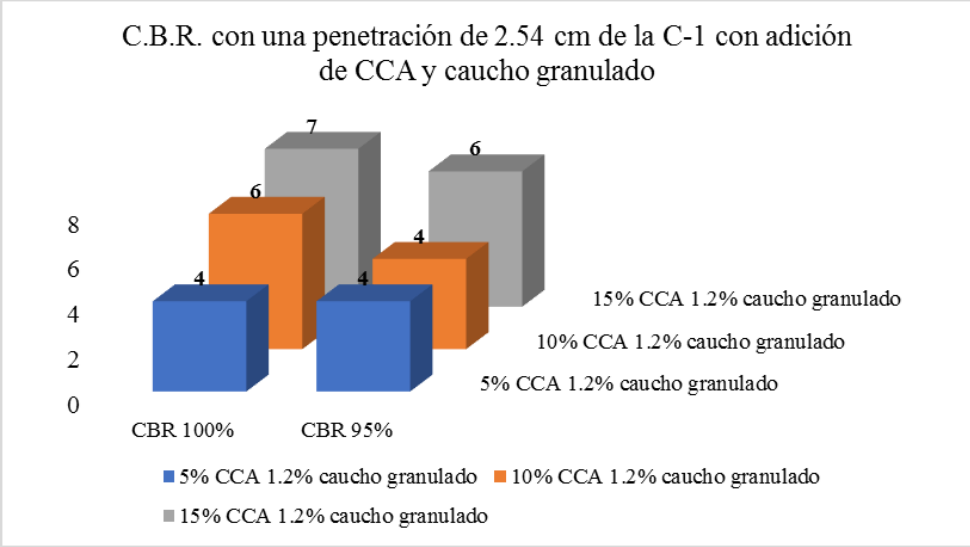
Tabla 41. *Grupo experimental para la C-1 del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 1 - DOSIFICACIÓN 15% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.654	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.571	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	16.40	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	7	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	6	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	9	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	7	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En el siguiente gráfico N°11 se muestra la variación de los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y al 95% de la M.D.S. para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.) en la C-1, considerando la incorporación de CCA (5%, 10% y 15%) y caucho granulado (1.2%).

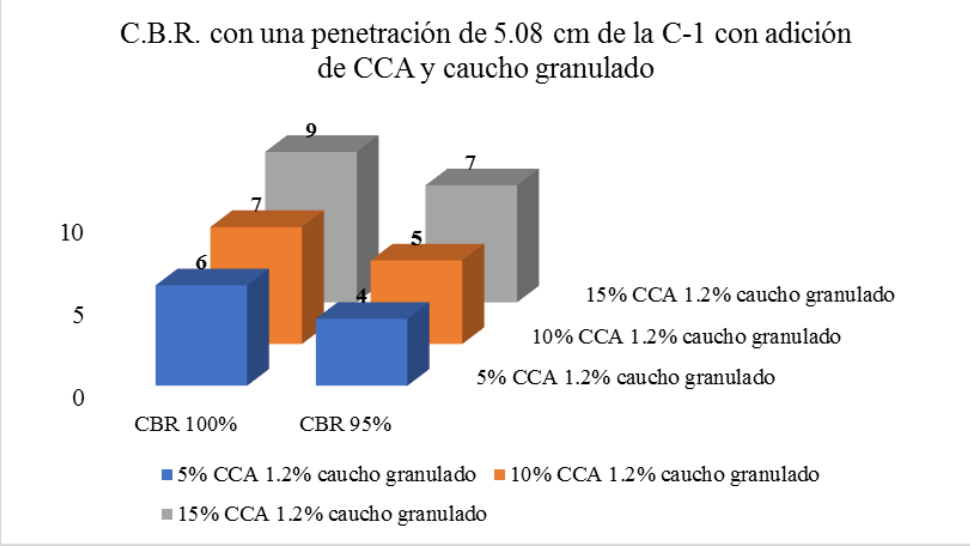
Gráfico 11. *C-1 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.).*



Fuente: *Elaboración Propia*

En cambio, para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.) el siguiente gráfico N°12 se muestra la variación de los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y al 95% de la M.D.S., en la C-1, considerando la incorporación de CCA (5%, 10% y 15%) y caucho granulado (1.2%).

Gráfico 12. *C-1 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.).*



Fuente: *Elaboración Propia*

En la C-2, con una dosificación del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 4% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 3%, se detallará en la tabla N°42.

Tabla 42. *Grupo experimental para la C-2 del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 2 - DOSIFICACIÓN 5% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.668	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.585	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	14.20	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al95% de M.D.S. - 2.54 cm	3	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	6	%
CBR al95% de M.D.S. - 5.08 cm	4	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En cambio, con una adición del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 5% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 4%. Ver tabla N°43.

Tabla 43. *Grupo experimental para la C-2 del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 2 - DOSIFICACIÓN 10% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.795	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.705	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	15.20	%
CBR al100% de M.D.S. - 2.54 cm	5	%
CBR al95% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al100% de M.D.S. - 5.08 cm	6	%
CBR al95% de M.D.S. - 5.08 cm	4	%

Fuente: *Elaboración Propia*

Por último, con una adición del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 6% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 4%, se detallará en la tabla N°44.

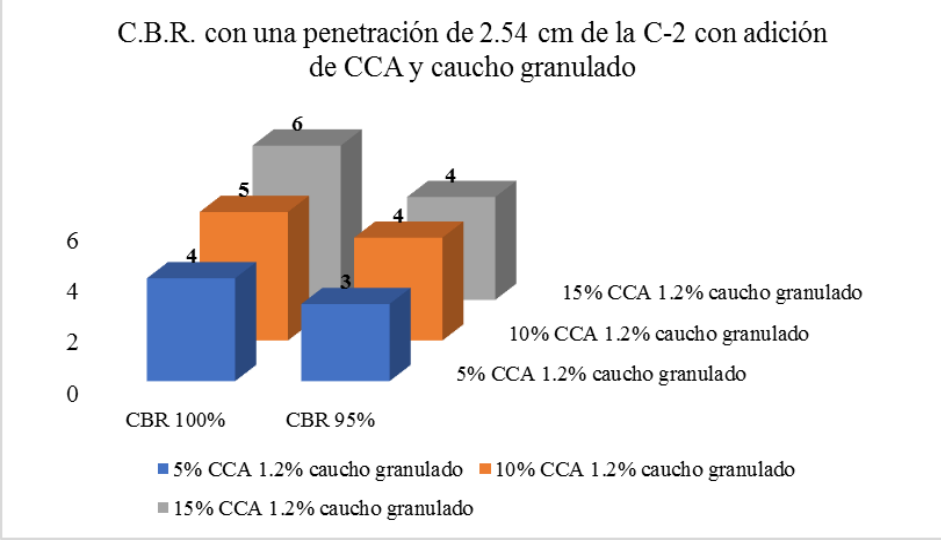
Tabla 44. *Grupo experimental para la C-2 del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 2 - DOSIFICACIÓN 15% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.530	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.454	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	16.20	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	6	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	8	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	6	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En el siguiente gráfico N°13 se muestra la variación de los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y al 95% de la M.D.S. para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.) en la C-2, considerando la incorporación de CCA (5%, 10% y 15%) y caucho granulado (1.2%).

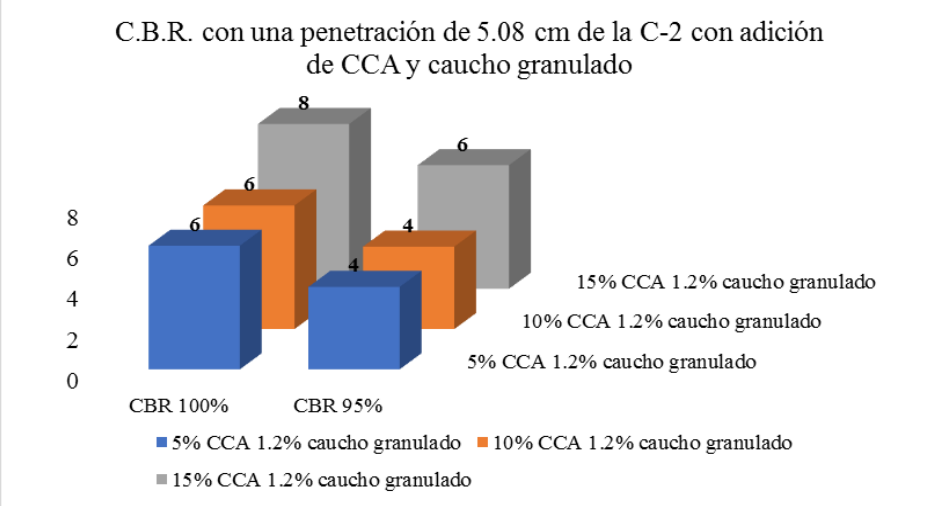
Gráfico 13. *C-2 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.).*



Fuente: *Elaboración Propia*

En cambio, para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.) en el siguiente gráfico N°14 se presenta la fluctuación de los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y al 95% de la M.D.S., en la C-2, considerando la incorporación de CCA (5%, 10% y 15%) y caucho granulado (1.2%).

Gráfico 14. *C-2 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.).*



Fuente: *Elaboración Propia*

En la C-3, con una dosificación del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 3% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 2%, se detallará en la tabla N°45.

Tabla 45. *Grupo experimental para la C-3 del 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 3 - DOSIFICACIÓN 5% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.652	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.569	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	15.10	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	3	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	2	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	4	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	3	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En cambio, con una adición del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado, resulto un valor de CBR del 5% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 4% (ver tabla N°46).

Tabla 46. *Grupo experimental para la C-3 del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 3 - DOSIFICACIÓN 10% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.708	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.623	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	15.50	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	5	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	4	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	7	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	5	%

Fuente: *Elaboración Propia*

Por último, con una adición del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado, se obtuvo un valor de CBR del 6% a una penetración estándar de 2.54 cm bajo condiciones de compactación al 100%. El valor característico del CBR al 95% resultó ser del 5% (ver tabla N°47).

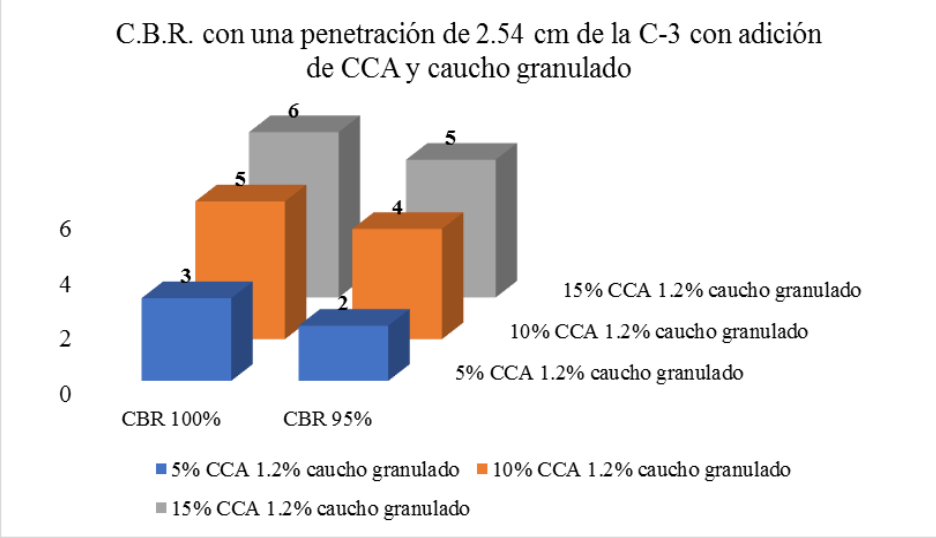
Tabla 47. *Grupo experimental para la C-3 del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado.*

CALICATA 3 - DOSIFICACIÓN 15% DE CCA Y 1.2% CAUCHO GRANULADO		
Máxima Densidad Seca al 100%	1.721	g/cm3
Máxima Densidad Seca al 95%	1.635	g/cm3
Óptimo Contenido de humedad	15.30	%
CBR al 100% de M.D.S. - 2.54 cm	6	%
CBR al 95% de M.D.S. - 2.54 cm	5	%
CBR al 100% de M.D.S. - 5.08 cm	8	%
CBR al 95% de M.D.S. - 5.08 cm	6	%

Fuente: *Elaboración Propia*

En el siguiente gráfico N°15 se muestra la variación de los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y al 95% de la M.D.S. para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.) en la C-3, considerando la incorporación de CCA (5%, 10% y 15%) y caucho granulado (1.2%).

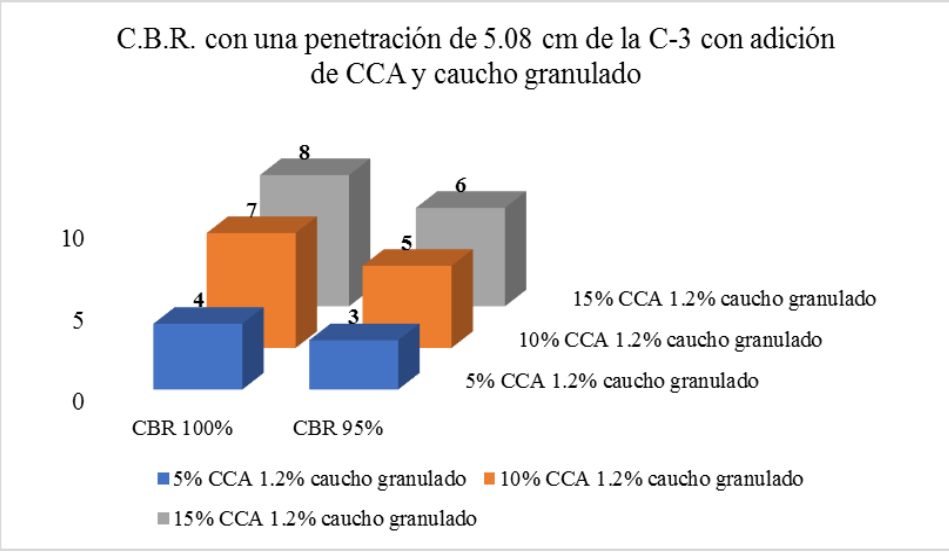
Gráfico 15. *C-3 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 2.54 cm (1 pulg.).*



Fuente: *Elaboración Propia*

En cambio, para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.) en el siguiente gráfico N°16 se muestra la variación de los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y al 95% de la M.D.S., en la C-3, considerando la incorporación de CCA (5%, 10% y 15%) y caucho granulado (1.2%).

Gráfico 16. *C-3 – Adición de CCA y caucho granulado para una penetración estándar de 5.08 cm (2 pulg.).*



Fuente: *Elaboración Propia*

k. Análisis de la variabilidad en las propiedades mecánicas mediante el cálculo de la desviación estándar.

Se calculó la desviación estándar de los valores de CBR obtenidos en las distintas muestras estudiadas tanto naturales y con porcentajes de adición con el fin de evaluar la variabilidad y consistencia de los resultados obtenidos. El grado de dispersión de los datos con respecto al valor medio puede determinarse utilizando esta medida estadística. Para reforzar aún más la exactitud de los valores medios y reducir el margen de error en la interpretación de los resultados, se empleó el intervalo de confianza del 95%.

A continuación, en la tabla N°48 se detallará el número de calicatas ejecutadas con su respectiva clasificación SUCS y AASHTO; y también, los valores obtenidos de los ensayos de Proctor Modificado (M.D.S y OCH) y C.B.R. tanto naturales como las dosificaciones empleadas de cada aditivo al 95%.

Tabla 48. *Resumen de los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas de las muestras naturales y experimentales*

CUADRO DE RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MUESTRA NATURAL																	
UBICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	PROCTOR NATURAL		PROCTOR ADICION						CBR AL 95% NATURAL	CBR AL 95%		
						MDS	OCH	MDS 5%	OCH 5%	MDS 10%	OCH 10%	MDS 15%	OCH 15%	MDS 95%	MDS 5%	MDS 10%	MDS 15%
C - 01	C-01.1	M-01	0.05m - 1.50m	CL	A-7-6 (13)	1.884	15.75	1.789	15.60	1.788	12.24	1.683	19.00	2.00	3.00	5.00	7.00
	C-01.2					1.878	11.50	1.789	15.20	1.754	19.45	1.662	16.00	2.00	3.00	4.00	6.00
	C-01.3					1.853	16.90	1.785	13.50	1.760	14.69	1.618	15.50	2.00	4.00	4.00	6.00
	C-01.4					**1.86**	**14.00**	**1.79**	**15.00**	**1.765**	**15.54**	**1.654**	**16.40**		5.00	5.00	6.00
	C-01.5														4.00	5.00	4.00
	C-01.6														3.00	4.00	7.00
	C-01.7														3.00	4.00	5.00
	C-01.8														4.00	4.00	6.00
	C-01.9														5.00	4.00	3.00
	C-01.10														4.00	6.00	5.00
C - 02	C-02-01	M-01	0.05m - 1.50m	CL	A-7-6 (13)	1.878	14.10	1.531	15.60	1.802	15.00	1.525	14.80	2.000	3.00	5.00	5.00
	C-02-02					1.861	16.00	1.708	13.66	1.701	14.30	1.595	20.10	2.000	2.00	4.00	6.00
	C-02-03					1.846	11.50	1.759	11.50	1.800	16.00	1.595	15.20	2.000	3.00	4.00	4.00
	C-02-04					**1.84**	**13.60**	**1.668**	**14.20**	**1.80**	**15.2**	**1.53**	**16.2**		3.00	4.00	5.00
	C-02-05														3.00	4.00	3.00
	C-02-06														3.00	4.00	2.00
	C-02-07														2.00	3.00	4.00
	C-02-08														3.00	4.00	7.00
	C-02-09														4.00	3.00	3.00
	C-02-10														3.00	4.00	5.00
C - 03	C-03-01	M-01	0.05m - 1.50m	CL	A-6 (10)	1.816	15.20	1.667	17.40	1.709	15.30	1.680	17.20	3.000	3.00	4.00	6.00
	C-03-02					1.940	11.80	1.758	13.50	1.709	13.70	1.899	18.41	3.000	2.00	5.00	6.00
	C-03-03					1.749	14.80	1.687	16.66	1.700	14.39	1.749	14.80	3.000	3.00	3.00	4.00
	C-03-04					**1.85**	**13.60**	**1.66**	**15.1**	**1.71**	**15.5**	**1.72**	**15.3**		3.00	4.00	7.00
	C-03-05														2.00	4.00	7.00
	C-03-06														2.00	4.00	4.00
	C-03-07														2.00	4.00	6.00
	C-03-08														2.00	4.00	6.00
	C-03-09														3.00	5.00	4.00
	C-03-10														2.00	4.00	5.00

En la tabla N°49, se reporta la desviación estándar del índice C.B.R. al 95% correspondiente a cada una de las calicatas ejecutadas, en función de las dosificaciones empleadas para cada una de ellas.

Tabla 49. *Desviación estándar del C.B.R. al 95% de cada muestra estudiada en relación con las diferentes dosificaciones de aditivos.*

CALICATA	PORCENTAJE DE ADICIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	MDS	OCH	CBR PROMEDIO AL 95%	DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CBR AL 95%
C-01	0% Muestra patrón	M-01	0.05m – 1.50m	CL	A-7-6 (13)	1.893	15.75	2.00	0.00
	5% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.778	14.83	3.60	0.70
	10% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.761	15.48	4.30	0.82
	15% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.654	16.73	5.70	0.95
C-02	0% Muestra patrón	M-01	0.05m - 1.50m	CL	A-7-6 (13)	1.855	13.80	2.00	0.00
	5% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.667	14.24	2.90	0.57
	10% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.797	15.18	3.90	0.57
	15% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.531	16.08	4.40	1.51
C-03	0% Muestra patrón	M-01	0.05m – 1.50m	CL	A-6 (10)	1.849	13.80	3.00	0.00
	5% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.684	15.67	2.40	0.52
	10% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.704	14.72	4.10	0.57
	15% de CCA y 1.2% caucho granulado					1.712	16.38	5.50	1.18

Gráfico 17. *C-1 C.B.R al 95% – Desviación estándar*

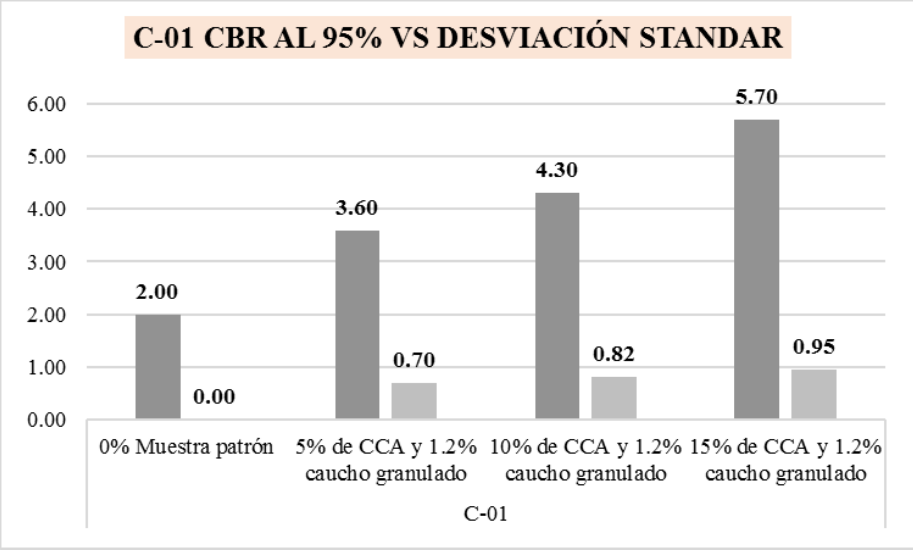


Gráfico 18. *C-2 C.B.R al 95% – Desviación estándar*

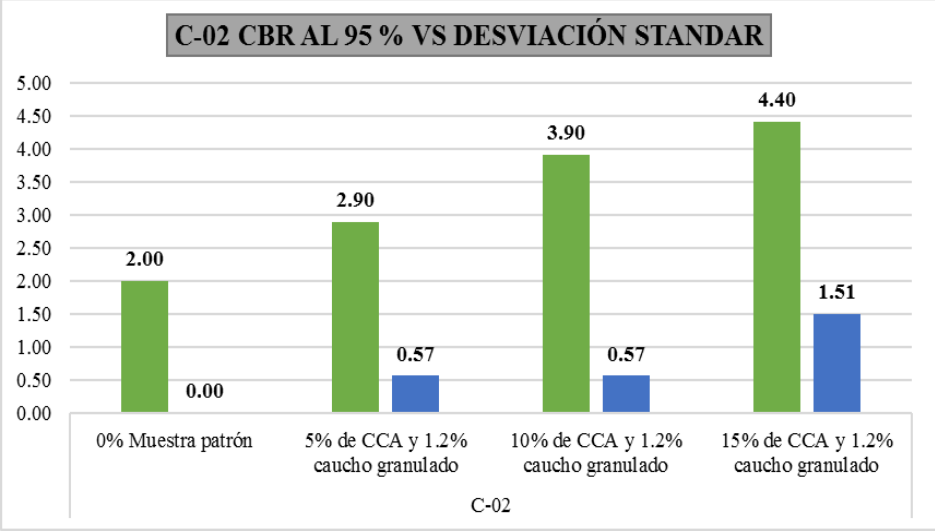
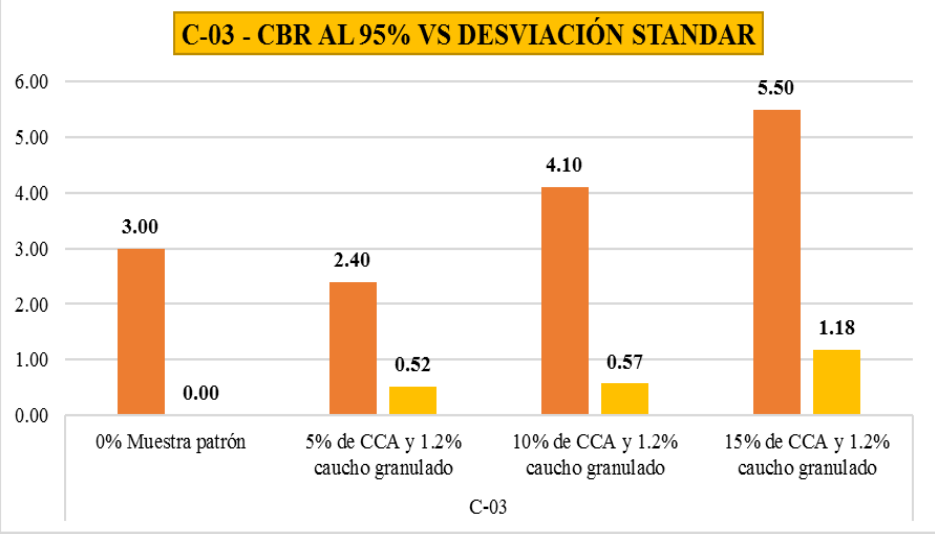


Gráfico 19. *C-3 C.B.R al 95% – Desviación estándar*



En los gráficos N°17, N°18 y N°19 evidencian una tendencia ascendente en el índice C.B.R. al 95% conforme se incrementa el porcentaje de adición de los aditivos. La dosificación compuesta por 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado representa la mejor combinación en términos de resistencia. No obstante, implica una mayor variabilidad en los resultados, lo cual plantea la necesidad de realizar un análisis de uniformidad y control de calidad; es por ellos qué, debe evaluarse su consistencia para aplicaciones reales donde la homogeneidad es un factor crítico.

❖ COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ

1) Establecer la estructura química de las CCA mediante el ensayo de Espectrometría de fluorescencia de rayos x.

Caracterización estructura química de las CCA

- *Análisis por fluorescencia de rayos x*

  Este ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de investigación y servicios técnicos, ubicado en Lambayeque - Universidad Nacional Pedro Ruiz, obteniendo como principal componente químico, la sílice en un 80.23%.

  La prueba de fluorescencia de rayos X se utilizó para determinar la estructura química de las CCA y los componentes químicos incluidos en el material precursor. La muestra analizada pesaba 0,500 g y se tamizó con un tamiz de malla N°200.

Tabla 50. *Composición química de la CCA*

COMPOSICIÓN	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (%)	METODOLOGÍA
Óxido de Aluminio Al_2O_3	0.13	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Calcio, CaO	2.62	
Óxido de Hierro, Fe_2O_3	0.85	
Óxido de Potasio, K_2O	2.25	
Óxido de Magnesio, MgO	0.95	
Óxido de Sodio, Na_2O	1.21	
Óxido de Fósforo, P_2O_5	5.46	
Óxido de Silicio, SiO_2	80.23	
Perdida por quemado	6.28	

Fuente: *Laboratorio de investigación y servicios técnicos*

La elevada concentración de óxido de silicio (SiO_2), óxido de fósforo (P_2O_5) y óxido de calcio (CaO) en la muestra analizada se determinó comparando su espectro con las energías características de los elementos de la tabla periódica. Este hallazgo sitúa a la CCA como un aditivo con un alto potencial para estabilizar el suelo. Estos compuestos son los principales responsables al

promover la formación de compuestos cementantes que mejoran la resistencia del suelo tratado.

2) Granulometría del caucho granulado

A continuación, se realizó el ensayo físico de granulometría al caucho granulado la muestra a realizar fue de 0.500 g tamizada por las mallas que se ejecutaron para el suelo natural. Pero, está se ha retenido hasta la malla N°20; lo cual nos arroja la siguiente curva granulométrica la cual podemos concluir que el material utilizado es uniforme.

Gráfico 20. *Curva granulométrica del caucho granulado*

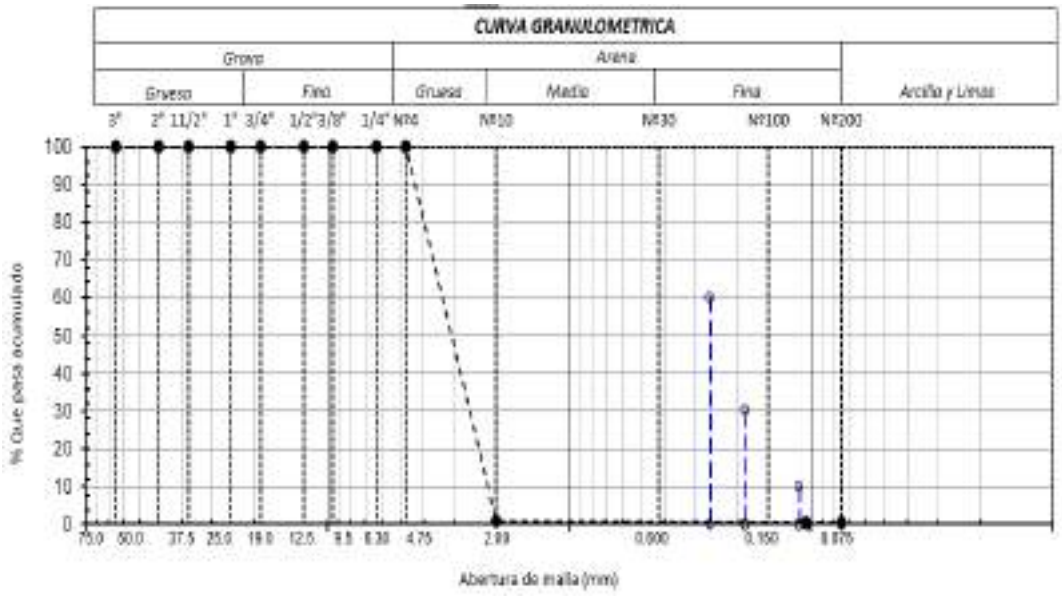


Ilustración 31. *Peso del caucho granulado*



3) **Análisis e interpretación de los resultados del ensayo límites de Atterberg en suelos estabilizados con CCA en relación a las muestras naturales de cada calicata estudiada.**

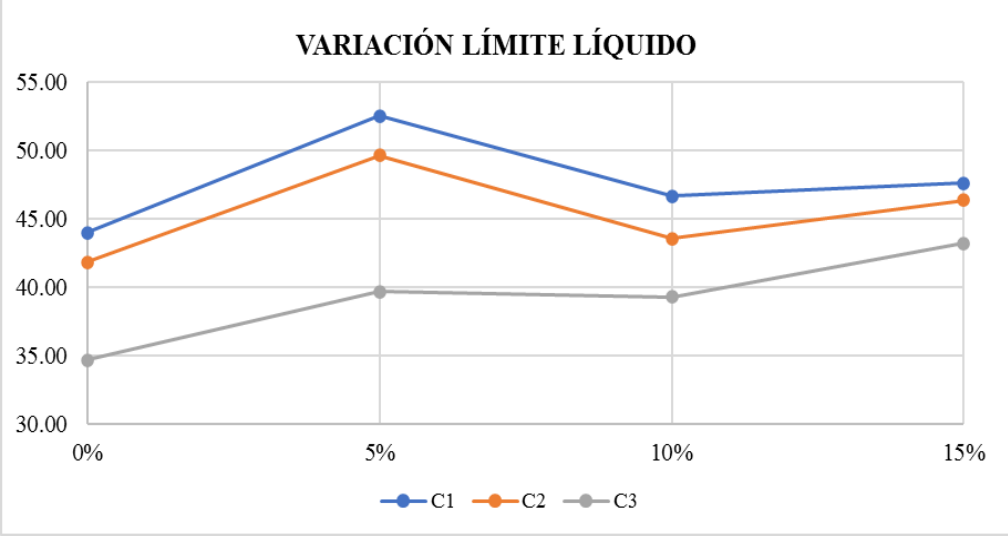
La Tabla N°51 ilustra cómo varían los límites de Atterberg para cada calicata de prueba en función de la proporción de CCA añadida.

Tabla 51. *Variación del IP según por cada calicata*

CODIFICACIÓN		LIMITES DE ATTERBERG - CCA		
		LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1	0%	43.96	23.97	19.99
	5%	52.51	28.68	23.83
	10%	46.66	25.65	21.01
	15%	47.58	21.03	26.55
C-2	0%	41.81	21.07	20.73
	5%	49.61	26.93	22.68
	10%	43.55	23.46	20.08
	15%	46.34	16.82	29.52
C-3	0%	34.66	19.14	15.51
	5%	39.67	20.79	18.87
	10%	39.27	20.96	18.31
	15%	43.20	21.27	21.93

Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfico 21. *Variación LL en relación suelo-natural y % de CCA.*

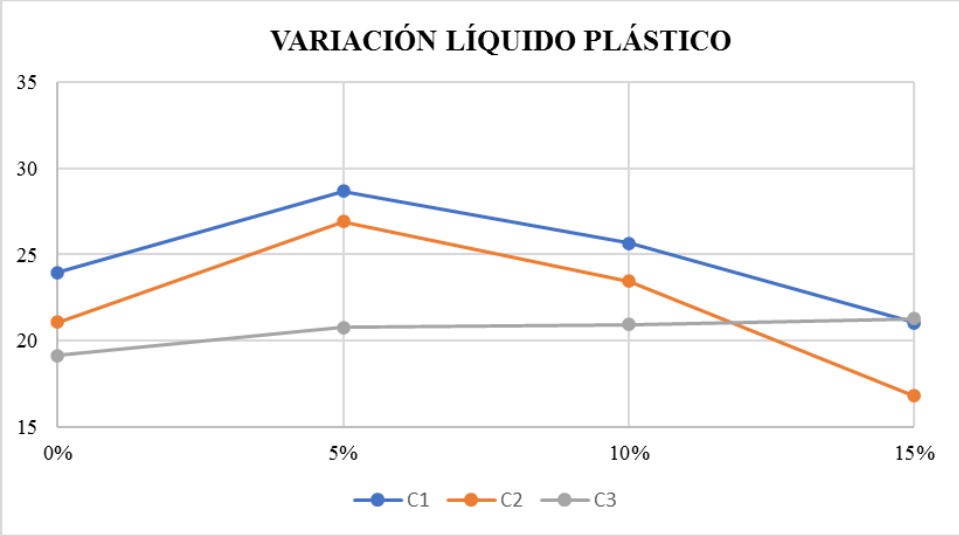


Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación

En el gráfico N°21 presenta la variación del límite líquido con distintos porcentajes de CCA para tres combinaciones (C-1, C-2 y C-3). Se observa un aumento en cuanto al límite líquido al 5% de aditivo, especialmente en la C-1 y C-2, pero se aprecia la reducción de mayor valor con el 10% de CCA; esto indica que una dosificación moderada mejora temporalmente la plasticidad del suelo.

Gráfico 22. *Variación LP en relación suelo-natural y % CCA.*

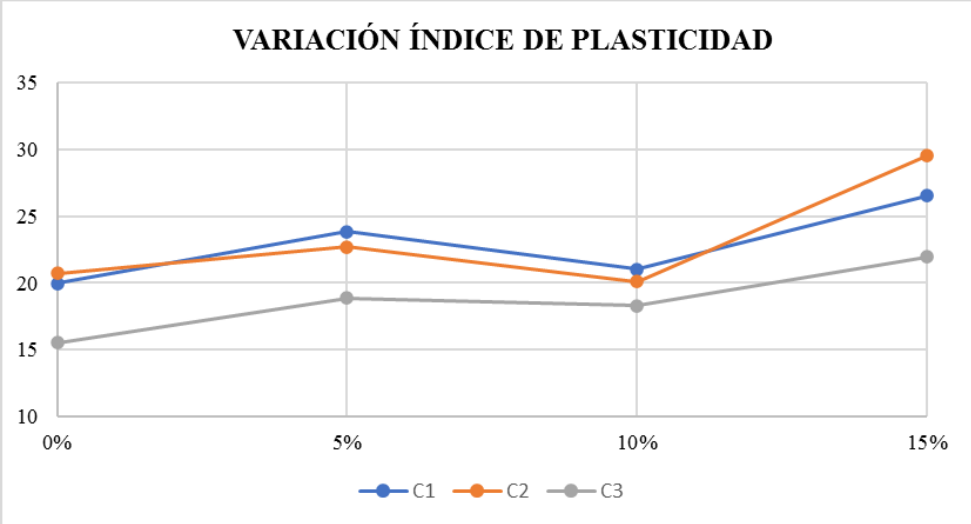


Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación

En cuanto al límite plástico, en el gráfico N°22 se aprecia qué, todas las curvas alcanzan su punto máximo al 5%, especialmente en la C-1 y C-2, lo que indica un incremento inicial en la plasticidad. A partir del 10% de adición, se observa una disminución progresiva del límite plástico, siendo más pronunciada en la C-2; por otro lado, la combinación C-3 muestra una variación más estable a lo largo del rango analizado. Esto sugiere que altas concentraciones de aditivo tienen a reducir la capacidad plástica del suelo.

Gráfico 23. *Variación IP en relación suelo natural y % CCA.*



Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación

En el gráfico N°23 se observa un ligero incremento hasta el 5%, seguido de una disminución al 10%, y un aumento al 15% especialmente en la C-2. Esto indica una tendencia no lineal, donde el comportamiento plástico del suelo depende del tipo de combinación y la dosificación. La combinación en la C-2 presenta el mayor incremento final, lo que sugiere mayor sensibilidad al contenido de aditivo y en la C-3 muestra menor variabilidad indicando un comportamiento más estable.

4) Estimar la viabilidad económica de la estabilización de suelos adicionando caucho granulado y CCA.

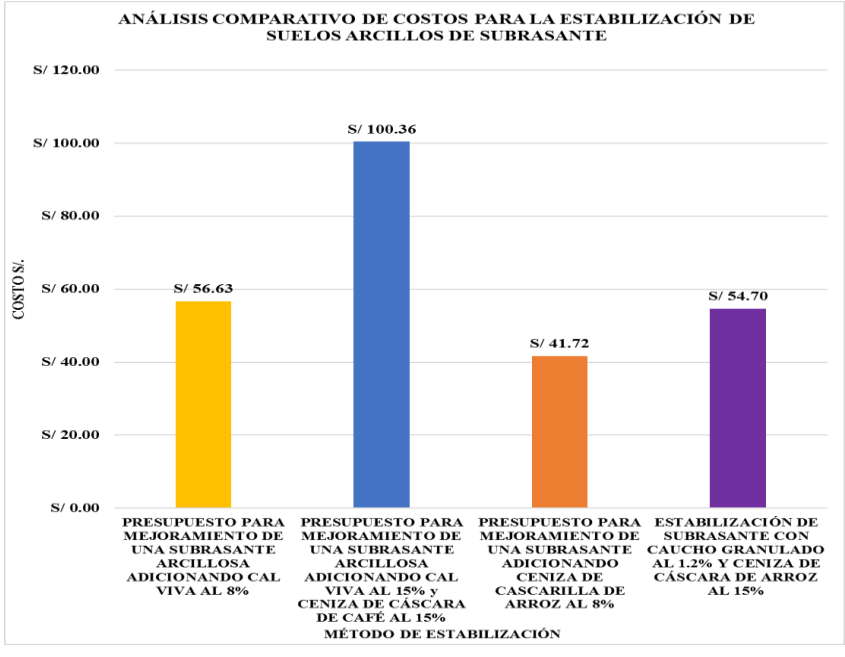
En la Tabla N°52 se resume un estudio de presupuesto para la estabilización de suelos de subrasante con un espesor de 0,60 metros mediante la adición de caucho granulado y CCA. Se evalúa la viabilidad económica del proyecto en términos de costo total contrastándolo con mezclas como cal viva, ceniza de cascarilla de café y cascarilla de arroz.

Tabla 52. *Resumen del presupuesto para cada método de estabilización*

TABLA RESUMEN	
PRESUPUESTO PARA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS DE SUBRASANTE e=0.60m	
MATERIALES ESTABILIZANTES	*TOTAL*
PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ADICIONANDO CAL VIVA AL 8%	S/ 56.63
PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ADICIONANDO CAL VIVA AL 15% y CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ AL 15%	S/ 100.36
PRESUPUESTO PARA MEJORAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ AL 8%	S/ 41.72
ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CAUCHO GRANULADO AL 1.2% Y CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 15%	S/ 54.70

Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfico 24. *Costos de los métodos de estabilización para suelos arcilloso de subrasante*



Discusión de resultados

En la presente investigación tiene como objetivo general evaluar las propiedades físico-mecánicas con adición de caucho granulado y CCA de los suelos arcillosos para uso de subrasante. Para lo cual, se llevaron a cabo ensayos de caracterización física y mecánica tanto sobre el suelo en su estado natural como al suelo adicionado con las tres dosificaciones (CCA) en combinación con él % fijo de caucho granulado. A fin de, determinar el porcentaje óptimo de adición que proporcione una estabilización efectiva del suelo, se evaluaron parámetros geotécnicos como la resistencia mecánica, M.D.S. y el índice C.B.R.

Caracterización física suelo-cenizas de cáscara de arroz

Ensayo de límites de Atterberg

Límite Líquido

En todos los casos analizados, los suelos en estado natural presentan un límite líquido superior al 40%, valor característico de materiales finos con comportamiento cohesivo considerable. Al comparar estos resultados con las muestras tratadas con CCA, se aprecia que la inclusión del 5% de CCA provoca un aumento del LL, en el rango de 39% – 52%; sin embargo, al incrementar el porcentaje de 10% y 15% de CCA se mantiene en un rango de 40% – 45%, indicando un ajuste en la estructura interna del suelo; datos que al ser comparados con lo encontrado por Maguesvari, M., Muthaiyan, P., y Yugasini, S., (2023) [11] en el artículo titulado: “Stabilization of soil using kenaf fibre and rice husk ash”,quienes dedujeron muestras del suelo expansivo, RHA y cal qué, el límite líquido disminuyó al 26%, en cuanto la muestra de suelo con RHA 20% y 5% de cal, siendo una característica diferenciadora de los materiales estabilizantes. Según B. M. Das (2018), sostiene que los materiales puzolánicos, como la CCA modifican la estructura del suelo mediante reacciones químicas que alteran su plasticidad, debido a la formación de productos cementantes secundarios [19]. En este análisis la identificación del efecto no lineal del comportamiento indica que, más allá de cierto umbral, la CCA no solo deja de incrementar la plasticidad, sino que podría contribuir a una mayor uniformidad y estabilidad del sistema suelo-estabilizante.

Límite Plástico

Las muestras del suelo natural cuentan con un LP entre un rango de 19% - 24%, en cambio con las CCA con la dosificación empleada del 5% de adición aumenta en 5% para la C-1 y C-2; y en la C-3 varia 1% casi un valor similar al de la muestra natural. Sin embargo, con el porcentaje de 10% de adición aumenta sutilmente entre 1% a 2% en la C-1, C-2 y C-3. Por

último, en la dosificación del 15% de adición del material se reduce hasta valores inferiores al de las muestras naturales como en la C-1 y C-2 pero en cambio la C-3 se evidenció un aumento ligeramente en 2%; datos que, al ser contrastados con los hallazgos de López, J., (2021) [12] en su tesis titulada: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín" , lo cual reflejan un comportamiento casi concordante en cuanto a la variabilidad de resultados concluyendo que, al aumentar el porcentaje de CCA puede generar también reducciones en el LP, dependiendo de la interacción del suelo y el material estabilizante. De acuerdo con B. M. Das, (2018), establece los cambios en el contenido de minerales activos, como las arcillas y la presencia de materiales puzolánicas que afectan directamente la plasticidad, al modificar su estructura interna y la capacidad de retención de agua [19]. La identificación del comportamiento variable del LP, las dosis elevadas de CCA proponen una modificación en la interacción entre partículas y agua, reduciendo la plasticidad; lo cual, debe ser considerado al definir la dosificación óptima; ya que, influye directamente en la trabajabilidad.

Índice de plasticidad

En el suelo natural tiene un IP entre 15% - 20%, valores que se clasifica dentro de un rango medio a alto de plasticidad. Con la incorporación de CCA en diferentes proporciones se evidenció un aumento considerable en todas las calicatas estudiadas, siendo más marcado en algunas dosificaciones que en otras, como, por ejemplo, con el 5% de adición en un rango de 18% - 23% y para las muestras con 10% y 15% de adición está en un rango de 18% - 29%. Cuando se comparan con los resultados obtenidos por Maguesvari, M., Muthaiyan, P., y Yugasini, S., (2023) [11] en el artículo titulado: "Stabilization of soil using kenaf fibre and rice husk ash", se concluyó que la incorporación de RHA combinada con fibras de Kenaf generó una reducción significativa del IP entre 11% - 18%, esto ocurrió con la combinación de ambos materiales, cabe resaltar que este comportamiento se obtuvo en suelos arcillosos altamente plásticos (CH), con un IP de suelo natural de 28% - 35%. Según N. Rahaja, A. Kumar Gupta, y K. Kanwar (2019), los estabilizantes como la RHA tienen potencial para modificar propiedades plásticas del suelo, siempre y cuando se combinen con aditivos adecuados y se apliquen en suelos compatibles en términos de mineralogía [20]. Este incremento del IP ante la incorporación de CCA, podría asociarse a una mayor sensibilidad del suelo a los cambios de humedad; lo cual, debe ser

cuidadosamente considerado en proyectos de estabilización; ya que, un IP elevado podría influir negativamente en la capacidad de carga.

Caracterización mecánica suelo-caucho granulado y CCA

Proctor modificado

En este ensayo se obtienen los resultados de M.D.S y el O.C.H., los cuales se observaron que con las adiciones empleadas en las diferentes proporciones la gran parte reducen significativamente la máxima densidad seca pero el OCH aumenta conforme se va aumentando el % de adición. Posteriormente, se detallará los resultados para cada indicador:

Con relación a, los resultados de M.D.S. y el O.C.H. (%) para las muestras naturales, se aprecia que en la C-1 tiene una M.D.S. de 1.861 g/cm3 con un O.C.H. de 14%. Asimismo, en la C-2 tiene una M.D.S. de 1.840 g/cm3 con un O.C.H. de 13.60%; finalmente para la C-3 tiene una M.D.S. de 1.850 g/cm3 con un O.C.H. de 13.60%.

Por el contrario, en los suelos arcillosos con adición en combinación de caucho granulado (1.2%) y CCA con una dosificación de 5%, en la C-1 se tiene una M.D.S. de 1.787 g/cm3 con un O.C.H. de 15%; con la dosificación del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.763 g/cm3 con un O.C.H. de 15.54%; finalmente para una dosificación de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.654 g/cm3 con un O.C.H. de 16.40%. Al realizar una comparación con la muestra sin adición de la C-1 con las muestras con adición (caucho granulado y CCA) de esa misma calicata, la M.D.S disminuye de 1.861 g/cm3 a un valor inferior que es 1.654 g/cm3 con la proporción del 15% con una diferencia aproximadamente de 11%, esto indica que este comportamiento con la adición combinada modifica la estructura del suelo, volviéndolo menos denso, pero potencialmente más flexible o permeable.

En la C-2 con la dosificación de 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.668 g/cm3 con un O.C.H. de 14.20%; con la dosificación del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.795 g/cm3 con un O.C.H. de 15.20%; finalmente para una dosificación de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.530 g/cm3 con un O.C.H. de 16.20%. Por último, en la C-3 con la dosificación de 5% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.652 g/cm3 con un O.C.H. de 15.10%; con la dosificación del 10% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.708 g/cm3 con un O.C.H. de 15.50%; finalmente para una dosificación de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado se tiene una M.D.S. de 1.721 g/cm3 con un O.C.H. de 15.30%.

Al realizar una comparación entre estas muestras estudiadas C-2 y C-3 con las muestras con adición (caucho granulado y CCA); en la C-2 se evidencia una mayor sensibilidad afectando negativamente su compactación. En contraste, la C-3 muestra una respuesta más estable y favorable ante mayores dosificaciones (15%); estas diferencias reflejan la variabilidad del comportamiento de suelos arcillosos frente a estabilizantes.

Datos que, al ser contrastados con los hallazgos de Cai, G., Duan, W., y Liu, S., (2021) en su artículo titulado "Sustainable utilization of biomass waste-rice husk ash as a new solidified material of soil in geotechnical engineering: A review" [9] y Gutiérrez, F., y Rojas, H., (2020) en su tesis titulada: "Influencia de la adición de caucho granular en las características mecánicas de la subrasante en suelos cohesivos, Lima – 2020" [10], los cuales se reportó que la inclusión de hasta 20% de RHA en suelos arcillosos permitió incrementar la M.D.S., en un valor de 3% y reducir el O.C.H., en 1.5%, gracias a la reacción puzolánica del aditivo; por otro lado, el caucho granulado se observó que la M.D.S., se mantuvo estable con una alteración inferior de 1.78 g/cm3 a 1.76 g/cm3, lo que indica que el caucho no compromete la compactibilidad del suelo; pese a eso, se generó un incremento en el O.C.H., pasando de 13.5% - 14.2% debido a la capacidad del caucho granulado para absorber humedad y alterar la distribución higroscópica del agua dentro de la matriz del suelo.

Según Cai, G., Duan, W., y Liu, S., (2021), responde a una estrategia de modificación físico-química y estructural del suelo; por un lado, la CCA actúa como un material puzolánico, cuya elevada concentración de sílice que permite reaccionar con los hidróxidos del suelo formando compuestos cementantes como el silicato de calcio hidratado [9]; y, por otro lado, Cercado. R. y Obando. G., (2024), señalan que la adición del caucho granulado afecta propiedades como la M.D.S. y el O.C.H, lo que incide en la capacidad de soporte del suelo [21]. Estos resultados obtenidos indican que, aunque la aplicación conjunta de estabilizantes provoca una disminución en la densidad del suelo, también es posible que favorezca propiedades de flexibilidad o la retención de humedad en función de las propiedades específicas del suelo intervenido.

Relación de soporte de California

Índice de C.B.R.

En las muestras naturales el ensayo de C.B.R los resultados muestran que el CBR al 100% y al 95%, respectivamente, es del 3% y del 2% para una penetración de 2,54 cm (1") en C-1. Por el contrario, C-2 tiene un CBR del 2% al 100% y del 2% al 95% para una penetración de

2,54 cm (1"); C-3 tiene un CBR del 4% al 100% y del 3% al 95% de nuevo para una penetración de 2,54 cm (1"). En las categorías de subrasante del Manual de Carreteras del MTC Sección Suelos y Pavimentos (2014) establece que, si el CBR es < 3% es una subrasante inadecuada y si es esta en un rango de ≥ 3% a < 6% es una subrasante insuficiente [15]. Las muestras naturales utilizadas en esta investigación tienen un CBR inferior al 6%, lo que significa que no cumplen los requisitos para ser utilizadas como subrasante.

En su estado natural, C-1 tiene un CBR del 3% al 100% y del 2% al 95%. Cuando el porcentaje de CCA utilizado se combina con el porcentaje sugerido de caucho granulado, los resultados que son aceptables son 15% de CCA y 1,2% de caucho granulado, donde el CBR al 100% es 7% y el CBR al 95% es 6%. Esta mejoría perdura en la C-2 y C-3 con la dosificación del 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado, por lo que el suelo pasaría a tener la categoría de "SUBRASANTE REGULAR"; es decir, que este tipo de suelos han mejorado sus características y obtener una capacidad aceptable para soportar estructuras viales básicas.

Valores que, al ser evaluados frente a los de Cai, G., Duan, W., y Liu, S., (2021) en su artículo titulado: "Sustainable utilization of biomass waste-rice husk ash as a new solidified material of soil in geotechnical engineering: A review" [9], reportaron incrementos en la resistencia del ensayo CBR de hasta 110% en suelos arcillosos entre un rango de dosificaciones de 20% – 25% CCA y de Gutiérrez, F., y Rojas, H., (2020) en su tesis titulada: "Influencia de la adición de caucho granular en las características mecánicas de la subrasante en suelos cohesivos, Lima – 2020" [10], concluyeron que con la inclusión de 1.5% de caucho granulado incrementa el CBR en un suelo cohesivo de 4% - 9% (125%), respaldan los resultados obtenidos en esa investigación. Según Alarcón R. y Cruz. V. (2023), afirman que la adición de 15% de CCA a suelos CL y MH incremento el CBR al 95% de su M.D.S. a 17.5% y 11%, mejorando la clasificación de la subrasante según el MTC [22]. Este comportamiento evidencia que la combinación de subproductos agroindustriales junto con materiales flexibles incrementa de manera notable la capacidad portante del suelo, lo cual permite considerar su uso en proyectos viales de baja a media exigencia.

Análisis económico

Con base al costo-beneficio se determinó que la opción que emplea los materiales de caucho granulado al 1.2% y CCA al 15% presenta un costo de S/.54.75 por m3. En contraste, la alternativa tradicional por medio de Urrelo J. y Vargas W., (2024) en su tesis titulada: "Estabilización de una subrasante arcillosa utilizando cal para mejorar su capacidad de carga,

Picota 2024" [23], mediante la aplicación de cal viva al 8% alcanza un costo de S/.56.63 por m3; lo cual, representa un incremento del 3.43% y técnicamente, se alcanzó un valor CBR del 104% al compararlo con los resultados de su estudio.

Mientras que Delgado E, y Diaz A., (2023) en su tesis titulada: "Evaluación de la subrasante utilizando cal y ceniza de cáscara de café en una trocha carrozable en Lamud, Amazonas, 2023" [24], con una dosificación del 15% para cada uno de los aditivos la diferencia representa un incremento del 83.33%. A pesar de, utilizar el caucho granulado + CCA no solo es más accesible, sino también más sostenible; no obstante, si lo comparamos técnicamente, obtuvieron un valor de CBR de 229%, siendo mayor al obtenido en está presente investigación.

Según Montejo, Raymundo y Chávez (2020), concluyen que la estabilización de suelos mediante CCA es económicamente factible, debido a los bajos costos de adquisición de material [25].

El valor evidencia una alternativa de bajo costo en comparación con otros métodos tradicionales de estabilización, lo que respalda su factibilidad en obras viales.

Conclusiones

- En la composición química de las CCA mediante el ensayo de Espectrometría de fluorescencia de rayos x, mostró un elevado contenido de dióxido de silicio (SiO2), con un valor de 80.23% esto indica un elevado potencial puzolánico; ya que la sílice amorfa es esencial para las reacciones de activación en mezclas con materiales cementantes. Además, la presencia de óxidos como el calcio (CaO), potasio (K2O) y fósforo (P2O5) para esta clase de ceniza no solo podría actuar como adición mineral, sino también aportar propiedades específicas que mejoren la estabilidad química y resistencia del material tratado. Por último, se evidencio la perdida por calcinación de 6.28% esto indica un proceso de combustión eficiente adecuado para su uso.
- Se caracterizó y clasificó el suelo en estado natural de subrasantes procedentes de la Avenida Colectora, Provincia de Chiclayo, Distrito de Chiclayo – Departamento de Lambayeque; lo cual se determinó que en dos muestras estudiadas C-1 y C-2 según SUCS es un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) y con respecto a la muestra C-3 es un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena (CL) y según la clasificación AASTHO en la C-1 y C-2 pertenece al grupo de A-7-6 (13) y en la C-3 al grupo A-6 (10), lo que indican suelos arcillosos de calidad mala. Sumando a esto, se determinó que el contenido de humedad en las muestras patrón para la C-1, C-2 y C-3 son de 28.75%, 25.99% y 25.54% con un IP de 19.99%, 20.73% y 15.51% correspondientemente, se concluye ser suelos arcillosos de media hasta alta plasticidad.
- Se determinó que, para las dosificaciones de CCA de 5%, 10% y 15% junto con 1.2% de caucho granulado en las tres muestras analizadas, la M.D.S. presentó una disminución respecto de los suelos naturales, pasando de un rango de 1.840 – 1.861 g/cm3 a valores reducidos entre de 1.530 – 1.795 g/cm3. Además, se evidencio un aumento en el OCH el cual vario de 13.60% – 14% en las muestras naturales a un rango de 14.20% – 16.40% en las mezclas estabilizadas. Respecto al ensayo de CBR con los porcentajes del 5% y 10% de CCA + 1.2% de caucho granulado se clasifico como subrasantes de tipo Insuficientes (CBR < 6%) pero con la dosificación del 15% de CCA + 1.2% de caucho granulado logra alcanzar una clasificación como una subrasante regular (CBR ≥ 6% a CBR < 10%).

- Se determinó que en las muestras estudiadas en estado natural, evaluado mediante el ensayo mecánico del C.B.R. (California Bearing Ratio), en los resultados obtenidos refleja una capacidad portante “insuficientes” para cumplir con los requerimientos mínimos establecidos por las categorías que emerge la normativa para una subrasante; ya que, en la C-1 se tuvo un valor de CBR al 100% del 3%, y al 95% del 2%; en la C-2 se tuvo un valor de CBR al 100% del 2%, y al 95% del 2% y para la C-3 se tuvo un valor de CBR al 100% del 4%, y al 95% del 3% con una penetración de 2.54cm (1 pulg.).

- Se compararon los resultados de los ensayos físicos y mecánicos producidos entre las tres calicatas ejecutadas en su estado natural y los suelos tratados mediante los materiales de caucho granulado y CCA presenta; lo cual, el suelo natural presentaba una capacidad de soporte no apta; es decir, se encuentra en la categoría “Insuficiente” y con las adiciones empleadas se logró un resultado aceptable determinando así que el óptimo porcentaje de adición es de 15% de CCA y 1.2% de caucho granulado. Asimismo, se realizaron representaciones gráficas de carácter estadístico que evidencian el incremento en la capacidad portante. La muestra C-1 con 15% de CCA + 1.2% de caucho granulado con una penetración de 2.54cm (1 pulg.) se obtuvo un valor de CBR al 100% del 7%, mostrando un aumento del 133.33% respecto al suelo natural; en cambio, el CBR al 95% es de 6% con un incremento del 200%. Para el C-2 con 15% de CCA + 1,2% de caucho granulado se registró un valor CBR al 100% del 6%, lo que indica un aumento del 200% respecto al suelo no estabilizado; para el 95%, el CBR es del 4%, lo que indica un aumento del 100%. Por último, se registró un valor de CBR del 6% al 100% en C-3 con 15% de CCA + 1,2% de caucho granulado, lo que indica un aumento del 50% con respecto a la muestra de referencia. Al 95%, el CBR es del 5%, lo que indica un aumento del 67,67%.

Recomendaciones

- Es pertinente seguir profundizando en la evaluación del comportamiento de la ceniza de cáscara de arroz (CCA) y el caucho granulado tras su incorporación al suelo, considerando factores como envejecimiento, exposición ambiental y su repercusión en la vida útil del suelo mejorado.

- Es recomendable proseguir con estudios experimentales, empleando porcentajes menores de caucho granulado o triturado y CCA dentro de un rango de 17% - 20% de proporciones, con el fin de evaluar si estos niveles generan un mejor desempeño en las propiedades del suelo.

- Fomentar el estudio de recursos alternativos derivados de residuos sólidos, con el fin de integrarlos como elementos funcionales en la estabilización de suelos y otros usos en obras civiles.

- Se recomienda ver un uso según la categoría de tránsito; ya que, con base en el análisis de resultados que se obtuvieron, este método de estabilización es más adecuado para caminos secundarios o de tránsito bajo a medio, donde las propiedades del suelo mejorado sean suficientes para garantizar un buen desempeño funcional.

- Profundizar en el estudio de estos materiales para su implementación en otras capas estructurales del pavimento y en obras de contención, integrando nuevas metodologías de prueba que amplíen el alcance de los resultados obtenidos.

Referencias

[1] «PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ».

[2] T. Flor, *Mecánica de Suelos - T. William Lambe, Robert V. Whitman*. Accedido: 16 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/44624675/Mec%C3%A1nica_de_Suelos_T_William_Lambe_Robert_V_Whitman

[3] E. Bensaifi, F. Bouteldja, M. S. Nouaouria, y P. Breul, «Influence of crushed granulated blast furnace slag and calcined eggshell waste on mechanical properties of a compacted marl», *Transp. Geotech.*, vol. 20, p. 100244, sep. 2019, doi: 10.1016/j.trgeo.2019.100244.

[4] M. Torres-Carrasco y F. Puertas, «Alkaline activation of different aluminosilicates as an alternative to Portland cement: alkali activated cements or geopolymers», *Rev. Ing. Constr.*, vol. 32, n.º 2, pp. 05-12, ago. 2017, doi: 10.4067/S0718-50732017000200001.

[5] K. D. Caballero Talledo y O. A. Llanos Maco, «Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Suelo Arcilloso Adicionando Caucho Reciclado y Concha de Abanico Triturada», *Repos. Inst. - USS*, 2023, Accedido: 16 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11362

[6] «Instituto Nacional de Estadistica e Informatica». Accedido: 13 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-arroz-cascara-alcanzo-220-mil-toneladas-y-aumento-en-50-durante-enero-de-2023-14320/

[7] M. Campos Payhua y S. C. Diaz Herrera, «Adición de caucho reciclado en un suelo arcilloso para mejorar su comportamiento mecánico como material de relleno en obras geotécnicas en el sector El Suncho, distrito de Bambamarca, Hualgayoc - Cajamarca», *Repos. Académico USMP*, 2020, Accedido: 16 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6914

[8] A. Perú, «Producción de arroz cáscara alcanzó 220 101 TM en enero 2023», AGROPERÚ Informa. Accedido: 5 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.agroperu.pe/produccion-de-arroz-cascara-alcanzo-220-101-tm-en-enero-2023/

[9] G. Cai, W. Duan, y S. Liu, «Sustainable utilization of biomass waste-rice husk ash as a new solidified material of soil in geotechnical engineering: A review», *Constr. Build. Mater.*, vol. 292, p. 123219, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123219.

[10] G. Sauñe, F. Hugo, R. Morales, y H. Franco, «TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL».

[11] M. U. Maguesvari, P. Muthaiyan, y S. Yugasini, «Stabilization of soil using kenaf fibre and rice husk ash», *Mater. Today Proc.*, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.06.261.

[12] «LópezB_J (1).pdf».

[13] Torres Frías, Rosa María y Díaz Suárez, Katherine Julissa, «Incorporación de Partículas de Caucho de Neumáticos para Mejorar las Propiedades Mecánicas en Suelos Arcillosos», Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/236

[14] «TIPOS DE SUELO.pdf». Accedido: 13 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/TIPOS%20DE%20SUELO.pdf

[15] «MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf».

[16] D18 Committee, *Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. doi: 10.1520/D2487-10.

[17] B. A. Molina, Z. Geraldine, B. C. Poma, y P. Vladimir, «PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL».
[18] O. Christian, C. Salas, D. Yonander, y M. Diaz, «TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL».
[19] B. M. Das, «Principles of Geotechnical Engineering, 7th ed.».
[20] N. Rahaja, A. Kumar Gupta, y K. Kanwar, «Enhancing Soil Stability: The Impact of Rice Husk Ash on Expansive Soil Behavior», *E3S Web Conf.*, vol. 596, p. 01011, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202459601011.
[21] G. G. Cercado Ramos y J. H. Obando Guillermo, «Evaluación del uso del tereftalato de polietileno (PET) y caucho granulado reciclado para estabilización de suelos arcillosos con fines de cimentación», *Repos. Inst. - USS*, 2024, Accedido: 7 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12644
[22] L. F. Alarcon Rojas y J. N. Cruz Vargas, «Estudio comparativo de ecoestabilizantes en suelos cohesivos con fines de pavimentación», *Repos. Inst. - USS*, 2023, Accedido: 8 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11825
[23] D. P. Aguilar, «LÍNEA DE INVESTIGACIÓN»:.
[24] Y. E. Delgado Guevara y A. Diaz Mendoza, «Evaluación de la subrasante utilizando cal y ceniza de cáscara de café en una trocha carrozable en Lamud, Amazonas, 2023», *Repos. Inst. - UCV*, 2023, Accedido: 4 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/139022
[25] «(PDF) MATERIALES ALTERNATIVOS PARA ESTABILIZAR SUELOS: EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN VÍAS DE BAJO TRÁNSITO DE PIURA», *ResearchGate*, dic. 2024, doi: 10.26495/tzh.v12i1.1251.

Anexos

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

- **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS**
- **CONCRETO Y ASFALTO**

INFORME N° LEM USAT 010-2025-I

FECHA: 20 de Mayo 2025

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Cecilia Del Pilar Tello Delgado

TITULO DE LA TESIS: Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Análisis Granulométrico de Suelos
- Análisis Granulométrico por Hidrometría
- Gravedad Específica
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- CBR (California Bearing Ratio)
- Espectrometría de fluorescencia de rayos x – Cenizas de cáscara de arroz

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil

TECNICO DE LABORATORIO

QUINTEROS VILCHEZ MARILYN CATHERINE

INGENIERO

MZA. 38 LOTE. 47 SEC. PROGRESO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PUCALA

TELÉFONO: -

R.U.C. 10466545240

RECIBO POR HONORARIOS ELECTRONICO

Nro: E001- 17

Recibí de: CECILIA DEL PILAR TELLO DELGADO

Identificado con DNI **número** 71903472

Forma de Pago: AL CONTADO

La suma de: CIEN Y 00/100 SOLES

Por concepto de ENSAYO POR ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X DE UNA MUESTRA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

Observación —

Inciso A DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA

Fecha de emisión 23 **de** Mayo **del** 2025

Total por honorarios:	100.00	
Retención (8 %) IR:	(0.00)	
Total Neto Recibido:	100.00	SOLES

Henry Rivadeneyra Olivos
Tec. Laboratorio
UDAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS

REPORTE DE ANÁLISIS N° 52 – FIQIA

1. DATOS DE CLIENTE:

a) **Nombre: Cecilia Del Pilar Tello Delgado**
b) **Nombre del Proyecto: Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz**

2. DATOS DE LA MUESTRA

- Número de muestras : 01
- Tipo de muestra : Sólida – Ceniza de Cáscara de Arroz
- Fecha de muestreo : 22-05-2024

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS POR ICP

COMPOSICION	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (%)	METODOLOGIA
Óxido de Aluminio Al_2O_3	0.13	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Calcio, CaO	2.62	
Óxido de Hierro, Fe_2O_3	0.85	
Óxido de Potasio, K_2O	2.25	
Óxido de Magnesio, MgO	0.95	
Óxido de Sodio, Na_2O	1.21	
Óxido de Fósforo, P_2O_5	5.46	
Óxido de Silicio, SiO_2	80.23	
Perdida por quemado	6.28	

4. Alcances

- La muestra se calcino a 1000°C
- La muestra presenta mayor porcentaje de Óxido de Silicio, SiO_2

Firma		**Firma**	Cristian David Visconde Beltrán INGENIERO QUÍMICO REG. CIP. 111172
Analista	**Marilyn Catherine Quinteros Vilchez**	**V°B°**	**Ing. Cristian David Visconde Beltrán**
Fecha del Reporte		**31 de mayo del 2024**	

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
NORMA MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA IDENTIFICACIÓN: SUELO TERRENO NATURAL
MUESTRAS: C-1, C-2 y C-3

	C-01	C-02	C-03
Peso del suelo húmedo + Tara	1000.1	1000.1	1000.1
Peso del suelo seco + Tara	790.82	809.32	806.12
Peso de Tara	63.0	75.4	46.7
Contenido de humedad (%)	28.75	25.99	25.54

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Henry Risadeneyra Obines
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4
REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

			C-01	C-02	C-03
1. N° de fiola			C-1	C-2	C-3
2. Peso de la fiola		g.	103	89.7	89.1
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g.	50.0	50.0	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	(2+3)	g.	153.0	139.7	139.1
5. Peso de la muestra + Fiola + agua		g.	382.3	367.9	367.0
6. Peso de la fiola + peso de agua		g.	351.2	336.4	335.2
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s)	(3)/((3+6)-5)	g/cm³	2.646	2.703	2.747

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

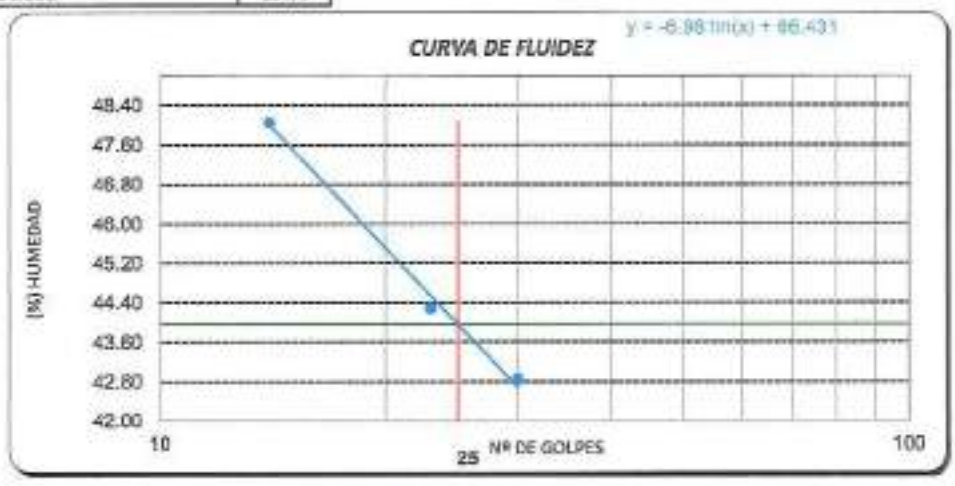
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata: C-01 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

0

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	30	23	14				
Tarro + suelo húmedo	45.86	56.11	57		37.8	37.8	
Tarro + suelo seco	38.64	47.19	47.02		35.7	35.7	
Agua	7.34	8.92	9.98		2.1	2.1	
Peso del tarro	21.51	27.05	26.25		26.94	26.94	
Peso del suelo seco	17.13	20.14	20.77		8.76	8.76	
Porcentaje de humedad	42.85	44.29	48.05		23.97	23.97	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	43.96
Límite Plástico	23.97
Índice de Plasticidad	19.99



Observaciones:

Henry Riveros Obilcas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA	:	TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	:	INGENIERÍA CIVIL
TESIS	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	:	CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI	:	Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

IDENTIFICACIÓN: SUELO TERRENO NATURAL Calicata: C-01

Analisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.2	99.8
N° 10	2.000	0.7	99.3
N° 20	0.850	1.3	98.7
N° 50	0.300	2.2	97.8
N°80	0.250	2.5	97.5
N°80	0.180	3.1	96.9
N°140	0.106	5.3	94.7
N° 200	0.075	7.0	93.0

Distribución granulométrico

% Grava	G.G. %	0.0	0.2
	G. F %	0.2	
% Arena	A.G %	0.5	6.8
	A.M %	1.1	
	A.F %	5.2	
% Arcilla y Limo		93.0	93.0
Total			100.0
Contenido de Humedad			28.8



Ensayo de Limite de Atterberg

Limite liquido (LL)	43.96	(%)
Limite Plastico (LP)	23.97	(%)
Indice Plastico (IP)	19.99	(%)
Clasificación *(S.U.C.S.)*		CL
Descripción del suelo	**Arcilla de baja plasticidad**	
Clasificación *(AASHTO)*		A-7-6 (13)
Descripción	**MALO**	



Henry Ruadenegra Obillas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata: C-02 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	32	23	13				
Tarro + suelo húmedo	50.92	58.87	45.47		17.13	17.13	
Tarro + suelo seco	42.91	47.66	36.72		15.44	15.44	
Agua	8.01	9.21	8.75		1.69	1.69	
Peso del tarro	22.9	26	17.8		7.42	7.42	
Peso del suelo seco	20.01	21.66	18.92		8.02	8.02	
Porcentaje de humedad	40.03	42.52	46.25		21.07	21.07	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	41.81
Límite Plástico	21.07
Índice de Plasticidad	20.73



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

IDENTIFICACIÓN: SUELO TERRENO NATURAL Calicata: C-02

Analisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.5	99.5
N° 20	0.850	1.0	99.0
N° 50	0.300	1.3	98.7
N°60	0.250	1.3	98.7
N°80	0.180	1.4	98.6
N°140	0.106	2.3	97.7
N° 200	0.075	3.8	96.2
Distribución granulométrico			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	
% Arena	A.G %	0.5	3.8
	A.M %	0.7	
	A.F %	2.6	
% Arcilla y Limo		96.2	96.2
Total			100.0
Contenido de Humedad			26.0



Ensayo de Limite de Atterberg		
Limite liquido (LL)	41.61	(%)
Limite Plastico (LP)	21.07	(%)
Indice Plastico (IP)	20.73	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)		CL
Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)		A-7-6 (12)
Descripción		
	MALO	



Hernán Ruiz Neyra Obligas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
Escuela : INGENIERÍA CIVIL
Proyecto/Tesis : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
Ubicación : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	39	26	15				
Tarro + suelo húmedo	43.22	52.66	44.66		35.26	35.26	
Tarro + suelo seco	39.02	45.98	38.35		33.92	33.92	
Agua	4.2	6.57	6.2		1.34	1.34	
Peso del tarro	26.19	27.03	21.46		26.92	26.92	
Peso del suelo seco	12.83	18.95	16.89		7	7	
Porcentaje de humedad	32.74	34.67	36.71		19.14	19.14	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	34.66
Límite Plástico	19.14
Índice de Plasticidad	15.51



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

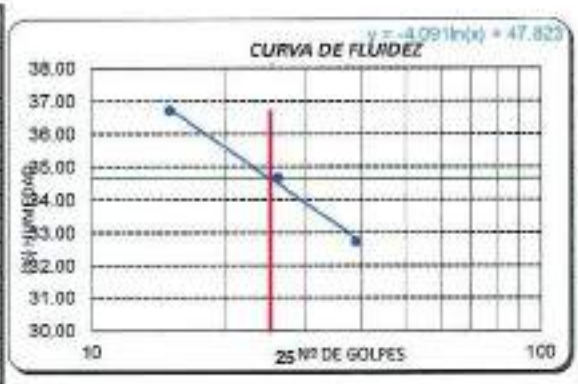
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
ECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

IDENTIFICACIÓN: SUELO TERRENO NATURAL Calicata: C-03

Analisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.2	99.8
N° 10	2.000	0.5	99.5
N° 20	0.850	0.9	99.1
N° 50	0.300	2.9	97.1
N°60	0.250	3.6	96.4
N°80	0.180	4.8	95.2
N°140	0.106	7.6	92.4
N° 200	0.075	9.6	90.4
Distribución granulométrico			
% Grava	G. G. %	0.0	
	G. F. %	0.2	0.2
% Arena	A.G %	0.3	
	A.M %	1.4	
	A.F %	7.7	9.4
% Arcilla y Limo		90.4	90.4
Total			100.0
Contenido de Humedad			25.5



Ensayo de Límite de Atterberg			
Límite líquido (LL)	34.66	(%)	
Límite Plastico (LP)	19.14	(%)	
Indice Plastico (IP)	15.51	(%)	
Clasificación (S.U.C.S.)			CL
Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad		
Clasificación (AASHTO)			A-6 (10)
Descripción			
MALO			



Henry Ruadenegra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE HIDROMETRÍA

Referencia: Norma ASTM D421-58 - Métodos de Análisis granulometrico por hidrometría.
Referencia: Norma ASTM D422-63(2007) - Métodos de Análisis granulometrico por hidrometría

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

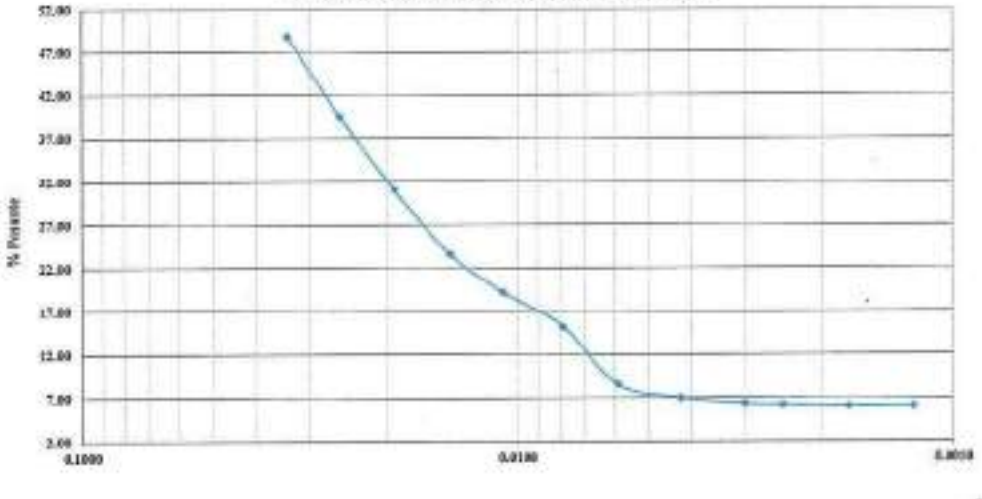
Calicata: C-01

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	$(NaPO_3)$	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO , Cm		0.1
VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1000 cm^3		Ws, gr.	50	Gs:	2.648	a=	1.001

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	RM	T °c	CT	RHC	Wt %	R'H=CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
17/04/2024	03:30	1	29.00	26.9	291.6	312.83	626.24	29.1	6.79	6.79	0.012970	0.0038	46.85
17/04/2024	03:32	2	26.00	27.3	294.7	252.74	505.95	26.1	7.78	3.89	0.012970	0.0056	39.46
17/04/2024	03:34	4	23.00	27.1	163.9	198.68	398.13	23.1	8.76	2.19	0.012970	0.0192	31.29
17/04/2024	03:38	8	20.00	27.5	139.2	151.25	302.77	20.1	9.74	1.22	0.012970	0.0140	23.52
17/04/2024	03:51	15	16.00	27.3	112.0	122.95	246.13	16.1	10.40	0.69	0.012970	0.0108	19.20
17/04/2024	04:21	30	15.00	27.1	89.4	97.42	195.02	15.1	11.05	0.37	0.012970	0.0079	15.71
17/04/2024	04:39	60	13.00	27.2	69.7	54.67	109.44	13.1	12.36	0.21	0.012970	0.0059	5.84
17/04/2024	05:39	120	11.00	27.3	43.6	44.05	88.19	11.0	12.72	0.11	0.012970	0.0043	7.00
17/04/2024	07:39	240	10.40	27.2	38.3	40.67	81.41	10.5	12.89	0.05	0.012970	0.0030	6.26
17/04/2024	10:39	360	10.30	27.2	37.5	39.89	79.78	10.4	12.92	0.04	0.012970	0.0025	6.22
17/04/2024	15:54	720	10.20	27.4	36.8	39.04	78.16	10.3	12.95	0.02	0.012970	0.0017	6.10
18/04/2024	03:40	1440	10.20	27.4	36.8	39.04	78.16	10.3	12.99	0.01	0.012970	0.0012	6.10

% PASANTE TAMIZ Nº 200	7.80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA



OBSERVACIONES

- Identificación y muestreo designado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Henry Rivadeneyra Oblicas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE HIDROMETRÍA

Referencia: Norma ASTM D421-58 - Métodos de Analisis granulometrico por hidrometria.
Referencia: Norma ASTM D422-63(2007) - Métodos de Analisis granulometrico por hidrometria.

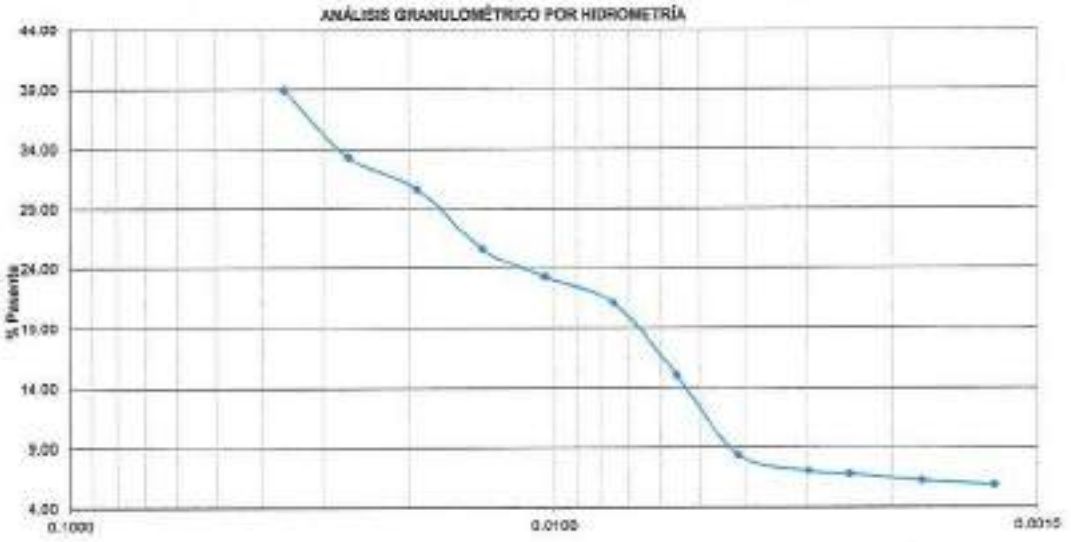
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Calicata: C-02

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	$(NaPO_3)$	CONCENTRACION	0.05 N		
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO , Cm		0.1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1000 cm^3		Ws, gr.	50	Gs:	2.703	a=	0.988

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WDI %	R'H+Cm	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
17/04/2024	03:30	1	36.00	28.0	234.7	252.74	498.55	36.1	7.79	7.79	0.012870	0.0352	38.96
17/04/2024	03:32	2	34.00	27.2	230.1	216.14	427.21	34.1	8.43	4.22	0.012870	0.0256	36.22
17/04/2024	03:34	4	33.00	27.1	183.9	199.88	362.09	33.1	8.75	2.19	0.012870	0.0192	30.66
17/04/2024	03:38	8	31.00	27.6	183.4	186.43	328.95	31.1	9.41	1.18	0.012870	0.0141	25.66
17/04/2024	03:51	15	29.00	27.3	139.2	151.25	256.84	29.1	9.74	0.65	0.012870	0.0106	23.32
17/04/2024	04:21	30	19.00	27.1	135.8	136.75	270.29	19.1	10.07	0.34	0.012870	0.0075	21.08
17/04/2024	04:38	60	16.00	27.2	88.4	97.42	192.56	16.1	11.05	0.18	0.012870	0.0053	15.02
17/04/2024	05:38	120	12.00	27.2	50.7	94.67	109.09	12.1	12.09	0.10	0.012870	0.0043	8.43
17/04/2024	07:38	240	11.00	27.2	42.7	46.71	90.35	11.1	12.69	0.05	0.012870	0.0030	7.05
17/04/2024	10:38	360	10.80	27.2	41.2	44.00	86.97	10.9	12.75	0.04	0.012870	0.0024	6.78
17/04/2024	15:34	720	10.40	27.4	38.1	40.87	80.39	10.5	12.89	0.02	0.012870	0.0017	6.27
18/04/2024	03:40	1440	10.10	27.4	36.1	39.24	75.59	10.2	12.98	0.01	0.012870	0.0012	5.92

% PASANTE TAMIZ Nº 200	7.80



OBSERVACIONES
- Identificación y muestreo designado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Henry Bladimeyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE HIDROMETRÍA

Referencia: Norma ASTM D421-58 - Metodos de Analisis granulometrico por hidrometria.
Referencia: Norma ASTM D422-63(2007) - Métodos de Análisis granulometrico por hidrometria.

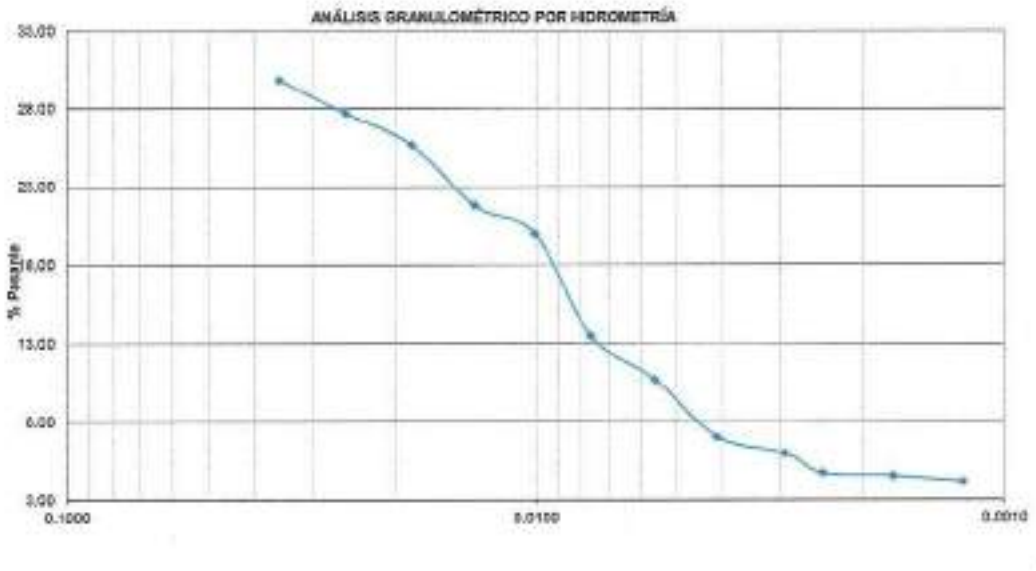
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2023

Calicata: C-03

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	Na(PO3	CONCENTRACION	0,04 N		
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO , Cm		0,1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1000 cm³		Ws, gr.	60	Gs:	2.747	a=	0.979

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	RTM	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
17/04/2024	02:30	1	27.00	26.8	283.1	272.09	532.76	27.1	7.45	7.45	0.012970	0.0354	29.83
17/04/2024	02:32	2	26.00	27.2	284.7	282.74	496.89	26.1	7.78	3.89	0.012970	0.0256	27.71
17/04/2024	02:34	4	25.00	27.1	217.1	284.10	458.38	25.1	8.16	2.03	0.012970	0.0185	25.67
17/04/2024	02:38	8	23.00	27.0	193.9	199.88	389.43	23.1	8.76	1.09	0.012970	0.0136	21.81
17/04/2024	02:53	15	22.00	27.2	188.3	192.31	359.99	22.1	9.06	0.61	0.012970	0.0101	19.99
17/04/2024	04:21	90	18.00	27.1	113.0	122.95	240.75	18.1	10.40	0.35	0.012970	0.0078	16.48
17/04/2024	04:30	60	16.00	27.2	89.4	97.42	190.75	16.1	11.05	0.18	0.012970	0.0058	14.68
17/04/2024	06:30	120	13.00	27.2	69.3	64.02	125.35	13.1	12.03	0.10	0.012970	0.0041	7.05
17/04/2024	07:30	240	12.00	27.2	59.7	54.67	107.05	12.1	12.35	0.05	0.012970	0.0029	5.99
17/04/2024	10:30	360	10.75	27.2	46.5	43.16	84.51	10.8	12.79	0.04	0.012970	0.0024	4.73
17/04/2024	16:34	720	10.50	27.4	39.0	41.49	81.25	10.6	12.85	0.02	0.012970	0.0017	4.55
18/04/2024	02:40	1440	10.10	27.4	36.1	38.24	74.88	10.2	12.98	0.01	0.012970	0.0012	4.19

% PASANTE TAMIZ Nº 200	5.66



OBSERVACIONES

- Identificación y muestreo designado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Henry Ripaldeneyra Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

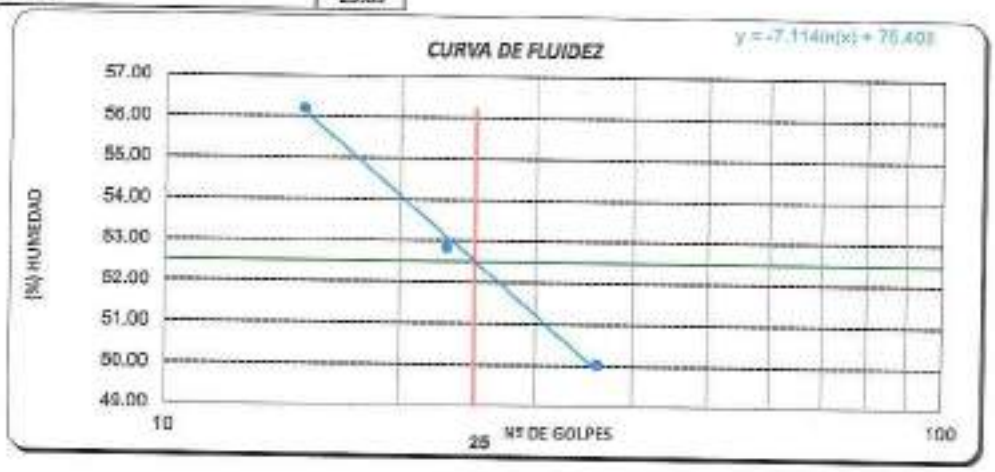
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
Tesis : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
Ubicación : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 5% DE CCA Calicata: C-01

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	36	23	15				
Tarro + suelo húmedo	25.32	23.37	33.05		14.15	14.15	
Tarro + suelo seco	19.36	17.78	23.77		12.61	12.61	
Agua	5.96	5.59	9.28		1.54	1.54	
Peso del tarro	7.45	7.2	7.26		7.24	7.24	
Peso del suelo seco	11.91	10.58	16.51		5.37	5.37	
Porcentaje de humedad	50.04	52.84	56.21		28.68	28.68	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	52.51
Límite Plástico	28.68
Índice de Plasticidad	23.83



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

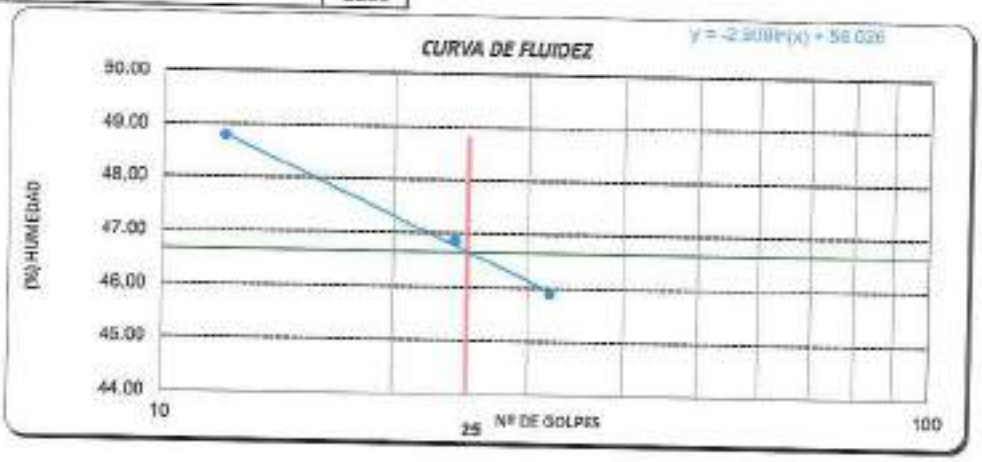
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 10% DE CCA Calicata: C-01

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	32	24	12				
Tarro + suelo húmedo	15.84	29.03	26.1		13.41	13.41	
Tarro + suelo seco	15.26	22.07	19.87		12.13	12.13	
Agua	3.65	6.96	6.23		1.28	1.28	
Peso del tarro	7.24	7.22	7.1		7.14	7.14	
Peso del suelo seco	8.02	14.85	12.77		4.99	4.99	
Porcentaje de humedad	46.69	46.87	48.79		25.65	25.85	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	46.66
Límite Plástico	25.65
Índice de Plasticidad	21.01



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

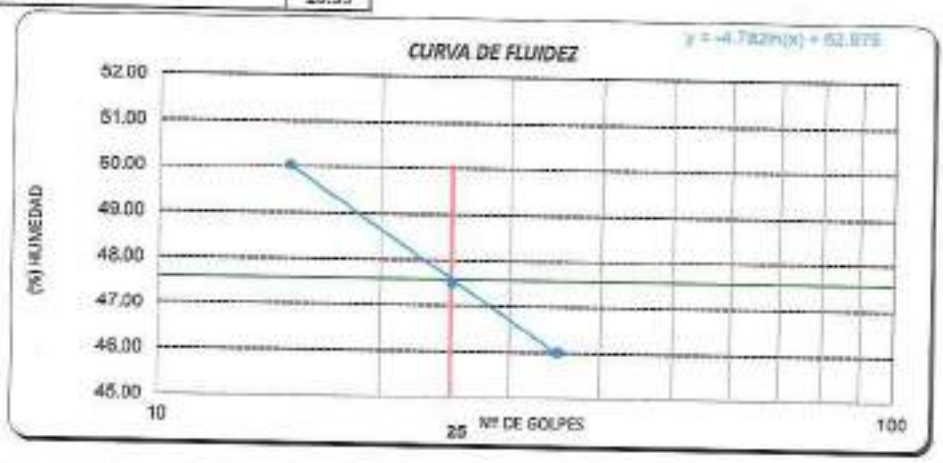
TESISTA : Tello Delgado Cecilia Del Pilar
ESCUELA : Ingeniería Civil
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENC : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 15% DE CCA Calicata: C-01

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	35	25	15				
Tarro + suelo húmedo	30.21	32.41	25.94		10.96	10.96	
Tarro + suelo seco	22.99	24.29	19.65		10.35	10.35	
Agua	7.22	8.12	6.29		0.61	0.61	
Peso del tarro	7.3	7.2	7.08		7.45	7.45	
Peso del suelo seco	15.69	17.09	12.57		2.9	2.9	
Porcentaje de humedad	46.02	47.51	50.04		21.03	21.03	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	47.58
Límite Plástico	21.03
Índice de Plasticidad	26.55



Observaciones:

Henry Riveros Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : Tello Delgado Cecilia Del Pilar
ESCUELA : Ingeniería Civil
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 5% DE CCA Calicata: C-02

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	36	22	16				
Tarro + suelo húmedo	25.23	25.57	29.03		13.18	13.18	
Tarro + suelo seco	19.56	19.39	21.56		11.96	11.96	
Agua	5.67	6.18	7.47		1.22	1.22	
Peso del tarro	7.39	7.18	7.47		7.43	7.43	
Peso del suelo seco	12.17	12.21	14.09		4.53	4.53	
Porcentaje de humedad	46.59	50.61	53.02		26.93	26.93	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	49.51
Límite Plástico	26.93
Índice de Plasticidad	22.58



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 10% DE CCA Calicata: C-02

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	30	24	19				
Tarro + suelo húmedo	18.2	17.59	29.09		21.73	21.73	
Tarro + suelo seco	14.94	14.35	24.98		20.66	20.66	
Agua	3.26	3.24	4.11		1.07	1.07	
Peso del tarro	7.16	6.97	16.07		16.10	16.10	
Peso del suelo seco	7.79	7.38	8.91		4.56	4.56	
Porcentaje de humedad	41.86	43.90	46.13		23.46	23.46	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	43.55
Límite Plástico	23.46
Índice de Plasticidad	20.08



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

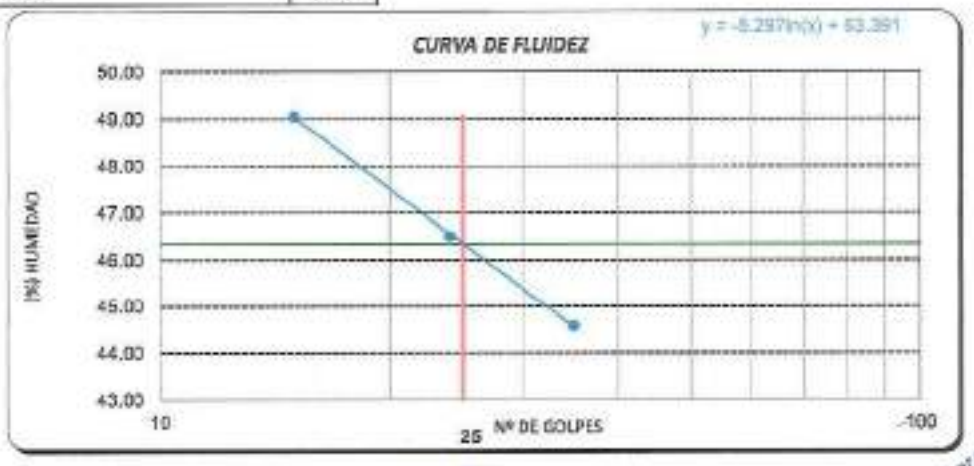
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENC : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 15% DE CCA Calicata: C-02

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	35	24	15				
Tarro + suelo húmedo	30.79	28.07	24.57		9.85	9.85	
Tarro + suelo seco	23.5	21.48	18.84		9.48	9.48	
Agua	7.29	6.59	5.73		0.37	0.37	
Peso del tarro	7.15	7.31	7.16		7.28	7.28	
Peso del suelo seco	16.35	14.17	11.68		2.2	2.2	
Porcentaje de humedad	44.59	46.51	49.06		16.82	16.82	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	46.34
Límite Plástico	16.82
Índice de Plasticidad	29.52



Observaciones:

Henry Ruedenyru Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

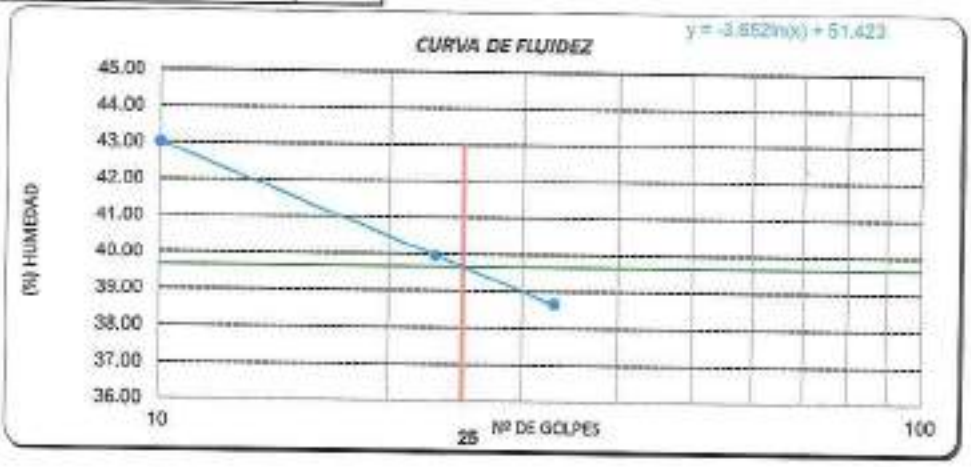
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCI : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 5% DE CCA Calicata: C-03

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	33	23	10				
Tarro + suelo húmedo	29.93	38.42	51.56		22.32	22.32	
Tarro + suelo seco	23.66	33.52	43.88		21.43	21.43	
Agua	6.28	5.9	7.7		0.89	0.89	
Peso del tarro	7.41	18.75	25.98		17.15	17.15	
Peso del suelo seco	16.24	14.77	17.9		4.28	4.28	
	38.67	39.95	43.02		20.79	20.79	
Porcentaje de humedad							

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	39.67
Límite Plástico	20.79
Índice de Plasticidad	18.87



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 10% DE CCA Calicata: C-03

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	35	25	15				
Tarro + suelo húmedo	19.48	26.77	20.77		21.35	21.35	
Tarro + suelo seco	16.05	23.8	18.82		20.43	20.43	
Agua	3.41	2.97	3.95		0.92	0.92	
Peso del tarro	7	16.21	7.38		16.04	16.04	
Peso del suelo seco	9.05	7.59	9.44		4.39	4.39	
Porcentaje de humedad	37.68	39.13	41.84		20.96	20.96	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	39.27
Límite Plástico	20.96
Índice de Plasticidad	18.31



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

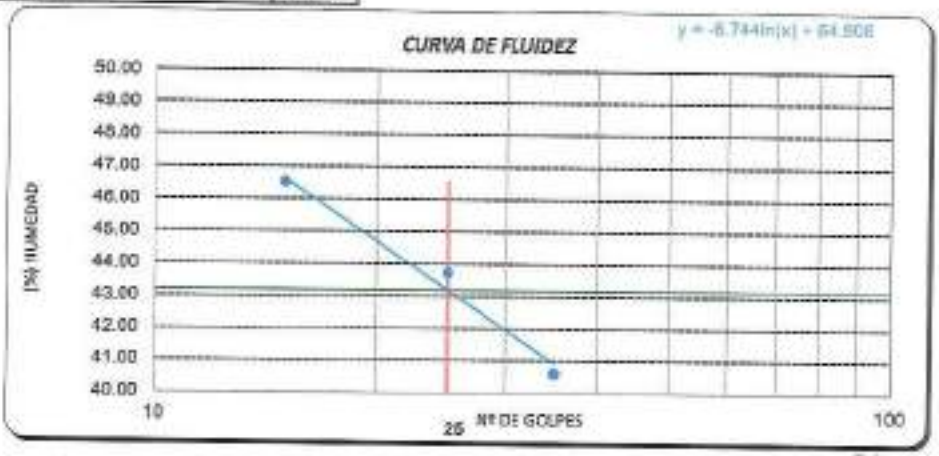
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
NORMA DE REFEREN : N.T.P. 399.131

IDENTIFICACIÓN: LÍMITES DE ATTERBERG CON ADICIÓN DEL 15% DE CCA Calicata: C-03

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico		
N° de tarro	T1	T2	T3		T4		
N° de golpes	35	25	15				
Tarro + suelo húmedo	55.44	29.08	50.7		9.84	9.84	
Tarro + suelo seco	45.62	22.45	40.34		9.37	9.37	
Agua	9.82	6.63	10.36		0.47	0.47	
Peso del tarro	21.44	7.29	18.08		7.16	7.16	
Peso del suelo seco	24.18	15.16	22.26		2.21	2.21	
Porcentaje de humedad	40.61	43.73	46.54		21.27	21.27	

CONSISITENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	43.20
Límite Plástico	21.27
Índice de Plasticidad	21.93



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2026

CALICATA : **C-1** Muestra natural
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

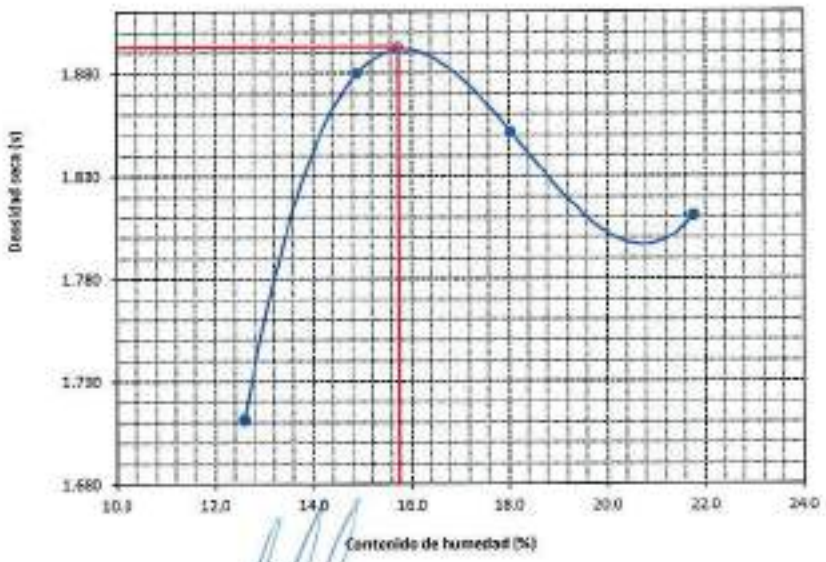
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	6321	6599	6629	6652
Peso del molde	g.	4028	4028	4028	4028
Peso del suelo húmedo compactado	g.	2293	2571	2601	2624
Volumen del molde	cm3	1190.00	1190.00	1190.00	1190.00
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.927	2.161	2.186	2.205

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	274.47	134.89	145.27	209.64
Peso del suelo seco + tara	g.	249.41	121.00	127.34	181.31
Peso de tara	g.	50.56	27.87	28.03	51.19
Peso de agua	g.	25.06	13.89	17.93	28.33
Peso de suelo seco	g.	198.85	93.13	99.31	130.12
Contenido de agua	%	12.6	14.9	18.1	21.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.711	1.880	1.851	1.811

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.893**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.75**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Ollitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** Muestra natural
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

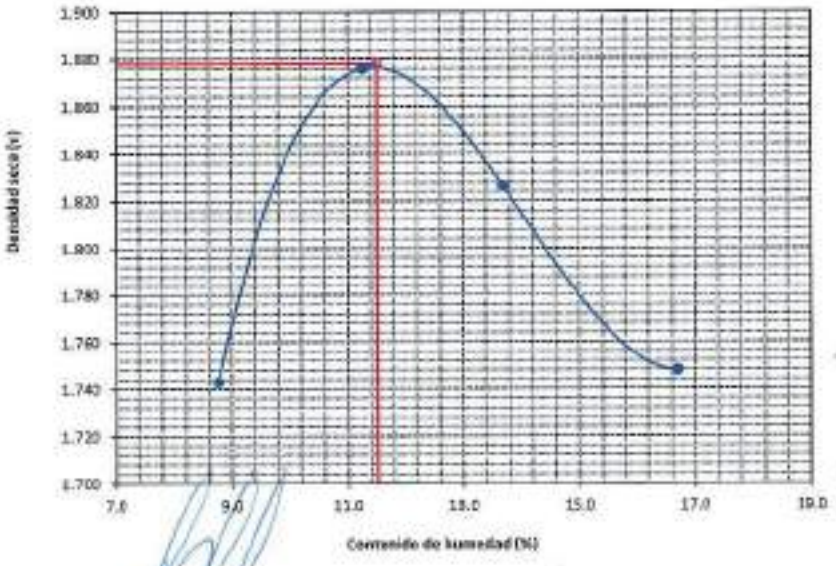
Número de ensayo		7	10	12	16
Peso del suelo + molde	g.	5790	5968	5958	5924
Peso del molde	g.	4028	4028	4028	4028
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1762	1940	1930	1896
Volumen del molde	cm3	929.37	929.37	929.37	929.37
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.896	2.087	2.077	2.040

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	67.50	66.20	97.81	82.77
Peso del suelo seco + tara	g.	63.50	61.32	89.17	73.97
Peso de tara	g.	17.93	18.01	26.07	21.31
Peso de agua	g.	4.00	4.88	8.64	8.8
Peso de suelo seco	g.	45.57	43.31	63.1	52.66
Contenido de agua	%	8.8	11.3	13.7	16.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.743	1.876	1.827	1.748

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.876**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**11.50**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** Muestra natural
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

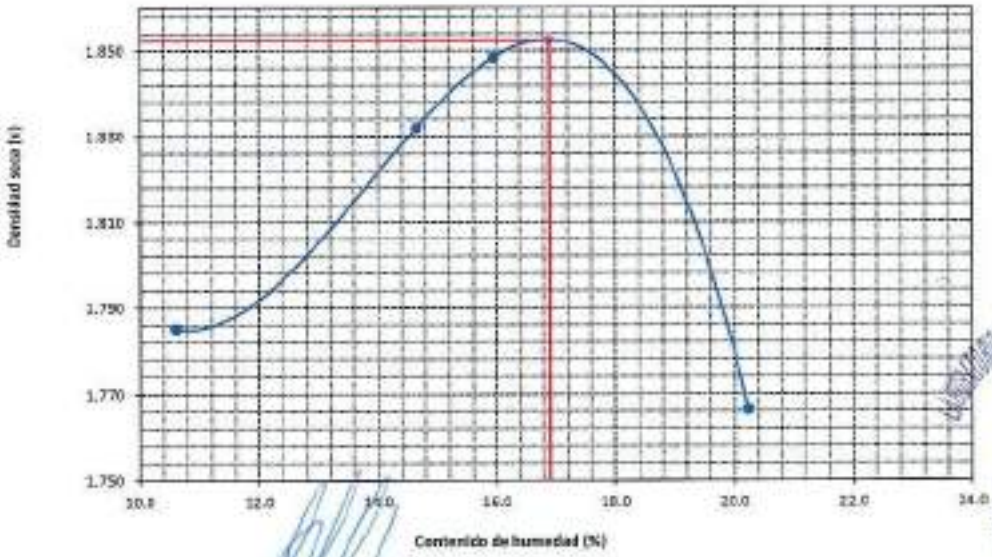
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5706	5823	5863	5845
Peso del molde	g.	3871	3871	3871	3871
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1835	1952	1992	1974
Volumen del molde	cm3	929.37	929.37	929.37	929.37
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.974	2.100	2.143	2.124

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		6%	8%	10%	12%
Peso del suelo húmedo + tara	g.	64.76	68.59	100.20	74.68
Peso del suelo seco + tara	g.	60.27	63.00	90.00	85.61
Peso de tara	g.	17.93	18.01	26.07	21.30
Peso de agua	g.	4.49	5.59	10.2	8.97
Peso de suelo seco	g.	42.34	44.99	63.93	44.31
Contenido de agua	%	10.6	14.6	16.0	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.785	1.832	1.848	1.766

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.853**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.90**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** Muestra natural
MUESTRA : **M-1**
PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

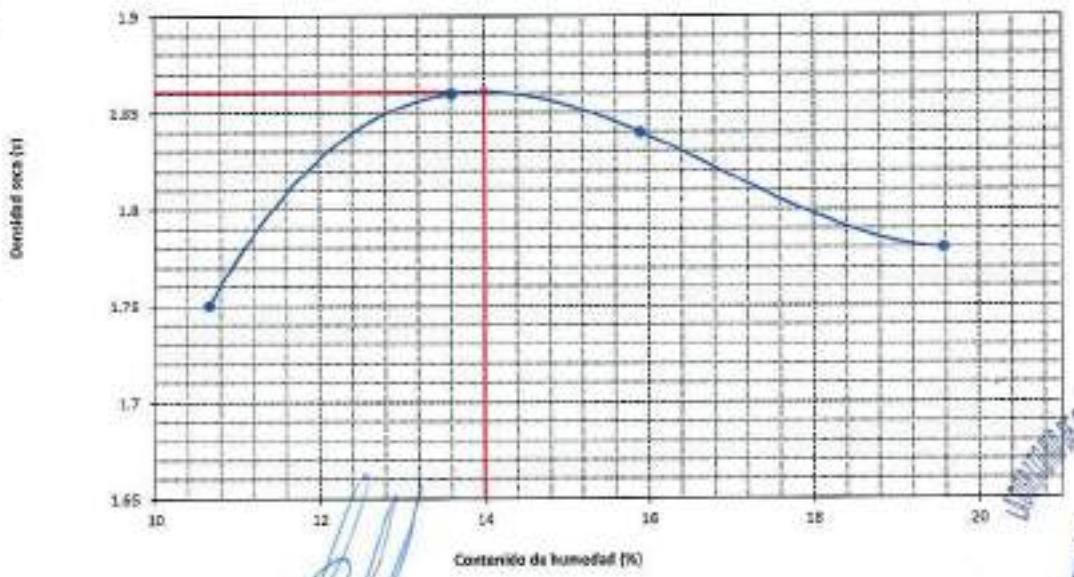
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5939	6130	6150	6140
Peso del molde	g.	3975.67	3975.67	3975.67	3975.67
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1963.33	2154.33	2174.33	2164.67
Volumen del molde	cm3	1016.25	1016.25	1016.25	1016.25
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.93	2.12	2.14	2.12

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	135.58	90.23	114.43	122.33
Peso del suelo seco + tara	g.	124.39	81.77	102.17	106.96
Peso de tara	g.	28.81	21.3	26.72	31.27
Peso de agua	g.	11.18	8.45	12.26	15.37
Peso de suelo seco	g.	95.59	60.48	75.45	75.7
Contenido de agua	%	10.86	13.61	15.9	19.58
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.75	1.86	1.84	1.78

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.861**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**14.00**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos/Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA :TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				H1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12783		12921		12514		12764		12245		12586	
Peso de molde (g)	8097		8097		8094		8094		8096		8090	
Peso del suelo húmedo (g)	4686		4824		4420		4660		4155		4496	
Volumen del molde (cc)	2151		2151		2095		2095		2064		2064	
Densidad húmeda (g/cc)	2.178		2.242		2.110		2.224		2.014		2.179	
% de humedad	15.27		18.27		22.45		27.97		35.67		44.00	
Densidad seca (g/cc)	1.890		1.896		1.723		1.738		1.484		1.513	

HUMEDAD												
Tarro Nº												
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	212.73	212.7	4824	4824	171.0	171.0	4660	4660	129.3	129.3	4496.0	4496.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	191.90	191.9	4686	4686	148.7	148.7	4420	4420	102.2	102.2	4155.0	4155.0
Peso del Agua (gr.)	21.4	21.4	138.0	138.0	24.3	24.3	240.0	240.0	27.2	27.2	341.0	341.0
Peso del tarro (gr.)	50.95	50.95	0	0	38.5	38.48	0.0	0	26.01	26.01	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	140.4	140.4	4599.1	4599.1	108.3	108.3	4340.1	4340.1	76.2	76.2	4094.2	4094.2
% de humedad	15.27	15.27	15.27	15.27	22.45	22.45	27.97	27.97	35.67	35.67	44.00	44.00
Promedio de Humedad (%)	15.27		18.27		22.45		27.97		35.67		44.00	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	
20/08/2024	14.3	0	0.33	0	0	0.33	0	0	0.34	0	0	
21/08/2024	14.3	24	2.25	0.056		3.45	0.056		4.65	0.116		
22/08/2024	14.3	48	4.2	0.105		4.76	0.119		5.32	0.133		
23/08/2024	14.3	72	6.1	0.153		6.2	0.156		6.3	0.158		
24/08/2024	14.3	96	7.5	0.188		7.53	0.188		7.65	0.189		
			4.57	total	4.11	4.57	total	4.12	4.57	total	4.13	

PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Libf pulg2	Libf pulg2	%	Lect. Dial	Libf pulg2	Libf pulg2	%	Lect. Dial	Libf pulg2	Libf pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		10	3			10	8			11	5		
1.270	0.050	1'00"		32	14			25	12			19	8		
1.910	0.075	1'30"		46	20			37	16			27	12		
2.540	0.100	2'00"	1000	59	24	21.7	2.2	47	20	20.6	2.1	34	15	16.0	1.6
3.810	0.150	3'00"		87	36			71	29			55	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	115	49	43.0	2.9	92	37	36.9	2.5	68	28	27.6	1.8
6.350	0.250	5'00"		143	58			113	44			81	33		
7.620	0.300	6'00"		171	67			133	52			94	38		
10.160	0.400	8'00"		219	82			164	64			118	47		
12.700	0.500	10'00"		249	97			196	77			143	58		

Henry Rivadeneyra Obilus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

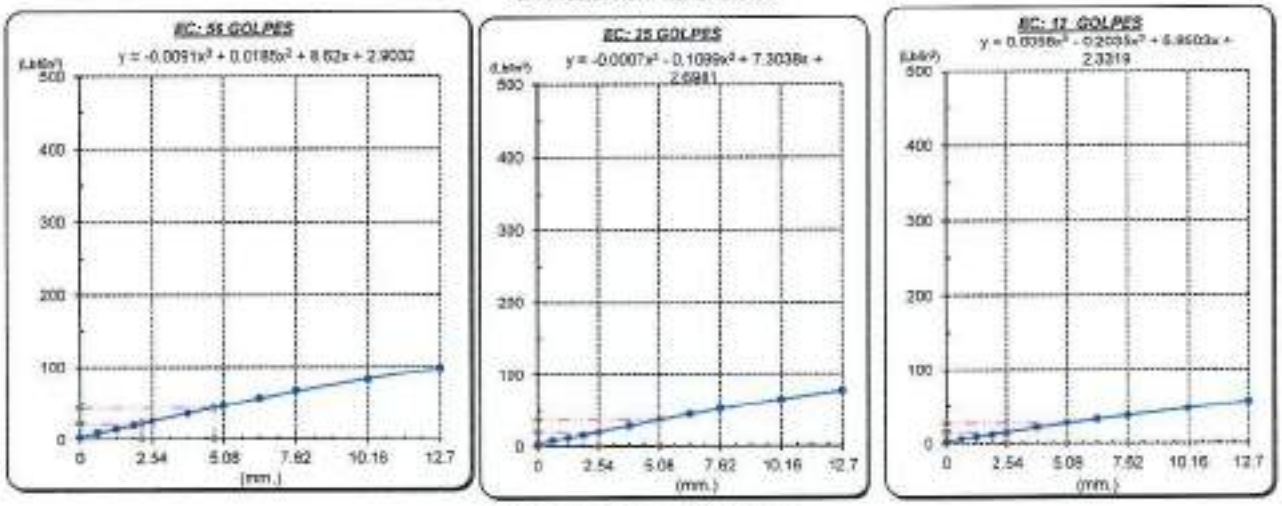


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.661 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g/cm³	1.5745
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.00 %	

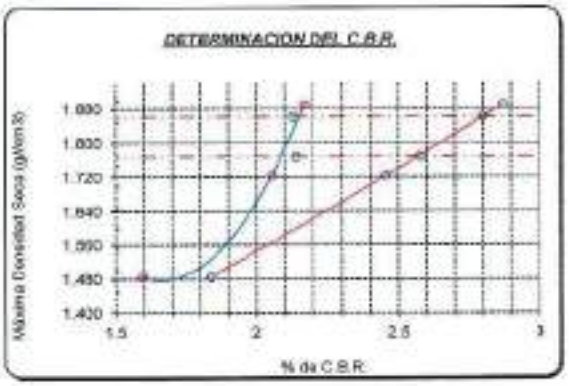
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2	%	3	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Investigador Obras Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA :TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1
MUESTRA : M-2

PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	M3		A-2		M1	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12755	12944	12469	12641	12172	12337
Peso de molde (g)	8167	8187	8095	8095	8003	8003
Peso del suelo húmedo (g)	4578	4757	4374	4546	4169	4334
Volumen del molde (cc)	2105	2105	2106	2106	2107	2107
Densidad húmeda (g/cc)	2.175	2.260	2.077	2.159	1.979	2.057
% de humedad	15.52	19.51	15.98	19.98	16.19	20.22
Densidad seca (g/cc)	1.883	1.891	1.791	1.799	1.703	1.711

HUMEDAD

Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	111.30	111.3	4757	4757	109.9	109.9	4546	4546	108.4	108.4	4334.0	4334.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	107.00	107.0	4578	4578	102.9	102.9	4374	4374	98.7	98.7	4169.0	4169.0
Peso del Agua (gr.)	4.3	4.3	179.0	179.0	7.0	7.0	172.0	172.0	9.7	9.7	165.0	165.0
Peso del tarro (gr.)	79.3	79.3	0	0	59.1	59.05	0.0	0	38.8	38.8	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	27.7	27.7	4493.4	4493.4	43.8	43.8	4297.1	4297.1	59.9	59.9	4099.2	4099.2
% de humedad	15.52	15.52	19.51	19.51	15.98	15.99	19.99	19.99	16.19	16.19	20.22	20.22
Promedio de Humedad (%)	15.52		19.51		15.98		19.98		16.19		20.22	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
20/08/2024	14.3	0	0.6	0	0	0.66	0	0	1.3	0	0
21/08/2024	14.3	24	1.4	0.035		1.7	0.043		2	0.050	
22/08/2024	14.3	48	2.9	0.073		3.36	0.084		3.8	0.095	
23/08/2024	14.3	72	4.3	0.108		4.65	0.116		5	0.125	
24/08/2024	14.3	96	6.7	0.168		7.09	0.176		7.4	0.185	
			4.57	total	3.57	4.57	total	3.88	4.57	total	4.05

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº M3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº M3 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE Nº M3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE Nº M3 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº M1 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº M1 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE Nº M1 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE Nº M1 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		22	11			16	8			9	6		
1.270	0.050	1'00"		43	18			30	14			17	9		
1.910	0.075	1'30"		62	26			45	19			25	12		
2.540	0.100	2'00"	1000	84	34	27.2	2.7	59	24	23.9	2.4	34	16	14.9	1.5
3.810	0.150	3'00"		116	45			82	33			49	21		
5.080	0.200	4'00"	1500	144	57	53.0	3.5	104	41	42.1	2.8	64	26	26.5	1.8
6.350	0.250	5'00"		173	68			126	50			79	32		
7.620	0.300	6'00"		203	79			149	59			94	38		
10.160	0.400	8'00"		241	94			179	70			116	46		
12.700	0.500	10'00"		279	109			209	82			136	54		

Hanns Huaderachya Obtinus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

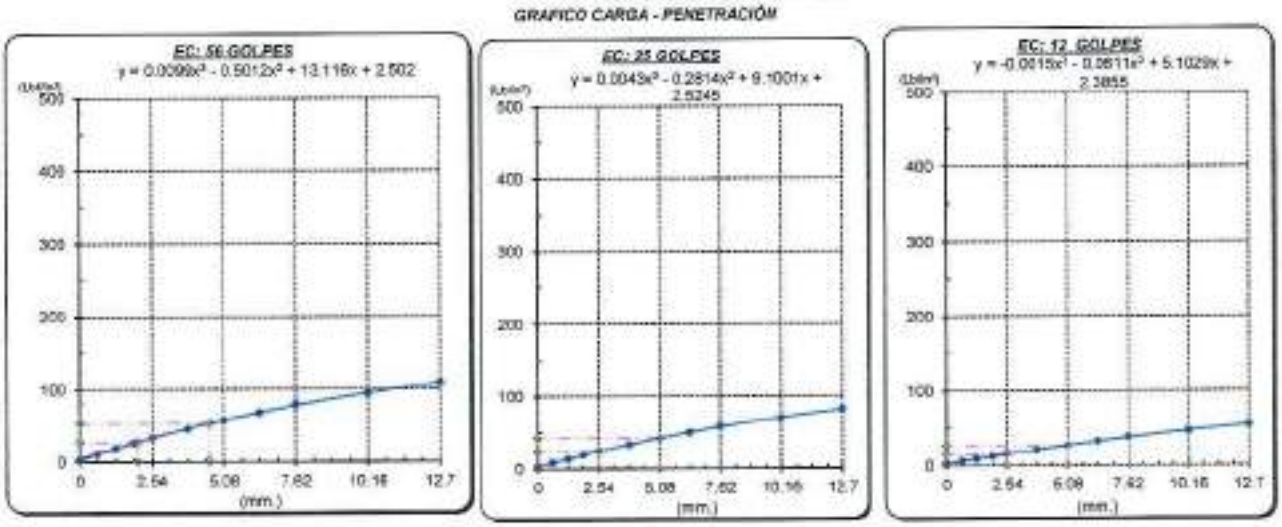


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.661 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g/cm³	1.5749
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.00 %	

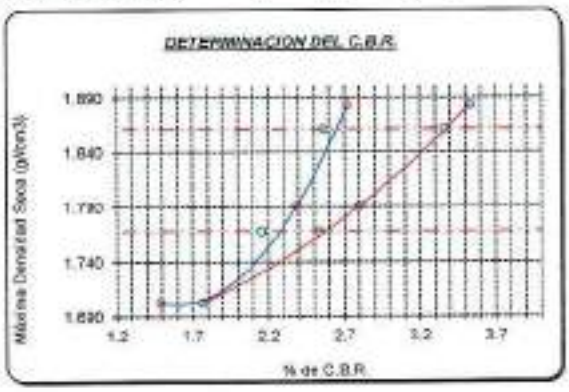
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3 %	3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	3 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obinus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 Muestra natural
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				H1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12990		12726		12290		12530		11980		12331	
Peso de molde (g)	8009		8003		7953		7953		7908		7909	
Peso del suelo húmedo (g)	4987		4723		4337		4577		4087		4428	
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2113		2113		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	2.177		2.243		2.053		2.166		1.928		2.090	
% de humedad	15.37		18.44		15.49		21.12		15.63		24.11	
Densidad seca (g/cc)	1.887		1.893		1.777		1.788		1.668		1.684	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	115.00	115.6	4725	4725	107.6	107.6	4577	4577	99.7	99.7	4428.0	4428.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	105.90	106.9	4587	4587	99.7	99.7	4337	4337	92.4	92.4	4087.0	4087.0
Peso del Agua (gr.)	8.6	8.6	138.0	138.0	7.9	7.9	240.0	240.0	7.3	7.3	341.0	341.0
Peso del tarro (gr.)	50.55	50.05	0	0	48.3	48.33	0.0	0	45.7	45.7	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	56.0	56.0	4602.0	4602.0	51.3	51.3	4261.3	4261.3	46.7	46.7	4019.9	4019.9
% de humedad	15.37	15.37	18.44	18.44	15.49	15.49	21.12	21.12	15.63	15.63	24.11	24.11
Promedio de Humedad (%)	15.37		18.44		15.49		21.12		15.63		24.11	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
20/08/2024	14.3	0	0.41	0	0	0.76	0	0	1.1	0	0
21/08/2024	14.3	24	1.23	0.031		2.22	0.358		3.2	0.060	
22/08/2024	14.3	48	2.7	0.058		3.4	0.065		4.1	0.103	
23/08/2024	14.3	72	4.4	0.110		5.35	0.134		6.2	0.158	
24/08/2024	14.3	96	6.8	0.170		7.35	0.184		7.9	0.196	
			4.57	total	3.72	4.57	total	4.02	4.57	total	4.32

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		24	11			19	9			12	7		
1.270	0.050	1'00"		41	18			31	14			21	10		
1.910	0.075	1'30"		59	24			45	19			31	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	76	31	24.6	2.5	59	24	22.8	2.3	40	17	17.2	1.7
3.810	0.150	3'00"		104	41			81	33			57	24		
5.080	0.200	4'00"	1500	132	52	49.2	3.3	103	41	39.3	2.6	74	30	30.4	2.0
6.350	0.250	5'00"		169	63			126	50			91	36		
7.620	0.300	6'00"		188	73			148	58			108	43		
10.160	0.400	8'00"		227	88			181	71			134	53		
12.700	0.500	10'00"		269	104			213	83			160	63		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA :TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

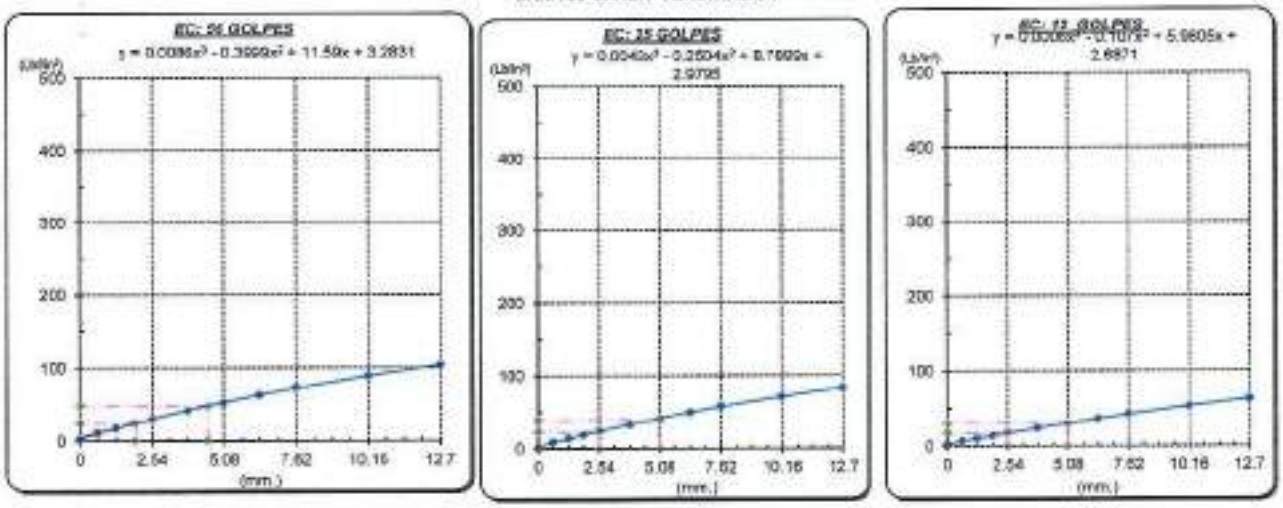


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.851 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.758 g/cm³	1.8749
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.00 %	

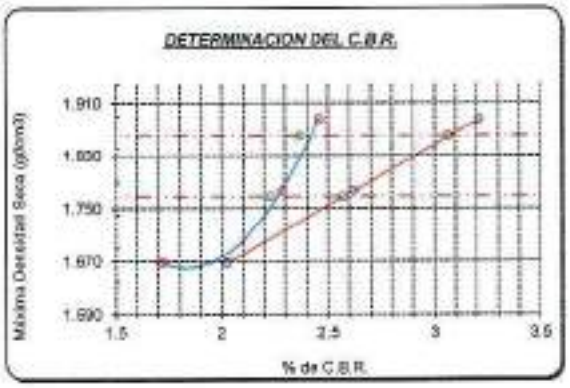
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2	%	3	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** Muestra natural
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

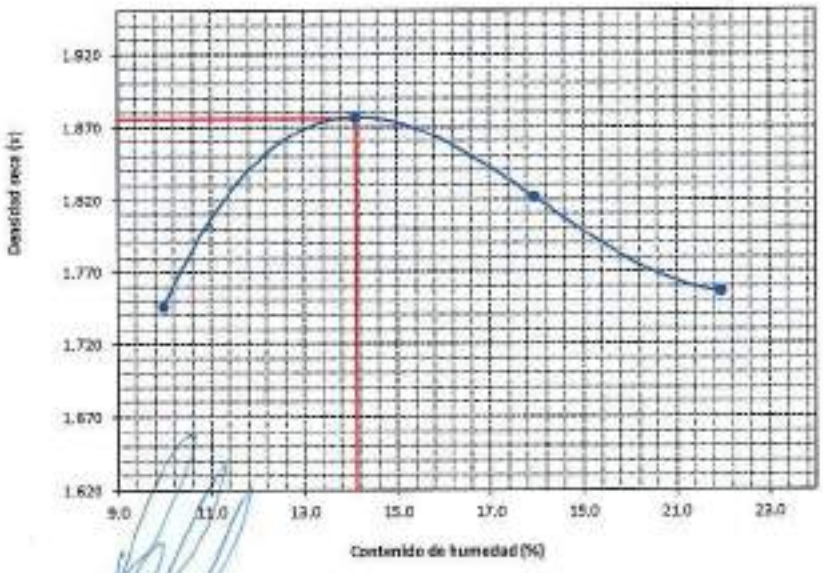
Número de ensayo		5	8	11	14
Peso del suelo + molde	g.	6314	6578	6586	6579
Peso del molde	g.	4029	4029	4029	4029
Peso del suelo húmedo compactado	g.	2285	2549	2557	2550
Volumen del molde	cm3	1190.00	1190.00	1190.00	1190.00
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.920	2.142	2.149	2.143

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	291.59	262.62	275.18	225.87
Peso del suelo seco + tara	g.	269.74	236.34	240.95	194.25
Peso de tara	g.	50.98	50.34	50.43	50.33
Peso de agua	g.	21.85	26.28	34.23	31.62
Peso de suelo seco	g.	218.76	186.00	190.52	143.92
Contenido de agua	%	10.0	14.1	18.0	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.746	1.877	1.821	1.757

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.876**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**14.10**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Alvaderejra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

USAT

JEFE(E) DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))

N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** Muestra natural
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

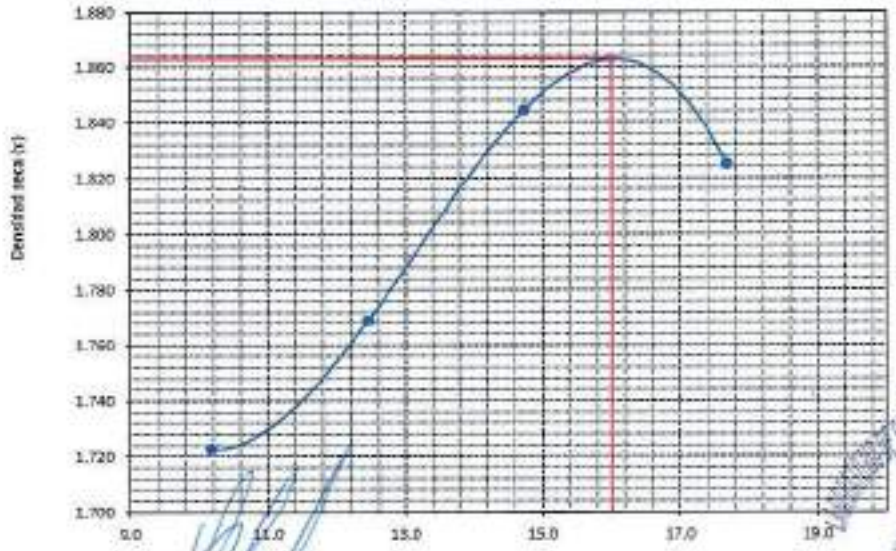
Numero de ensayo		5	8	11	14
Peso del suelo + molde	g.	5835	5720	5838	5867
Peso del molde	g.	3871	3871	3871	3871
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1764	1849	1967	1996
Volumen del molde	cm3	929.37	929.37	929.37	929.37
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.898	1.990	2.116	2.148

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	72.58	79.74	68.52	63.45
Peso del suelo seco + tara	g.	67.51	73.28	62.04	56.73
Peso de tara	g.	17.71	21.45	18.09	18.72
Peso de agua	g.	5.07	6.46	6.48	6.72
Peso de suelo seco	g.	49.80	51.83	43.95	38.01
Contenido de agua	%	10.2	12.5	14.7	17.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.723	1.769	1.845	1.825

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.863**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.00**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))

N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** Muestra natural
MUESTRA : **M-3**
PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

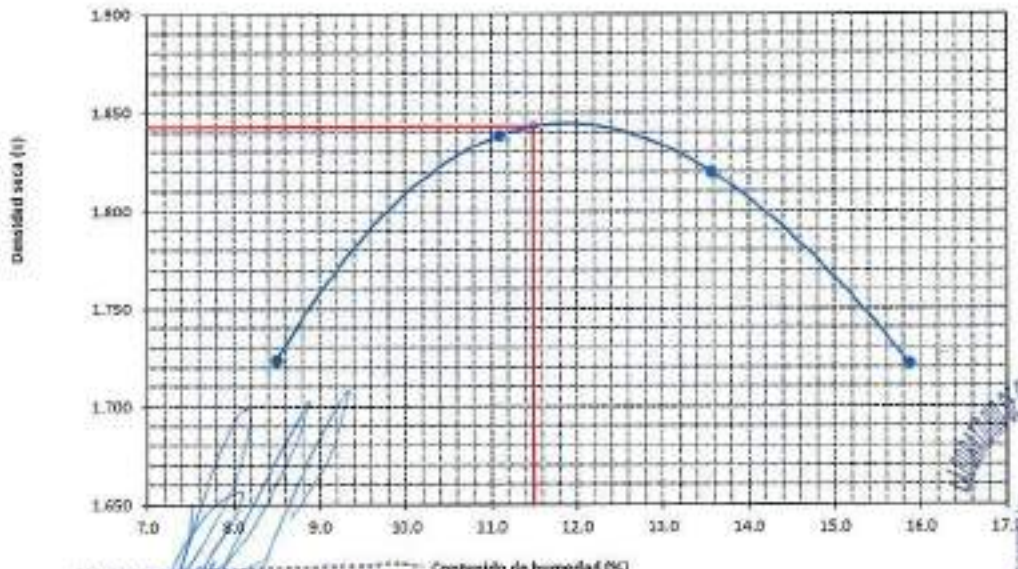
Número de ensayo		6	8	11	14
Peso del suelo + molde	g.	5911	6071	6094	6027
Peso del molde	g.	4173	4173	4173	4173
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1738	1898	1921	1854
Volumen del molde	cm3	929.37	929.37	929.37	929.37
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.870	2.042	2.067	1.995

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		6%	8%	10%	12%
Peso del suelo húmedo + tara	g.	67.70	72.70	63.33	64.33
Peso del suelo seco + tara	g.	63.78	67.56	57.92	58.08
Peso de tara	g.	17.70	21.45	18.07	18.71
Peso de agua	g.	3.92	5.12	5.41	6.25
Peso de suelo seco	g.	46.08	46.13	39.85	39.37
Contenido de agua	%	8.5	11.1	13.6	15.9
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.723	1.838	1.820	1.722

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.843**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**11.50**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riva Eneyra Obiticas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓI : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** Muestra natural
MUESTRA : **M-1**
PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

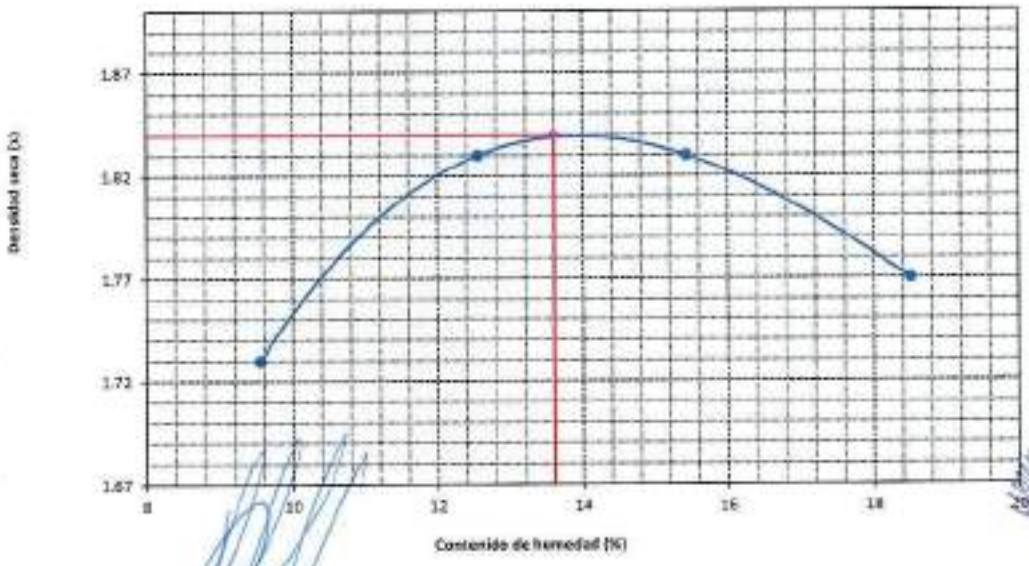
Número de ensayo		5	8	11	14
Peso del suelo + molde	g.	5863.33	6123	6172.67	6157.67
Peso del molde	g.	4024.33	4024.33	4024.33	4024.33
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1929	2098.67	2148.33	2133.33
Volumen del molde	cm3	1016.25	1016.25	1016.25	1016.25
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.9	2.06	2.11	2.1

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	143.96	138.35	135.68	117.68
Peso del suelo seco + tara	g.	133.68	125.73	120.3	103.02
Peso de tara	g.	28.8	31.08	28.86	29.25
Peso de agua	g.	10.28	12.62	15.37	14.86
Peso de suelo seco	g.	104.88	94.65	91.44	73.77
Contenido de agua	%	9.56	12.56	16.43	18.51
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.73	1.83	1.83	1.77

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.840**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**13.60**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruddemeyre Obilas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** Muestra natural
MUESTRA : **M-1**
PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	E2				A-2				F1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12508		12822		12165		12585		11821		12347	
Peso de molde (g)	8199		8199		8079		8079		7958		7958	
Peso del suelo húmedo (g)	4309		4623		4086		4506		3862		4389	
Volumen del molde (cc)	2082		2093		2052		2063		2021		2021	
Densidad húmeda (g/cc)	2.069		2.220		1.991		2.186		1.911		2.171	
% de humedad	13.95		21.37		13.64		24.10		13.39		27.24	
Densidad seca (g/cc)	1.816		1.829		1.752		1.770		1.685		1.706	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	145.10	145.1	4623	4623	171.7	171.7	4506	4506	188.24	188.2	4389.0	4389.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	130.45	130.5	4309	4309	155.5	155.5	4086	4086	180.61	180.6	3862.0	3862.0
Peso del Agua (gr.)	14.7	14.7	314.0	314.0	16.1	16.1	420.0	420.0	17.6	17.6	526.0	526.0
Peso del tarro (gr.)	28.46	28.46	0	0	37.2	37.16	0	0	49.91	49.91	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	105.0	105.0	4232.1	4232.1	118.4	118.4	4015.6	4015.6	131.7	131.7	3798.0	3798.0
% de humedad	13.95	13.95	21.37	21.37	13.64	13.64	24.10	24.10	13.39	13.39	27.24	27.24
Promedio de Humedad (%)	13.95		21.37		13.64		24.10		13.39		27.24	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
26/08/2024	14:3	0	1.1	0	0	1.45	0	0	1.8	0	0
27/08/2024	14:3	24	3	0.050		2.05	0.040		3.2	0.080	
28/08/2024	14:3	48	3.6	0.090		4.15	0.104		4.7	0.118	
29/08/2024	14:3	72	5.1	0.126		5.75	0.143		6.3	0.156	
30/08/2024	14:3	96	6.3	0.158		7.05	0.175		7.8	0.195	
			4.57	total	3.46	4.57	total	3.85	4.57	total	4.27

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº E2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº F1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		25	12			16	8			9	5		
1.270	0.050	1'00"		40	17			26	12			11	6		
1.910	0.075	1'30"		54	23			35	15			15	8		
2.540	0.100	2'00"	1000	69	28	22.4	2.2	43	19	18.5	1.9	20	10	9.6	1.0
3.810	0.150	3'00"		90	36			59	24			28	13		
5.080	0.200	4'00"	1500	111	44	44.4	3.0	74	30	30.5	2.0	35	16	15.9	1.1
6.350	0.250	5'00"		132	52			88	35			44	19		
7.620	0.300	6'00"		153	60			103	41			52	22		
10.160	0.400	8'00"		185	72			127	50			68	28		
12.700	0.500	10'00"		212	83			151	59			84	34		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

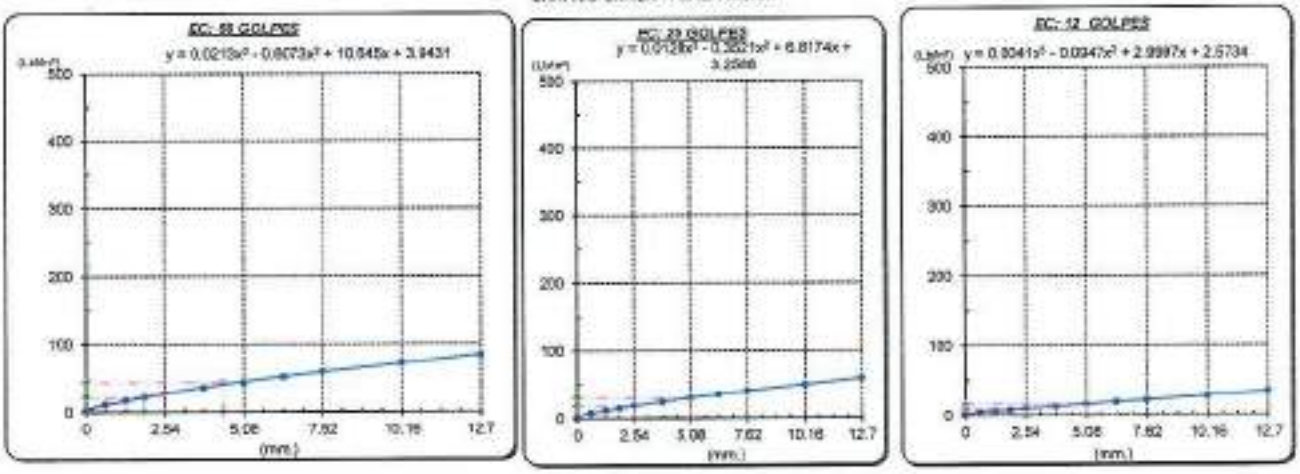


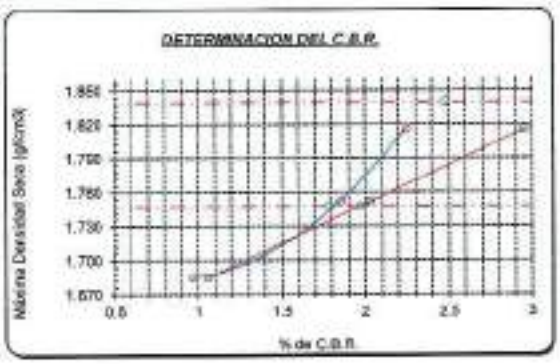
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.840 g./cm³				2.54 cm.		5.08 cm.	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.748 g./cm³	1.656	C.B.R. AL 100 % M.D.S.		2	%	3	%
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.60 %		C.B.R. AL 95 % M.D.S.		2	%	2	%

VALOR DEL C.B.R.





Henry Riveros Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 Muestra natural
MUESTRA : M-2

PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	E2				A-2				F1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12412		12893		12209		12423		12936		12213	
Peso de molde (g)	7959		7959		7981		7981		8026		8003	
Peso del suelo húmedo (g)	4453		4574		4228		4442		4003		4210	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2110		2110		2107		2107	
Densidad húmeda (g/cc)	2.108		2.213		2.004		2.105		1.900		1.998	
% de humedad	13.87		18.93		14.16		19.31		14.46		19.71	
Densidad seca (g/cc)	1.852		1.861		1.755		1.764		1.660		1.669	
HUMEDAD												
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	133.80	133.8	4674	4674	144.8	144.8	4442	4442	155.80	155.8	4210.0	4210.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	120.60	120.6	4453	4453	131.5	131.5	4228	4228	142.30	142.3	4003.0	4003.0
Peso del Agua (gr.)	13.2	13.2	221.0	221.0	13.4	13.4	214.0	214.0	13.5	13.5	207.0	207.0
Peso del tarro (gr.)	25.45	25.45	0	0	37.2	37.28	0	0	68.91	68.91	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	95.2	95.2	4372.0	4372.0	94.3	94.3	4155.1	4155.1	93.4	93.4	3997.6	3997.6
% de humedad	13.87	13.87	18.93	18.93	14.16	14.16	19.31	19.31	14.46	14.46	19.71	19.71
Promedio de Humedad (%)	13.87		18.93		14.16		19.31		14.46		19.71	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%
26/08/2024	14.3	0	0.4	0	0	0.65	0	0	0.9	0	0
27/08/2024	14.3	24	1.2	0.030		1.89	0.045		3.4	0.060	
28/08/2024	14.3	48	2.4	0.060		3.25	0.091		4.1	0.103	
29/08/2024	14.3	72	4.6	0.110		5.38	0.134		6.3	0.156	
30/08/2024	14.3	96	6.1	0.153		7.05	0.176		8	0.200	
			6.57	total	3.34	4.57	total	3.66	4.87	total	4.36

PENETRACIÓN			CARGA STAND	MOLDE N° E1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° F1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	Pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		25	12			17	8			9	5		
1.270	0.050	1'00"		45	19			29.5	13			14	8		
1.910	0.075	1'30"		64	26			43	18			21	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	84	34	25.7	2.6	55.5	23	20.9	2.1	27	12	12.3	1.2
3.810	0.150	3'00"		111	44			74.5	30			38	17		
5.080	0.200	4'00"	1900	138	54	50.1	3.3	93.5	37	36.3	2.4	49	21	20.9	1.4
6.350	0.250	5'00"		166	65			112.5	45			60	25		
7.620	0.300	6'00"		192	75			131.5	52			71	29		
10.160	0.400	8'00"		228	89			155	62			89	36		
12.700	0.500	10'00"		264	103			186.5	73			105	43		

Henry Riveradeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

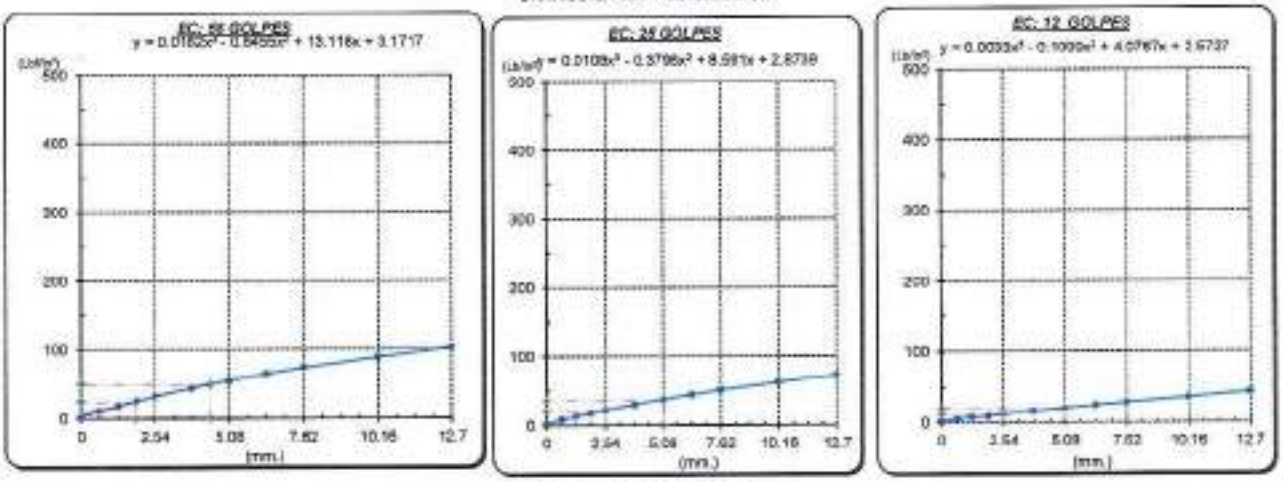


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.848 g /cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.748 g /cm³	1.656
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.66 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2	%	3	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 Muestra natural
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	E2				A-2				F1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12743		12881		12310		12645		11877		12009	
Peso de molde (g)	8305		8305		8057		8057		7808		7808	
Peso del suelo húmedo (g)	4438		4576		4253		4588		4069		4201	
Volumen del molde (cc)	2333		2112		2116		2116		2120		2120	
Densidad humeda (g/cc)	2.101		2.167		2.010		2.074		1.919		1.982	
% de humedad	14.01		17.17		14.60		17.93		15.09		18.39	
Densidad seca (g/cc)	1.843		1.849		1.754		1.758		1.668		1.674	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	128.00	128.0	4579	4579	150.6	150.6	4388	4388	173.20	173.2	4201.0	4201.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	115.40	115.4	4438	4438	136.2	136.2	4253	4253	156.80	156.8	4069.0	4069.0
Peso del Agua (gr.)	12.6	12.6	138.0	138.0	14.5	14.5	135.0	135.0	16.3	16.3	132.0	132.0
Peso del tarro (gr.)	25.45	25.45	0	0	37.2	37.15	0	0	48.91	48.91	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	90.0	90.0	4357.7	4357.7	99.0	99.0	4179.7	4179.7	108.0	108.0	4002.3	4002.3
% de humedad	14.01	14.01	17.17	17.17	14.60	14.60	17.93	17.93	15.09	15.09	18.39	18.39
Promedio de Humedad (%)	14.01		17.17		14.60		17.93		15.09		18.39	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
26/09/2024	14:3	0	0.9	0	0	1.35	0	0	1.7	0	0
27/09/2024	14:3	24	1.6	0.040		2.20	0.055		2.8	0.070	
28/09/2024	14:3	48	2.9	0.073		3.75	0.094		4.6	0.115	
29/09/2024	14:3	72	4.1	0.102		5.05	0.126		6	0.150	
30/09/2024	14:3	96	5.8	0.145		6.45	0.161		7.1	0.178	
			4.57	total	3.18	4.57	total	3.53	4.57	total	3.69

PENETRACIÓN														
PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº E2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº F1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		22	11			13	7			7	5		
1.270	0.050	1'00"		40	17			24	11			13	7		
1.910	0.075	1'30"		57	24			35	15			20	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	75	30	21.9	2.2	48	19	19.0	1.9	26	12	11.9	1.2
3.810	0.150	3'00"		97	39			63	26			37	16		
5.080	0.200	4'00"	1500	119	47	42.9	2.9	81	33	33.2	2.2	46	20	20.5	1.4
6.350	0.250	5'00"		141	55			99	39			59	24		
7.620	0.300	6'00"		163	64			117	46			76	29		
10.160	0.400	8'00"		194	76			142	56			89	36		
12.700	0.500	10'00"		225	88			167	66			106	43		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

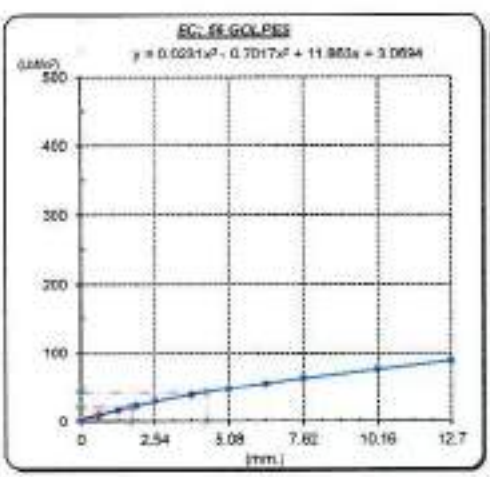
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

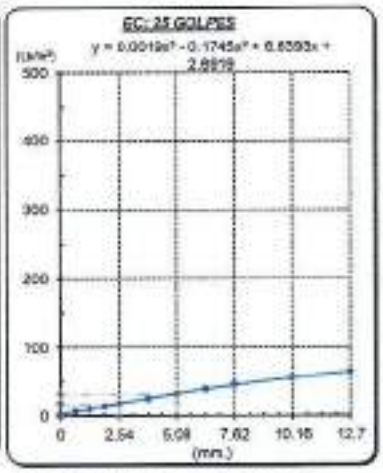
TESISTA	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





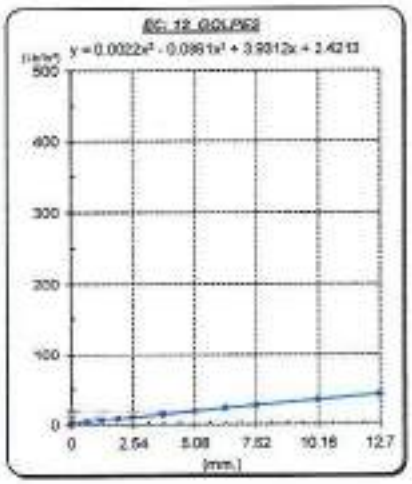


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.840 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.748 g/cm³	1.656
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.60 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2	%	3	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	2	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** Muestra natural
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

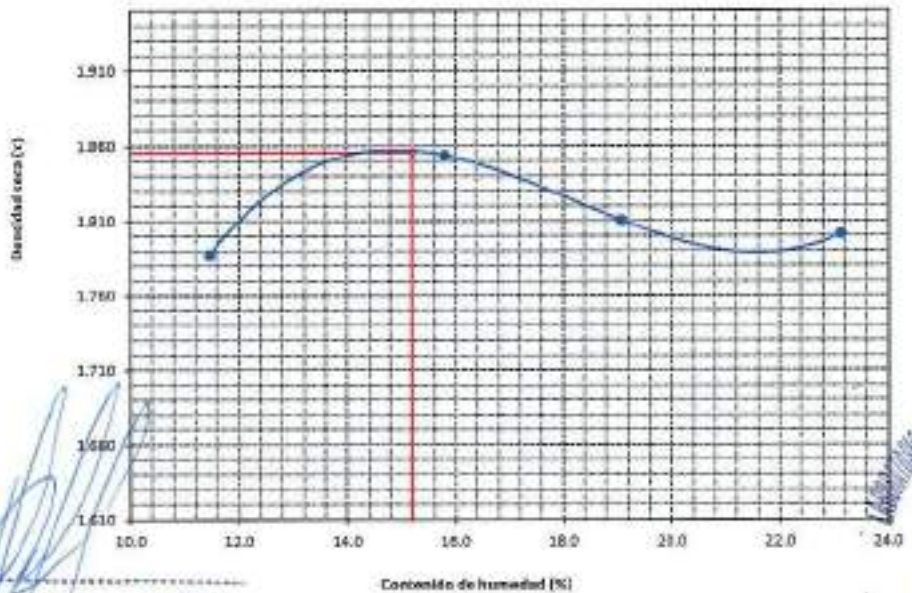
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	6400	6584	6595	6669
Peso del molde	g.	4029	4029	4029	4029
Peso del suelo húmedo compactado	g.	2371	2555	2566	2640
Volumen del molde	cm3	1190.00	1190.00	1190.00	1190.00
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.992	2.147	2.156	2.218

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	138.64	163.95	258.50	247.84
Peso del suelo seco + tara	g.	127.06	145.45	233.58	210.72
Peso de tara	g.	26.02	28.38	50.56	50.31
Peso de agua	g.	11.58	18.50	34.92	37.12
Peso de suelo seco	g.	101.04	117.07	183.02	160.41
Contenido de agua	%	11.5	15.8	19.1	23.1
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.788	1.854	1.811	1.802

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.856**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.20**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** Muestra natural
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

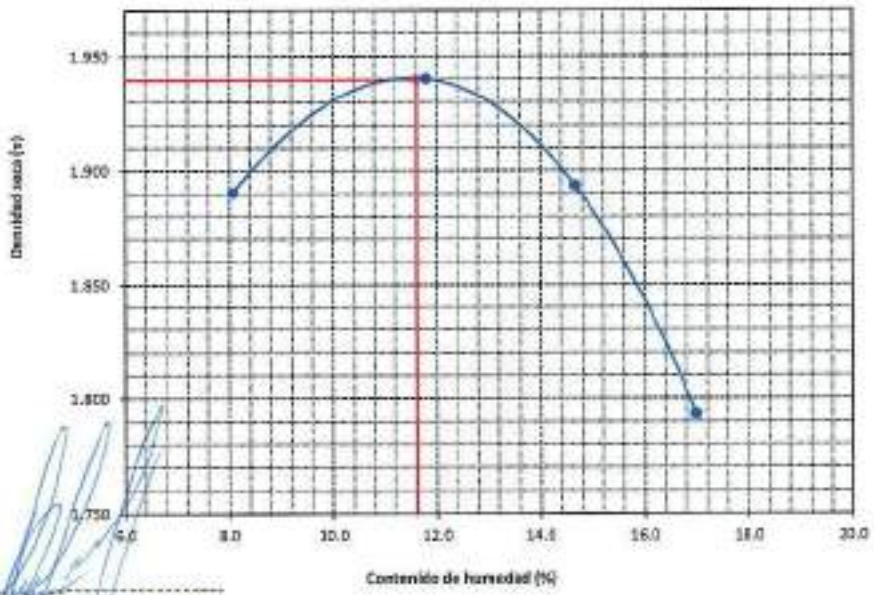
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5770	5557	5889	5821
Peso del molde	g.	3871	3871	3871	3871
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1899	2016	2018	1950
Volumen del molde	cm3	929.37	929.37	929.37	929.37
Peso del volumen húmedo	g/cm3	2.043	2.169	2.171	2.098

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	21.11	75.80	31.12	33.21
Peso del suelo seco + tara	g.	19.88	71.50	29.20	29.40
Peso de tara	g.	4.66	36.75	16.11	5.98
Peso de agua	g.	1.23	4.10	1.92	3.81
Peso de suelo seco	g.	15.22	34.75	13.09	22.42
Contenido de agua	%	8.1	11.8	14.7	17.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.891	1.940	1.894	1.793

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.940**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**11.60**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 Muestra natural
MUESTRA : M-3

PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

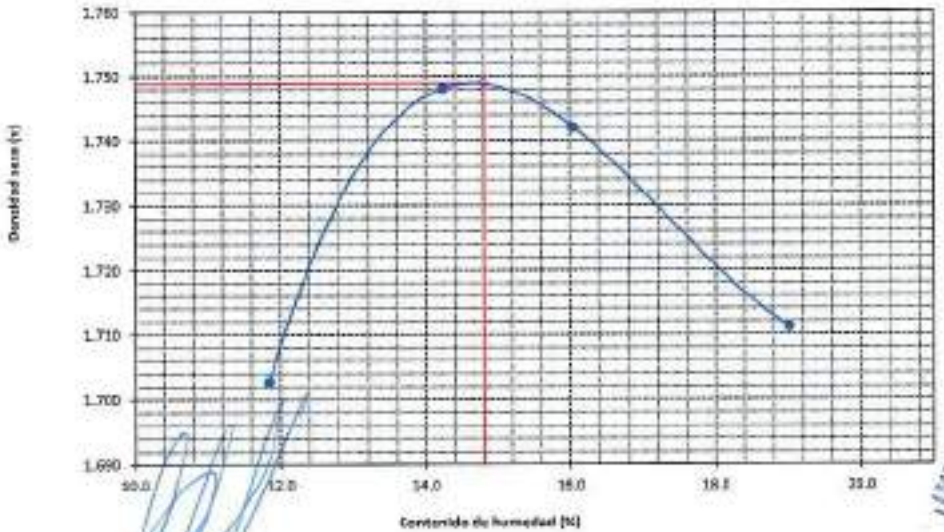
Número de ensayo		7	10	13	18
Peso del suelo + molde	g.	5960	6047	6070	6084
Peso del molde	g.	4173	4173	4173	4173
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1787	1874	1897	1911
Volumen del molde	cm3	938.32	938.32	938.32	938.32
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.904	1.997	2.022	2.037

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	58	51.70	100.58	82.74
Peso del suelo seco + tara	g.	51.94	48.75	90.58	56.65
Peso de tara	g.	17.67	28.04	26.27	25.66
Peso de agua	g.	4.06	2.95	10	5.89
Peso de suelo seco	g.	34.27	20.71	62.31	30.97
Contenido de agua	%	11.8	14.2	16.0	19.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.703	1.748	1.742	1.711

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.749**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**14.80**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Yerry Riva Obiticas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energia modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** Muestra natural
MUESTRA : **M-1**
PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

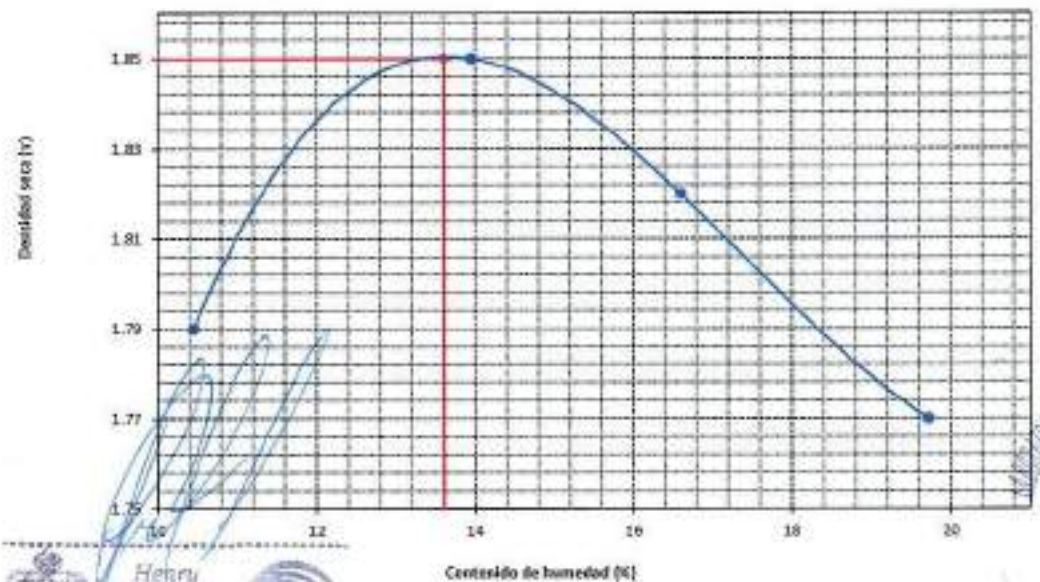
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	6043.33	6172.67	6184.67	6191.33
Peso del molde	g.	4024.33	4024.33	4024.33	4024.33
Peso del suelo húmedo compactado	g.	2019	2148.33	2160.33	2167
Volumen del molde	cm3	1019.23	1019.23	1019.23	1019.23
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.98	2.1	2.12	2.12

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.92	97.08	133.4	114.6
Peso del suelo seco + tara	g.	66.29	88.57	117.79	98.99
Peso de tara	g.	16.12	31.06	31.65	27.72
Peso de agua	g.	5.62	8.52	15.61	15.61
Peso de suelo seco	g.	50.18	57.51	86.14	71.27
Contenido de agua	%	10.46	13.95	16.6	19.72
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.79	1.85	1.82	1.77

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.850**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**13.60**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA C-3 Muestra natural
MUESTRA M-1 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	12				A-2				11			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	13027		13135		12943		13179		12858		13222	
Peso de molde (g)	8589		8589		8743		8743		8897		8897	
Peso del suelo húmedo (g)	4438		4546		4200		4436		3961		4325	
Volumen del molde (cc)	2099		2099		2095		2095		2097		2097	
Densidad húmeda (g/cc)	2.115		2.166		2.005		2.117		1.889		2.062	
% de humedad	13.76		16.24		13.64		19.35		13.55		22.89	
Densidad seca (g/cc)	1.859		1.863		1.764		1.774		1.663		1.678	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	158.09	158.1	4546	4546	145.9	145.9	4436	4436	133.66	133.7	4325.0	4325.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	142.4	142.4	4438	4438	131.8	131.8	4200	4200	121.1	121.1	3961.0	3961.0
Peso del Agua (gr.)	15.7	15.7	108.0	108.0	14.1	14.1	236.0	236.0	12.6	12.6	364.0	364.0
Peso del tarro (gr.)	28.36	28.36	0	0	28.4	28.4	0	0	28.40	28.4	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	114.0	114.0	4357.0	4357.0	103.4	103.4	4127.2	4127.2	92.7	92.7	3896.2	3896.2
% de humedad	13.76	13.76	16.24	16.24	13.64	13.64	19.35	19.35	13.55	13.55	22.89	22.89
Promedio de Humedad (%)	13.76		16.24		13.64		19.35		13.55		22.89	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
30/08/2024	14.3	0	0.52	0	0	0.6	0	0	0.68	0	0
31/08/2024	14.3	24	2.7	0.068		2.8	0.070		2.9	0.073	
1/09/2024	14.3	48	3.5	0.088		3.7	0.093		3.8	0.096	
2/09/2024	14.3	72	4.1	0.103		4.35	0.109		4.6	0.115	
3/09/2024	14.3	96	7.1	0.178		7.65	0.191		8.2	0.205	
			4.57	total	3.69	4.57	total	4.19	4.57	total	4.49

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº 11			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		41	18			23	11			15	8		
1.270	0.050	1'00"		65	27			52	22			34	11		
1.910	0.075	1'30"		87	35			65	27			33	15		
2.540	0.100	2'00"	1000	109	43	37.5	3.7	76	31	28.5	2.8	40	17	17.6	1.8
3.810	0.150	3'00"		155	61			83	33			55	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	204	80	74.7	5.0	124	49	49.6	3.3	66	27	27.4	1.8
6.350	0.250	5'00"		255	99			142	56			77	31		
7.620	0.300	6'00"		312	122			189	70			87	35		
10.160	0.400	8'00"		407	159			216	82			105	42		
12.700	0.500	10'00"		527	208			216	84			129	51		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

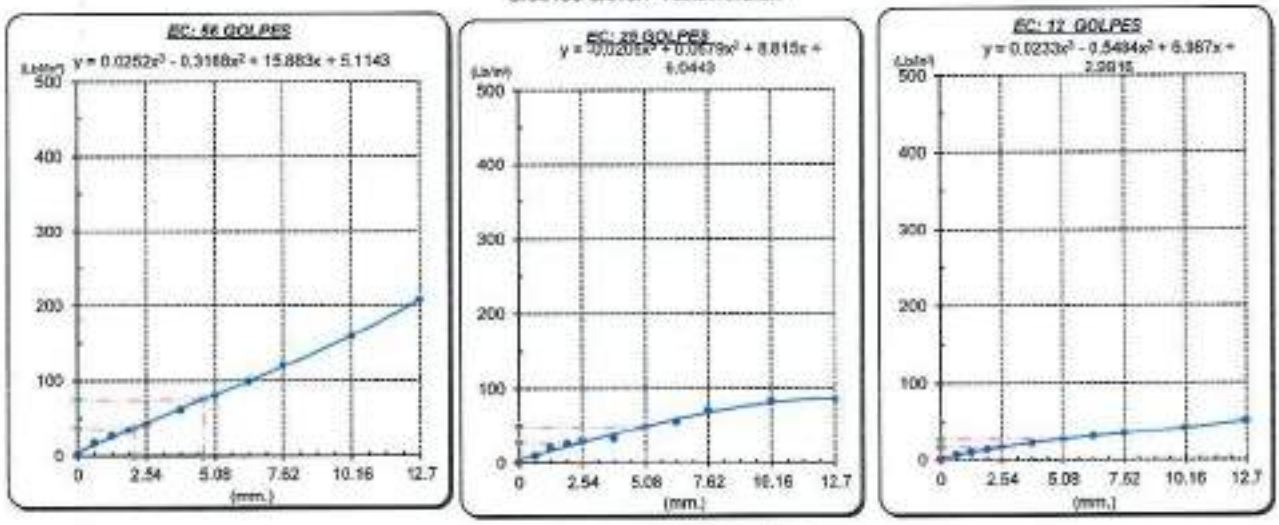


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

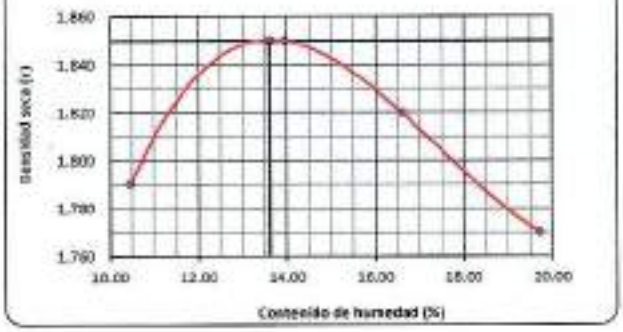
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.850 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.758 g./cm³	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.60 %	

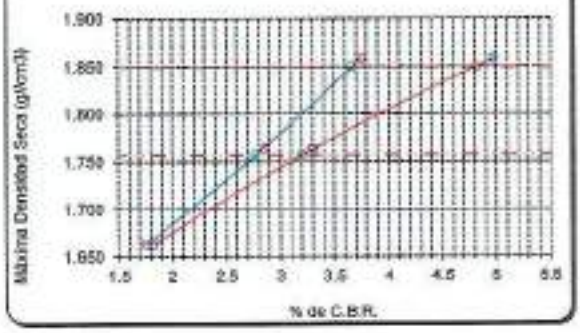
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

CALICATA C-3 Muestra natural
MUESTRA M-2 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	12		A-2		11	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12785	12873	12456	12692	12147	12511
Peso de molde (g)	8305	8305	8223	8223	8140	8140
Peso del suelo húmedo (g)	4480	4568	4233	4469	4007	4371
Volumen del molde (cc)	2105	2105	2095	2095	2112	2112
Densidad húmeda (g/cc)	2.119	2.170	2.021	2.133	1.897	2.070
% de humedad	13.89	16.35	14.37	20.05	15.05	24.28
Densidad seca (g/cc)	1.860	1.866	1.767	1.777	1.649	1.665

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	127.60	127.6	4568	4568	119.1	119.1	4469	4469	110.60	110.6	4371.0	4371.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	115.6	115.5	4460	4460	107.2	107.2	4233	4233	98.8	98.8	4007.0	4007.0
Peso del Agua (gr.)	12.1	12.1	108.0	108.0	11.9	11.9	236.0	236.0	11.8	11.8	364.0	364.0
Peso del tarro (gr.)	28.36	28.36	0	0	24.4	24.4	0	0	20.40	20.4	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	87.1	87.1	4378.5	4378.5	82.8	82.8	4159.5	4159.5	78.4	78.4	3942.0	3942.0
% de humedad	13.89	13.89	16.35	16.35	14.37	14.37	20.05	20.05	15.05	15.05	24.25	24.25
Promedio de Humedad (%)	13.89		16.35		14.37		20.05		15.05		24.28	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
30/08/2024	14.3	0	0.53	0	0	0.52	0	0	0.7	0	0
31/08/2024	14.3	24	1.2	0.030		1.89	0.046		3.5	0.053	
1/09/2024	14.3	48	3.9	0.073		3.53	0.089		4.3	0.105	
2/09/2024	14.3	72	4	0.100		4.85	0.121		5.7	0.143	
3/09/2024	14.3	96	6.2	0.155		6.8	0.170		7.4	0.185	
			4.57	total	3.39	4.57	total	3.72	4.57	total	4.05

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº 11			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		37	16			29	11			12	7		
1.270	0.050	1'00"		61	26			42	16			22	11		
1.910	0.075	1'30"		86	36			59	24			31	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	110	44	35.7	3.6	76	31	30.1	3.0	41	18	17.1	1.7
3.810	0.150	3'00"		151	59			103	41			55	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	192	75	69.9	4.7	131	51	52.4	3.5	69	28	28.7	1.9
6.350	0.250	5'00"		233	91			158	62			82	33		
7.620	0.300	6'00"		274	107			186	72			97	39		
10.160	0.400	8'00"		336	131			227	88			117	46		
12.700	0.500	10'00"		399	156			268	104			137	54		

Henry Rupedenyo Delitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

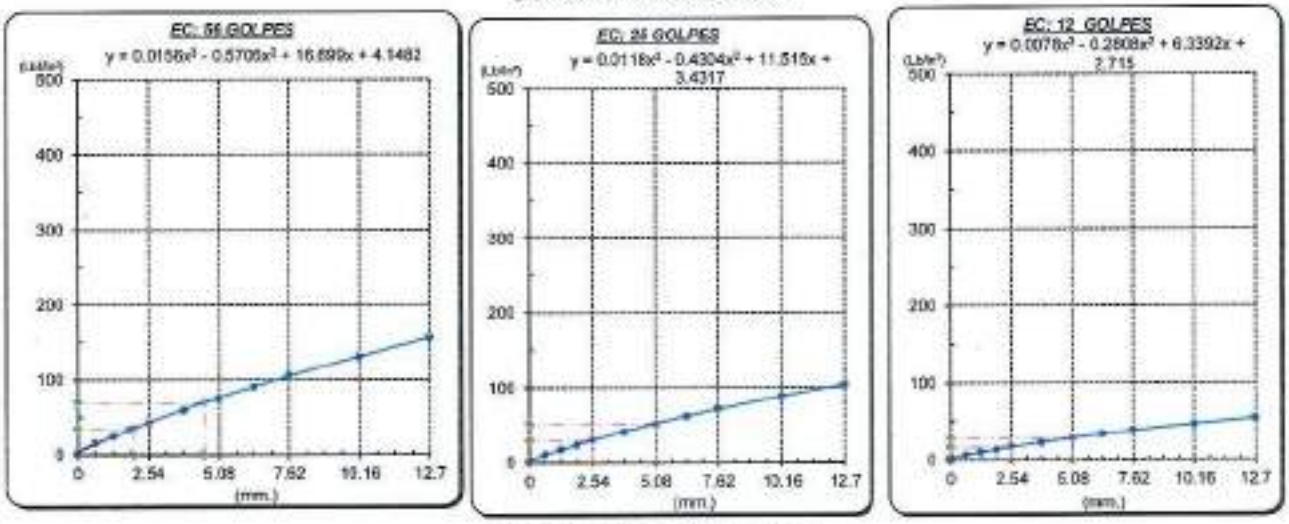


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

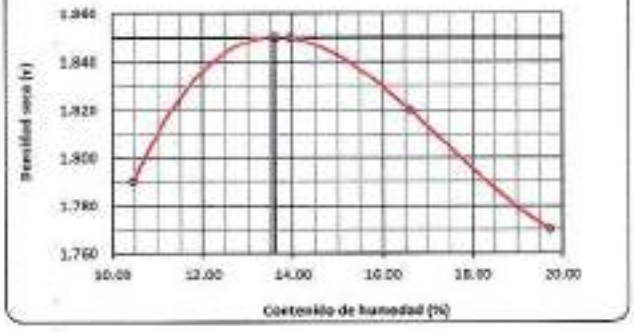
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.850 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.758 g./cm³	1.665
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.60 %	

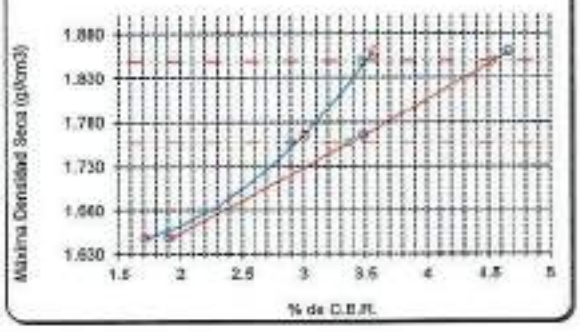
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Ruaderrigo Obilas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

CALICATA C-3 Muestra natural
MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	12				A-2				11			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo humedo	12651		12779		12319		12518		11987		12236	
Peso de molde (g)	8187		8187		8095		8095		8003		8003	
Peso del suelo húmedo (g)	4464		4592		4224		4423		3984		4233	
Volumen del molde (cc)	2105		2105		2095		2095		2107		2107	
Densidad húmeda (g/cc)	2.121		2.181		2.016		2.111		1.891		2.019	
% de humedad	13.95		16.87		13.90		16.70		14.01		20.87	
Densidad seca (g/cc)	1.861		1.867		1.770		1.779		1.659		1.670	

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	97.60	97.6	4592	4592	106.6	105.6	4423	4423	113.60	113.6	4253.0	4253.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	90.4	90.4	4464	4464	96.3	96.3	4224	4224	102.1	102.1	3984.0	3984.0
Peso del Agua (gr.)	7.2	7.2	128.0	128.0	9.3	9.3	199.0	199.0	11.5	11.5	269.0	269.0
Peso del tarro (gr.)	38.8	38.8	0	0	29.4	29.4	0	0	20.00	20	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	51.6	51.5	4382.4	4382.4	66.9	66.9	4150.5	4150.5	82.1	82.1	3919.0	3919.0
% de humedad	13.95	13.86	16.87	16.87	13.90	13.90	16.70	16.70	14.01	14.01	20.87	20.87
Promedio de Humedad (%)	13.90		16.87		13.90		16.70		14.01		20.87	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
30/08/2024	14.3	0	0.61	0	0	0.91	0	0	1.2	0	0
31/08/2024	14.3	24	1.9	0.046		2.17	0.054		2.64	0.061	
1/09/2024	14.3	48	3	0.076		3.71	0.094		4.6	0.113	
2/09/2024	14.3	72	4.1	0.103		4.95	0.124		5.8	0.145	
3/09/2024	14.3	96	5.9	0.148		6.49	0.161		7	0.175	
			4.57	total	3.23	4.57	total	3.53	4.57	total	3.83

PENETRACIÓN				PENETRACION											
				MOLDE Nº 12				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº 11			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		38	17			26	12			13	7		
1.270	0.050	1'00"		68	28			46	19			23	11		
1.910	0.075	1'30"		97	39			66	27			34	15		
2.540	0.100	2'00"	1000	127	50	41.3	4.1	86	34	33.8	3.4	44	19	18.7	1.9
3.810	0.150	3'00"		173	68			118	47			63	26		
5.080	0.200	4'00"	1500	219	85	80.6	5.4	151	59	60.1	4.0	82	33	33.5	2.2
6.350	0.250	5'00"		265	103			183	72			101	40		
7.620	0.300	6'00"		311	121			219	84			120	47		
10.160	0.400	8'00"		375	146			261	101			146	57		
12.700	0.500	10'00"		439	172			306	119			172	67		

Henry Rivadeneyra Obiticas
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

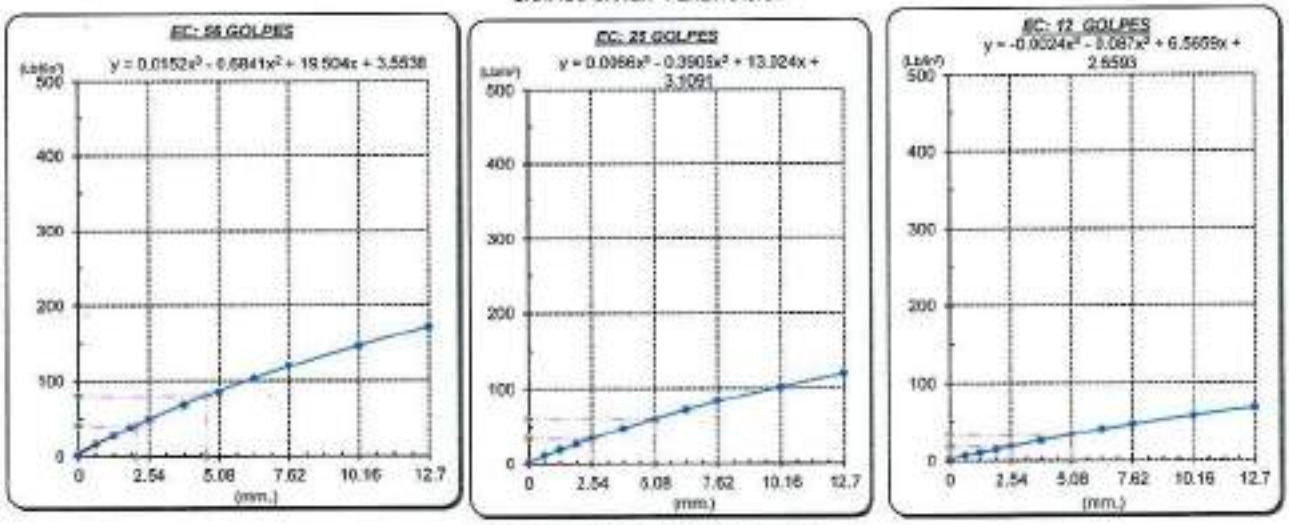


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

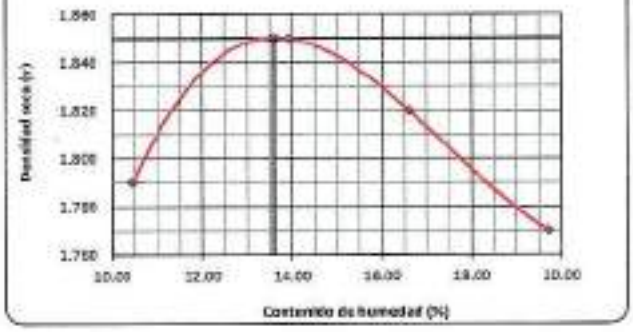
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.850 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.758 g/cm³	1.865
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.60 %	

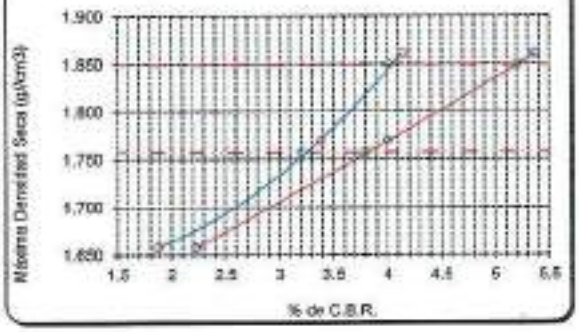
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4 %	5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	4 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Readerly Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAD**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

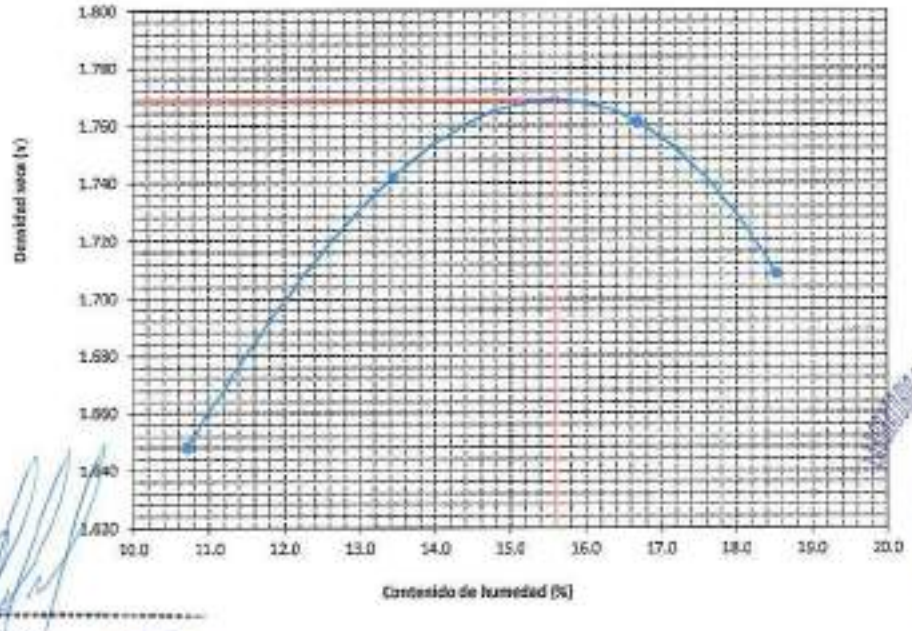
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5574	5711	5782	5755
Peso del molde	g.	3926	3926	3926	3926
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1648	1785	1856	1829
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.825	1.976	2.055	2.025

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	168.1	105.37	129.90	112.94
Peso del suelo seco + tara	g.	156.57	95.97	116.94	100.89
Peso de tara	g.	48.9	26.03	39.27	35.82
Peso de agua	g.	11.53	9.40	12.96	12.05
Peso de suelo seco	g.	107.67	69.94	77.67	65.07
Contenido de agua	%	10.7	13.4	16.7	18.5
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.648	1.742	1.761	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.769**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.60**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAE**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

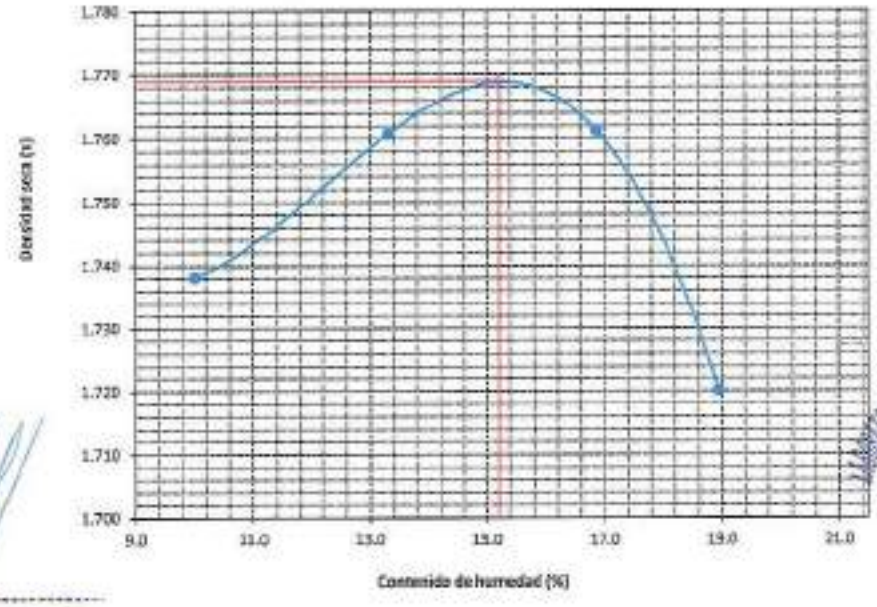
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5653	5728	5785	5774
Peso del molde	g.	3926	3926	3926	3926
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1727	1802	1859	1848
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.912	1.995	2.058	2.046

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	62.79	66.97	68.97	64.34
Peso del suelo seco + tara	g.	58.77	61.27	61.70	57.10
Peso de tara	g.	18.6	18.43	18.57	18.88
Peso de agua	g.	4.02	5.70	7.27	7.24
Peso de suelo seco	g.	40.17	42.84	43.13	38.22
Contenido de agua	%	10.0	13.3	16,9	18.9
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.738	1.761	1.761	1.720

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.769**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.20**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obitus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAE**
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

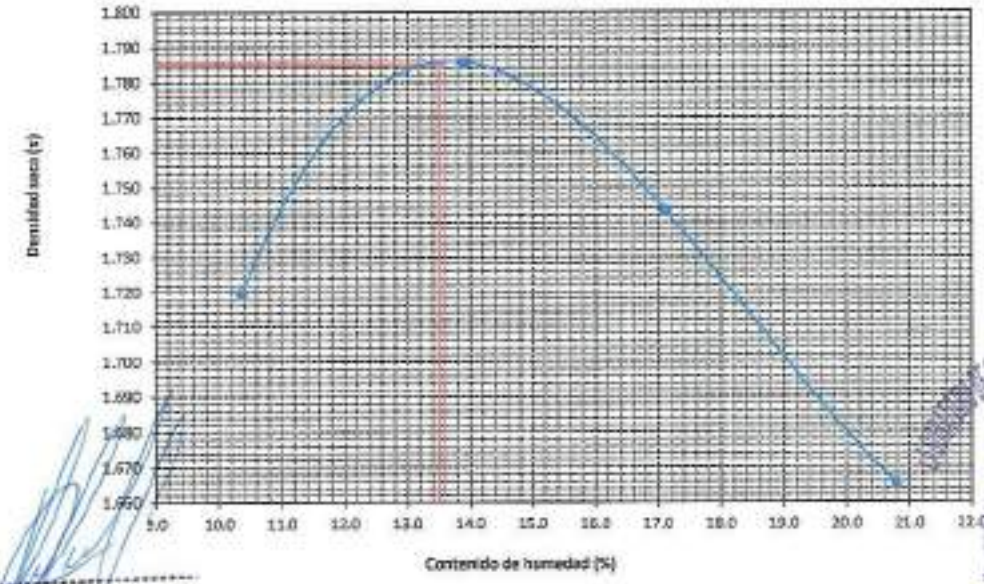
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5690	5813	5820	5793
Peso del molde	g.	3976	3976	3976	3976
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1714	1837	1844	1817
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.898	2.034	2.042	2.012

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	86.9	95.60	78.90	96.50
Peso del suelo seco + tara	g.	80.5	89.00	70.00	83.00
Peso de tara	g.	18.68	41.52	18.00	18.06
Peso de agua	g.	6.40	6.60	8.9	13.5
Peso de suelo seco	g.	61.82	47.48	52	64.92
Contenido de agua	%	10.4	13.9	17.1	20.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.720	1.786	1.743	1.665

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.785**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**13.50**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riveldemaro Obllos
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAC**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

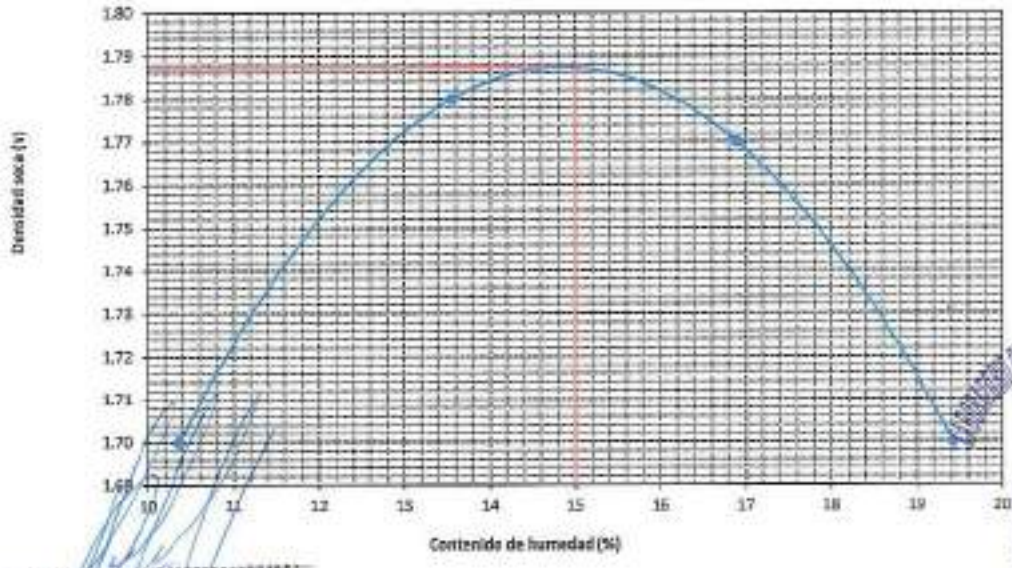
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5639	5751	5796	5774
Peso del molde	g.	3942.67	3942.67	3942.67	3942.67
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1696.33	1808	1853	1831.33
Volumen del molde	cm3	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.88	2	2.05	2.03

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	105.93	89.31	92.59	91.26
Peso del suelo seco + tara	g.	98.61	82.08	82.88	80.33
Peso de tara	g.	28.73	28.66	25.28	24.26
Peso de agua	g.	7.32	7.23	9.71	10.93
Peso de suelo seco	g.	69.89	53.42	57.6	56.07
Contenido de agua	%	10.36	13.55	16.89	19.42
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.70	1.78	1.77	1.70

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.787**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.00**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Piualtenvyru Oblitas
Ec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				I1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12294		12746		12574		12568		11853		12389	
Peso de molde (g)	8166		8166		8136		8136		8036		8106	
Peso del suelo húmedo (g)	4128		4580		3938		4432		3747		4283	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2119		2119		2113		2113	
Densidad húmeda (g/cc)	1.944		2.156		1.859		2.092		1.773		2.027	
% de humedad	9.22		20.36		9.59		22.35		9.90		24.44	
Densidad seca (g/cc)	1.779		1.791		1.696		1.710		1.613		1.629	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	69.23	69.3	4580	4580	74.6	74.6	4431.5	4431.5	79.87	79.7	4283.0	4283.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	65.03	65.0	4128	4128	69.6	69.6	3937.5	3937.5	74.15	74.2	3747.0	3747.0
Peso del Agua (gr.)	4.3	4.3	452.0	452.0	4.9	4.9	494.0	494.0	5.5	5.5	536.0	536.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.5	18.5	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	46.4	46.4	4056.8	4056.8	51.1	51.1	3871.8	3871.8	55.7	55.7	3687.5	3687.5
% de humedad	9.22	9.22	20.36	20.36	9.59	9.59	22.35	22.35	9.90	9.90	24.44	24.44
Promedio de Humedad (%)	9.22		20.36		9.59		22.35		9.90		24.44	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/09/2024	14.3	0	0.80	0	0	0.75	0	0	1.00	0	0
06/09/2024	14.3	24	1.20	0.030		1.25	0.034		1.55	0.038	
07/09/2024	14.3	48	3.10	0.078		4.15	0.104		5.20	0.130	
08/09/2024	14.3	72	5.40	0.135		6.20	0.155		7.00	0.175	
09/09/2024	14.3	96	10.10	0.253		9.55	0.239		9.00	0.225	
			4.57	total	5.53	4.57	total	5.23	4.57	total	4.93

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° I1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		27	12			18	9			8	5		
1.270	0.050	1'00"		54	23			33	15			15	8		
1.910	0.075	1'30"		75	30			48	20			21	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	88	36	31.1	3.1	61	25	24.9	2.5	28	12	11.8	1.2
3.810	0.150	3'00"		134	53			85	34			35	15		
5.080	0.200	4'00"	1500	166	66	60.8	4.1	106	42	42.6	2.8	44	19	19.0	1.3
6.350	0.250	5'00"		200	78			126	50			52	22		
7.620	0.300	6'00"		236	92			148	58			60	25		
10.160	0.400	8'00"		295	115			184	72			73	30		
12.700	0.500	10'00"		360	139			226	86			84	34		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

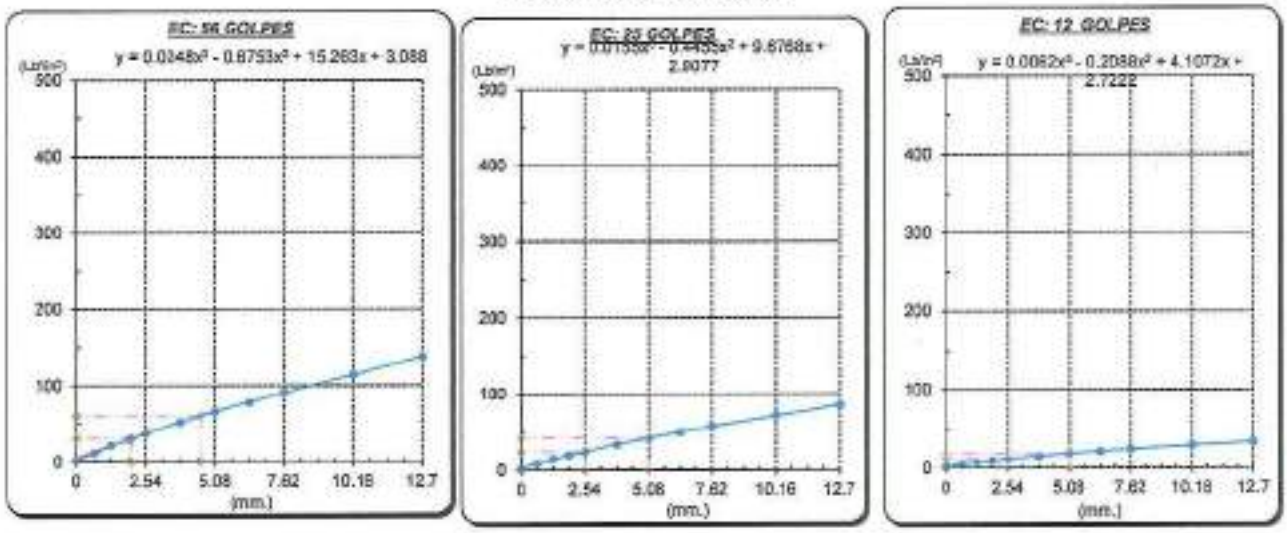


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g./cm³	1.60865
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

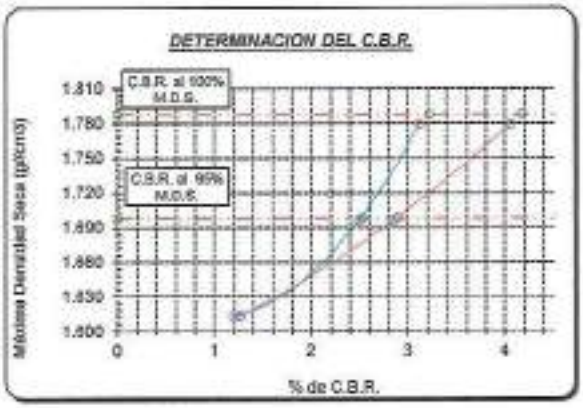
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obitus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-Z PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

	G3		A-2		C1	
N° Molde						
N° Capa	5		5		5	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12319	12878	12040	12496	11760	12314
Peso de molde (g)	8205	8203	8174	8174	8145	8145
Peso del suelo húmedo (g)	4115	4675	3866.5	4322	3615	4169
Volumen del molde (cc)	2134	2134	2125	2125	2115	2115
Densidad húmeda (g/cc)	1.928	2.097	1.819	2.034	1.709	1.971
% de humedad	9.65	18.52	9.41	21.42	9.18	24.74
Densidad seca (g/cc)	1.758	1.769	1.663	1.675	1.566	1.580

HUMEDAD

Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	72.21	72.2	4675	4675	72.4	72.4	4322	4322	72.53	72.5	4169.0	4169.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	67.49	67.5	4116	4116	67.8	67.8	3865.5	3865.5	68.02	68.0	3615.0	3615.0
Peso del Agua (gr.)	4.7	4.7	559.0	559.0	4.6	4.6	456.5	456.5	4.5	4.5	554.0	554.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.73	19.73	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	48.9	48.9	4044.8	4044.8	49.0	49.0	3802.3	3802.3	49.1	49.1	3559.3	3559.3
% de humedad	9.66	9.66	18.52	18.52	9.41	9.41	21.42	21.42	9.18	9.18	24.74	24.74
Promedio de Humedad (%)	9.66		18.52		9.41		21.42		9.18		24.74	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/09/2024	14.3	0	0.69	0	0	0.80	0	0	1.30	0	0
06/09/2024	14.3	24	1.38	0.034		2.08	0.052		2.80	0.070	
07/09/2024	14.3	48	2.38	0.060		2.68	0.067		3.30	0.075	
08/09/2024	14.3	72	3.48	0.086		3.33	0.083		3.80	0.050	
09/09/2024	14.3	96	4.23	0.105		4.63	0.115		5.30	0.125	
			4.57	total	2.32	4.57	total	2.53	4.57	total	2.74

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° G3 CARGA Lect. Dial	MOLDE N° G3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE N° G3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE N° G3 CORRECCIÓN %	MOLDE N° A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE N° A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE N° A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE N° A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE N° G1 CARGA Lect. Dial	MOLDE N° G1 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE N° G1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE N° G1 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		37	12			19	9			8	5		
1.270	0.050	1'00"		61	21			33	15			15	8		
1.910	0.075	1'30"		69	28			45	19			20	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	88	34	26.8	2.7	68	23	22.9	2.3	24	12	11.7	1.2
3.810	0.150	3'00"		117	46			76	31			30	15		
5.080	0.200	4'00"	1500	148	58	52.7	3.5	95	38	38.6	2.6	43	18	18.4	1.2
6.350	0.250	5'00"		179	70			114	45			49	23		
7.620	0.300	6'00"		208	82			133	52			57	24		
10.160	0.400	8'00"		279	107			173	68			71	29		
12.700	0.500	10'00"		344	134			214	83			82	33		

Henry Rivademeyra Obligas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARRO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2023

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

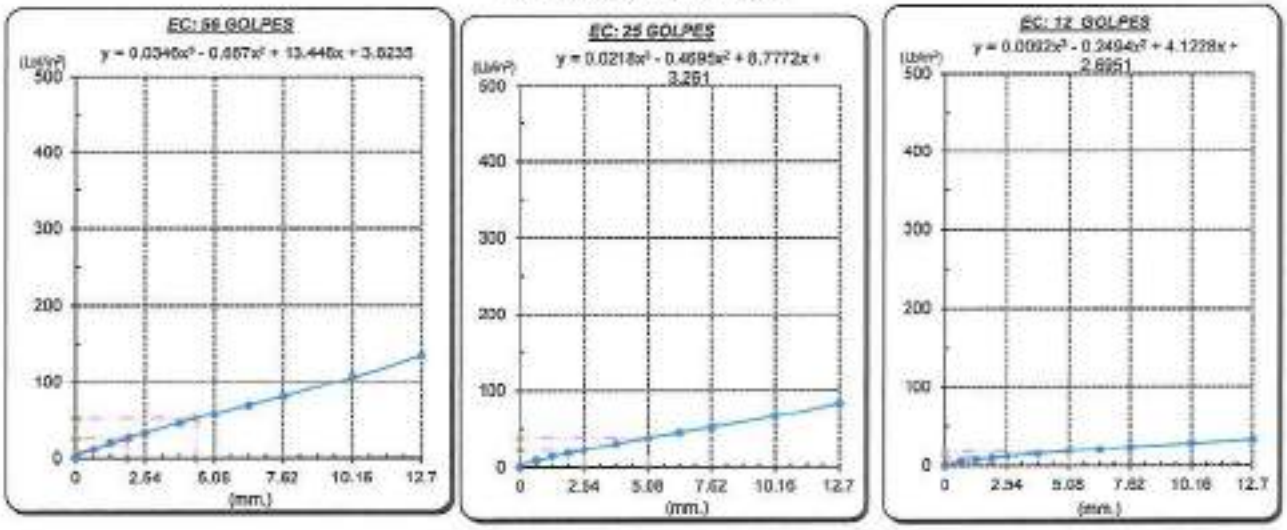


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g./cm³	1.60665
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

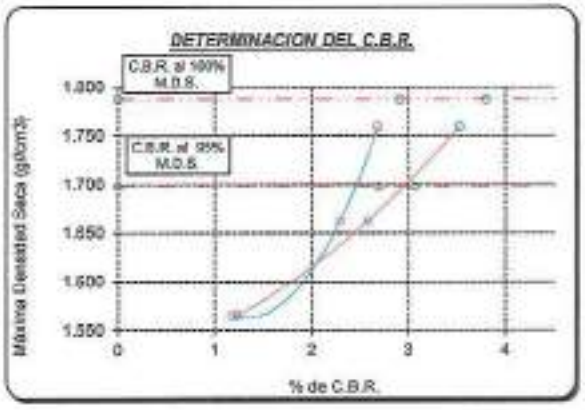
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Riveldeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	H3		A-2		I1	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12257	12680	12079	12473	11900	12270
Peso de molde (g)	8140	8140	8164	8164	8187	8187
Peso del suelo húmedo (g)	4117	4540	3915	4312	3713	4083
Volumen del molde (cc)	2112	2112	2109	2109	2105	2105
Densidad húmeda (g/cc)	1.949	2.150	1.857	2.045	1.764	1.940
% de humedad	9.73	20.18	10.04	20.34	10.35	20.48
Densidad seca (g/cc)	1.777	1.789	1.687	1.699	1.598	1.610

HUMEDAD

Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	71.22	71.2	4540	4540	72.2	72.2	4311.5	4311.5	73.13	73.1	4083.0	4083.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.55	66.6	4117	4117	67.3	67.3	3915	3915	68.00	68.0	3713.0	3713.0
Peso del Agua (gr.)	4.7	4.7	423.0	423.0	4.9	4.9	396.5	396.5	5.1	5.1	370.0	370.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	48.0	48.0	4045.1	4045.1	48.8	48.8	3850.0	3850.0	49.6	49.6	3654.6	3654.6
% de humedad	9.73	9.73	20.18	20.18	10.04	10.04	20.34	20.34	10.35	10.35	20.48	20.48
Promedio de Humedad (%)	9.73		20.18		10.04		20.34		10.35		20.48	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/09/2024	14.3	0	0.68	0	0	0.67	0	0	1.08	0	0
06/09/2024	14.3	24	1.48	0.039		1.52	0.046		2.08	0.052	
07/09/2024	14.3	48	2.08	0.050		2.18	0.063		2.70	0.055	
08/09/2024	14.3	72	3.20	0.080		3.40	0.090		4.00	0.100	
09/09/2024	14.3	96	5.60	0.138		5.70	0.143		5.90	0.148	
			4.27	total	3.01	4.57	total	3.12	4.87	total	3.23

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº I1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'30"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		40	20			31	14			18	8		
1.270	0.050	1'00"		87	38			57	23			28	12		
1.910	0.075	1'30"		126	50			83	33			39	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	166	66	49.3	4.9	108	43	41.3	4.1	51	21	21.2	2.1
3.810	0.150	3'00"		215	83			142	56			73	30		
5.080	0.200	4'00"	1500	262	102	95.6	6.4	178	70	71.3	4.8	90	36	36.3	2.5
6.350	0.250	5'00"		310	121			214	83			117	46		
7.620	0.300	6'00"		359	140			249	97			139	55		
10.160	0.400	8'00"		420	164			296	116			176	69		
12.700	0.500	10'00"		481	189			347	135			213	83		

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

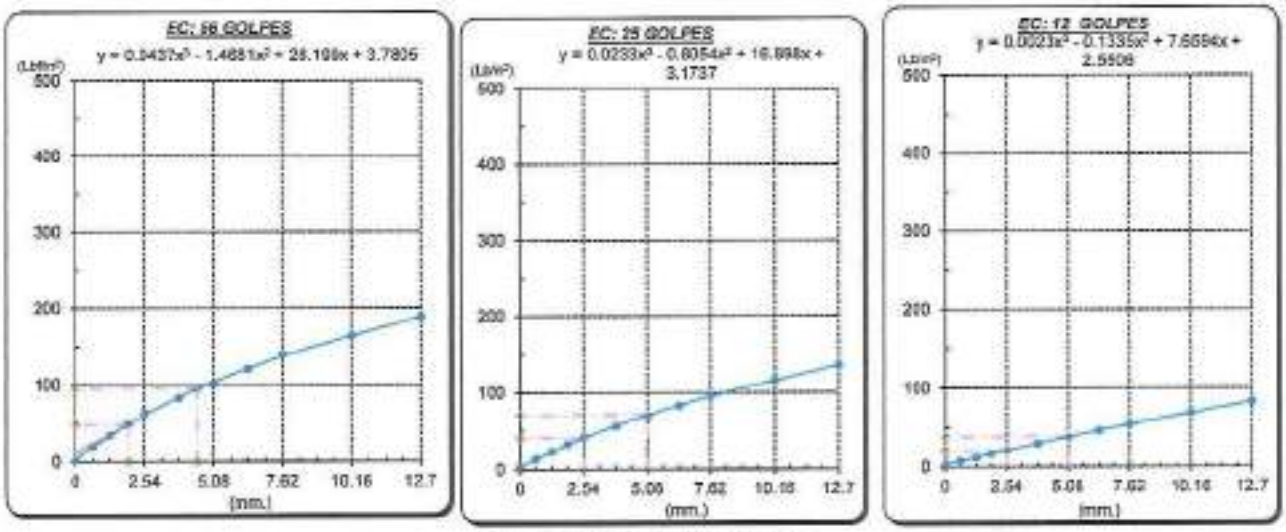


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.767 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.658 g/cm³	1.60886
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

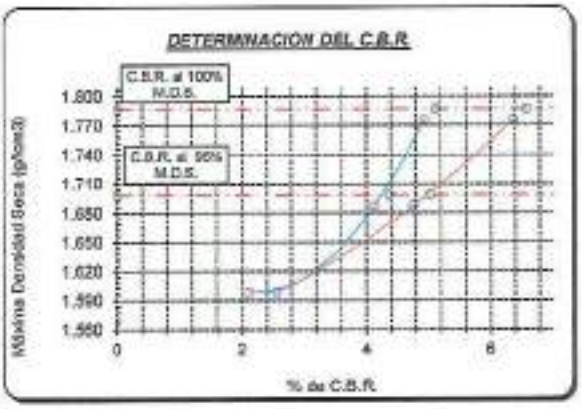
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.00 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R



Jenny Rivadeneyra Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-4 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				I1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12228		12697		12113		12550		11698		12403	
Peso de molde (g)	8140		8140		8223		8223		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	4088		4557		3891		4328		3993		4098	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2110		2110		2308		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	1.936		2.158		1.844		2.051		1.752		1.944	
% de humedad	9.22		20.89		9.57		20.99		9.94		21.08	
Densidad seca (g/cc)	1.772		1.785		1.683		1.695		1.594		1.606	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	71.50	71.5	4557	4557	71.4	71.4	4327.5	4327.5	71.32	71.3	4098.0	4098.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.75	66.8	4088	4088	66.7	66.7	3890.5	3890.5	66.55	66.6	3693.0	3693.0
Peso del Agua (gr.)	4.7	4.7	469.0	469.0	4.7	4.7	437.0	437.0	4.8	4.8	405.0	405.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	17.08	17.08	0	0	18.54	18.54	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	51.2	51.2	4016.8	4016.8	49.6	49.6	3826.1	3826.1	48.0	48.0	3635.1	3635.1
% de humedad	9.22	9.22	20.89	20.89	9.57	9.57	20.99	20.99	9.94	9.94	21.08	21.08
Promedio de Humedad (%)	9.22		20.89		9.57		20.99		9.94		21.08	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/09/2024	14.3	0	0.44	0	0	0.58	0	0	0.66	0	0
06/09/2024	14.3	24	1.20	0.030		1.88	0.047		2.98	0.064	
07/09/2024	14.3	48	2.20	0.055		3.10	0.078		4.00	0.100	
08/09/2024	14.3	72	4.40	0.110		4.80	0.120		5.20	0.130	
09/09/2024	14.3	96	5.00	0.125		5.75	0.144		6.60	0.165	
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.15	4.57	total	3.56

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° I1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		48	20			31	14			14	6		
1.270	0.050	1'00"		90	38			63	26			35	14		
1.910	0.075	1'30"		142	56			92	37			44	19		
2.540	0.100	2'00"	1000	188	74	57.1	5.7	123	49	47.0	4.7	80	35	24.6	2.5
3.810	0.150	3'00"		244	96			166	65			88	35		
5.080	0.200	4'00"	1500	295	117	110.1	7.3	208	81	82.5	5.5	118	46	46.1	3.1
6.350	0.250	5'00"		345	139			248	97			142	56		
7.620	0.300	6'00"		418	160			291	113			171	67		
10.160	0.400	8'00"		488	192			350	137			211	82		
12.700	0.500	10'00"		563	224			418	160			251	98		

Henry Ruvademeyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

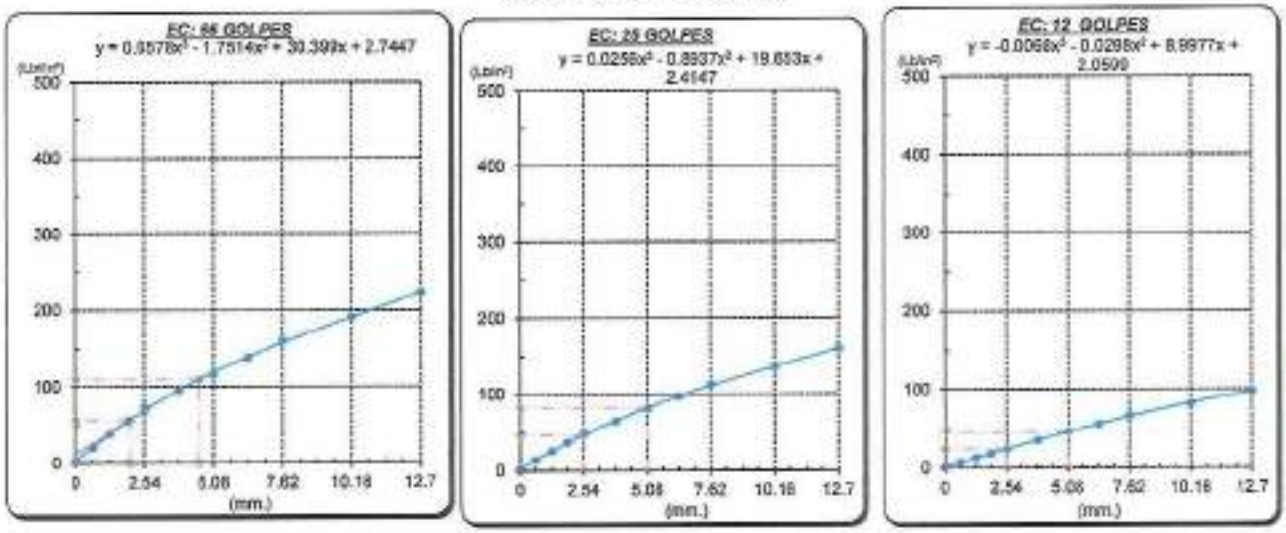


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g/cm³	1.60866
OPTINO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

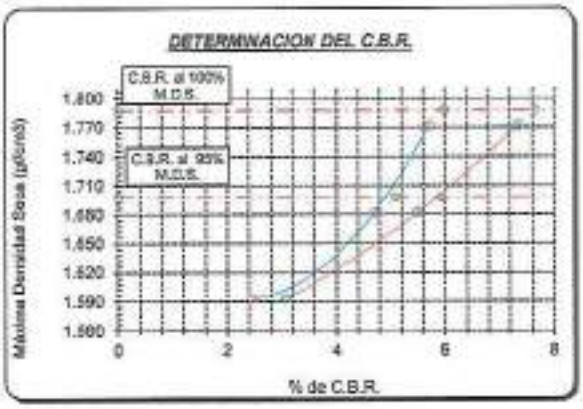
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	8	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-5 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	H3		A-2		H		
Nº Capa	5		5		5		
Nº Golpes por capa	56		25		12		
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12396	12766	12109	12508	11820	12250	
Peso de molde (g)	8305	8305	8223	8223	8140	8140	
Peso del suelo húmedo (g)	4093	4461	3887	4286	3680	4110	
Volumen del molde (cc)	2108	2108	2110	2110	2112	2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.942	2.116	1.842	2.031	1.742	1.946	
% de humedad	10.00	19.15	10.35	20.79	10.68	22.55	
Densidad seca (g/cc)	1.765	1.776	1.669	1.681	1.574	1.588	

HUMEDAD

Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.61	70.6	4461	4461	72.4	72.4	4285.5	4285.5	74.10	74.1	4110.0	4110.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	65.88	65.9	4093	4093	67.3	67.3	3886.5	3886.5	68.77	68.8	3680.0	3680.0
Peso del Agua (gr.)	4.7	4.7	368.0	368.0	5.0	5.0	399.0	399.0	5.3	5.3	430.0	430.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.73	18.73	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.3	47.3	4022.8	4022.0	48.6	48.6	3822.7	3822.7	49.9	49.9	3623.0	3623.0
% de humedad	10.00	10.00	19.15	19.15	10.35	10.35	20.79	20.79	10.68	10.68	22.55	22.55
Promedio de Humedad (%)	10.00		19.15		10.35		20.79		10.68		22.55	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
10/09/2024	14.3	0	1.68	0	0	1.68	0	0	2.28	0	0
11/09/2024	14.3	24	2.10	0.053		2.80	0.070		3.80	0.088	
12/09/2024	14.3	48	3.28	0.056		3.68	0.091		5.00	0.125	
13/09/2024	14.3	72	4.40	0.110		5.25	0.131		6.10	0.153	
14/09/2024	14.3	96	5.80	0.150		7.00	0.175		8.00	0.200	
			4.67	total	3.28	4.67	total	3.85	4.67	total	4.38

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº H3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº H3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº H3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº H3 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº H CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº H CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº H CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº H CORRECCIÓN %
0.030	0.000	0'00"		5	7			5	2			5	2		
0.640	0.025	0'30"		30	14			20	10			10	6		
1.270	0.050	1'00"		60	25			43	18			23	12		
1.910	0.075	1'30"		81	36			64	26			36	16		
2.540	0.100	2'00"	1000	122	48	42.5	4.3	83	34	33.1	3.3	46	20	19.0	1.9
3.810	0.150	3'00"		172	67			117	46			61	26		
5.080	0.200	4'00"	1500	226	66	82.8	5.5	147	58	58.3	3.9	72	30	30.1	2.0
6.350	0.250	5'00"		266	134			175	68			84	34		
7.620	0.300	6'00"		316	123.4			205	80			94	38		
10.160	0.400	8'00"		374	146			244	95			113	45		
12.700	0.500	10'00"		432	169			283	110			131	52		

Henry Riveneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

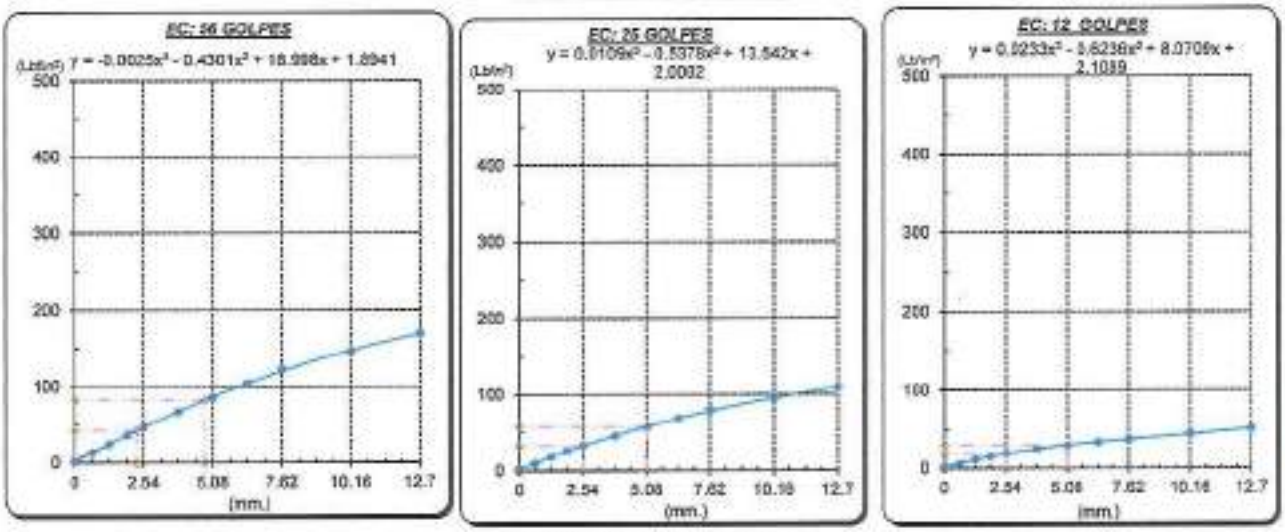


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.767 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.680 g/cm³	1.00000
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

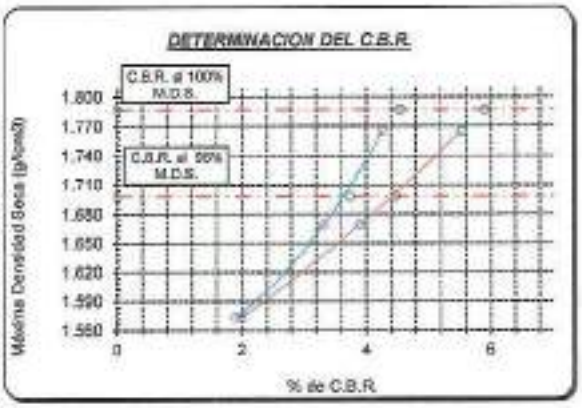
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-6 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	H3		A-2		I1	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12394	12593	12142	12330	11890	12189
Peso de molde (g)	8305	8305	8246	8246	8187	8187
Peso del suelo húmedo (g)	4089	4288	3896	4144	3703	4002
Volumen del molde (cc)	2108	2108	2107	2107	2105	2105
Densidad húmeda (g/cc)	1.940	2.033	1.850	1.967	1.759	1.901
% de humedad	9.57	14.45	9.76	16.22	9.96	18.17
Densidad seca (g/cc)	1.770	1.776	1.685	1.692	1.600	1.609

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	78.34	78.3	4285	4285	76.9	76.9	4143.5	4143.5	75.40	75.4	4002.0	4002.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	73.12	73.1	4089	4089	71.7	71.7	3896	3896	70.24	70.2	3703.0	3703.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	196.0	196.0	5.2	5.2	247.5	247.5	5.2	5.2	299.0	299.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.58	0	0	18.51	18.51	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	54.5	54.6	4017.9	4017.9	53.2	53.2	3831.4	3831.4	51.8	51.8	3644.7	3644.7
% de humedad	9.57	9.57	14.46	14.45	9.76	9.76	16.22	16.22	9.96	9.96	18.17	18.17
Promedio de Humedad (%)	9.57		14.45		9.76		16.22		9.96		18.17	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
10/09/2024	14.3	0	0.78	0	0	1.06	0	0	1.28	0	0
11/09/2024	14.3	24	2.90	0.050		3.37	0.059		3.74	0.069	
12/09/2024	14.3	48	3.58	0.057		3.92	0.075		4.78	0.094	
13/09/2024	14.3	72	3.89	0.075		4.69	0.100		5.09	0.125	
14/09/2024	14.3	96	4.19	0.103		4.90	0.123		5.79	0.143	
			4.57	total	2.24	4.57	total	2.68	4.57	total	3.12

PENETRACION

PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº I1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		26	12			18	9			8	6		
1.270	0.050	1'00"		31	21			39	16			20	10		
1.910	0.075	1'30"		76	31			64	23			32	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	101	40	32.2	3.2	72	29	27.1	2.7	42	18	19.0	1.9
3.810	0.150	3'00"		123	52			96	38			58	24		
5.080	0.200	4'00"	1500	163	65	53.5	4.2	118	47	48.0	3.2	71	29	30.1	2.0
6.350	0.250	5'00"		190	77			140	56			82	33		
7.620	0.300	6'00"		229	89			160	53			91	36		
10.160	0.400	8'00"		279	106			194	76			109	43		
12.700	0.500	10'00"		237	92			181	71			124	49		

Henry Rivadeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

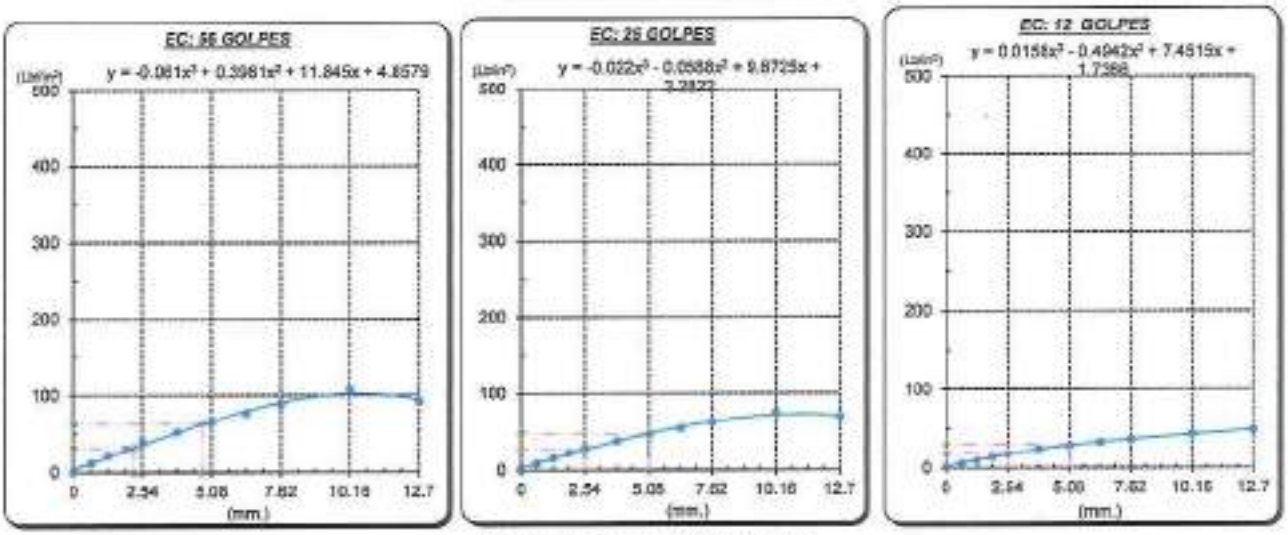


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

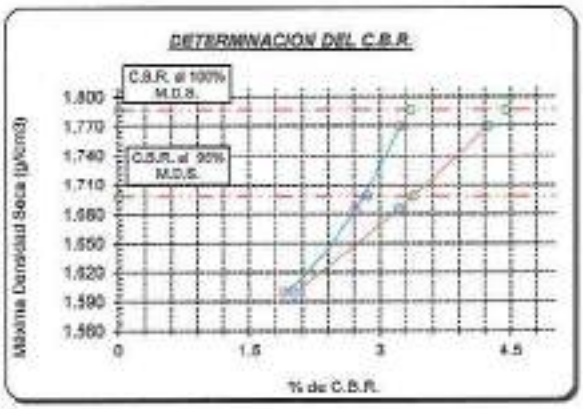
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g/cm³	1.80000
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%





Henry Ruddeneyru Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-7 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				I1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11755		12190		11795		12232		11834		12254	
Peso de molde (g)	7654		7654		7897		7897		8140		8140	
Peso del suelo húmedo (g)	4101		4536		3898		4335		3694		4114	
Volumen del molde (cc)	2114		2114		2113		2113		2112		2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.940		2.146		1.845		2.047		1.749		1.948	
% de humedad	9.44		20.23		9.63		20.79		9.83		21.38	
Densidad seca (g/cc)	1.773		1.785		1.682		1.695		1.592		1.605	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	74.23	74.2	4536	4536	74.1	74.1	4335	4335	74.05	74.1	4114.0	4114.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	69.43	69.4	4101	4101	69.3	69.3	3897.5	3897.5	69.07	69.1	3694.0	3694.0
Peso del Agua (gr.)	4.8	4.8	435.0	435.0	4.8	4.8	427.5	427.5	5.0	5.0	420.0	420.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.495	18.495	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	50.9	50.9	4029.6	4029.6	50.8	50.8	3833.0	3833.0	50.7	50.7	3636.1	3636.1
% de humedad	9.44	9.44	20.23	20.23	9.63	9.63	20.79	20.79	9.83	9.83	21.38	21.38
Promedio de Humedad (%)	9.44		20.23		9.63		20.79		9.83		21.38	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
10/09/2024	14.3	0	0.30	0	0	0.40	0	0	0.60	0	0
11/09/2024	14.3	24	1.00	0.025		1.32	0.030		1.42	0.036	
12/09/2024	14.3	48	1.90	0.048		2.12	0.053		2.34	0.059	
13/09/2024	14.3	72	2.16	0.054		2.42	0.061		2.69	0.067	
14/09/2024	14.3	96	2.49	0.067		2.99	0.072		3.19	0.078	
			4.27	total	1.47	4.27	total	1.58	4.67	total	1.79

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° I1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		27	12			23	10			14	8		
1.270	0.050	1'00"		48	20			39	17			30	14		
1.910	0.075	1'30"		71	29			58	24			44	19		
2.540	0.100	2'00"	1000	94	38	45.8	4.6	82	33	32.8	3.3	69	28	22.4	2.2
3.810	0.150	3'00"		170	70			130	53			91	39		
5.080	0.200	4'00"	1500	240	94	62.0	6.1	177	59	68.9	4.6	113	45	45.1	3.2
6.350	0.250	5'00"		294	116			214	84			134	53		
7.620	0.300	6'00"		343	135			281	101			178	69		
10.160	0.400	8'00"		426	171			326	127			218	84		
12.700	0.500	10'00"		511	205			323	126			134	49		

Henry Riudemeyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

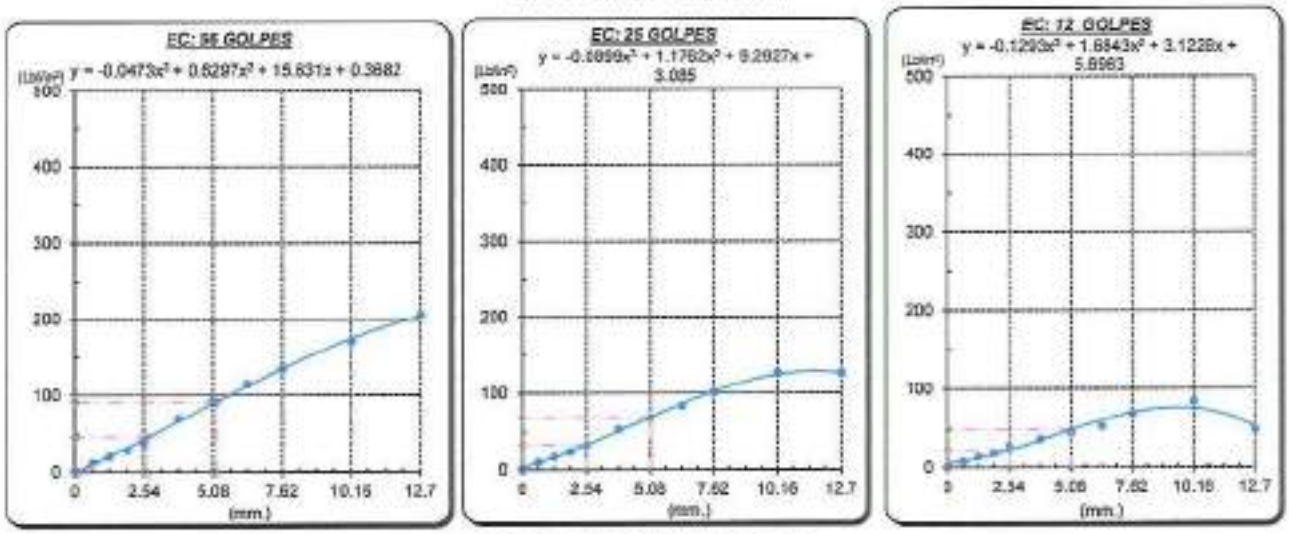


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g/cm³	1.69855
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	5 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI**
MUESTRA : M-8 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				I1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12236		12616		12257		12435		11878		12254	
Peso de molde (g)	8112		8112		8126		8126		8140		8140	
Peso del suelo húmedo (g)	4124		4504		3931		4309		3738		4114	
Volumen del molde (cc)	2116		2116		2114		2114		2112		2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.949		2.129		1.860		2.038		1.770		1.948	
% de humedad	9.83		19.20		10.35		20.13		10.92		21.14	
Densidad seca (g/cc)	1.775		1.786		1.685		1.697		1.596		1.608	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	73.20	73.2	4504	4504	71.7	71.7	4309	4309	70.16	70.2	4134.0	4134.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	68.34	68.3	4124	4124	66.7	66.7	3931	3931	66.07	66.1	3738.0	3738.0
Peso del Agua (gr.)	4.9	4.9	380.0	380.0	5.0	5.0	378.0	378.0	5.1	5.1	376.0	376.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.66	18.66	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	49.5	49.5	4052.1	4052.1	48.0	48.0	3865.9	3865.9	48.6	48.6	3679.3	3679.3
% de humedad	9.83	9.83	19.20	19.20	10.35	10.35	20.13	20.13	10.92	10.92	21.14	21.14
Promedio de Humedad (%)	9.83		19.20		10.35		20.13		10.92		21.14	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
10/05/2024	14.3	0	0.33	0	0	0.68	0	0	0.78	0	0
11/05/2024	14.3	24	1.12	0.033		1.08	0.032		1.22	0.031	
12/05/2024	14.3	48	1.50	0.048		2.01	0.050		2.13	0.053	
13/05/2024	14.3	72	2.02	0.073		3.01	0.075		3.10	0.078	
14/05/2024	14.3	96	3.49	0.085		4.20	0.105		5.00	0.125	
			4.27	total	1.86	4.27	total	2.30	4.97	total	2.74

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3 CARGA		MOLDE Nº H3 CORRECCIÓN		MOLDE Nº A-2 CARGA		MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN		MOLDE Nº I1 CARGA		MOLDE Nº I1 CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	7			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		35	15			22	11			10	6		
1.270	0.050	1'00"		59	28			46	20			24	11		
1.910	0.075	1'30"		103	41			71	29			39	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	128	53	45.9	4.9	94	38	36.9	3.7	52	22	21.3	2.1
3.810	0.150	3'00"		186	76			138	53			74	30		
5.080	0.200	4'00"	1500	234	99	96.5	6.4	179	68	68.0	4.0	98	38	38.4	2.5
6.350	0.250	5'00"		314	122			218	84			116	46		
7.620	0.300	6'00"		374	145			260	100			137	54		
10.160	0.400	8'00"		484	182			317	123			166	66		
12.700	0.500	10'00"		584	219			379	147			201	79		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

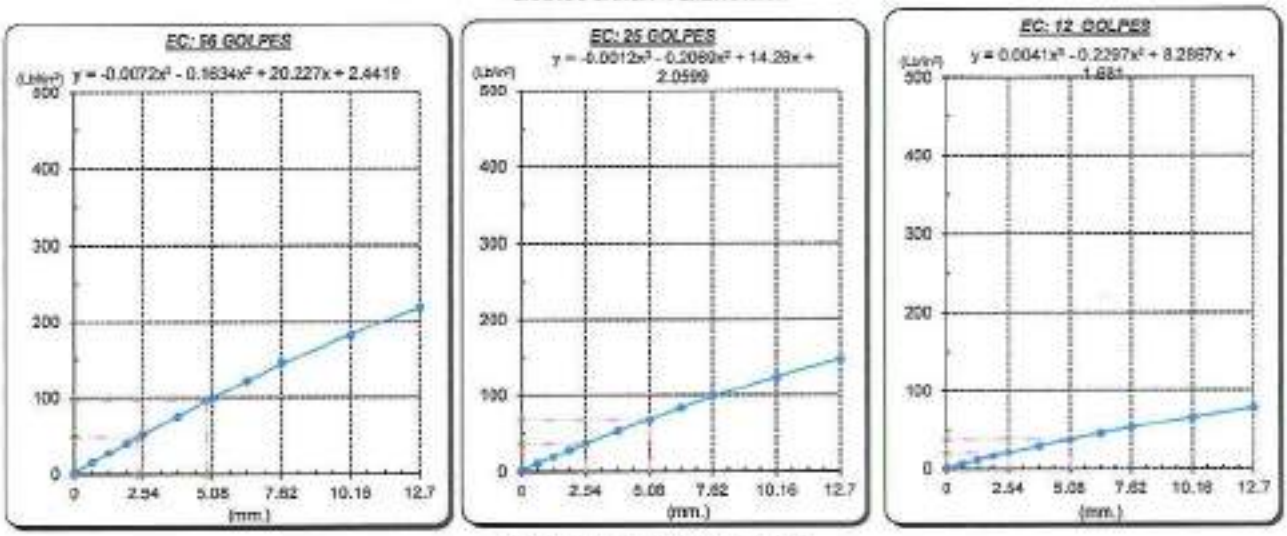


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g./cm³	1.00000
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-9 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				I1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12206		12571		12047		12425		11883		12278	
Peso de molde (g)	8126		8126		8157		8157		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	4074		4445		3890		4268		3706		4091	
Volumen del molde (cc)	2108		2108		2107		2107		2105		2105	
Densidad húmeda (g/cc)	1.933		2.109		1.847		2.026		1.761		1.943	
% de humedad	9.28		18.54		9.68		19.56		10.07		20.62	
Densidad seca (g/cc)	1.769		1.779		1.684		1.695		1.600		1.611	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-				-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	66.80	66.8	4445	4445	68.3	68.3	4268	4268	70.05	70.1	4061.0	4091.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.51	62.5	4074	4074	63.9	63.9	3890	3890	66.37	66.4	3706.0	3706.0
Peso del Agua (gr.)	4.1	4.1	371.0	371.0	4.4	4.4	378.0	378.0	4.7	4.7	385.0	385.0
Peso del tarro (gr.)	18.42	18.42	0	0	18.65	18.65	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.1	44.1	4003.2	4003.2	45.3	45.3	3825.6	3825.6	46.5	46.5	3647.7	3647.7
% de humedad	9.28	9.28	18.54	18.54	9.68	9.68	19.56	19.56	10.07	10.07	20.62	20.62
Promedio de Humedad (%)	9.28		18.54		9.68		19.56		10.07		20.62	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
16/09/2024	14.3	0	0.33	0	0	0.33	0	0	0.40	0	0
17/09/2024	14.3	24	0.66	0.017		0.87	0.022		1.05	0.027	
18/09/2024	14.3	48	1.56	0.039		1.83	0.046		2.08	0.052	
19/09/2024	14.3	72	2.00	0.050		2.10	0.053		2.20	0.055	
20/09/2024	14.3	96	2.39	0.059		2.63	0.066		2.96	0.073	
			4.57	total	1.20	4.57	total	1.44	4.57	total	1.59

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
				MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° I1			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		23	14			20	10			8	5		
1.270	0.050	1'00"		42	26			29	17			15	8		
1.910	0.075	1'30"		62	37			37	24			22	11		
2.540	0.100	2'00"	1000	121	68	40.4	4.0	76	31	30.0	3.0	29	14	13.6	1.4
3.810	0.150	3'00"		167	85			106	42			45	19		
5.080	0.200	4'00"	1500	213	83	78.8	5.3	136	53	54.1	3.6	59	24	24.6	1.6
6.350	0.250	5'00"		259	101			168	66			74	30		
7.620	0.300	6'00"		303	118			196	76			88	35		
10.160	0.400	8'00"		369	144			239	93			108	45		
12.700	0.500	10'00"		436	170			283	110			130	51		

Yehry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

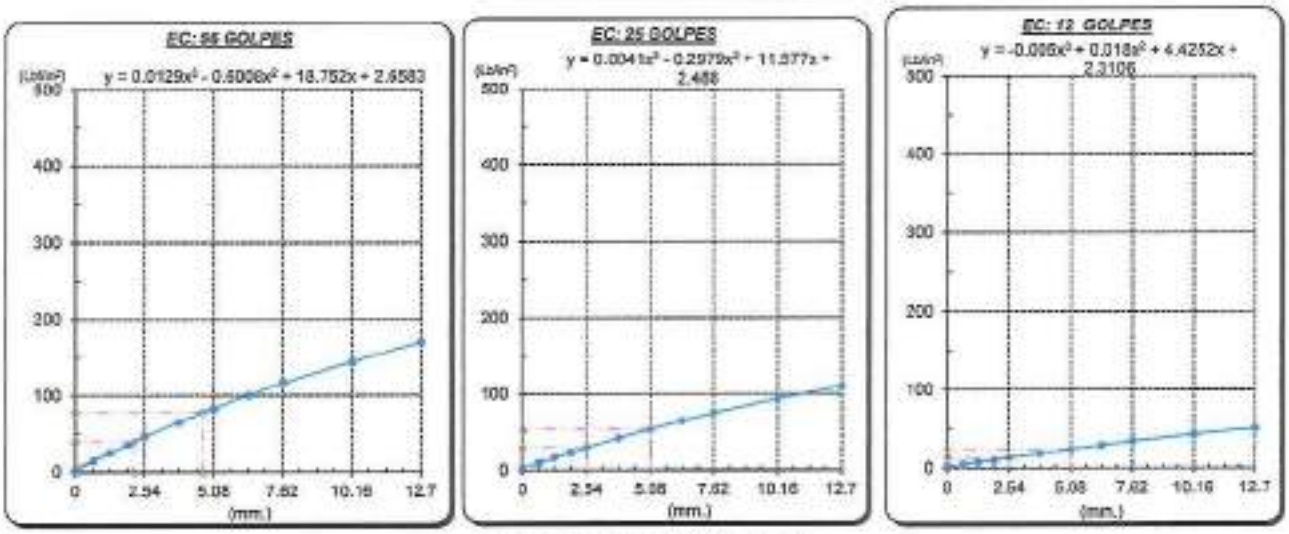


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.757 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.669 g./cm³	1.50000
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI**
MUESTRA : M-10 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				I1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12018		12454		11935		12376		11851		12297	
Peso de molde (g)	7903		7903		8045		8045		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	4115		4551		3890		4331		3664		4110	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2112		2112		2105		2105	
Densidad húmeda (g/cc)	1.942		2.148		1.842		2.050		1.741		1.952	
% de humedad	9.62		20.40		9.86		21.39		10.10		22.46	
Densidad seca (g/cc)	1.772		1.784		1.676		1.689		1.581		1.594	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo humedo (gr.)	67.43	67.4	4551	4551	66.4	66.4	4330.6	4330.6	68.36	69.4	4130.0	4130.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	63.17	63.2	4115	4115	63.9	63.9	3889.6	3889.6	64.70	64.7	3664.0	3664.0
Peso del Agua (gr.)	4.3	4.3	436.6	436.0	4.5	4.5	441.0	441.0	4.7	4.7	446.0	446.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.71	18.71	0	0	18.54	18.54	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.3	44.3	4043.4	4043.4	45.2	45.2	3825.4	3825.4	46.2	46.2	3607.0	3607.0
% de humedad	9.62	9.62	20.40	20.40	9.86	9.86	21.39	21.39	10.10	10.10	22.46	22.46
Promedio de Humedad (%)	9.62		20.40		9.86		21.38		10.10		22.46	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
18/09/2024	14.3	0	0.72	0	0	0.81	0	0	0.90	0	0
17/09/2024	14.3	24	1.40	0.035		1.75	0.044		2.15	0.056	
18/09/2024	14.3	48	2.42	0.061		2.71	0.068		3.00	0.075	
19/09/2024	14.3	72	3.30	0.083		3.88	0.089		3.82	0.096	
20/09/2024	14.3	96	4.00	0.100		4.30	0.105		4.90	0.115	
			4.57	total	2.18	4.57	total	2.35	4.57	total	2.52

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº I1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		36	16			22	11			8	5		
1.270	0.050	1'00"		62	28			37	16			13	7		
1.910	0.075	1'30"		87	39			59	24			20	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	133	52	47.3	4.7	83	33	32.6	3.3	33	14	14.9	1.5
3.810	0.150	3'00"		192	75			126	50			64	26		
5.080	0.200	4'00"	1500	240	94	93.6	6.2	159	62	65.6	4.4	79	32	35.4	2.4
6.350	0.250	5'00"		300	117			214	83			129	50		
7.620	0.300	6'00"		357	139			254	99			180	69		
10.160	0.400	8'00"		438	171			313	122			190	74		
12.700	0.500	10'00"		489	191			353	138			226	88		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

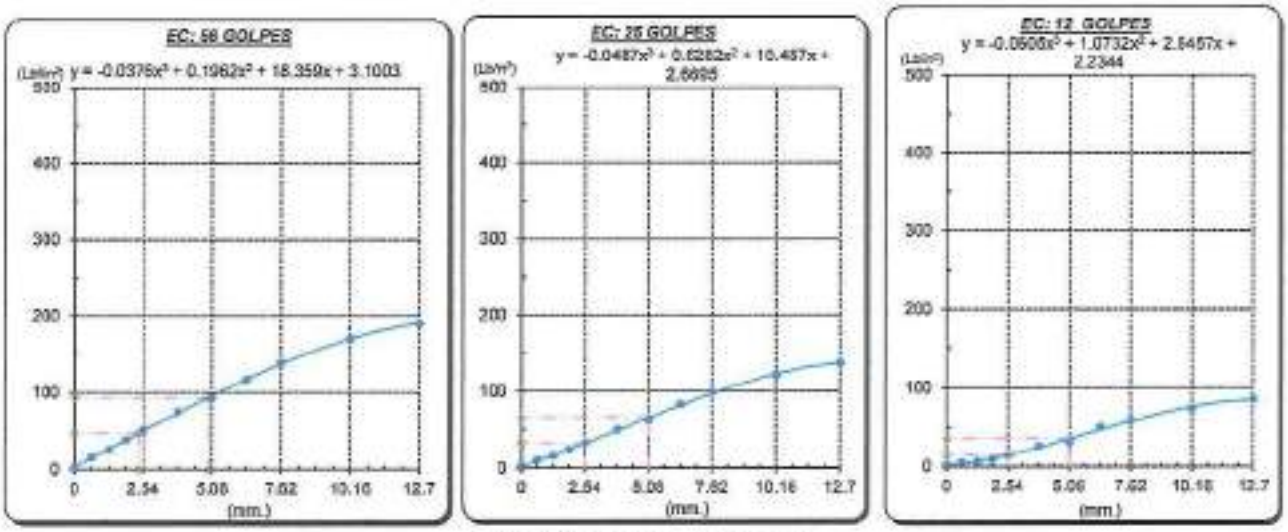


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.787 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.698 g/cm³	1.69500
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.00 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAD**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

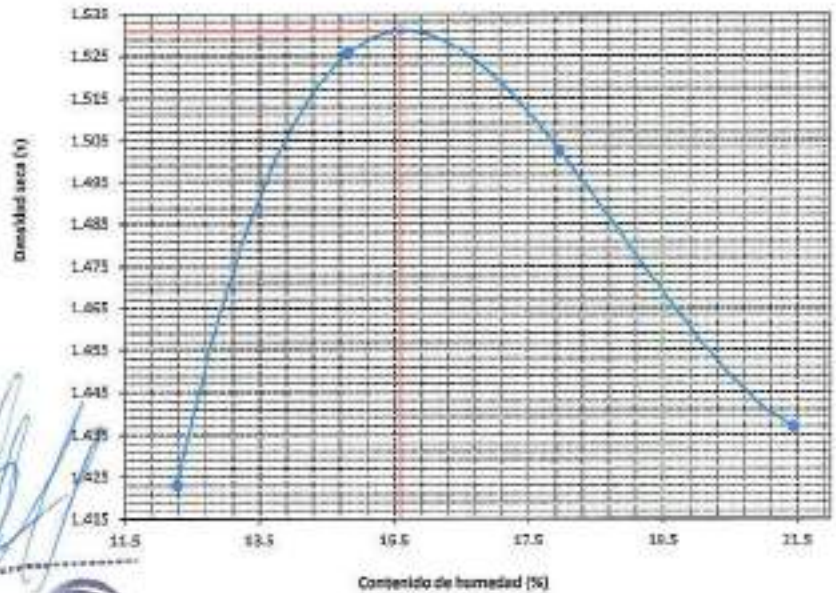
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5619	5768	5777	5752
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1443	1582	1601	1576
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.598	1.752	1.773	1.745

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	75.71	100.66	118.10	116.98
Peso del suelo seco + tara	g.	69.08	91.03	106.09	102.65
Peso de tara	g.	15.04	26.01	39.26	35.81
Peso de agua	g.	6.63	9.63	12.01	14.33
Peso de suelo seco	g.	54.04	65.02	66.83	66.84
Contenido de agua	%	12.3	14.8	18.0	21.4
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.423	1.526	1.503	1.437

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.531**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.60**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAC**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

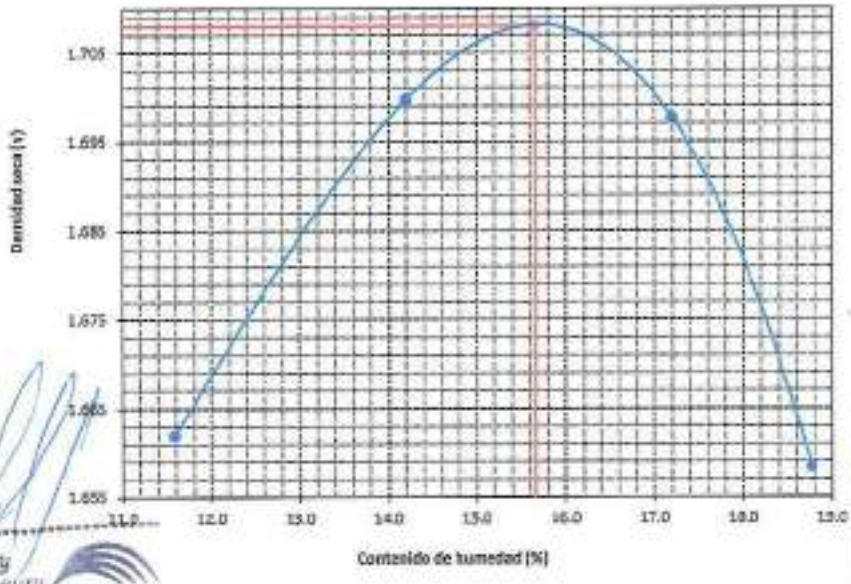
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5851	5929	5973	5955
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1675	1753	1797	1779
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.855	1.941	1.990	1.970

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	62.55	67.22	61.44	66.39
Peso del suelo seco + tara	g.	58.01	61.14	55.14	58.90
Peso de tara	g.	18.82	18.29	18.50	18.99
Peso de agua	g.	4.54	6.08	6.3	7.49
Peso de suelo seco	g.	39.19	42.85	36.64	39.91
Contenido de agua	%	11.6	14.2	17.2	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.662	1.700	1.698	1.658

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.708**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.66**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAE**
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

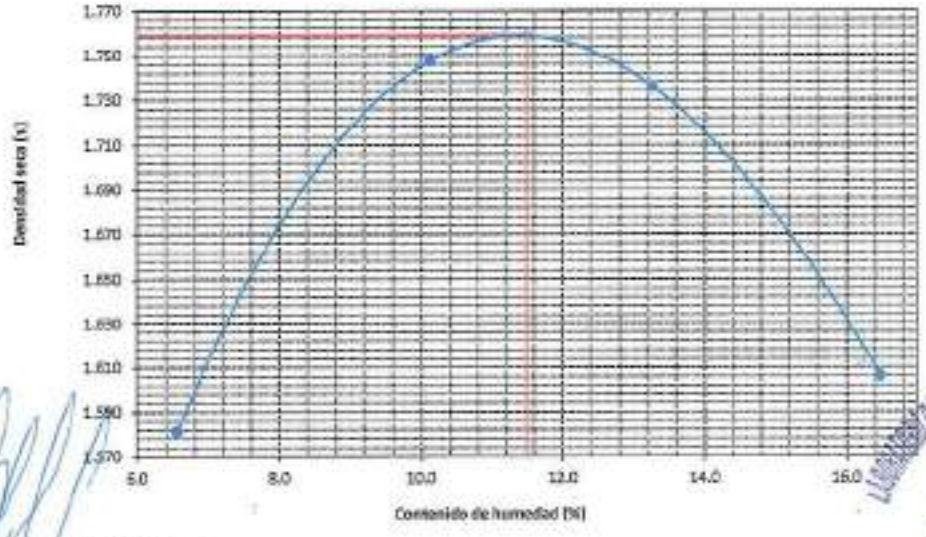
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5698	5914	5952	5886
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1522	1738	1776	1690
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.685	1.924	1.966	1.871

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	76.03	61.65	61.04	75.06
Peso del suelo seco + tara	g.	72.5	59.81	56.00	67.00
Peso de tara	g.	18.68	41.52	18.00	18.08
Peso de agua	g.	3.53	1.85	5.04	8.06
Peso de suelo seco	g.	53.82	18.29	38	48.92
Contenido de agua	%	6.6	10.1	13.3	16.5
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.581	1.748	1.736	1.606

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.759**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**11.50**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rhudemeyer Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAE**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

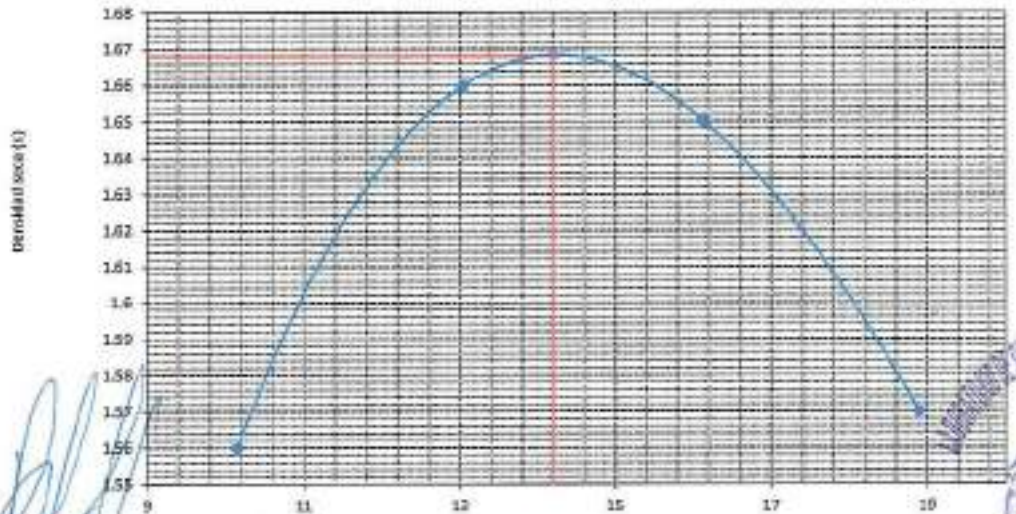
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5723	5867	5901	5858
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1547	1691	1725	1682
Volumen del molde	cm3	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.71	1.87	1.91	1.86

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.43	76.51	80.19	86.14
Peso del suelo seco + tara	g.	66.53	70.66	72.41	76.18
Peso de tara	g.	17.51	28.61	25.25	24.29
Peso de agua	g.	4.9	5.85	7.78	9.96
Peso de suelo seco	g.	49.02	42.05	47.16	51.89
Contenido de agua	%	10.14	13.04	16.14	18.89
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.56	1.66	1.65	1.57

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.668**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**14.20**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rioadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	C2		A-2		A3	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12212	12571	12077	12500	11941	12440
Peso de molde (g)	8149	8149	8306	8305	8462	8462
Peso del suelo húmedo (g)	4063	4422	3771	4200	3479	3978
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2095	2095	2113	2113
Densidad húmeda (g/cc)	1.917	2.087	1.800	2.005	1.646	1.883
% de humedad	13.54	22.53	13.29	24.85	13.03	27.58
Densidad seca (g/cc)	1.689	1.703	1.589	1.606	1.457	1.476

HUMEDAD

Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	65.61	65.6	4422	4422	64.9	64.9	4200	4200	64.16	64.2	3978.0	3978.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.0	60.0	4063	4063	59.5	59.5	3771	3771	58.94	58.9	3479.0	3479.0
Peso del Agua (gr.)	5.6	5.6	359.0	359.0	5.4	5.4	429.0	429.0	5.2	5.2	499.0	499.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.73	18.73	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	41.4	41.4	3995.5	3995.5	40.7	40.7	3712.0	3712.0	40.1	40.1	3428.1	3428.1
% de humedad	13.54	13.54	22.53	22.53	13.29	13.29	24.85	24.85	13.03	13.03	27.58	27.58
Promedio de Humedad (%)	13.54		22.53		13.29		24.85		13.03		27.58	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
24/09/2024	14:3	0	0.50	0	0	0.75	0	0	1.00	0	0
25/09/2024	14:3	24	2.70	0.088		2.90	0.070		3.90	0.073	
26/09/2024	14:3	48	3.80	0.088		3.80	0.095		4.10	0.163	
27/09/2024	14:3	72	4.10	0.103		4.85	0.114		5.00	0.125	
28/09/2024	14:3	96	5.42	0.151		5.91	0.165		5.99	0.170	
			4.57	total	3.51	4.57	total	3.82	4.57	total	3.72

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/in2	MOLDE Nº C2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº C2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		25	13			18	9			10	6		
1.270	0.050	1'00"		53	23			35	15			14	8		
1.910	0.075	1'30"		67	33			50	21			18	9		
2.540	0.100	2'00"	1000	108	43	39.7	4.0	65	25	25.1	2.6	21	10	9.5	1.0
3.810	0.150	3'00"		158	62			90	36			22	11		
5.080	0.200	4'00"	1500	208	81	75.6	5.3	118	46	46.6	3.1	24	11	12.0	0.8
6.350	0.250	5'00"		258	101			142	56			26	12		
7.620	0.300	6'00"		308	120			168	66			28	13		
10.160	0.400	8'00"		388	152			211	82			34	15		
12.700	0.500	10'00"		468	184			254	99			40	17		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

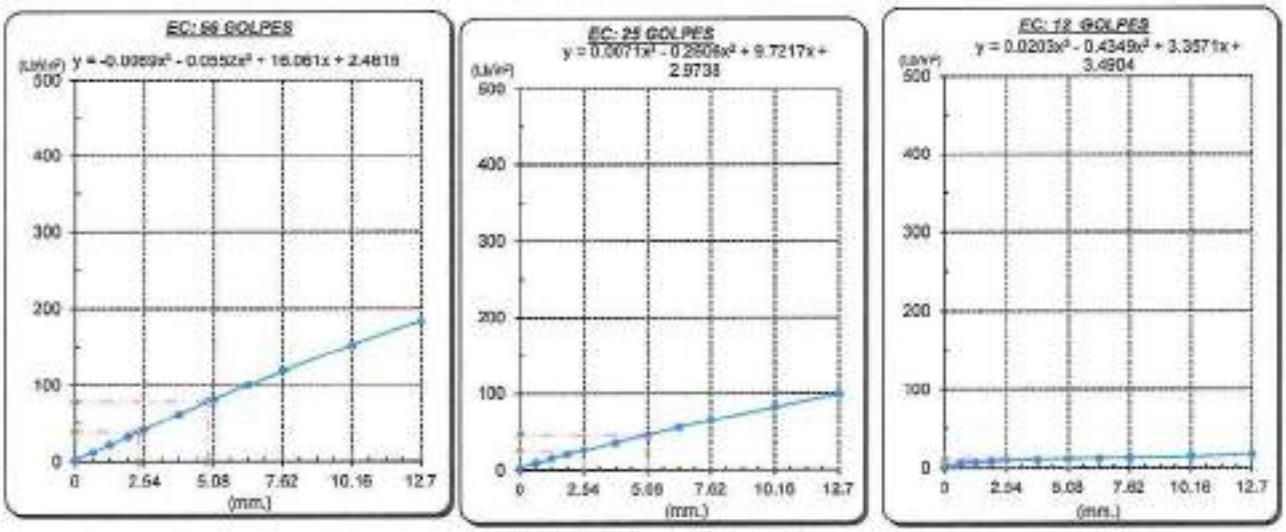


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.650 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.568 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %

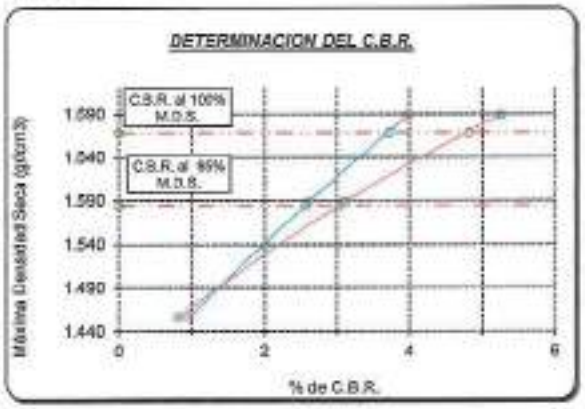
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAD
MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	B1				A-2				A-3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12493		12798		12107		12468		11756		12167	
Peso de molde (g)	8462		8462		8306		8306		8149		8149	
Peso del suelo húmedo (g)	4031		4336		3801		4162		3607		4018	
Volumen del molde (cc)	2118		2113		2116		2115		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	1.864		2.052		1.796		1.967		1.699		1.896	
% de humedad	13.39		21.14		13.56		23.21		13.73		25.48	
Densidad seca (g/cc)	1.670		1.682		1.582		1.596		1.494		1.511	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	66.2	66.2	4306	4306	65.7	65.7	4162	4162	65.3	65.3	4018.0	4018.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.8	60.8	4001	4001	60.1	60.1	3801	3801	59.6	59.6	3601.0	3601.0
Peso del Agua (gr.)	5.6	5.6	305.0	305.0	5.6	5.6	361.0	361.0	5.7	5.7	417.0	417.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.5	18.5	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	42.0	42.0	3835.3	3835.3	41.6	41.6	3741.8	3741.8	41.2	41.2	3548.0	3548.0
% de humedad	13.39	13.39	21.14	21.14	13.56	13.56	23.21	23.21	13.73	13.73	25.48	25.48
Promedio de Humedad (%)	13.39		21.14		13.55		23.21		13.72		25.48	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
24/09/2024	14.3	0	0.50	0	0	0.70	0	0	0.90	0	0
25/09/2024	14.3	24	1.65	0.039		1.90	0.048		1.80	0.045	
26/09/2024	14.3	48	2.80	0.065		2.89	0.070		3.00	0.075	
27/09/2024	14.3	72	3.89	0.091		3.89	0.095		4.39	0.113	
28/09/2024	14.3	96	4.93	0.113		4.89	0.115		5.60	0.142	
			4.57	total	2.48	4.57	total	2.52	4.57	total	3.07

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº B1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		12	7			9	6			5	4		
1.270	0.050	1'00"		24	11			17	8			9	6		
1.910	0.075	1'30"		35	14			23	11			13	8		
2.540	0.100	2'00"	1000	48	20	38.0	3.8	35	16	18.2	1.8	23	11	11.7	1.2
3.810	0.150	3'00"		114	45			78	31			41	18		
5.080	0.200	4'00"	1500	186	73	88.5	9.0	122	48	46.7	3.1	57	24	22.6	1.5
6.350	0.250	5'00"		264	103			167	65			70	29		
7.620	0.300	6'00"		335	131			209	81			81	33		
10.160	0.400	8'00"		450	176			273	107			109	46		
12.700	0.500	10'00"		564	223			341	133			117	45		

Henry Riveneyra Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

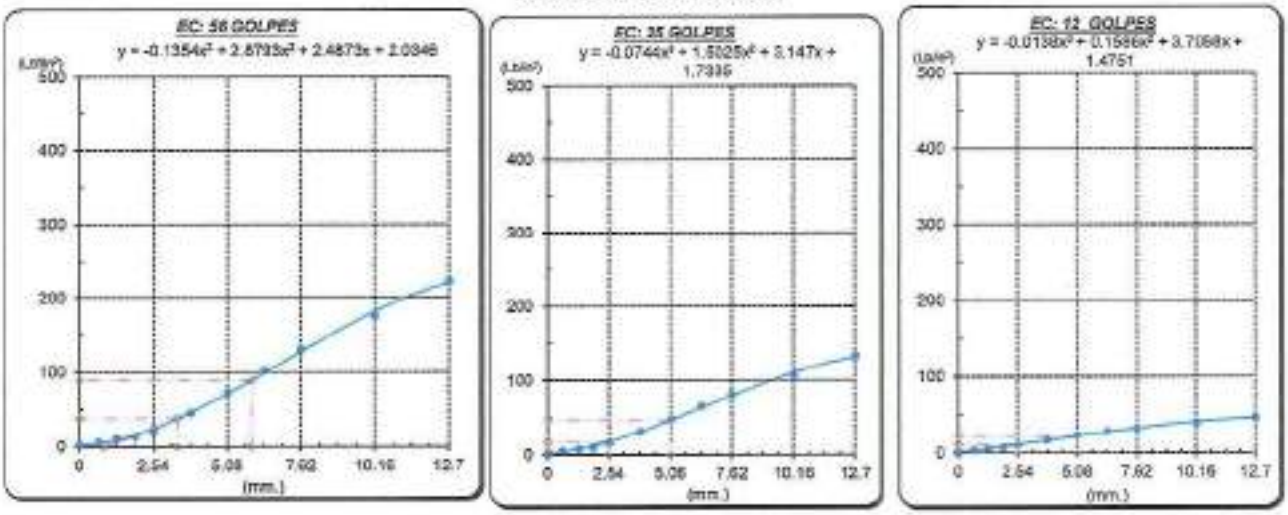


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

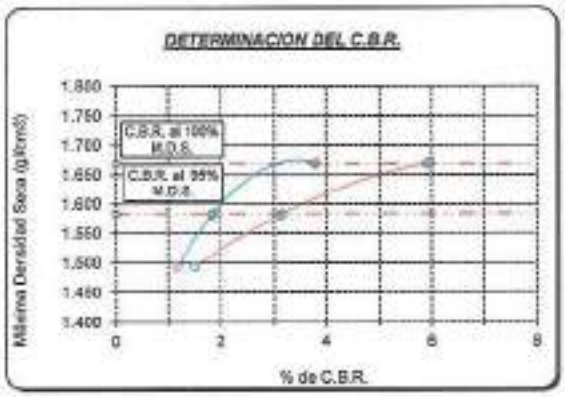
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.656 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.595 g/cm³	1.60129
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4 %	5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	3 %





Henry Rivadeneyra Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12410		12555		12050		12473		11983		12050	
Peso de molde (g)	8462		8462		8287		8287		8112		8112	
Peso del suelo húmedo (g)	3954		4093		3762.5		4186.5		3871		3978	
Volumen del molde (cc)	2113		2113		2095		2095		2115		2115	
Densidad húmeda (g/cc)	1.871		2.079		1.796		1.998		1.888		1.881	
% de humedad	12.15		23.44		12.80		24.23		13.43		24.99	
Densidad seca (g/cc)	1.668		1.684		1.592		1.608		1.469		1.505	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	60.60	60.6	4393	4393	66.9	66.9	4186.5	4186.5	66.20	66.2	3978.0	3978.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.5	60.5	3954	3954	61.4	61.4	3762.5	3762.5	62.31	62.3	3571.0	3571.0
Peso del Agua (gr.)	5.1	5.1	439.0	439.0	5.5	5.5	423.0	423.0	3.9	3.9	407.0	407.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	42.0	42.0	3869.1	3869.1	42.9	42.9	3703.5	3703.5	43.8	43.8	3518.6	3518.6
% de humedad	12.15	12.15	23.44	23.44	12.80	12.80	24.23	24.23	13.43	13.43	24.99	24.99
Promedio de Humedad (%)	12.15		23.44		12.80		24.23		13.43		24.99	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
24/09/2024	14.3	0	0.83	0	0	1.22	0	0	1.50	0	0
25/09/2024	14.3	24	1.38	0.039		1.78	0.045		2.00	0.050	
26/09/2024	14.3	48	2.00	0.060		2.42	0.081		2.86	0.072	
27/09/2024	14.3	72	2.60	0.085		3.43	0.080		4.28	0.108	
28/09/2024	14.3	96	4.30	0.113		5.29	0.131		6.00	0.150	
			4.57	total	2.46	4.57	total	2.57	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	7			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		34	15			20	10			5	4		
1.270	0.050	1'00"		59	28			39	17			10	6		
1.910	0.075	1'30"		102	41			63	24			13	7		
2.540	0.100	2'00"	1000	126	53	46.9	4.9	79	31	30.6	3.1	17	9	6.6	0.9
3.810	0.150	3'00"		194	76			109	43			22	11		
5.080	0.200	4'00"	1500	253	99	96.1	6.4	141	55	56.1	3.7	29	13	13.6	0.9
6.350	0.250	5'00"		313	122			174	68			38	16		
7.620	0.300	6'00"		370	144			206	80			43	18		
10.160	0.400	8'00"		451	177			251	98			51	21		
12.700	0.500	10'00"		532	210			299	116			65	27		

Henry Rivadeneyra Ollitas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

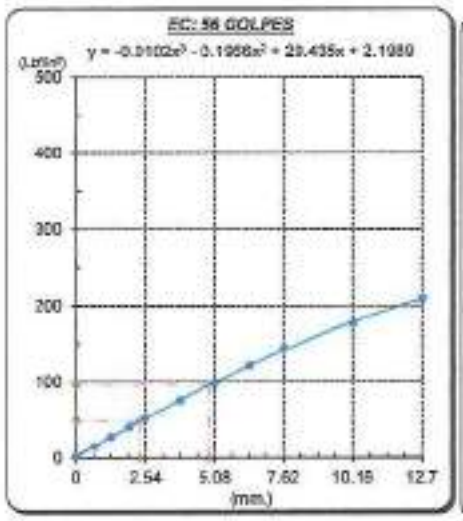
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

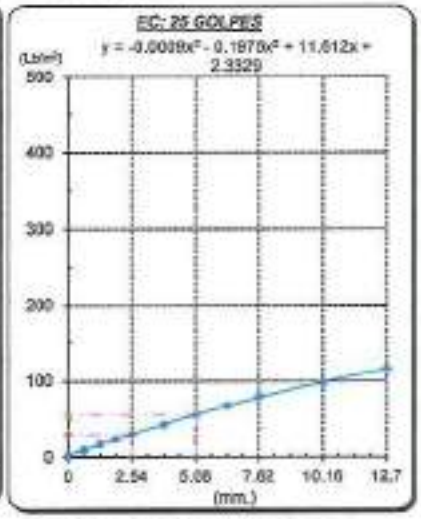
TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





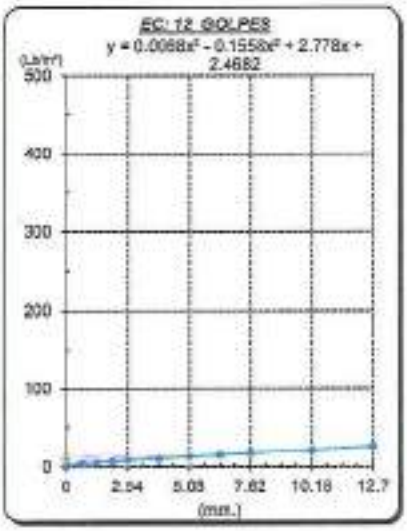


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.600 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.555 g./cm³	1.50123
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-4 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	C2				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12199		12420		11905		12168		11511		11909	
Peso de molde (g)	8175		8175		8144		8144		8112		8112	
Peso del suelo húmedo (g)	4024		4253		3761.5		4024.5		3499		3796	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2095		2095		2113		2113	
Densidad húmeda (g/cc)	1.899		2.007		1.795		1.921		1.656		1.796	
% de humedad	13.29		19.08		13.46		20.56		13.62		22.24	
Densidad seca (g/cc)	1.676		1.685		1.582		1.593		1.457		1.470	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-		-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	69.12	69.1	4253	4253	69.5	69.5	4024.5	4024.5	69.83	69.8	3796.0	3796.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	63.2	63.2	4024	4024	63.4	63.4	3761.5	3761.5	63.68	63.7	3499.0	3499.0
Peso del Agua (gr.)	5.9	5.9	229.0	229.0	6.0	6.0	263.0	263.0	6.2	6.2	297.0	297.0
Peso del tarro (gr.)	18.56	18.56	0	0	18.56	18.56	0	0	18.54	18.54	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.6	44.6	3957.7	3957.7	44.9	44.9	3702.9	3702.9	45.1	45.1	3448.7	3448.7
% de humedad	13.29	13.29	19.08	19.08	13.46	13.46	20.56	20.56	13.62	13.62	22.24	22.24
Promedio de Humedad (%)	13.29		19.08		13.46		20.56		13.62		22.24	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
24/09/2024	14.3	0	0.44	0	0	0.67	0	0	0.90	0	0
25/09/2024	14.3	24	1.10	0.028		1.35	0.034		1.60	0.040	
26/09/2024	14.3	48	2.73	0.068		3.12	0.078		3.50	0.088	
27/09/2024	14.3	72	3.60	0.068		4.20	0.105		4.90	0.123	
28/09/2024	14.3	96	4.09	0.100		4.75	0.119		5.55	0.139	
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.61	4.57	total	3.04

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° C2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		30	14			24	11			18	9		
1.270	0.050	1'00"		60	28			47	20			34	15		
1.910	0.075	1'30"		80	36			67	27			44	19		
2.540	0.100	2'00"	1000	118	47	45.1	4.5	89	34	33.5	3.3	80	31	19.8	2.0
3.810	0.150	3'00"		177	69			118	46			59	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	234	91	89.7	6.0	149	58	59.6	4.0	62	26	27.6	1.8
6.350	0.250	5'00"		293	114			182	71			71	29		
7.620	0.300	6'00"		349	136			214	83			79	32		
10.160	0.400	8'00"		438	172			267	104			88	36		
12.700	0.500	10'00"		527	208			319	124			111	44		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

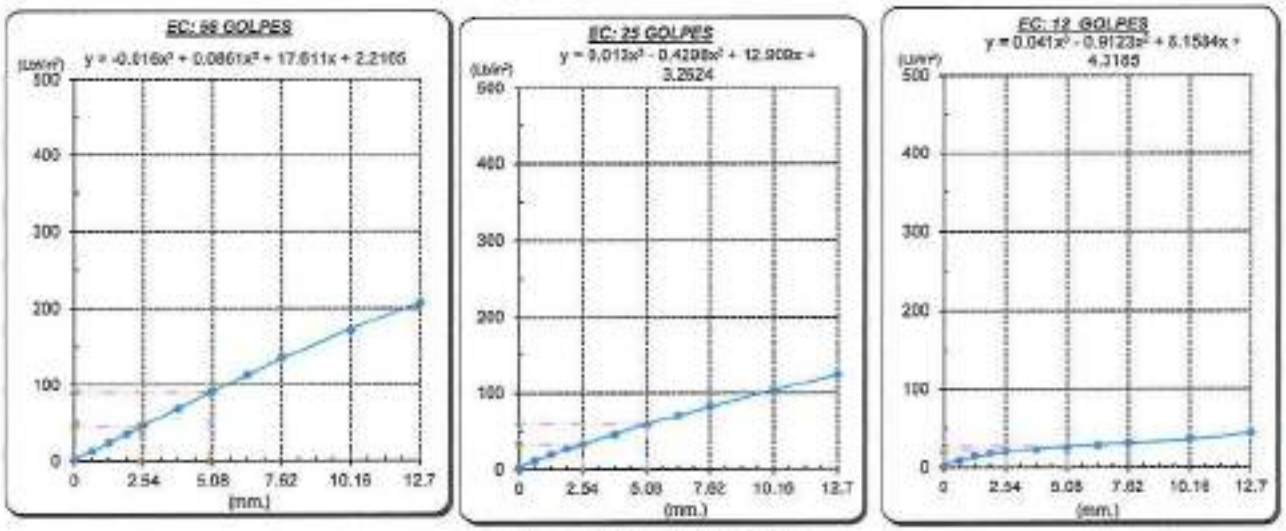


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

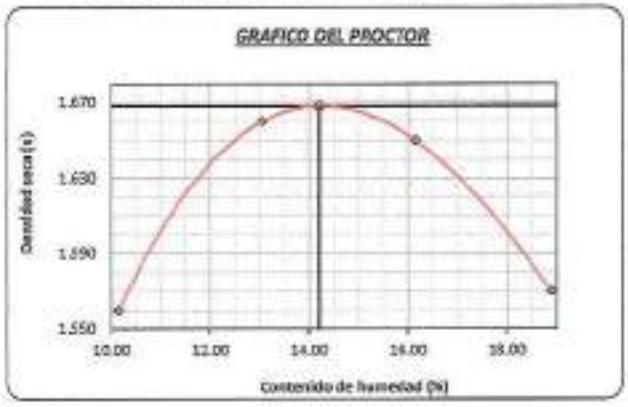
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.666 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.583 g/cm³	1.58125
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

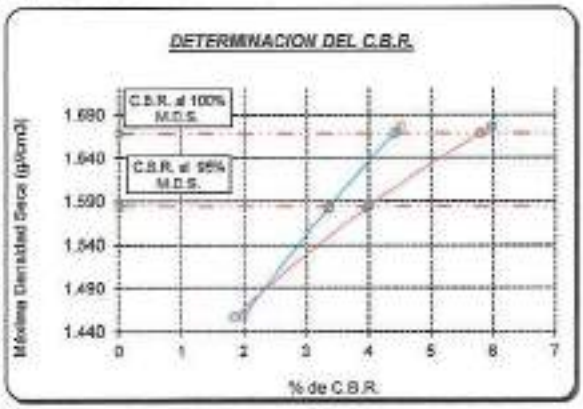
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-5 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12195		12460		11507		12148		11538		11816	
Peso de molde (g)	8175		8175		8089		8089		8003		8003	
Peso del suelo húmedo (g)	4020		4285		3778		4059		3535		3813	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2095		2095		2107		2107	
Densidad húmeda (g/cc)	1.897		2.022		1.803		1.937		1.678		1.810	
% de humedad	13.37		20.58		13.51		21.07		13.65		21.60	
Densidad seca (g/cc)	1.673		1.585		1.589		1.600		1.477		1.488	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.31	70.3	4305	4305	71.8	71.8	4059	4059	72.92	72.9	3813.0	3813.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.2	64.2	4020	4020	65.3	65.3	3778	3778	66.43	66.4	3536.0	3536.0
Peso del Agua (gr.)	6.1	6.1	285.0	285.0	6.3	6.3	281.0	281.0	6.5	6.5	277.0	277.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.73	18.73	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.6	46.6	3953.6	3953.6	46.6	46.6	3718.9	3718.9	47.6	47.6	3484.5	3484.5
% de humedad	13.37	13.37	20.58	20.58	13.51	13.51	21.07	21.07	13.65	13.65	21.60	21.60
Promedio de Humedad (%)	13.37		20.58		13.51		21.07		13.65		21.60	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
01/10/2024	14.3	0	1.48	0	0	1.84	0	0	2.20	0	0
02/10/2024	14.3	24	2.30	0.058		2.96	0.074		3.60	0.090	
03/10/2024	14.3	48	4.10	0.103		4.30	0.108		4.90	0.113	
04/10/2024	14.3	72	5.00	0.125		5.40	0.138		5.90	0.148	
05/10/2024	14.3	96	5.56	0.140		6.20	0.155		7.00	0.175	
			4.27	total	3.07	4.57	total	3.45	4.67	total	3.83

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		28	16			22	11			8	5		
1.270	0.050	1'00"		66	27			41	17			18	6		
1.910	0.075	1'30"		96	38			59	24			21	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	132	52	45.9	4.6	78	32	32.2	3.2	28	12	11.9	1.2
3.810	0.150	3'00"		199	77			117	46			38	15		
5.080	0.200	4'00"	1500	240	94	88.6	5.9	142	56	56.1	3.7	44	18	18.0	1.2
6.350	0.250	5'00"		288	112			170	67			53	22		
7.620	0.300	6'00"		334	136			193	76			62	25		
10.160	0.400	8'00"		390	152			232	90			73	38		
12.700	0.500	10'00"		450	176			267	104			84	34		

Henry Rondeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

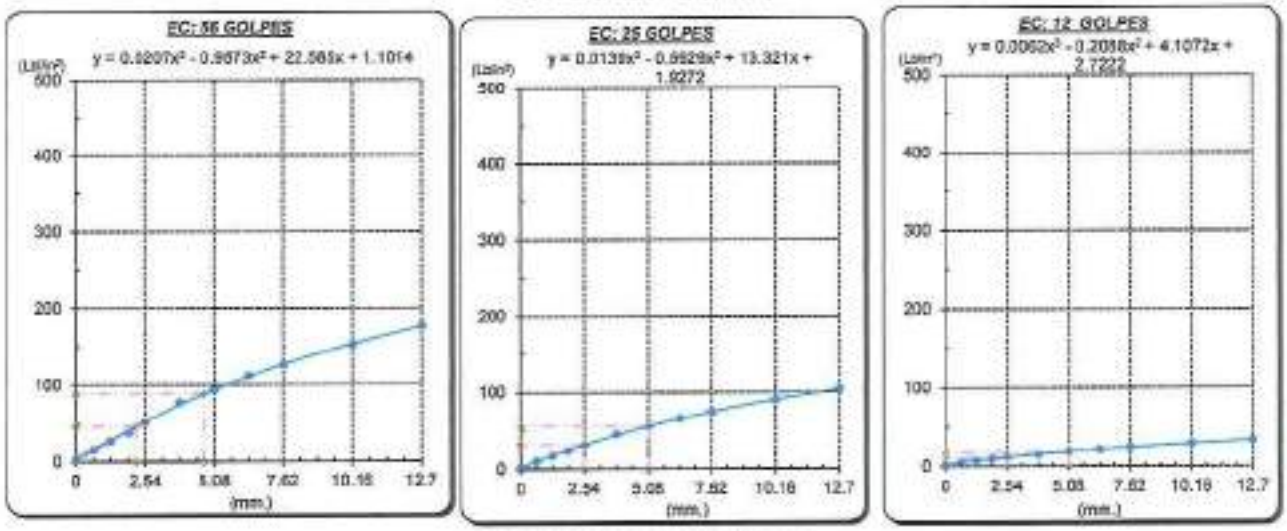


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.668 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.585 g/cm³	1.50129
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

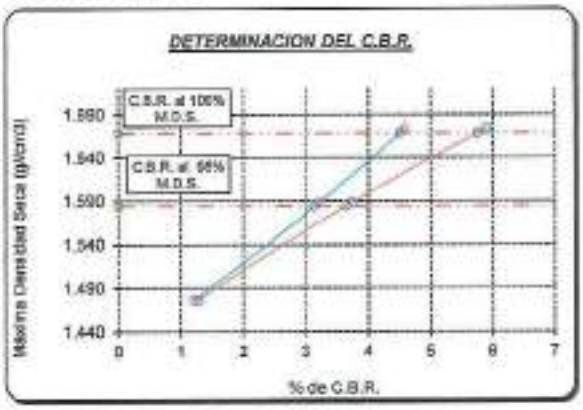
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	6	%
C.B.R. AL 95% M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT
USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI**
MUESTRA : **M-6** PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12101		12508		11982		12367		11922		12233	
Peso de molde (g)	8140		8140		8223		8223		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	3961		4360		3739		4144		3617		3928	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2095		2095		2108		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	1.875		2.064		1.785		1.978		1.668		1.863	
% de humedad	12.90		23.14		13.22		24.22		13.58		25.43	
Densidad seca (g/cc)	1.661		1.676		1.576		1.592		1.469		1.486	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.00	70.0	4360	4360	68.0	68.0	4144	4144	65.03	65.0	3928.0	3928.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.1	64.1	3961	3961	62.2	62.2	3739	3739	60.27	60.3	3517.0	3517.0
Peso del Agua (gr.)	5.9	5.9	399.0	399.0	5.8	5.8	405.0	405.0	5.7	5.7	411.0	411.0
Peso del tarro (gr.)	18.44	18.44	0	0	18.51	18.51	0	0	18.56	18.56	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.7	45.7	3896.3	3896.3	43.7	43.7	3681.0	3681.0	41.7	41.7	3466.1	3466.1
% de humedad	12.90	12.90	23.14	23.14	13.22	13.22	24.22	24.22	13.58	13.58	25.43	25.43
Promedio de Humedad (%)	12.90		23.14		13.22		24.22		13.58		25.43	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
01/10/2024	14.3	0	0.80	0	0	0.82	0	0	1.66	0	0
02/10/2024	14.3	24	2.50	0.063		2.69	0.065		2.78	0.068	
03/10/2024	14.3	48	3.45	0.086		3.52	0.083		3.18	0.080	
04/10/2024	14.3	72	3.82	0.091		3.72	0.093		3.82	0.099	
05/10/2024	14.3	96	4.09	0.100		4.49	0.111		4.99	0.123	
			4.47	total	2.19	4.47	total	2.44	4.67	total	2.68

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2 CARGA		MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN		MOLDE Nº A-2 CARGA		MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN		MOLDE Nº A3 CARGA		MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		24	11			17	8			9	6		
1.270	0.050	1'00"		43	18			27	12			13	7		
1.910	0.075	1'30"		60	25			38	16			15	8		
2.540	0.100	2'00"	1000	90	38	41.2	4.1	55	23	23.8	2.4	23	10	10.1	1.0
3.810	0.150	3'00"		156	61			84	37			31	14		
5.080	0.200	4'00"	1500	216	84	86.8	5.7	120	51	49.3	3.3	41	18	17.6	1.2
6.350	0.250	5'00"		273	106			160	63			49	21		
7.620	0.300	6'00"		324	126			192	75			59	24		
10.160	0.400	8'00"		426	167			251	98			76	31		
12.700	0.500	10'00"		498	196			290	114			86	35		

Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

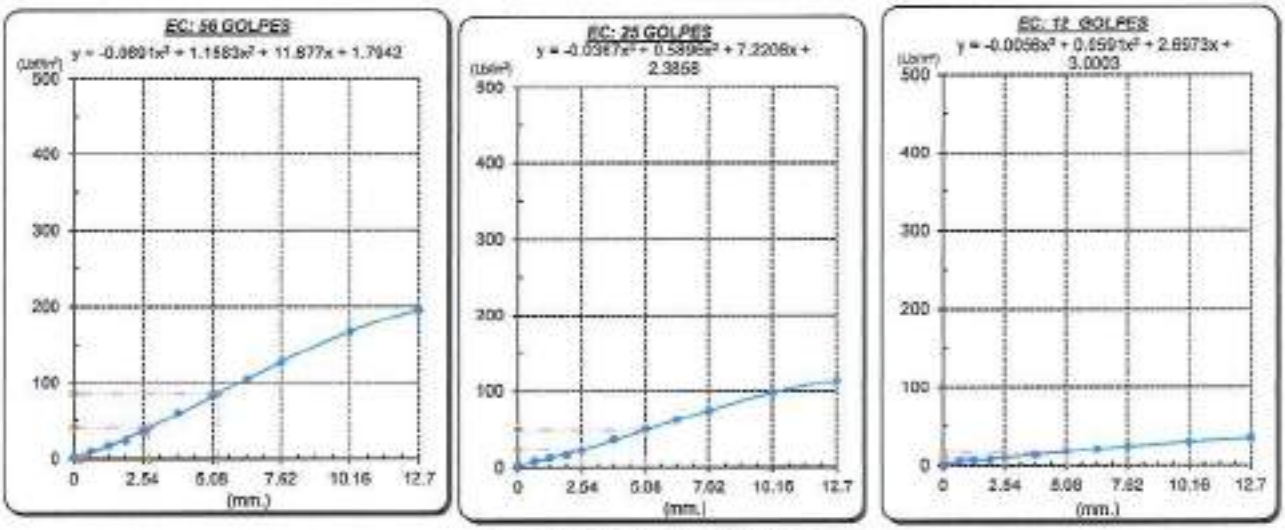


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.660 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.585 g./cm³	1.50129
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

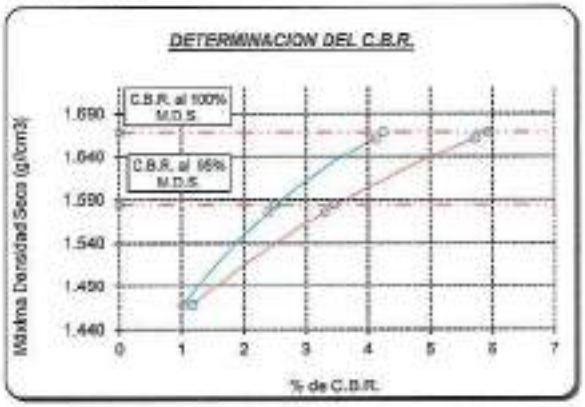
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	*	%	0	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-7 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	C2				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11992		12331		11898		12247		11804		12193	
Peso de molde (g)	8003		8003		8154		8154		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	3989		4328		3744		4093		3499		3888	
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2095		2095		2108		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	1.893		2.054		1.787		1.954		1.660		1.830	
% de humedad	13.53		22.17		13.65		23.12		13.76		24.17	
Densidad seca (g/cc)	1.668		1.681		1.572		1.587		1.459		1.474	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	75.45	75.5	4328	4328	77.7	77.7	4093	4093	79.86	79.9	3888.0	3888.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	68.7	68.7	3989	3989	70.6	70.6	3744	3744	72.43	72.4	3499.0	3499.0
Peso del Agua (gr.)	6.8	6.8	339.0	339.0	7.1	7.1	349.0	349.0	7.4	7.4	389.0	389.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.50	18.50	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	50.1	50.1	3923.6	3923.6	52.1	52.1	3686.0	3686.0	54.0	54.0	3448.7	3448.7
% de humedad	13.53	13.53	22.17	22.17	13.65	13.65	23.12	23.12	13.76	13.76	24.17	24.17
Promedio de Humedad (%)	13.53		22.17		13.65		23.12		13.76		24.17	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
01/10/2024	14.3	0	1.68	0	0	1.79	0	0	2.00	0	0
02/10/2024	14.3	24	2.09	0.052		2.48	0.052		2.89	0.073	
03/10/2024	14.3	48	2.19	0.070		2.59	0.080		3.03	0.092	
04/10/2024	14.3	72	4.09	0.100		4.29	0.105		4.66	0.113	
05/10/2024	14.3	96	5.30	0.130		5.49	0.135		5.92	0.140	
			4.57	total	2.93	4.57	total	2.98	4.57	total	3.07

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° C2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		18	9			14	8			13	7		
1.270	0.050	1'00"		24	11			21	10			23	11		
1.910	0.075	1'30"		30	16			33	14			29	13		
2.540	0.100	2'00"	1000	43	19	43.2	4.3	43	18	22.8	2.3	8	4	12.5	1.2
3.810	0.150	3'00"		120	47			93	38			43	18		
5.080	0.200	4'00"	1500	223	87	101.7	6.8	167	62	56.0	3.6	48	20	19.1	1.3
6.350	0.250	5'00"		289	112			196	77			53	22		
7.620	0.300	6'00"		368	143			242	94			69	24		
10.160	0.400	8'00"		480	168			306	119			66	27		
12.700	0.500	10'00"		562	218			350	137			74	30		

Henry Riuderneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

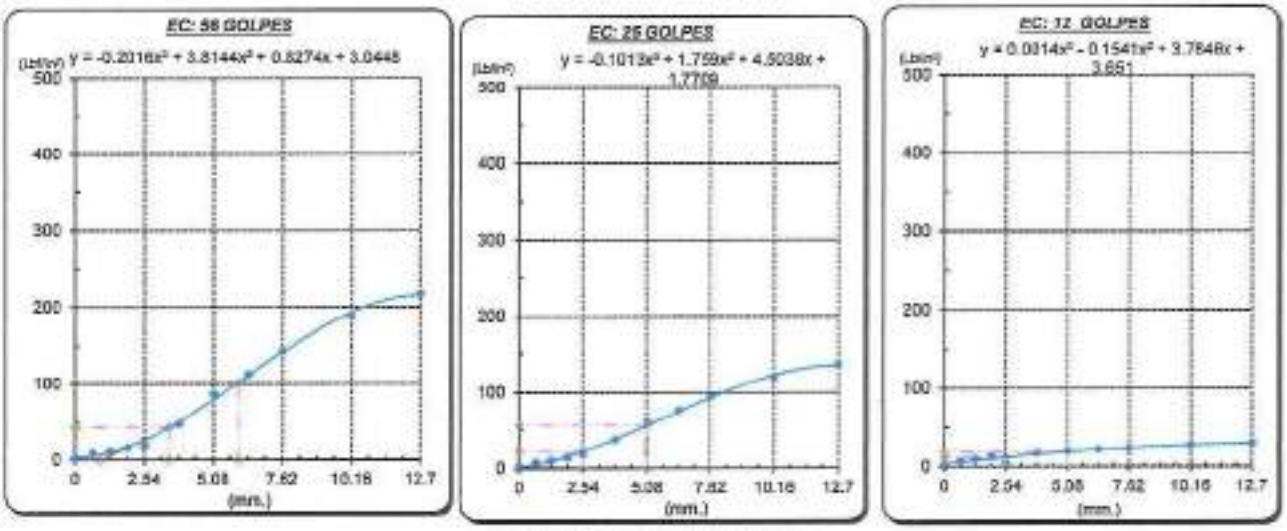


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

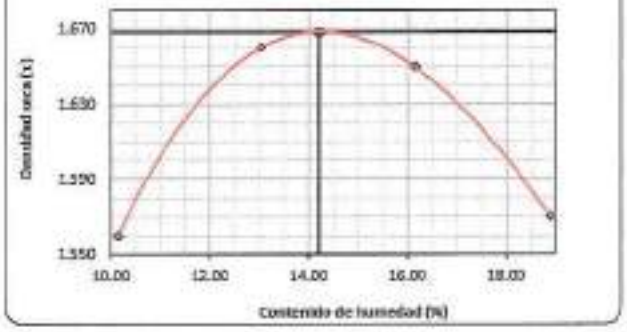
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.668 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.585 g./cm³	1.50129
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

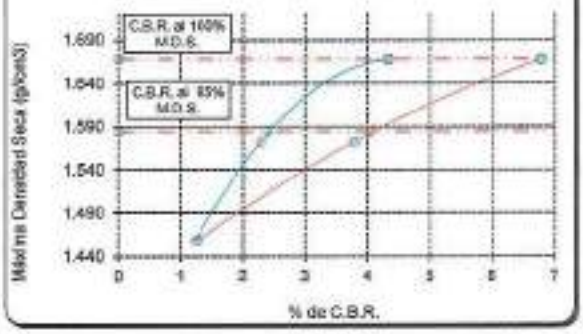
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Riudeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 3% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-8 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12620		12970		12277		12601		11933		12231	
Peso de molde (g)	8593		8593		8449		8449		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	4027		4377		3827.5		4151.5		3628		3926	
Volumen del molde (cc)	2130		2130		2095		2095		2108		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	1.891		2.055		1.827		1.982		1.721		1.862	
% de humedad	13.14		21.97		13.51		22.11		13.84		22.18	
Densidad seca (g/cc)	1.671		1.685		1.610		1.623		1.512		1.524	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	71.99	71.8	4377	4377	74.9	74.9	4151.5	4151.5	78.24	78.2	3926.0	3926.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.5	66.5	4027	4027	68.2	68.2	3827.5	3827.5	70.97	71.0	3628.0	3628.0
Peso del Agua (gr.)	6.1	6.1	350.0	350.0	6.7	6.7	324.0	324.0	7.3	7.3	298.0	298.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.66	18.66	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	46.6	46.6	3960.8	3960.8	49.6	49.6	3766.9	3766.9	52.5	52.5	3574.0	3574.0
% de humedad	13.14	13.14	21.97	21.97	13.51	13.51	22.11	22.11	13.84	13.84	22.18	22.18
Promedio de Humedad (%)	13.14		21.97		13.51		22.11		13.84		22.18	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
01/10/2024	14.3	0	0.80	0	0	1.26	0	0	1.90	0	0
02/10/2024	14.3	24	1.50	0.038		1.99	0.050		2.48	0.062	
03/10/2024	14.3	48	2.00	0.063		2.67	0.067		2.84	0.071	
04/10/2024	14.3	72	2.60	0.075		2.45	0.088		2.90	0.056	
05/10/2024	14.3	96	3.19	0.089		4.19	0.102		5.00	0.125	
			4.27	total	1.75	4.27	total	2.24	4.57	total	2.74

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº C2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº C2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		35	14			21	10			8	6		
1.270	0.050	1'00"		62	26			41	17			19	9		
1.910	0.075	1'30"		93	37			62	26			31	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	123	49	50.8	5.1	88	34	35.6	3.6	48	20	20.3	2.0
3.810	0.150	3'00"		178	70			127	50			75	30		
5.080	0.200	4'00"	1500	238	92	100.2	6.7	163	64	67.5	4.5	89	30	34.8	2.3
6.350	0.250	5'00"		293	154			249	98			103	41		
7.620	0.300	6'00"		349	136			231	90			113	45		
10.160	0.400	8'00"		437	171			288	111			126	53		
12.700	0.500	10'00"		526	207			339	132			152	60		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

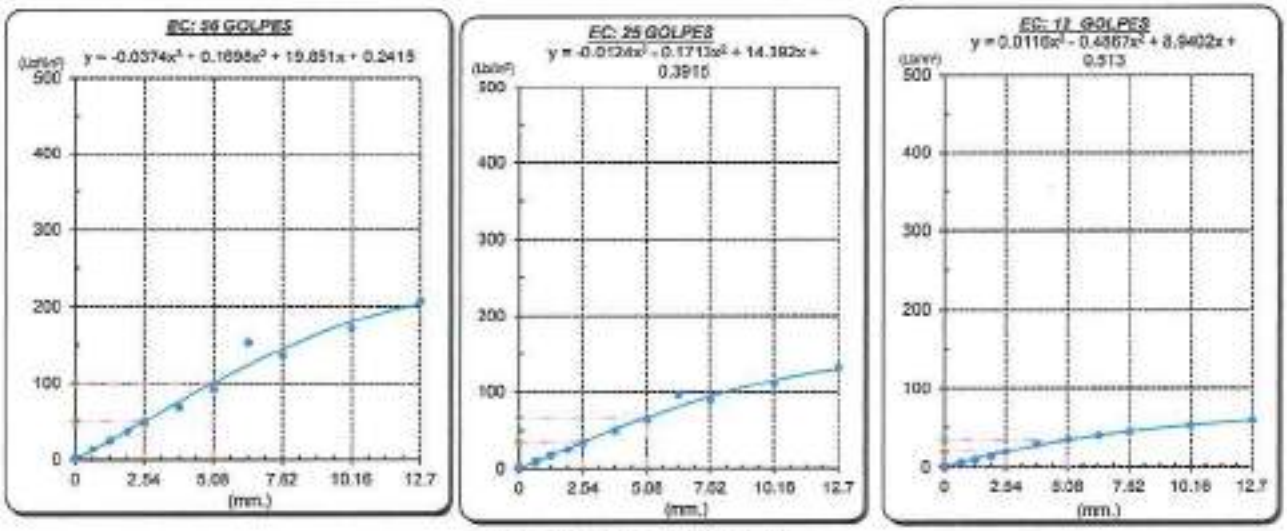


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.666 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.583 g./cm³	1.58129
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

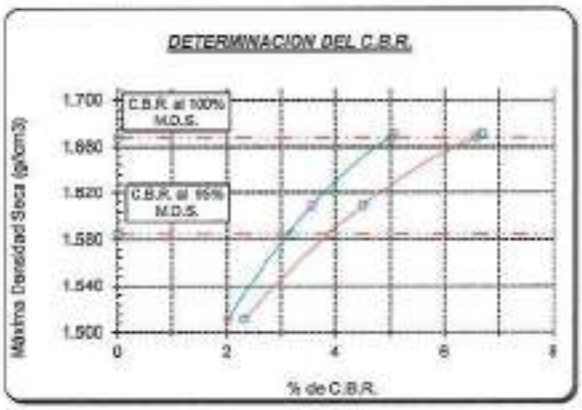
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Risudeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-9 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12160		12510		11981		12342		11901		12174	
Peso de molde (g)	8140		8140		8164		8164		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	4020		4370		3817		4178.5		3614		3987	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2095		2095		2105		2105	
Densidad húmeda (g/cc)	1.903		2.069		1.822		1.995		1.717		1.894	
% de humedad	13.25		22.10		13.51		23.13		13.79		24.26	
Densidad seca (g/cc)	1.681		1.695		1.605		1.620		1.509		1.524	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.25	70.3	4370	4370	69.0	69.0	4178.5	4178.5	65.75	65.8	3987.0	3987.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.2	64.2	4020	4020	62.1	62.1	3817	3817	60.05	60.1	3614.0	3614.0
Peso del Agua (gr.)	6.0	6.0	350.0	350.0	5.9	5.9	361.5	361.5	5.7	5.7	373.0	373.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.65	18.65	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.4	45.4	3953.6	3953.6	43.5	43.5	3756.7	3756.7	41.6	41.6	3960.3	3960.3
% de humedad	13.25	13.25	22.10	22.10	13.51	13.51	23.13	23.13	13.79	13.79	24.26	24.26
Promedio de Humedad (%)	13.25		22.10		13.51		23.13		13.79		24.26	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
08/10/2024	14.3	0	0.68	0	0	1.39	0	0	1.90	0	0
09/10/2024	14.3	24	1.85	0.039		1.86	0.050		2.40	0.060	
10/10/2024	14.3	48	2.09	0.050		2.60	0.065		3.20	0.080	
11/10/2024	14.3	72	3.20	0.080		3.89	0.095		4.85	0.113	
12/10/2024	14.3	96	5.89	0.139		5.79	0.143		5.90	0.146	
			4.57	total	3.61	4.57	total	3.12	4.57	total	3.23

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2 CARGA		MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN		MOLDE Nº A-2 CARGA		MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN		MOLDE Nº A3 CARGA		MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		3	2			3	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		48	20			31	14			14	8		
1.270	0.050	1'00"		87	36			57	23			35	12		
1.910	0.075	1'30"		126	50			83	33			39	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	168	66	49.3	4.9	108	43	41.3	4.1	61	21	21.2	2.1
3.810	0.150	3'00"		215	83			142	56			73	30		
5.080	0.200	4'00"	1500	262	102	93.6	6.4	179	70	71.3	4.8	99	38	38.3	2.6
6.350	0.250	5'00"		310	121			214	83			117	46		
7.620	0.300	6'00"		358	140			249	97			139	55		
10.160	0.400	8'00"		420	164			298	116			176	69		
12.700	0.500	10'00"		481	189			347	135			213	83		

Henry Riveros Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

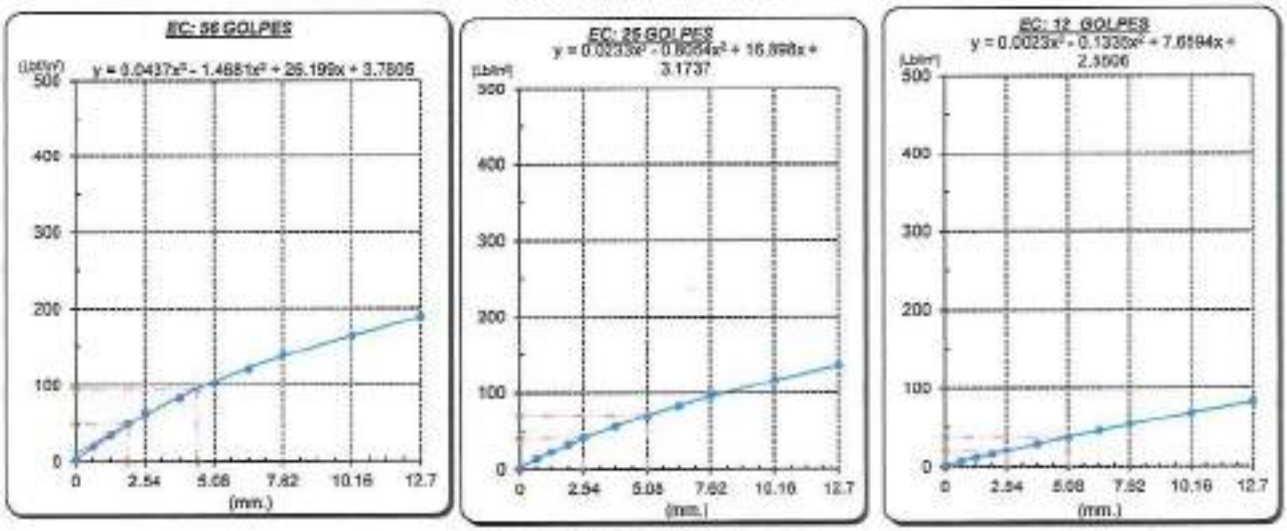


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.668 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.585 g./cm³	1.50129
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

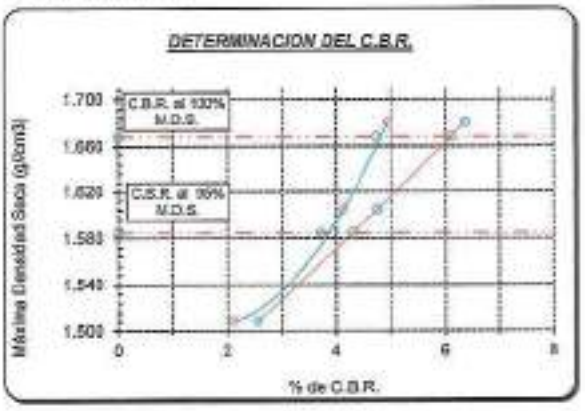
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA: C-2 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA: M-10 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

	C2		A-2		A3	
N° Molde	C2		A-2		A3	
N° Capa	5		5		5	
N° Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12211	12578	11941	12318	11870	12065
Peso de molde (g)	8187	8187	8090	8090	7992	7992
Peso del suelo húmedo (g)	4024	4389	3851	4226	3878	4063
Volumen del molde (cc)	2105	2105	2095	2095	2116	2116
Densidad húmeda (g/cc)	1.912	2.085	1.838	2.017	1.738	1.920
% de humedad	13.56	22.80	13.70	23.59	13.82	24.45
Densidad seca (g/cc)	1.683	1.698	1.617	1.632	1.527	1.543

HUMEDAD

Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	75.51	75.5	4389	4389	77.6	77.6	4226	4226	76.12	76.1	4063.0	4063.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	72.2	72.2	4024	4024	70.7	70.7	3851	3851	69.17	69.2	3878.0	3878.0
Peso del Agua (gr.)	7.3	7.3	365.0	365.0	7.1	7.1	375.0	375.0	7.0	7.0	385.0	385.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.71	18.71	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	53.7	53.7	3957.4	3957.4	52.0	52.0	3789.7	3789.7	50.3	50.3	3822.7	3822.7
% de humedad	13.58	13.58	22.80	22.80	13.70	13.70	23.59	23.59	13.82	13.82	24.45	24.45
Promedio de Humedad (%)	13.58		22.80		13.70		23.59		13.82		24.45	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
08/10/2024	14.3	0	3.70	0	0	0.84	0	0	1.18	0	0
09/10/2024	14.3	24	3.75	0.069		2.48	0.061		2.18	0.054	
10/10/2024	14.3	48	3.85	0.070		2.39	0.063		3.83	0.089	
11/10/2024	14.3	72	4.40	0.110		4.83	0.116		4.89	0.123	
12/10/2024	14.3	96	5.00	0.125		5.92	0.138		6.00	0.150	
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.01	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN

PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° C2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		27	12			21	10			14	8		
1.270	0.050	1'00"		48	20			39	17			29	14		
1.910	0.075	1'30"		71	29			58	24			44	19		
2.540	0.100	2'00"	1000	94	38	45.5	4.6	82	33	32.8	3.3	69	28	22.4	2.2
3.810	0.150	3'00"		175	70			135	53			91	36		
5.080	0.200	4'00"	1500	240	94	92.0	6.1	177	69	68.9	4.6	113	45	48.1	3.2
6.350	0.250	5'00"		295	115			215	84			134	53		
7.620	0.300	6'00"		345	135			261	101			170	68		
10.160	0.400	8'00"		439	171			328	127			219	84		
12.700	0.500	10'00"		521	205			323	126			123	49		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

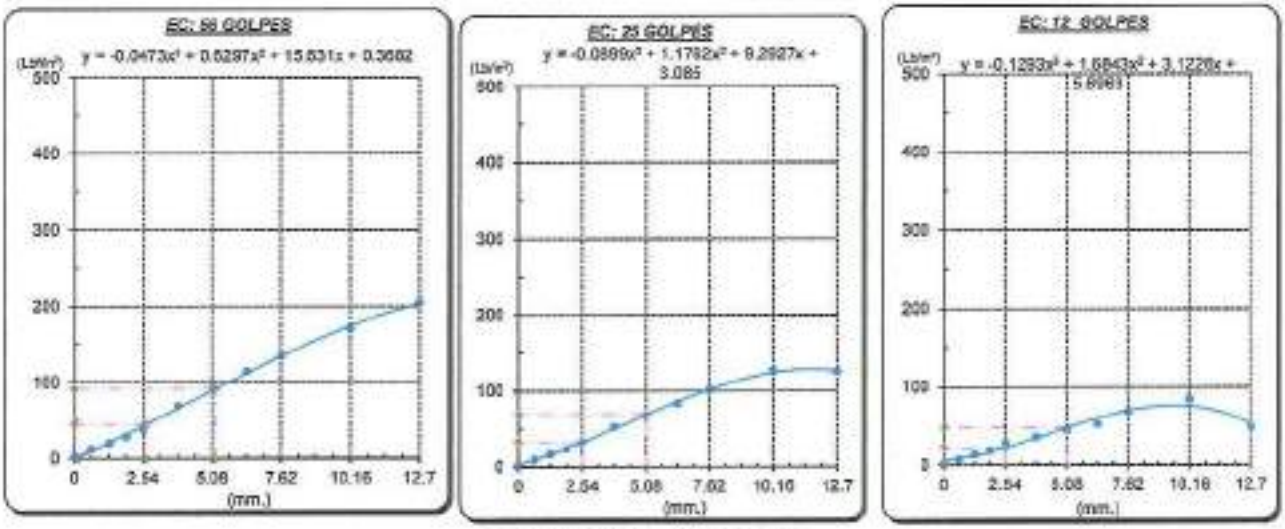


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.608 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.555 g./cm³	1.581229
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.20 %	

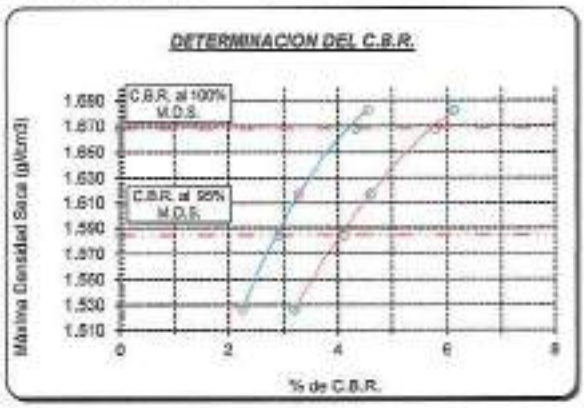
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAD**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

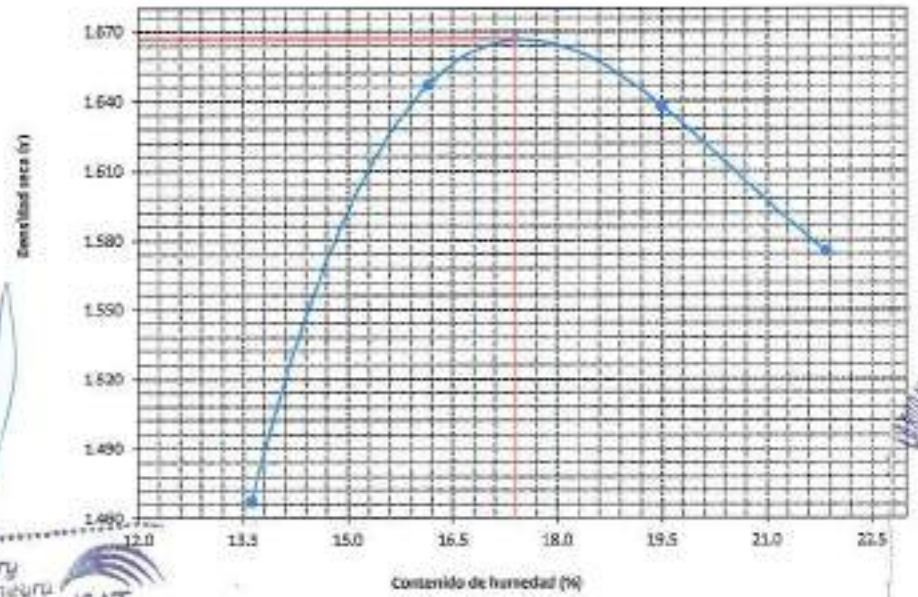
Número de ensayo		10	13	16	19
Peso del suelo + molde	g.	5682	5904	5944	5910
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1506	1728	1768	1734
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.667	1.913	1.957	1.920

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	205.92	125.52	210.34	199.33
Peso del suelo seco + tara	g.	187.1	112.02	184.24	172.74
Peso de tara	g.	48.88	28.43	50.32	51.04
Peso de agua	g.	18.82	13.50	26.1	26.59
Peso de suelo seco	g.	138.22	83.59	133.92	121.7
Contenido de agua	%	13.6	16.2	19.5	21.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.468	1.647	1.638	1.576

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.667**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**17.40**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

JEFE DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAE**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

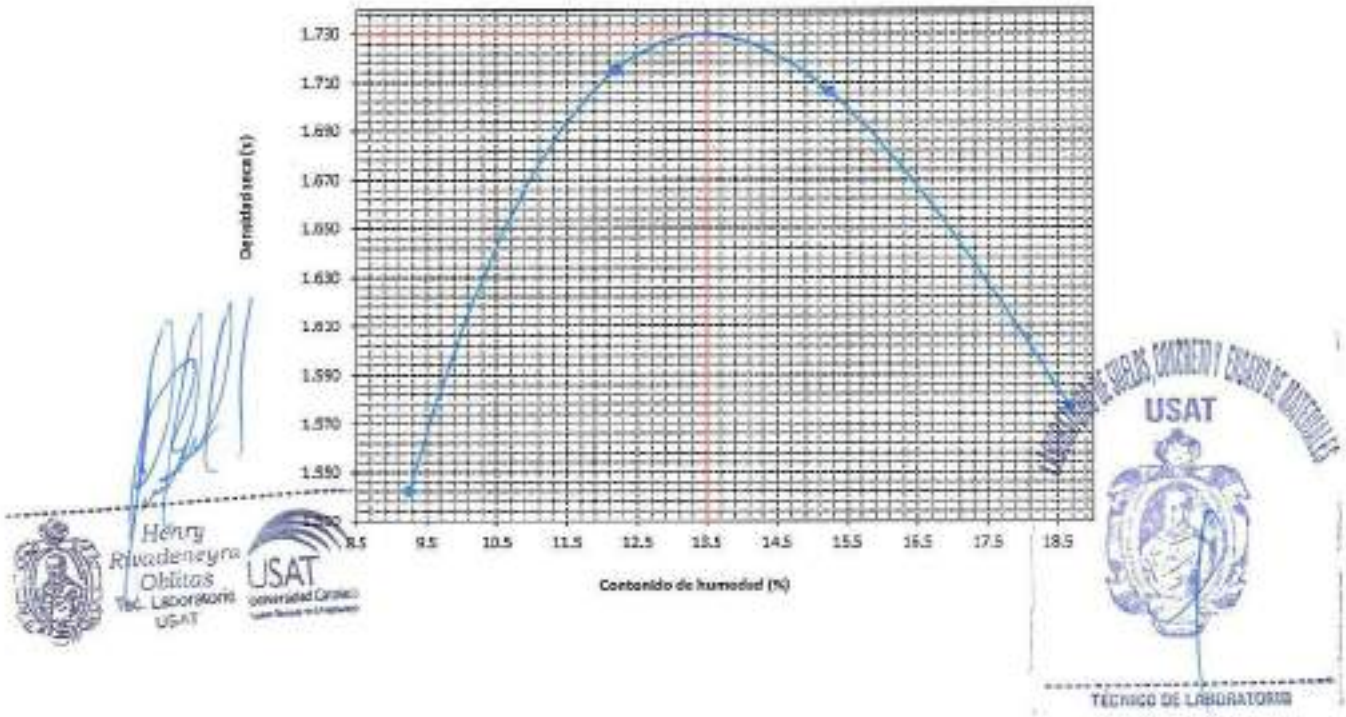
Número de ensayo		10	13	16	19
Peso del suelo + molde	g	5898	5914	5952	5866
Peso del molde	g	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g	1522	1738	1776	1690
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.685	1.924	1.966	1.871

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	114.16	113.77	104.91	156.98
Peso del suelo seco + tara	g	107.6	104.50	94.80	140.00
Peso de tara	g	36.67	28.46	28.43	48.99
Peso de agua	g	6.56	9.27	10.11	16.98
Peso de suelo seco	g	70.93	76.04	66.37	91.01
Contenido de agua	%	9.2	12.2	15.2	18.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.542	1.715	1.706	1.577

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.730**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**13.50**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAE**
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAI **0.10 m - 1.50 m**

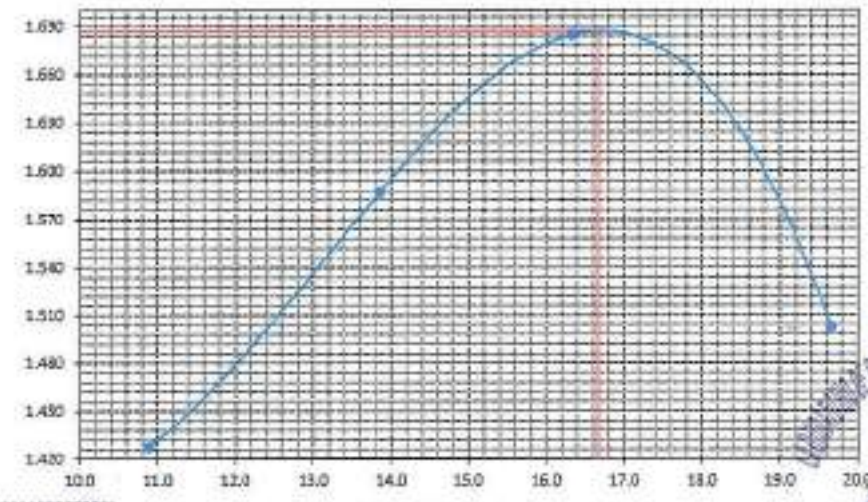
Número de ensayo		10	13	16	19
Peso del suelo + molde	g.	5806	5806	5946	5800
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1430	1632	1770	1624
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.583	1.807	1.960	1.798

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	76.03	61.66	61.04	75.06
Peso del suelo seco + tara	g.	70.4	59.21	55.00	65.70
Peso de tara	g.	18.68	41.52	18.00	18.08
Peso de agua	g.	5.63	2.45	6.04	9.36
Peso de suelo seco	g.	51.72	17.69	37	47.62
Contenido de agua	%	10.9	13.8	16.3	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.428	1.587	1.685	1.503

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.687**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.66**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAC
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

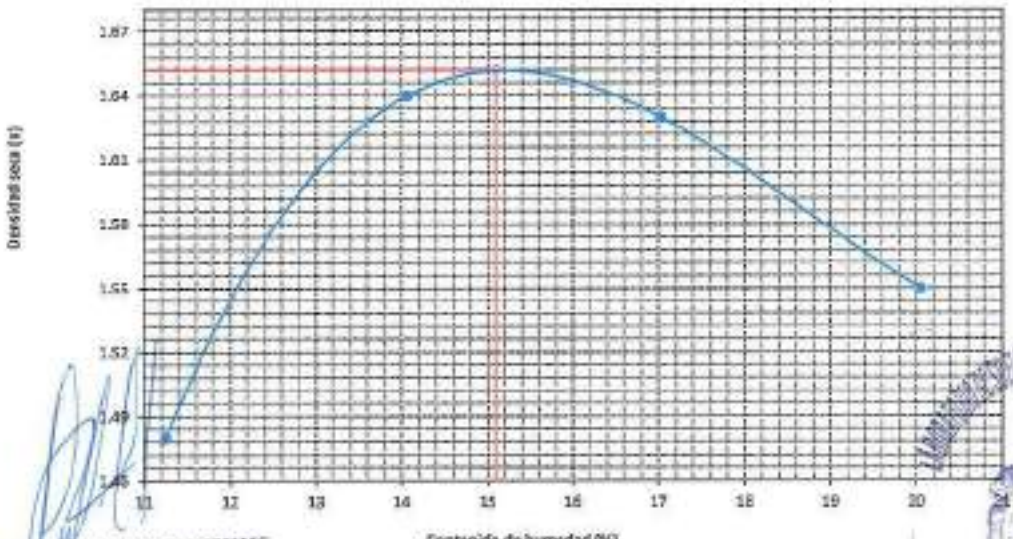
Número de ensayo		10	13	16	19
Peso del suelo + molde	g.	5662	5875.33	5947.33	5858.67
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1486	1699.33	1771.33	1682.67
Volumen del molde	cm3	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.65	1.88	1.96	1.86

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	132.04	100.32	125.43	143.79
Peso del suelo seco + tara	g.	121.7	91.91	111.35	126.15
Peso de tara	g.	34.74	32.8	32.25	39.37
Peso de agua	g.	10.34	8.41	14.08	17.64
Peso de suelo seco	g.	86.96	59.11	79.1	86.78
Contenido de agua	%	11.25	14.06	17.02	20.05
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.48	1.64	1.63	1.55

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.652**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.1**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12024		12445		12144		12614		12284		12793	
Peso de molde (g)	8046		8046		8418		8418		8790		8790	
Peso del suelo húmedo (g)	3978		4399		3726		4196		3494		3993	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2119		2119		2113		2113	
Densidad húmeda (g/cc)	1.873		2.071		1.759		1.981		1.644		1.890	
% de humedad	10.03		20.79		10.62		23.44		11.22		26.38	
Densidad seca (g/cc)	1.702		1.715		1.590		1.605		1.478		1.495	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	77.57	77.6	4399	4399	77.8	77.8	4196	4196	79.26	76.3	3993.0	3993.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	72.2	72.2	3978	3978	72.2	72.2	3726	3726	72.3	72.3	3474.0	3474.0
Peso del Agua (gr.)	5.4	5.4	421.0	421.0	5.7	5.7	470.0	470.0	6.0	6.0	519.0	519.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.55	0	0	18.72	18.715	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	53.6	53.6	3911.4	3911.4	53.5	53.5	3957.7	3957.7	53.4	53.4	3423.4	3423.4
% de humedad	10.03	10.03	20.78	20.79	10.62	10.62	23.44	23.44	11.22	11.22	26.38	26.38
Promedio de Humedad (%)	10.03		20.79		10.62		23.44		11.22		26.38	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
15/10/2024	14.3	0	0.80	0	0	0.80	0	0	0.80	0	0
16/10/2024	14.3	24	1.00	0.020		1.15	0.029		1.20	0.033	
17/10/2024	14.3	48	2.00	0.056		2.20	0.058		2.60	0.065	
18/10/2024	14.3	72	2.50	0.083		2.64	0.066		2.78	0.070	
19/10/2024	14.3	96	3.00	0.075		3.24	0.061		3.80	0.055	
			4.37	total	1.84	4.67	total	1.78	4.37	total	1.92

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		22	11			22	11			22	11		
1.270	0.050	1'00"		54	26			43	20			31	14		
1.910	0.075	1'30"		107	43			72	29			37	16		
2.540	0.100	2'00"	1000	150	59	53.8	5.4	97	39	37.1	3.7	44	19	18.4	1.8
3.810	0.150	3'00"		210	82			122	52			53	22		
5.080	0.200	4'00"	1500	271	105	104.8	7.0	167	69	66.3	4.4	62	25	25.7	1.8
6.350	0.250	5'00"		332	129			202	79			72	29		
7.620	0.300	6'00"		393	154			237	92			80	32		
10.160	0.400	8'00"		478	187			287	112			98	39		
12.700	0.500	10'00"		566	220			336	131			114	45		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

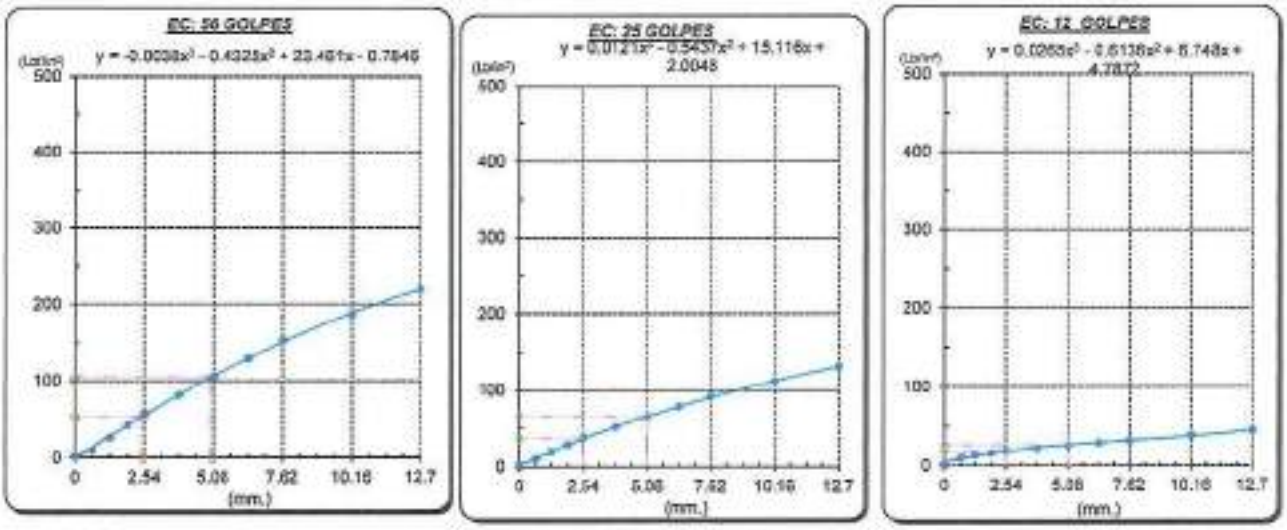


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.652 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %

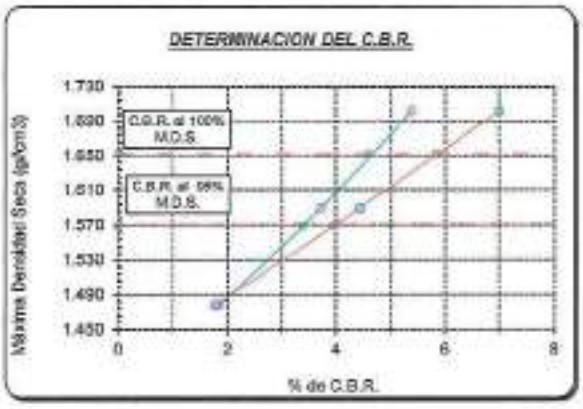
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.







UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11989		12331		11709.5		12065.5		11430		11930	
Peso de molde (g)	8046		8046		7927		7927		7808		7808	
Peso del suelo húmedo (g)	3943		4285		3782.5		4138.5		3622		3992	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2122		2122		2120		2120	
Densidad húmeda (g/cc)	1.856		2.017		1.783		1.950		1.708		1.883	
% de humedad	9.27		18.09		9.89		19.45		10.61		20.98	
Densidad seca (g/cc)	1.699		1.708		1.622		1.633		1.545		1.556	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	77.30	77.3	4286	4286	73.8	73.8	4138.5	4138.5	70.26	70.3	3992.0	3992.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	72.3	72.3	3943	3943	68.8	68.8	3782.5	3782.5	65.3	65.3	3622.0	3622.0
Peso del Agua (gr.)	5.0	5.0	342.0	342.0	5.0	5.0	356.0	356.0	5.0	5.0	370.0	370.0
Peso del tarro (gr.)	18.35	18.35	0	0	18.44	18.44	0	0	18.53	18.53	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	54.0	54.0	3677.1	3677.1	50.4	50.4	3722.1	3722.1	46.8	46.8	3966.9	3966.9
% de humedad	9.27	9.27	18.09	18.09	9.89	9.89	19.45	19.45	10.61	10.61	20.98	20.98
Promedio de Humedad (%)	9.27		18.09		9.89		19.45		10.61		20.98	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
15/10/2024	14.3	0	0.46	0	0	0.53	0	0	1.20	0	0
16/10/2024	14.3	24	1.02	0.048		2.28	0.060		2.84	0.071	
17/10/2024	14.3	48	2.40	0.060		2.80	0.070		3.20	0.080	
18/10/2024	14.3	72	3.80	0.090		4.04	0.101		4.65	0.113	
19/10/2024	14.3	96	3.99	0.099		4.98	0.124		5.00	0.150	
			4.57	total	2.16	4.57	total	2.72	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº D2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº D2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº D2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº D2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		5	2			5	2			5	2		
0.640	0.025	0'30"		35	12			31	10			18	6		
1.270	0.050	1'00"		61	21			39	17			37	12		
1.910	0.075	1'30"		77	31			67	23			39	16		
2.540	0.100	2'00"	1000	103	41	37.6	3.8	73	30	29.6	3.0	44	19	18.6	1.9
3.810	0.150	3'00"		148	59			104	41			58	24		
5.080	0.200	4'00"	1500	195	77	74.7	5.0	133	82	82.6	3.6	69	28	28.6	1.9
6.350	0.250	5'00"		243	96			161	63			78	32		
7.620	0.300	6'00"		290	113			189	74			89	35		
10.150	0.400	8'00"		360	137			228	89			106	42		
12.700	0.500	10'00"		410	160			266	103			120	47		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

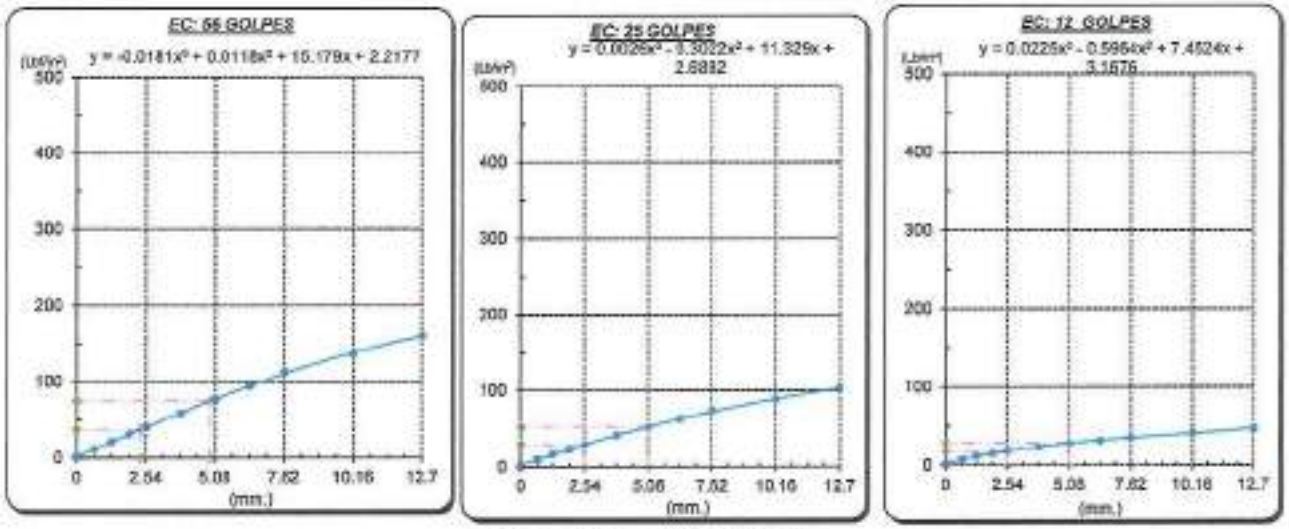


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.552 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³	1.4668
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

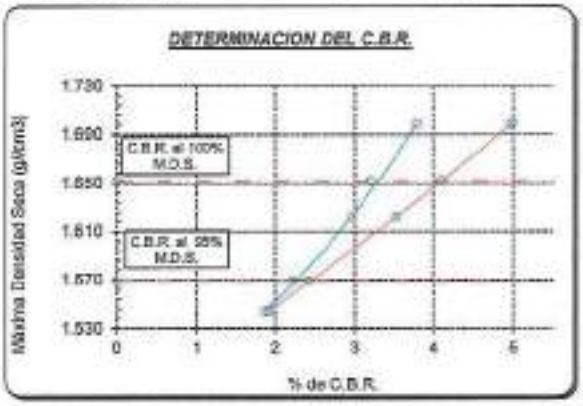
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	2	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	D2				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12103		12465		11854		12238.5		11605		12011	
Peso de molde (g)	8046		8046		8025		8025		8003		8003	
Peso del suelo húmedo (g)	4057		4420		3829.5		4214		3602		4008	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2116		2116		2107		2107	
Densidad húmeda (g/cc)	1.910		2.081		1.810		1.992		1.710		1.902	
% de humedad	12.01		21.11		12.57		22.77		13.12		24.56	
Densidad seca (g/cc)	1.705		1.718		1.608		1.623		1.511		1.527	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	67.22	67.2	4420	4420	67.7	67.7	4214	4214	68.11	68.1	4008.0	4008.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.0	62.0	4057	4057	62.2	62.2	3829.5	3829.5	62.4	62.4	3602.0	3602.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	363.0	363.0	5.5	5.5	384.5	384.5	5.7	5.7	406.0	406.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.56	0	0	18.72	18.715	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.5	43.5	3969.0	3969.0	43.5	43.5	3768.9	3768.9	43.5	43.5	3548.4	3548.4
% de humedad	12.01	12.01	21.11	21.11	12.57	12.57	22.77	22.77	13.12	13.12	24.56	24.56
Promedio de Humedad (%)	12.01		21.11		12.57		22.77		13.12		24.56	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
15/10/2024	14.3	0	0.66	0	0	0.78	0	0	0.90	0	0
16/10/2024	14.3	24	1.56	0.039		1.96	0.046		2.16	0.054	
17/10/2024	14.3	48	2.09	0.050		2.60	0.083		2.90	0.075	
18/10/2024	14.3	72	2.36	0.059		3.09	0.077		3.82	0.096	
19/10/2024	14.3	96	3.39	0.083		3.76	0.093		4.19	0.103	
			4.07	total	1.91	4.87	total	2.03	4.87	total	2.24

PENETRACION

PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° D2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		37	12			34	11			30	10		
1.270	0.050	1'00"		61	21			42	18			33	14		
1.910	0.075	1'30"		79	31			59	24			41	18		
2.540	0.100	2'00"	1000	100	40	34.6	3.5	74	30	29.6	3.0	47	20	20.0	2.0
3.810	0.150	3'00"		142	56			101	40			60	25		
5.080	0.200	4'00"	1500	183	72	66.1	4.5	127	50	50.9	3.4	71	29	28.7	2.0
6.350	0.250	5'00"		224	87			153	60			81	33		
7.620	0.300	6'00"		266	104			178	70			90	36		
10.160	0.400	8'00"		338	131			221	86			106	43		
12.700	0.500	10'00"		404	158			263	102			122	48		

Henry Ripalda Reyna Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

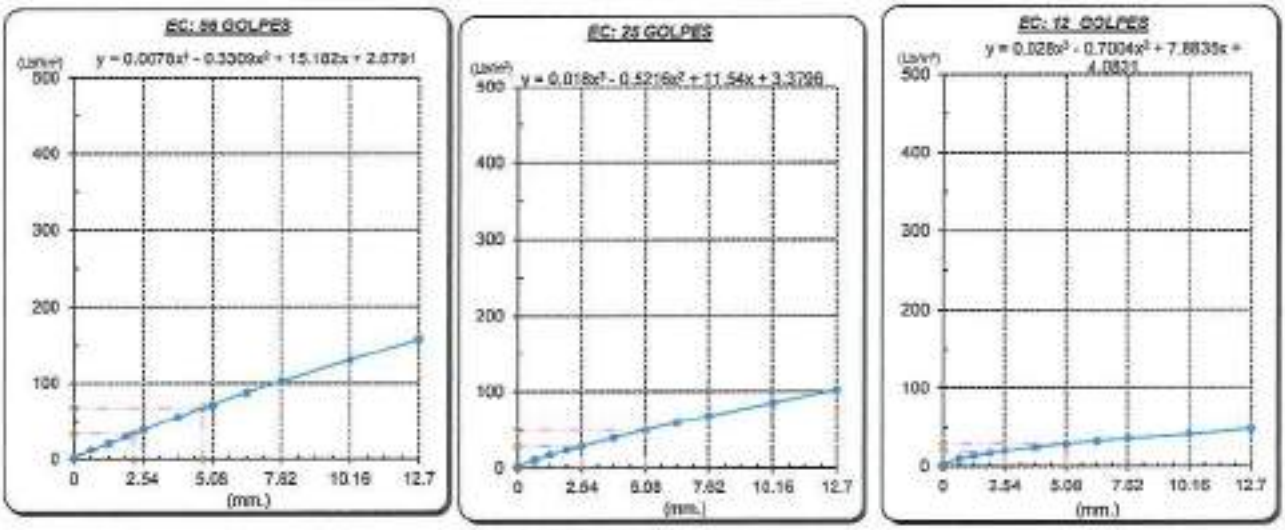


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

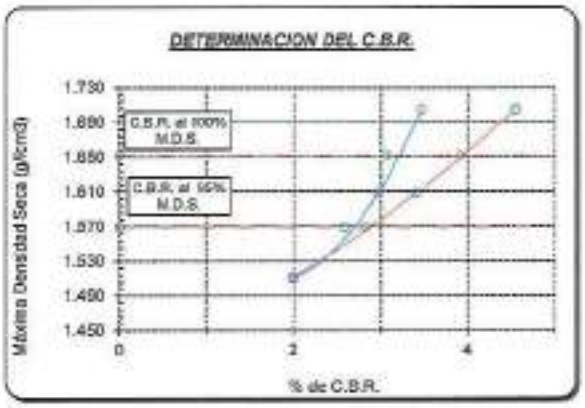
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.652 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³	1.4855
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%





Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR**
MUESTRA : M-4 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	D2				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12066		12490		11798.5		12209		11531		11928	
Peso de molde (g)	8046		8046		7975		7975		7903		7903	
Peso del suelo húmedo (g)	4020		4444		3824		4234.5		3628		4025	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2122		2122		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	1.893		2.092		1.802		1.996		1.712		1.899	
% de humedad	12.01		22.74		12.52		23.43		13.02		24.13	
Densidad seca (g/cc)	1.690		1.705		1.602		1.617		1.515		1.530	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	67.22	67.2	4444	4444	67.7	67.7	4234.5	4234.5	68.11	68.1	4025.0	4025.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.0	62.0	4020	4020	62.2	62.2	3824	3824	62.4	62.4	3628.0	3628.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	424.0	424.0	5.5	5.5	410.5	410.5	5.7	5.7	397.0	397.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.55	0	0	18.55	18.545	0	0	18.54	18.54	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.5	43.5	3953.2	3953.2	43.7	43.7	3783.7	3783.7	43.9	43.9	3573.9	3573.9
% de humedad	12.01	12.01	22.74	22.74	12.52	12.52	23.43	23.43	13.02	13.02	24.13	24.13
Promedio de Humedad (%)	12.01		22.74		12.52		23.43		13.02		24.13	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
15/10/2024	14.3	0	1.08	0	0	1.13	0	0	1.20	0	0
16/10/2024	14.3	24	2.50	0.053		2.67	0.057		2.84	0.071	
17/10/2024	14.3	48	3.42	0.085		3.72	0.093		3.92	0.093	
18/10/2024	14.3	72	3.83	0.091		3.79	0.095		3.96	0.099	
19/10/2024	14.3	96	4.08	0.100		4.84	0.114		5.10	0.125	
			4.27	total	2.10	4.57	total	2.49	4.87	total	2.79

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° D2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		20	10			16	8			10	6		
1.270	0.050	1'00"		36	16			30	13			23	11		
1.910	0.075	1'30"		60	26			47	20			34	15		
2.540	0.100	2'00"	1000	82	37	43.8	4.4	70	28	29.8	3.0	47	20	19.8	2.0
3.810	0.150	3'00"		164	54			117	46			70	29		
5.080	0.200	4'00"	1500	226	89	88.4	5.9	161	63	60.8	4.1	94	38	37.8	2.5
6.350	0.250	5'00"		280	109			199	77			117	46		
7.620	0.300	6'00"		324	126			232	91			141	55		
10.160	0.400	8'00"		400	156			288	113			179	70		
12.700	0.500	10'00"		448	184			342	133			218	84		

Henry Rivadeneyra Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

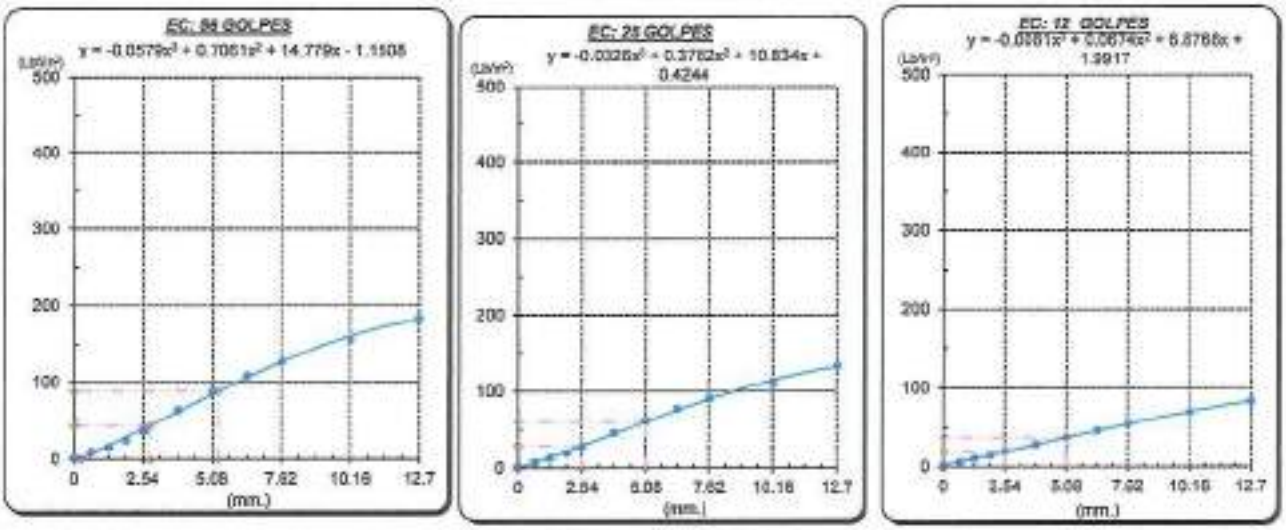


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.652 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³	1.4858
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

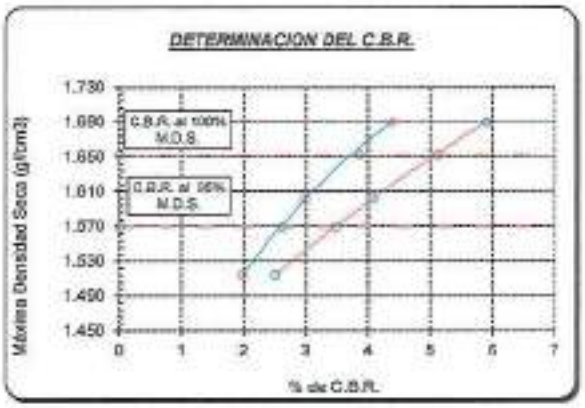
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-5 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	D2				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12086		12490		11798.5		12209		11531		11928	
Peso de molde (g)	8046		8046		7975		7975		7903		7903	
Peso del suelo húmedo (g)	4020		4444		3824		4234.5		3628		4025	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2122		2122		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	1.893		2.092		1.802		1.996		1.712		1.899	
% de humedad	12.59		23.31		13.12		24.02		13.63		24.73	
Densidad seca (g/cc)	1.681		1.697		1.593		1.609		1.507		1.523	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	60.33	60.3	4446	4444	60.3	60.3	4234.5	4234.5	67.20	67.2	4025.0	4025.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.1	60.1	4020	4020	60.7	60.7	3824	3824	61.3	61.3	3628.0	3628.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	424.0	424.0	5.8	5.8	410.5	410.5	5.9	5.9	397.0	397.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.55	0	0	18.28	18.275	0	0	18.00	18	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	41.6	41.6	3963.5	3963.5	42.4	42.4	3764.0	3764.0	43.3	43.3	3574.1	3574.1
% de humedad	12.59	12.59	23.31	23.31	13.12	13.12	24.02	24.02	13.63	13.63	24.73	24.73
Promedio de Humedad (%)	12.59		23.31		13.12		24.02		13.63		24.73	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
22/10/2024	14.3	0	0.80	0	0	0.99	0	0	1.10	0	0
23/10/2024	14.3	24	1.80	0.048		2.03	0.051		2.35	0.065	
24/10/2024	14.3	48	2.68	0.057		2.74	0.089		2.83	0.070	
25/10/2024	14.3	72	3.76	0.093		3.85	0.096		4.05	0.100	
26/10/2024	14.3	96	4.19	0.103		4.58	0.114		5.00	0.125	
			4.57	total	2.24	4.57	total	2.49	4.67	total	2.74

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° D2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		3	2			3	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		24	11			18	8			5	4		
1.270	0.050	1'00"		47	20			29	13			10	6		
1.910	0.075	1'30"		71	29			42	18			13	7		
2.540	0.100	2'00"	1000	94	38	32.7	3.3	55	23	22.7	2.3	17	9	8.6	0.9
3.810	0.150	3'00"		122	52			78	32			23	11		
5.080	0.200	4'00"	1500	172	67	64.3	4.3	101	40	40.8	2.7	29	13	13.6	0.9
6.350	0.250	5'00"		211	82			124	49			36	16		
7.620	0.300	6'00"		250	97			146	57			43	18		
10.160	0.400	8'00"		311	121			181	71			51	21		
12.700	0.500	10'00"		373	145			219	85			65	27		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

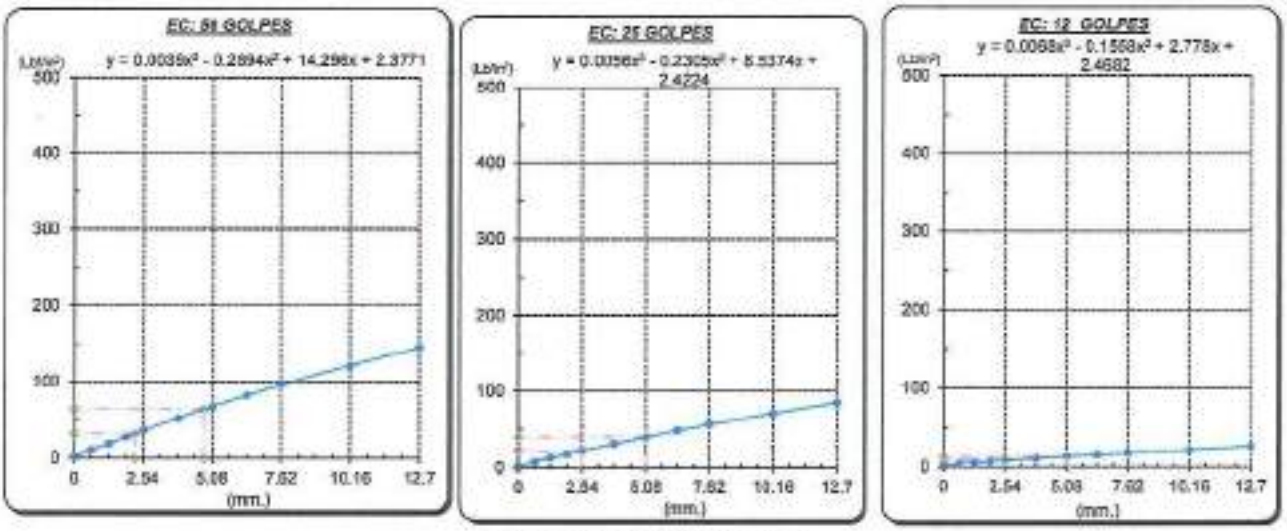


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.652 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³	1.4066
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

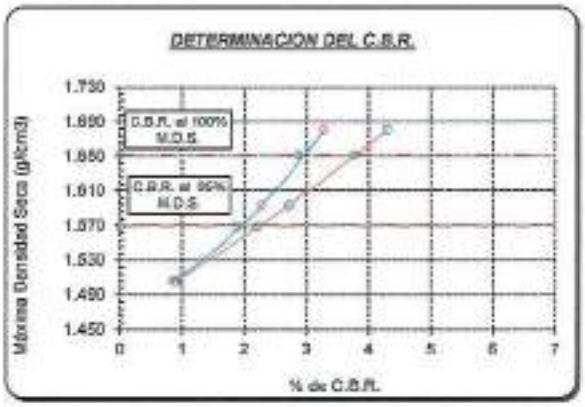
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	2	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-6 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11890		12222		11733		12048		11560		11867	
Peso de molde (g)	7903		7903		7975		7975		8048		8048	
Peso del suelo húmedo (g)	3996		4319		3758		4070		3520		3821	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2122		2122		2124		2124	
Densidad húmeda (g/cc)	1.886		2.038		1.771		1.918		1.657		1.799	
% de humedad	12.59		20.81		13.12		21.55		13.63		22.30	
Densidad seca (g/cc)	1.675		1.687		1.566		1.578		1.459		1.471	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	65.33	65.3	4319	4319	66.3	66.3	4070	4070	67.20	67.2	3821.0	3821.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.1	60.1	3996	3996	60.7	60.7	3758	3758	61.3	61.3	3520.0	3520.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	323.0	323.0	5.6	5.6	312.0	312.0	5.9	5.9	301.0	301.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.55	0	0	18.28	18.278	0	0	18.00	18	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	41.6	41.6	3930.2	3930.2	42.4	42.4	3700.1	3700.1	43.3	43.3	3469.4	3469.4
% de humedad	12.59	12.59	20.81	20.81	13.12	13.12	21.55	21.55	13.63	13.63	22.30	22.30
Promedio de Humedad (%)	12.59		20.81		13.12		21.55		13.63		22.30	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
22/10/2024	14.3	0	0.38	0	0	0.48	0	0	0.72	0	0
23/10/2024	14.3	24	1.26	0.032		1.06	0.046		2.42	0.061	
24/10/2024	14.3	48	2.13	0.053		2.64	0.053		2.93	0.074	
25/10/2024	14.3	72	3.10	0.078		3.35	0.054		3.65	0.090	
26/10/2024	14.3	96	4.00	0.100		4.70	0.118		5.46	0.135	
			4.57	total	2.19	4.87	total	2.57	4.97	total	2.08

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		28	13			18	8			4	4		
1.270	0.050	1'00"		45	20			28	13			7	5		
1.910	0.075	1'30"		60	25			35	16			10	6		
2.540	0.100	2'00"	1000	80	36	40.8	4.1	42	22	23.2	2.3	18	8	8.2	0.8
3.810	0.150	3'00"		136	61			81	36			26	12		
5.080	0.200	4'00"	1500	218	94	94.8	5.7	126	50	46.8	3.2	36	16	15.4	1.0
6.350	0.250	5'00"		270	105			155	62			48	19		
7.620	0.300	6'00"		324	126			189	74			54	23		
10.160	0.400	8'00"		426	167			249	97			71	29		
12.700	0.500	10'00"		498	196			291	113			83	33		

Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

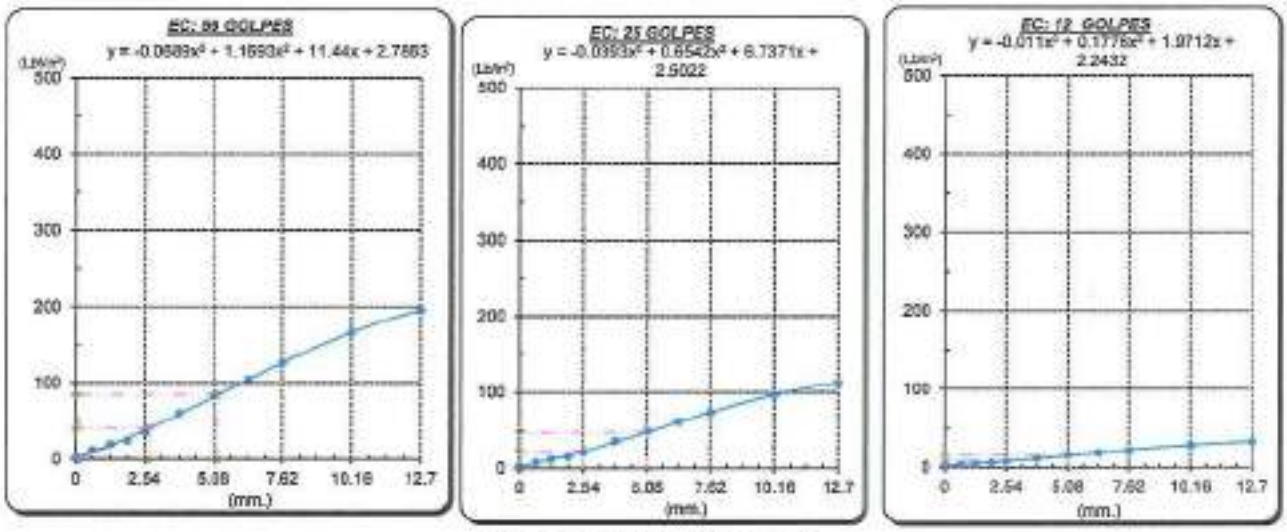


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.662 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³	1.4000
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

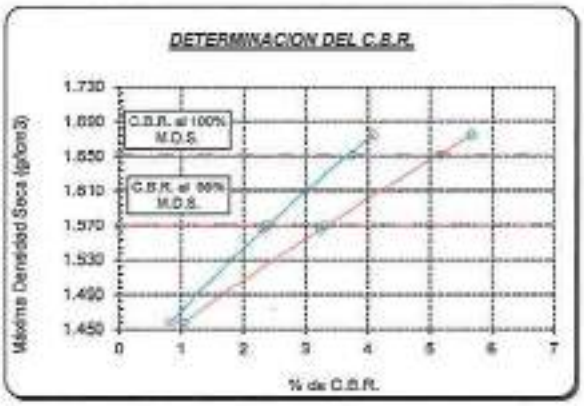
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-7 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12333		12839		12021		12418		11709		12197	
Peso de molde (g)	8305		8305		8175.5		8175.5		8046		8046	
Peso del suelo húmedo (g)	4028		4334		3845.5		4242.5		3663		4151	
Volumen del molde (cc)	2105		2105		2115		2115		2124		2124	
Densidad húmeda (g/cc)	1.914		2.059		1.819		2.006		1.725		1.954	
% de humedad	12.87		20.39		13.08		23.57		13.52		27.05	
Densidad seca (g/cc)	1.696		1.710		1.608		1.624		1.519		1.538	

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	73.23	73.2	4334	4334	71.9	71.9	4242.5	4242.5	70.60	70.6	4151.0	4151.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	67.1	67.1	4028	4028	65.8	65.8	3845.5	3845.5	64.4	64.4	3663.0	3663.0
Peso del Agua (gr.)	6.1	6.1	306.0	306.0	5.2	5.2	397.0	397.0	6.2	6.2	488.0	488.0
Peso del tarro (gr.)	18.7	18.7	0	0	18.63	18.625	0	0	18.55	18.55	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	48.4	48.4	3960.7	3960.7	47.1	47.1	3784.6	3784.6	45.9	45.9	3608.2	3608.2
% de humedad	12.67	12.67	20.39	20.39	13.08	13.08	23.57	23.57	13.52	13.52	27.05	27.05
Promedio de Humedad (%)	12.67		20.39		13.08		23.57		13.52		27.05	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
22/10/2024	14.3	0	0.89	0	0	1.01	0	0	1.39	0	0
23/10/2024	14.3	24	1.99	0.048		2.43	0.061		2.91	0.074	
24/10/2024	14.3	48	3.68	0.069		4.03	0.101		4.19	0.103	
25/10/2024	14.3	72	4.73	0.118		5.24	0.131		5.73	0.144	
26/10/2024	14.3	96	5.69	0.125		6.09	0.150		7.09	0.175	
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.28	4.57	total	3.83

PENETRACIÓN				MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
			CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	TIEMPO	Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		24	11			18	9			11	6		
1.270	0.050	1'00"		48	20			34	16			20	10		
1.910	0.075	1'30"		72	29			51	21			30	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	93	38	35.0	3.5	67	27	27.2	2.7	39	17	16.6	1.7
3.810	0.150	3'00"		140	55			98	39			55	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	184	72	69.5	4.6	128	50	50.6	3.4	71	29	29.2	1.9
6.350	0.250	5'00"		229	89			159	62			87	35		
7.620	0.300	6'00"		273	106			188	73			103	43		
10.160	0.400	8'00"		348	136			240	94			132	55		
12.700	0.500	10'00"		434	166			293	114			162	63		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

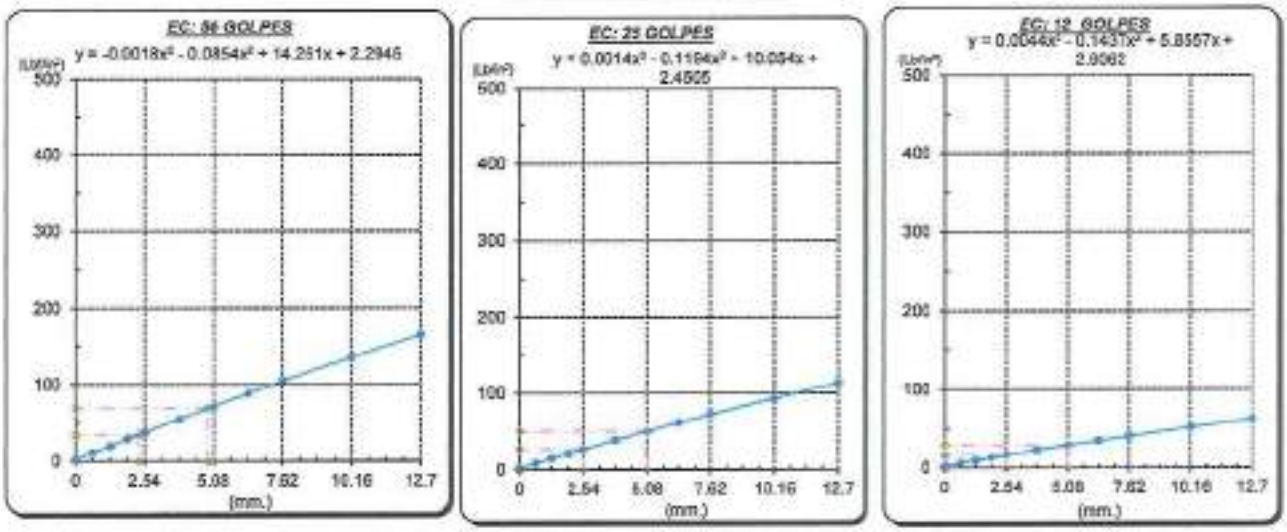


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.602 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.593 g./cm³	1.4665
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI
MUESTRA : M-8 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11920		12300		11805		12168		11690		12035	
Peso de molde (g)	7903		7903		8022		8022		8140		8140	
Peso del suelo húmedo (g)	4017		4397		3754		4146		3550		3895	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2116		2116		2112		2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.896		2.075		1.788		1.960		1.681		1.844	
% de humedad	12.12		21.74		12.55		22.28		12.98		22.84	
Densidad seca (g/cc)	1.691		1.704		1.589		1.603		1.488		1.501	

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.13	68.1	4397	4397	68.4	68.4	4146	4146	68.70	68.7	3895.0	3895.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	63.6	63.6	4017	4017	63.7	63.7	3783.5	3783.5	63.8	63.8	3550.0	3550.0
Peso del Agua (gr.)	5.5	5.5	380.0	380.0	5.7	5.7	362.5	362.5	5.9	5.9	345.0	345.0
Peso del tarro (gr.)	18.22	18.22	0	0	18.28	18.275	0	0	18.33	18.33	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.4	45.4	3950.2	3950.2	45.4	45.4	3724.3	3724.3	45.5	45.5	3498.0	3498.0
% de humedad	12.12	12.12	21.74	21.74	12.55	12.55	22.28	22.28	12.98	12.98	22.84	22.84
Promedio de Humedad (%)	12.12		21.74		12.55		22.28		12.98		22.84	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
22/10/2024	14.3	0	1.19	0	0	1.48	0	0	1.83	0	0
23/10/2024	14.3	24	2.21	0.056		2.45	0.061		2.88	0.067	
24/10/2024	14.3	48	3.48	0.085		3.88	0.089		3.79	0.093	
25/10/2024	14.3	72	4.85	0.115		4.80	0.120		5.09	0.125	
26/10/2024	14.3	96	6.00	0.125		6.94	0.149		6.90	0.173	
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.26	4.57	total	3.76

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
			CARGA	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
PENETRACIÓN		TIEMPO	STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'30"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		12	7			9	6			6	4		
1.270	0.050	1'00"		24	11			17	8			9	5		
1.910	0.075	1'30"		30	14			22	11			16	8		
2.540	0.100	2'00"	1000	48	20	38.0	3.8	36	16	18.2	1.8	23	11	11.7	1.2
3.810	0.150	3'00"		114	45			73	31			41	18		
5.080	0.200	4'00"	1500	186	73	89.5	6.0	122	46	46.7	3.1	57	24	22.6	1.5
6.350	0.250	5'00"		264	103			157	65			70	29		
7.620	0.300	6'00"		336	131			226	81			81	33		
10.160	0.400	8'00"		450	176			274	107			100	40		
12.700	0.500	10'00"		564	223			341	133			117	45		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

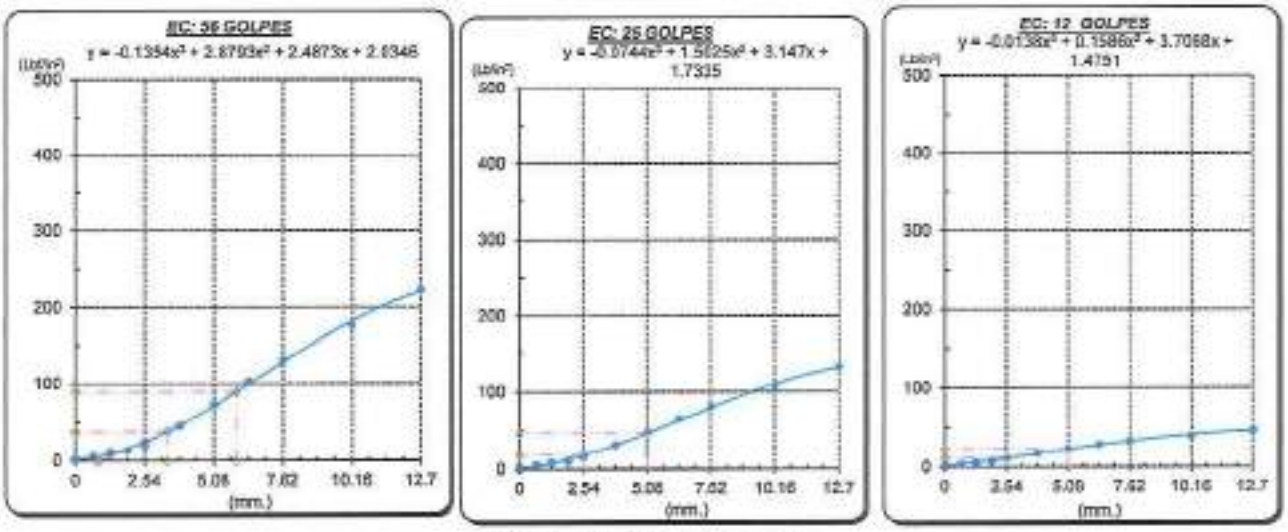


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.552 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g./cm³	1.4698
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

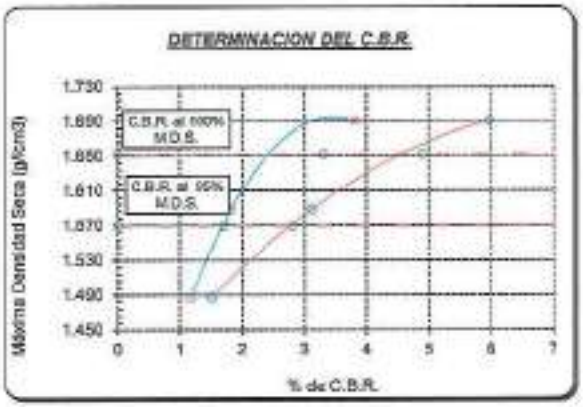
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

CALICATA : C-3 **ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAI**
MUESTRA : M-9 PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	D2		A-2		A3	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	11999	12312	11916.5	12144.5	11634	11977
Peso de molde (g)	7903	7903	7953	7953	8003	8003
Peso del suelo húmedo (g)	4096	4409	3963.5	4191.5	3631	3974
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2113	2113	2107	2107
Densidad húmeda (g/cc)	1.933	2.081	1.828	1.984	1.723	1.886
% de humedad	13.15	20.92	13.57	22.20	14.03	23.62
Densidad seca (g/cc)	1.708	1.721	1.610	1.623	1.511	1.526

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	63.10	63.1	4409	4409	61.6	61.6	4191.5	4191.5	60.00	60.0	3974.0	3974.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	57.9	57.9	4096	4096	56.4	56.4	3863.5	3863.5	54.9	54.9	3631.0	3631.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	313.0	313.0	5.2	5.2	328.0	328.0	5.1	5.1	343.0	343.0
Peso del tarro (gr.)	18.36	18.36	0	0	18.46	18.465	0	0	18.56	18.56	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	39.5	39.5	4027.2	4027.2	37.9	37.9	3802.3	3802.3	36.4	36.4	3576.9	3576.9
% de humedad	13.15	13.15	20.92	20.92	13.57	13.57	22.20	22.20	14.03	14.03	23.62	23.62
Promedio de Humedad (%)	13.15		20.92		13.57		22.20		14.03		23.62	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
30/10/2024	14.3	0	0.30	0	0	0.47	0	0	0.62	0	0
31/10/2024	14.3	24	1.50	0.038		1.60	0.045		2.10	0.053	
01/11/2024	14.3	48	1.67	0.067		1.74	0.068		2.60	0.070	
02/11/2024	14.3	72	1.80	0.075		1.75	0.078		3.20	0.080	
03/11/2024	14.3	96	1.30	0.083		1.78	0.093		4.10	0.103	
			4.57	total	1.01	4.57	total	2.03	4.57	total	2.24

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		25	12			21	10			16	8		
1.270	0.050	1'00"		45	21			35	17			27	12		
1.910	0.075	1'30"		74	30			46	23			35	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	85	39	31.9	3.2	73	30	29.1	2.9	49	20	20.0	2.0
3.810	0.150	3'00"		129	55			102	41			65	27		
5.080	0.200	4'00"	1500	179	70	62.3	4.2	131	51	52.1	3.5	82	33	33.7	2.2
6.350	0.250	5'00"		226	86			160	63			99	39		
7.620	0.300	6'00"		261	102			189	74			116	46		
10.160	0.400	8'00"		336	131			240	93			143	56		
12.700	0.500	10'00"		411	161			291	113			170	67		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

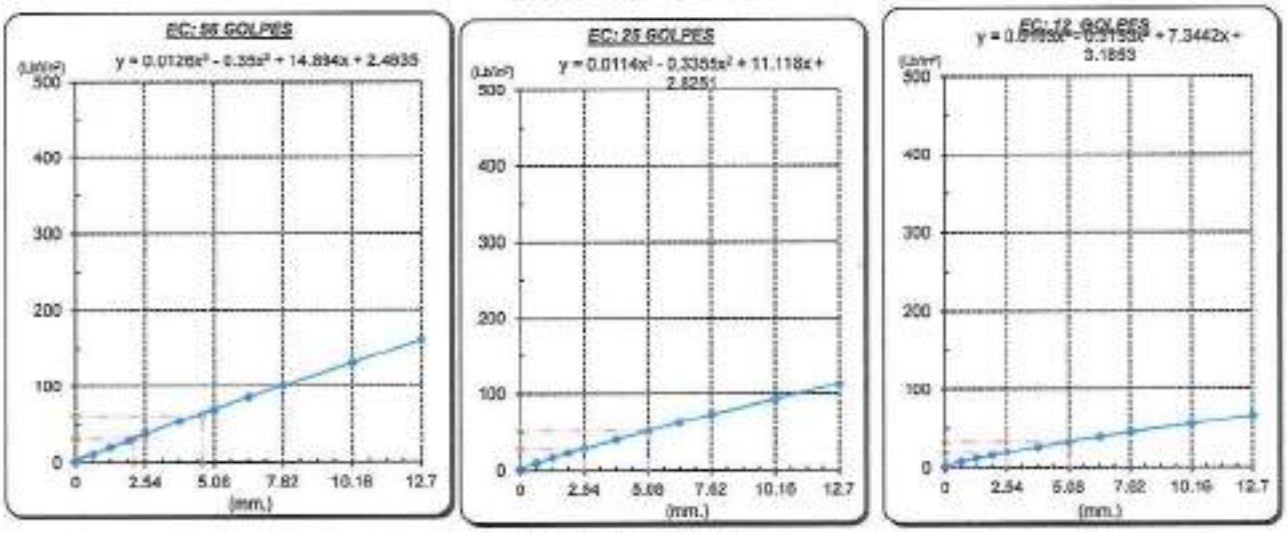


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.652 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.569 g/cm³	1.4855
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESIS : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 5% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULAR
MUESTRA : M-10 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	D2				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11567		12367		11710		12099		11433		11830	
Peso de molde (g)	7503		7503		7856		7856		7808		7808	
Peso del suelo húmedo (g)	4064		4864		3855		4243		3625		4022	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2120		2120		2120		2120	
Densidad húmeda (g/cc)	1.527		2.107		1.819		2.002		1.710		1.897	
% de humedad	12.63		22.09		12.85		23.09		13.07		24.18	
Densidad seca (g/cc)	1.711		1.725		1.612		1.626		1.512		1.528	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	80.10	80.1	4404	4404	80.6	80.6	4243	4243	81.50	81.5	4022.0	4022.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	73.2	73.2	4084	4084	73.7	73.7	3854.6	3854.6	74.2	74.2	3625.0	3625.0
Peso del Agua (gr.)	6.9	6.9	380.0	380.0	7.1	7.1	388.5	388.5	7.3	7.3	397.0	397.0
Peso del tarro (gr.)	18.55	18.55	0	0	18.44	18.44	0	0	18.33	18.33	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	54.7	54.7	4015.3	4015.3	55.3	55.3	3793.4	3793.4	55.9	55.9	3571.0	3571.0
% de humedad	12.63	12.63	22.09	22.09	12.85	12.85	23.09	23.09	13.07	13.07	24.18	24.18
Promedio de Humedad (%)	12.63		22.09		12.85		23.09		13.07		24.18	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
30/10/2024	14.3	0	0.44	0	0	0.80	0	0	0.78	0	0
31/10/2024	14.3	24	1.20	0.030		1.60	0.040		2.00	0.050	
01/11/2024	14.3	48	2.32	0.095		2.24	0.056		2.28	0.057	
02/11/2024	14.3	72	2.80	0.070		2.40	0.060		2.48	0.060	
03/11/2024	14.3	96	2.40	0.065		3.76	0.094		4.10	0.103	
			4.57	total	1.35	4.97	total	2.05	4.57	total	2.24

PENETRACIÓN															
PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Libs/ pulg2	Libs/ pulg2	%	Lect. Dial	Libs/ pulg2	Libs/ pulg2	%	Lect. Dial	Libs/ pulg2	Libs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		25	12			17	8			8	6		
1.270	0.050	1'00"		48	20			32	14			18	8		
1.910	0.075	1'30"		72	29			48	20			22	11		
2.540	0.100	2'00"	1000	95	38	33.7	3.4	63	26	25.5	2.6	31	14	13.7	1.4
3.810	0.150	3'00"		137	54			91	36			44	19		
5.080	0.200	4'00"	1500	179	70	66.7	4.4	118	47	46.9	3.1	57	24	23.8	1.6
6.350	0.250	5'00"		220	86			143	57			70	29		
7.620	0.300	6'00"		262	102			173	67			83	33		
10.160	0.400	8'00"		342	133			223	87			104	41		
12.700	0.500	10'00"		421	165			273	106			126	48		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS	: TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA	: INGENIERÍA CIVIL
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN	: CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN	: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

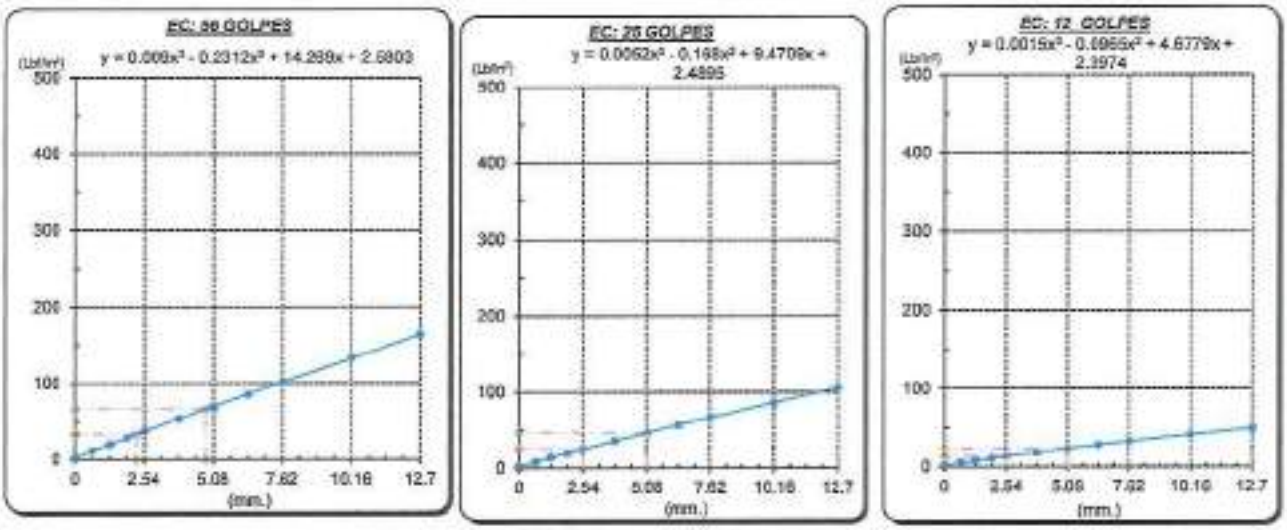


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.602 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.522 g./cm³	1.4655
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.10 %	

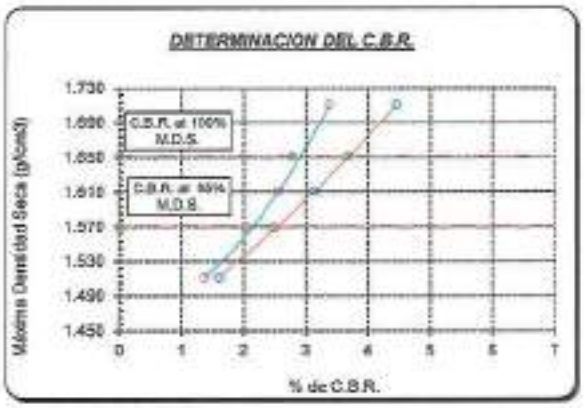
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3	%	4	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	2	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULA**
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

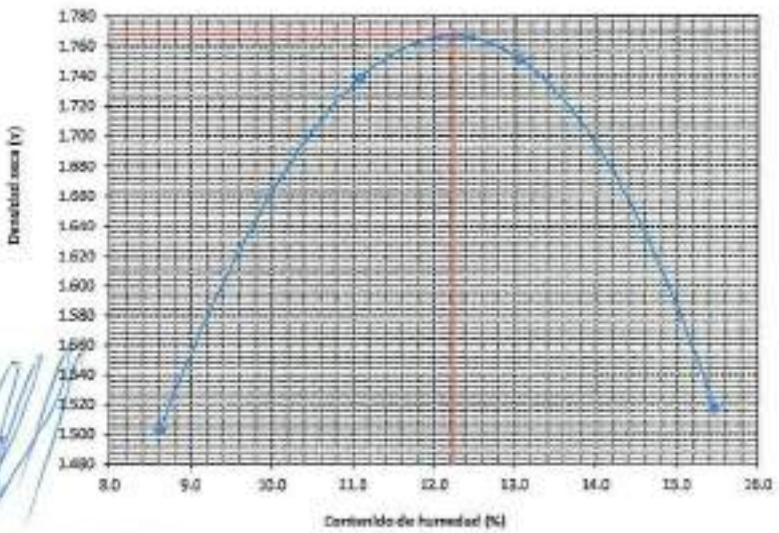
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g	5851	5920	5964	5759
Peso del molde	g	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g	1675	1744	1788	1583
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.033	1.931	1.980	1.753

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	61.99	71.32	63.77	70.57
Peso del suelo seco + tara	g	58.48	66.01	58.56	63.99
Peso de tara	g	17.71	18.06	18.71	21.43
Peso de agua	g	3.51	5.31	5.21	6.58
Peso de suelo seco	g	40.77	47.95	39.85	42.56
Contenido de agua	%	8.6	11.1	13.1	15.5
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.504	1.738	1.751	1.516

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.768**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**12.24**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruudeneyra Obitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
Escuela : INGENIERÍA CIVIL
Proyecto/Tesis : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
Ubicación : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANUL
MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

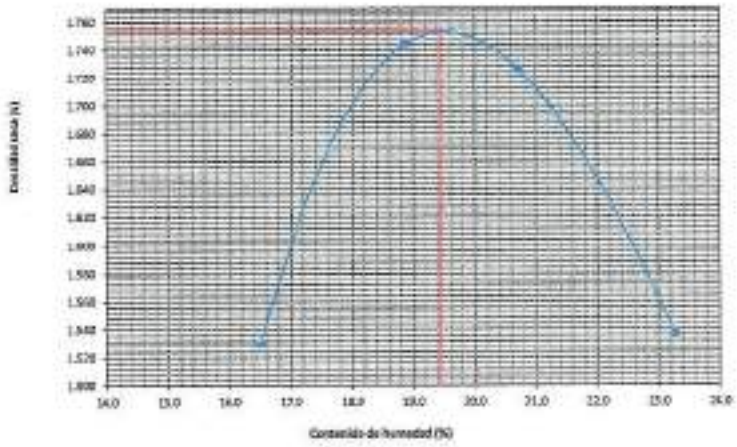
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g	5786	6049	6058	5887
Peso del molde	g	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g	1610	1873	1882	1711
Volumen del molde	cm3	903.29	903.29	903.29	903.29
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.783	2.074	2.084	1.894

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	64.83	62.41	62.96	68.73
Peso del suelo seco + tara	g	59.09	55.49	55.54	60.21
Peso de tara	g	18.47	16.82	16.58	19.28
Peso de agua	g	5.54	6.92	7.61	8.52
Peso de suelo seco	g	39.62	38.67	38.76	40.93
Contenido de agua	%	16.5	18.9	20.7	23.3
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.530	1.746	1.726	1.537

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.754	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	19.45	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PYA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
Escuela : INGENIERÍA CIVIL
Proyecto/Tesis : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
Ubicación : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULA
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

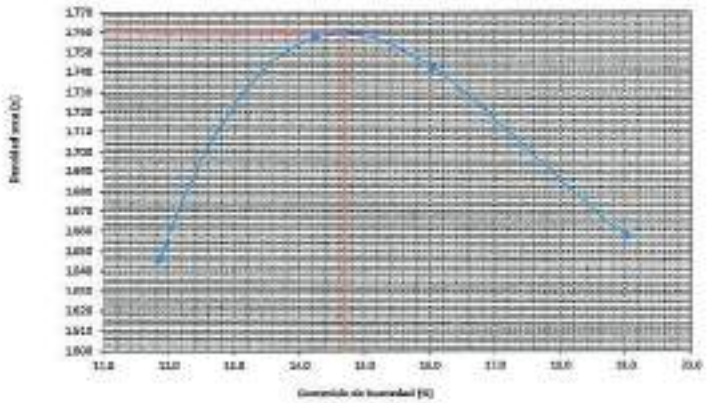
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5900	6057	6070	6024
Peso del molde	g.	4173	4173	4173	4173
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1727	1884	1897	1851
Volumen del molde	cm3	936.32	936.32	936.32	936.32
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.844	2.012	2.026	1.976

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	99	91.70	100.58	92.74
Peso del suelo seco + tara	g.	91.94	48.75	90.58	86.85
Peso de tara	g.	17.67	28.04	28.27	25.68
Peso de agua	g.	4.06	2.95	10	5.89
Peso de suelo seco	g.	34.27	20.71	62.31	30.97
Contenido de agua	%	11.8	14.2	16.0	19.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.848	1.757	1.742	1.657

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.760	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.69	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riveder Reyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Persona del Área de Control de Calidad, Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
Escuela : INGENIERÍA CIVIL
Proyecto/Tesis : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
Ubicación : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Mayo del 2025

CALICATA : C-1 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULA
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

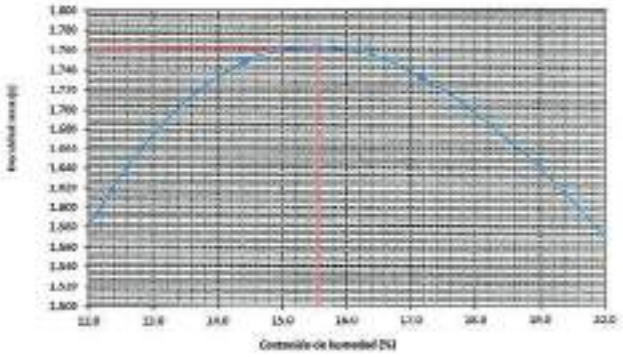
Número de ensayo		7	10	13	16
Peso del suelo + molde	g.	5779	6009	6031	5890
Peso del molde	g	4175	4175	4175	4175
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1604	1834	1856	1715
Volumen del molde	cm3	914.91	914.91	914.91	914.91
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.75	2	2.03	1.87

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	83.7	91.81	76.1	97.72
Peso del suelo seco + tara	g	66.17	66.75	68.19	80.02
Peso de tara	g.	17.56	21.64	21.69	21.69
Peso de agua	g	4.53	5.06	7.94	7.7
Peso de suelo seco	g.	38.22	35.11	46.51	58.16
Contenido de agua	%	11.9	14.4	17.1	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.565	1.748	1.732	1.556

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.763	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.84	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C1** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-1** PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				B3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12010		12531		11613		12351		11618		12231	
Peso de molde (g)	7690		7690		7895		7895		8100		8100	
Peso del suelo húmedo (g)	4320		4841		3918		4486		3518		4131	
Volumen del molde (cc)	2129		2129		2095		2095		2132		2132	
Densidad húmeda (g/cc)	2.029		2.274		1.870		2.141		1.649		1.938	
% de humedad	15.60		27.87		15.93		30.66		16.28		34.01	
Densidad seca (g/cc)	1.755		1.778		1.613		1.639		1.418		1.446	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	67.5	67.5	4841	4841	67.2	67.2	4486	4486	66.9	66.9	4131.0	4131.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.9	60.9	4320	4320	60.5	60.5	3918	3918	60.1	60.1	3515.0	3515.0
Peso del Agua (gr.)	6.6	6.6	521.0	521.0	6.7	6.7	568.0	568.0	6.8	6.8	615.0	615.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.5	18.5	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	42.3	42.3	4245.5	4245.5	42.0	42.0	3855.8	3855.8	41.7	41.7	3486.8	3486.8
% de humedad	15.60	15.60	27.87	27.87	15.93	15.93	30.66	30.66	16.28	16.28	34.01	34.01
Promedio de Humedad (%)	15.60		27.87		15.93		30.66		16.28		34.01	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
30/10/2024	14.3	0	0.6	0	0	0.68	0	0	0.8	0	0
31/10/2024	14.3	24	2.8	0.066		2.878	0.072		3.18	0.079	
01/11/2024	14.3	48	3.6	0.088		3.81	0.090		3.72	0.093	
02/11/2024	14.3	72	4.1	0.103		4.21	0.106		4.53	0.113	
03/11/2024	14.3	96	5.33	0.133		5.605	0.138		5.68	0.142	
			4.57	total	2.91	4.57	total	3.01	4.57	total	3.11

PENETRACIÓN				PENETRACION											
				MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° B3			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.		Lb/in2												
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		46	17			28	12			18	7		
1.270	0.050	1'00"		73	32			51	21			22	11		
1.910	0.075	1'30"		110	47			76	33			33	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	156	61	53.1	5.3	89	39	35.5	3.6	41	18	17.7	1.8
3.810	0.150	3'00"		215	84			138	54			59	24		
5.080	0.200	4'00"	1500	270	108	103.5	6.9	176	69	69.8	4.7	75	30	31.1	2.1
6.350	0.250	5'00"		326	131			216	84			89	38		
7.620	0.300	6'00"		386	155			253	99			140	44		
10.160	0.400	8'00"		483	190			313	121			140	66		
12.700	0.500	10'00"		570	225			371	145			172	87		

Henry Riwadeneyra Ohlicas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

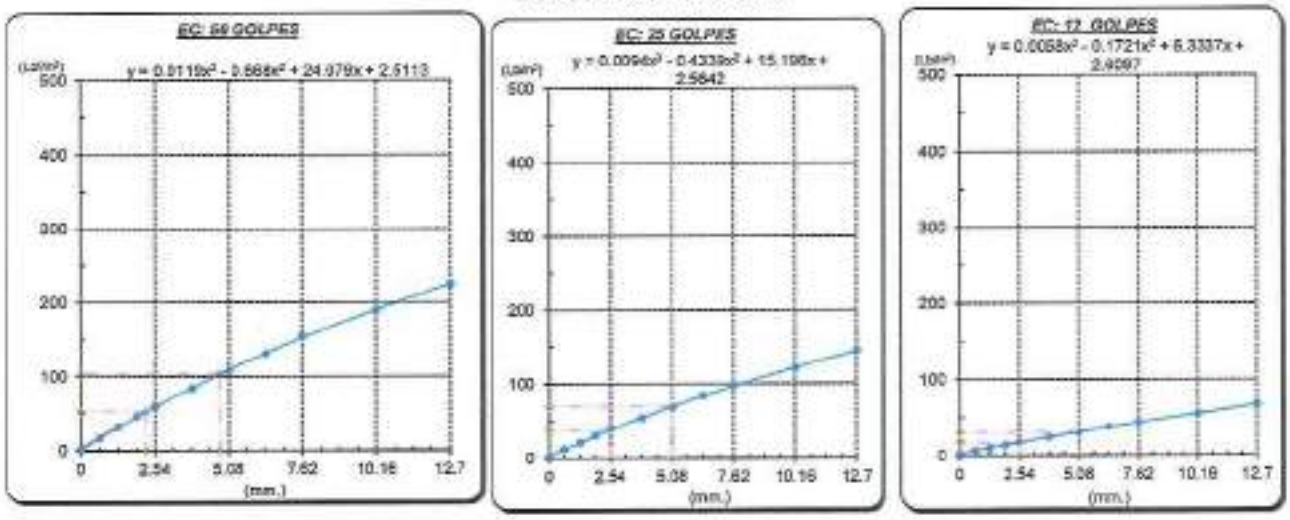


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.763 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g/cm³	1.5867
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA : **C1** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12149		12457		11878		12230		11607		12069	
Peso de molde (g)	7855		7855		7842		7842		7828		7828	
Peso del suelo húmedo (g)	4294		4602		4037		4389		3779		4178	
Volumen del molde (cc)	2337		2117		2095		2095		2125		2125	
Densidad húmeda (g/cc)	2.038		2.174		1.927		2.095		1.778		1.966	
% de humedad	14.44		21.74		14.57		23.44		14.69		25.33	
Densidad seca (g/cc)	1.772		1.786		1.682		1.697		1.551		1.568	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	66.9	66.9	4602	4602	67.6	67.6	4388.5	4388.5	66.3	66.3	4175.0	4175.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.8	60.8	4294	4294	61.4	61.4	4036.6	4036.6	62.0	62.0	3779.0	3779.0
Peso del Agua (gr.)	6.1	6.1	308.0	308.0	6.2	6.2	352.0	352.0	5.3	5.3	396.0	396.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.725	18.725	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	42.2	42.2	4219.2	4219.2	42.7	42.7	3969.7	3969.7	43.1	43.1	3721.3	3721.3
% de humedad	14.44	14.44	21.74	21.74	14.57	14.57	23.44	23.44	14.69	14.69	25.33	25.33
Promedio de Humedad (%)	14.44		21.74		14.57		23.44		14.69		25.33	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
30/10/2024	14.3	0	0.33	0	0	0.89	0	0	0.86	0	0
31/10/2024	14.3	24	1.8	0.545		2.83	0.066		3.8	0.088	
01/11/2024	14.3	48	2.7	0.558		2.49	0.087		4.37	0.107	
02/11/2024	14.3	72	3.8	0.568		4.46	0.112		5.42	0.136	
03/11/2024	14.3	96	4.3	0.105		5.11	0.128		6.01	0.150	
			4.57	total	2.30	4.57	total	2.79	4.57	total	3.29

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	16			30	13			19	8		
1.270	0.050	1'00"		94	34			67	24			30	14		
1.910	0.075	1'30"		133	49			93	34			48	19		
2.540	0.100	2'00"	1000	188	66	57.8	5.8	113	44	42.6	4.4	69	24	23.9	2.4
3.810	0.150	3'00"		232	90			157	62			83	33		
5.080	0.200	4'00"	1500	299	117	113.2	7.5	202	79	78.9	5.3	106	42	42.5	2.8
6.350	0.250	5'00"		368	143			247	96			128	50		
7.620	0.300	6'00"		433	170			292	114			151	59		
10.160	0.400	8'00"		533	208			368	138			191	73		
12.700	0.500	10'00"		611	242			417	163			223	87		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

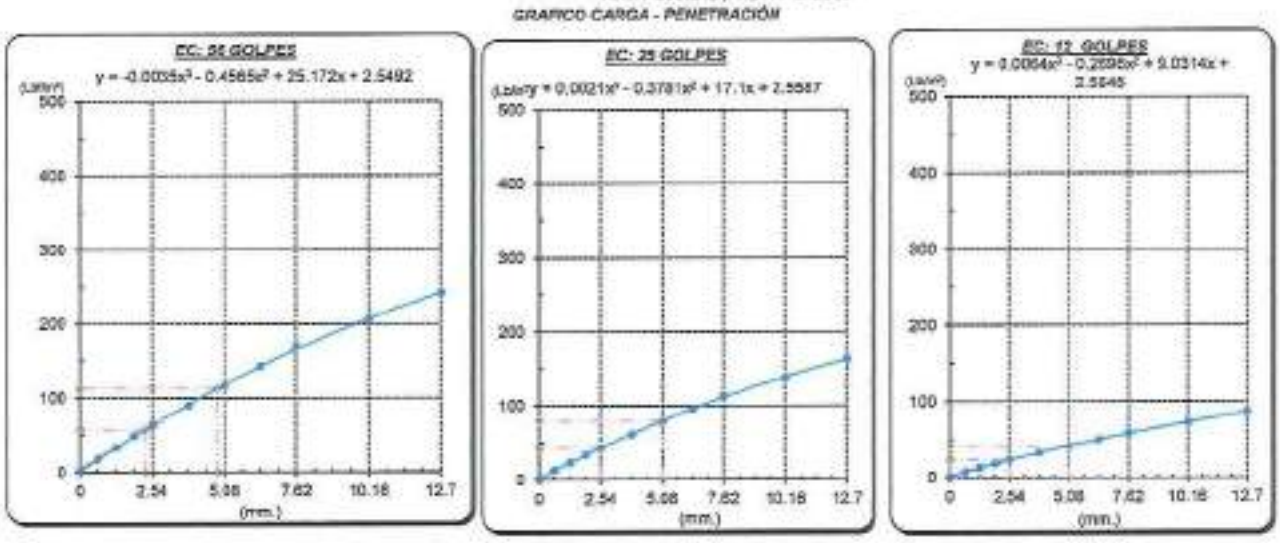


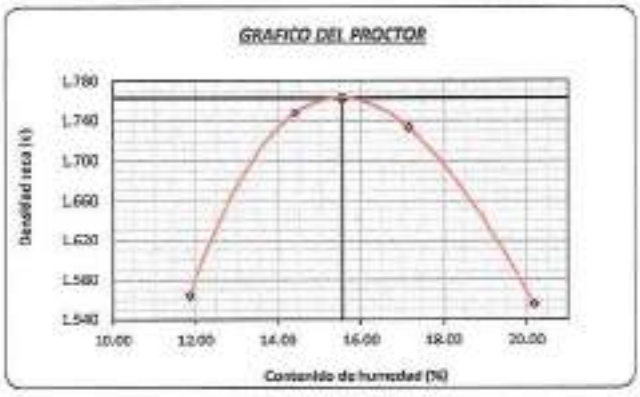
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

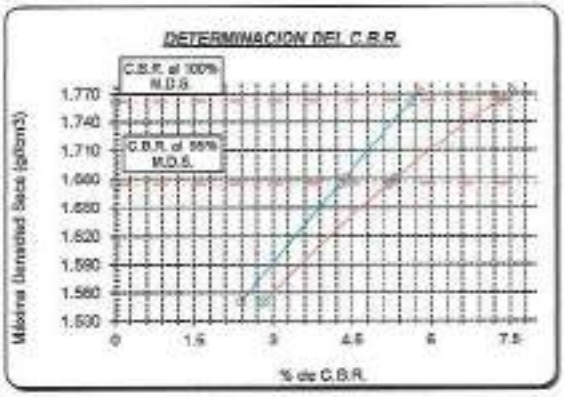
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.763 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g/cm³	1.5867
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%





Mehry Riveros Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA : C1 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN								
N° Molde	H3		A-2		B3			
N° Capa	5		5		5			
N° Golpes por capa	56		25		12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	11938	12298	11904	12257	11859	12217		
Peso de molde (g)	7671	7671	7886	7886	8100	8100		
Peso del suelo húmedo (g)	4267	4625	4018	4371	3759	4117		
Volumen del molde (cc)	2125	2125	2096	2096	2132	2132		
Densidad húmeda (g/cc)	2.008	2.176	1.918	2.086	1.763	1.931		
% de humedad	13.83	22.37	14.10	23.03	14.36	23.74		
Densidad seca (g/cc)	1.764	1.779	1.681	1.696	1.546	1.561		

HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	69.4	69.4	4625	4625	69.8	69.8	4371	4371	70.2	70.2	4117.0	4117.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	63.2	63.2	4267	4267	63.5	63.5	4018	4018	63.7	63.7	3759.0	3759.0
Peso del Agua (gr.)	6.2	6.2	358.0	358.0	6.3	6.3	353.0	353.0	6.5	6.5	348.0	348.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.7	44.7	4153.0	4153.0	45.0	45.0	3651.6	3651.6	45.3	45.3	3711.6	3711.6
% de humedad	13.83	13.83	22.37	22.37	14.10	14.10	23.03	23.03	14.36	14.36	23.74	23.74
Promedio de Humedad (%)	13.83		22.37		14.10		23.03		14.36		23.74	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	
30/10/2024	14.3	0	5.41	0	0	5.68	0	0	0.9	0	0	
31/10/2024	14.3	24	1.3	0.030		1.82	0.040		3	0.060		
01/11/2024	14.3	48	2.5	0.069		3.19	0.078		3.7	0.093		
02/11/2024	14.3	72	3.8	0.099		4.13	0.104		4.5	0.113		
03/11/2024	14.3	96	5	0.125		5.05	0.150		7	0.175		
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.28	4.57	total	3.83	

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
				MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° B3			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		6	2			0	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		41	18			26	11			8	5		
1.270	0.050	1'00"		80	32			49	20			17	9		
1.910	0.075	1'30"		118	47			74	30			25	13		
2.540	0.100	2'00"	1000	167	62	53.0	5.3	96	38	36.9	3.7	35	15	14.1	1.4
3.810	0.150	3'00"		216	84			129	51			42	18		
5.080	0.200	4'00"	1500	276	107	103.1	6.9	162	63	64.5	4.3	48	20	21.0	1.4
6.350	0.250	5'00"		334	130			194	76			53	22		
7.620	0.300	6'00"		393	154			226	88			58	24		
10.160	0.400	8'00"		489	184			271	106			73	30		
12.700	0.500	10'00"		548	215			310	121			74	30		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

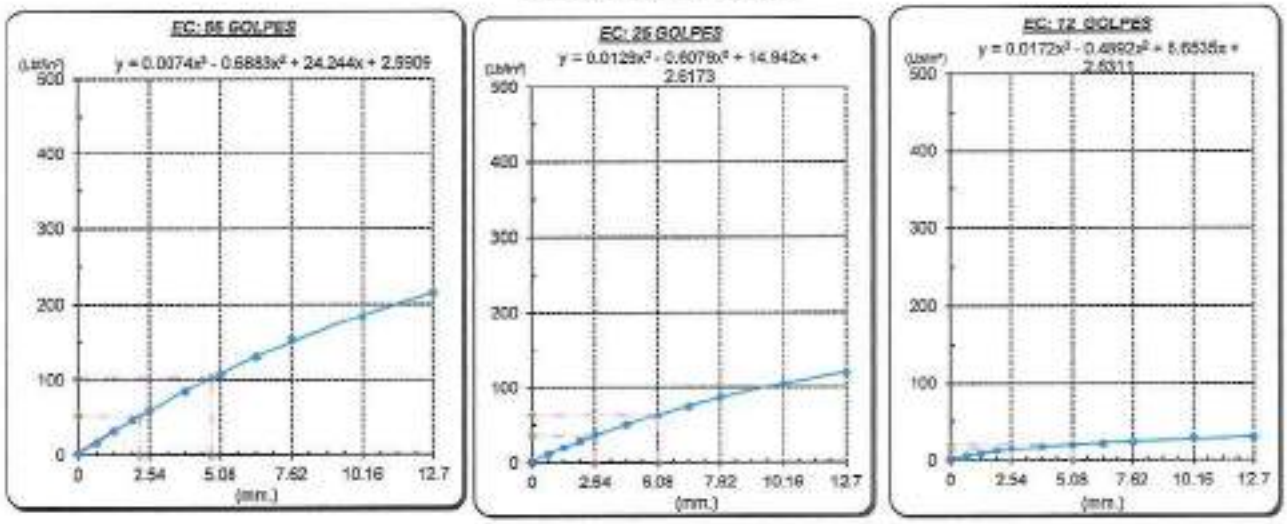


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

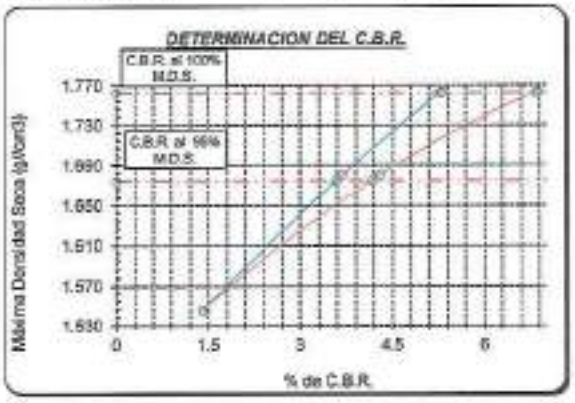
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.763 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g./cm³	1.5867
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%





Henry Rivadeneyra Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO – LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C1** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-4** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12365		12722		11945		12327		11534		11931	
Peso de molde (g)	8100		8100		7885.5		7885.5		7671		7671	
Peso del suelo húmedo (g)	4265		4622		4059		4441		3863		4260	
Volumen del molde (cc)	2132		2132		2055		2095		2125		2125	
Densidad húmeda (g/cc)	1.999		2.168		1.937		2.120		1.818		2.005	
% de humedad	13.37		22.15		13.66		23.25		14.00		24.44	
Densidad seca (g/cc)	1.760		1.775		1.704		1.720		1.595		1.611	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	67.3	67.3	4622	4622	67.6	67.6	4441	4441	67.9	67.9	4260.0	4260.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	61.6	61.6	4265	4265	61.7	61.7	4059	4059	61.8	61.8	3863.0	3863.0
Peso del Agua (gr.)	5.7	5.7	357.0	357.0	5.9	5.9	382.0	382.0	6.1	6.1	397.0	397.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.56	18.56	0	0	18.54	18.54	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.0	43.0	4181.4	4181.4	43.1	43.1	3991.0	3991.0	43.3	43.3	3802.4	3802.4
% de humedad	13.37	13.37	22.15	22.15	13.68	13.66	23.25	23.25	14.00	14.00	24.44	24.44
Promedio de Humedad (%)	13.37		22.15		13.66		23.25		14.00		24.44	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
30/10/2024	14.3	0	0.69	0	0	0.78	0	0	0.87	0	0
31/10/2024	14.3	24	2.4	0.090		2.8	0.070		3.3	0.060	
01/11/2024	14.3	48	3.3	0.083		3.69	0.089		3.8	0.065	
02/11/2024	14.3	72	4	0.100		4.39	0.109		4.7	0.115	
03/11/2024	14.3	96	5.22	0.131		5.81	0.140		6	0.150	
			4.57	total	2.66	4.57	total	3.07	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		48	19			37	12			9	6		
1.270	0.050	1'00"		88	35			69	23			17	9		
1.910	0.075	1'30"		132	52			79	32			25	12		
2.540	0.100	2'00"	1000	175	68	69.6	6.0	108	42	40.4	4.0	34	15	15.3	1.5
3.810	0.150	3'00"		242	94			145	57			47	20		
5.080	0.200	4'00"	1500	309	120	116.2	7.7	184	72	73.0	4.9	59	24	26.2	1.7
6.350	0.250	5'00"		378	147			224	87			71	29		
7.620	0.300	6'00"		440	174			264	100			88	34		
10.160	0.400	8'00"		548	213			321	125			101	40		
12.700	0.500	10'00"		637	253			377	147			112	46		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

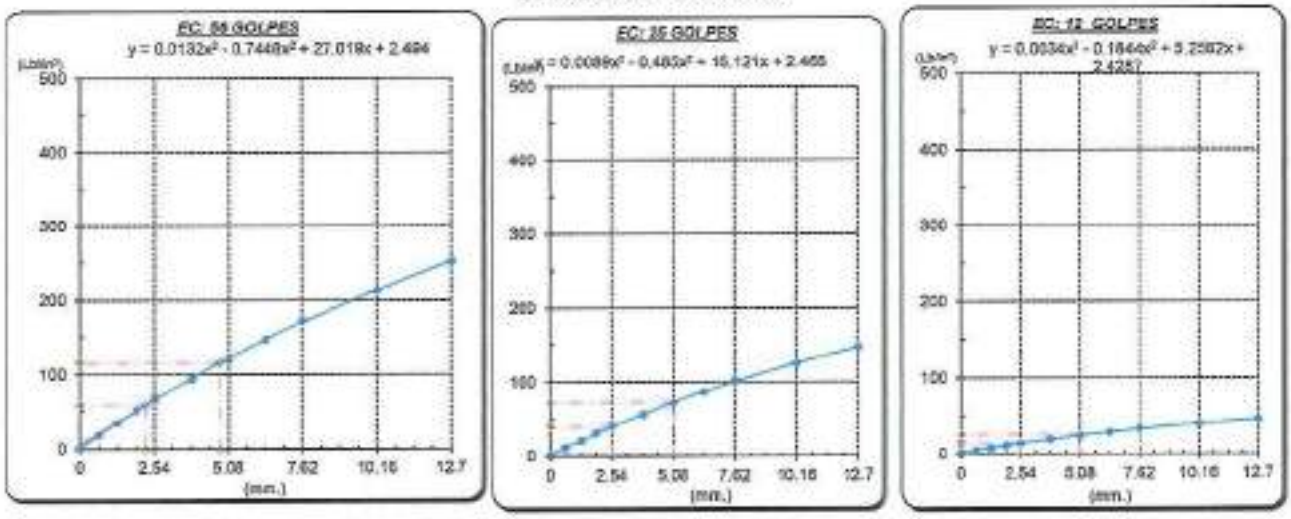


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.753 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g/cm³	1.5667
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C1** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-6** PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11884		12456		11607		12283		11258		12110	
Peso de molde (g)	7659		7639		7827		7697		7735		7799	
Peso del suelo húmedo (g)	4225		4816		3880		4586		3495		4355	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2095		2095		2116		2116	
Densidad húmeda (g/cc)	1.994		2.273		1.842		2.189		1.652		2.058	
% de humedad	13.11		27.36		13.41		32.51		13.71		38.67	
Densidad seca (g/cc)	1.763		1.785		1.625		1.652		1.453		1.484	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	72.4	72.4	4816	4816	71.6	71.6	4585.5	4585.5	70.8	70.8	4355.0	4355.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.2	66.2	4225	4225	65.4	65.4	3860	3860	64.5	64.5	3495.0	3495.0
Peso del Agua (gr.)	6.2	6.2	591.0	591.0	6.3	6.3	725.5	725.5	6.3	6.3	860.0	860.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.73	18.73	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.6	47.6	4151.8	4151.8	46.6	46.6	3726.3	3726.3	45.7	45.7	3446.0	3446.0
% de humedad	13.11	13.11	27.36	27.36	13.41	13.41	32.51	32.51	13.71	13.71	38.67	38.67
Promedio de Humedad (%)	13.11		27.36		13.41		32.51		13.71		38.67	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
06/1 1/2024	14.3	0	4.71	0	0	1.91	0	0	1.3	0	0
06/1 1/2024	14.3	24	5.6	0.040		2.15	0.054		2.7	0.068	
07/1 1/2024	14.3	48	3.8	0.070		3.15	0.079		3.8	0.060	
08/1 1/2024	14.3	72	4	0.100		5.25	0.134		6.7	0.168	
09/1 1/2024	14.3	96	5.8	0.148		7.06	0.177		8.22	0.209	
			4.57	total	3.23	4.57	total	3.86	4.57	total	4.50

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/Pie2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		6	3			5	2			5	2		
0.640	0.025	0'30"		42	18			28	12			8	5		
1.270	0.050	1'00"		84	36			53	22			18	9		
1.910	0.075	1'30"		128	51			79	32			27	12		
2.540	0.100	2'00"	1000	171	67	66.8	6.9	104	41	42.4	4.2	37	16	15.7	1.6
3.810	0.150	3'00"		237	92			161	63			53	22		
5.080	0.200	4'00"	1500	302	116	114.4	7.6	210	82	82.1	5.5	66	27	27.5	1.8
6.350	0.250	5'00"		369	144			260	101			81	33		
7.620	0.300	6'00"		439	170			310	121			95	38		
10.160	0.400	8'00"		520	205			378	148			118	47		
12.700	0.500	10'00"		609	239			446	170			140	55		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

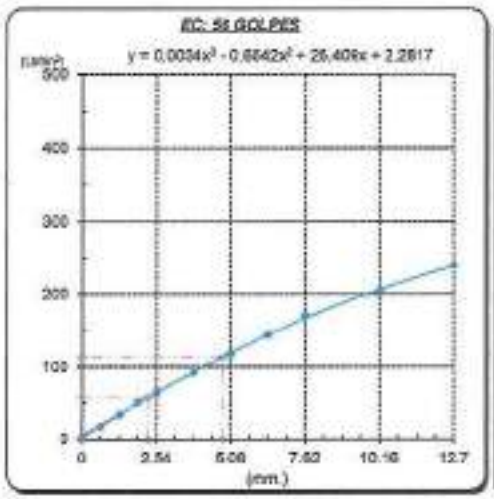
TÉCNICO DE LABORATORIO

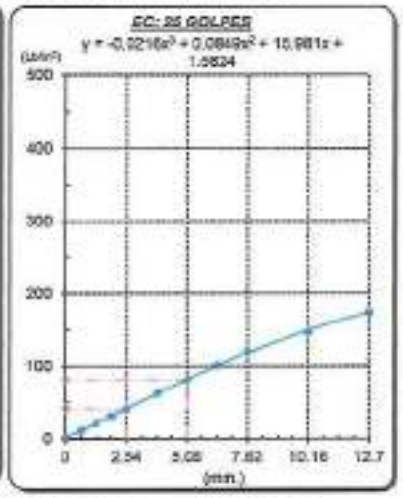
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2026

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





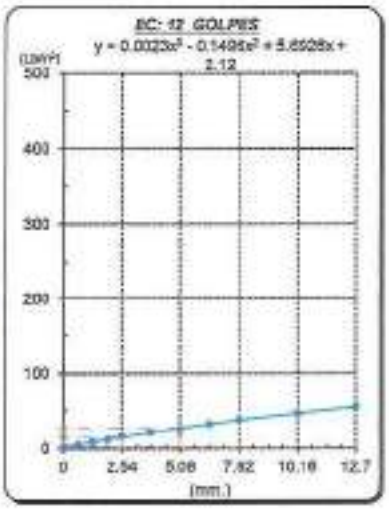


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.753 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.676 g./cm³	1.5997
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICAT **C1** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTR **M-6** PROFUNDIDAI

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	M3				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11976		12819		11728		12212		11480		11805	
Peso de molde (g)	7749		7749		7789		7789		7828		7828	
Peso del suelo húmedo (g)	4227		4870		3940		4424		3652		3977	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2095		2095		2105		2105	
Densidad húmeda (g/cc)	2.001		2.306		1.880		2.111		1.735		1.889	
% de humedad	13.27		28.75		13.90		26.39		14.54		23.57	
Densidad seca (g/cc)	1.767		1.791		1.651		1.671		1.515		1.529	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	71.8	71.6	4870	4870	71.9	71.9	4423.5	4423.5	72.1	72.1	3977.0	3977.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	65.4	65.4	4227	4227	66.3	66.3	3939.5	3939.5	65.3	65.3	3652.0	3652.0
Peso del Agua (gr.)	6.2	6.2	643.0	643.0	5.5	5.5	484.0	484.0	6.8	6.8	325.0	325.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.61	18.61	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	46.8	46.8	4153.6	4153.6	46.8	46.8	3875.5	3875.5	46.9	46.9	3697.5	3697.5
% de humedad	13.27	13.27	28.75	28.75	13.90	13.90	26.39	26.39	14.54	14.54	23.57	23.57
Promedio de Humedad (%)	13.27		28.75		13.90		26.39		14.54		23.57	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
06/11/2024	14.3	0	0.78	0	0	1.14	0	0	1.50	0	0
06/11/2024	14.3	24	2.40	0.060		2.70	0.066		3.00	0.075	
07/11/2024	14.3	48	4.00	0.100		4.11	0.103		4.32	0.105	
08/11/2024	14.3	72	5.33	0.133		5.85	0.141		5.97	0.149	
09/11/2024	14.3	96	7.10	0.178		7.95	0.199		8.90	0.220	
			4.57	total	0.89	4.57	total	4.35	4.57	total	4.82

PENETRACION

PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº M3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		37	16			32	10			6	5		
1.270	0.050	1'00"		73	30			43	18			13	7		
1.910	0.075	1'30"		108	43			64	26			20	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	144	57	52.0	5.2	88	34	33.9	3.4	27	12	12.2	1.2
3.810	0.150	3'00"		206	81			134	49			39	17		
5.080	0.200	4'00"	1500	273	109	102.9	6.9	163	63	63.7	4.2	53	21	21.6	1.4
6.350	0.250	5'00"		336	131			200	78			68	26		
7.620	0.300	6'00"		400	156			236	93			79	30		
10.160	0.400	8'00"		518	203			334	118			93	37		
12.700	0.500	10'00"		630	250			370	144			109	43		

Henry Rivadeneyra Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

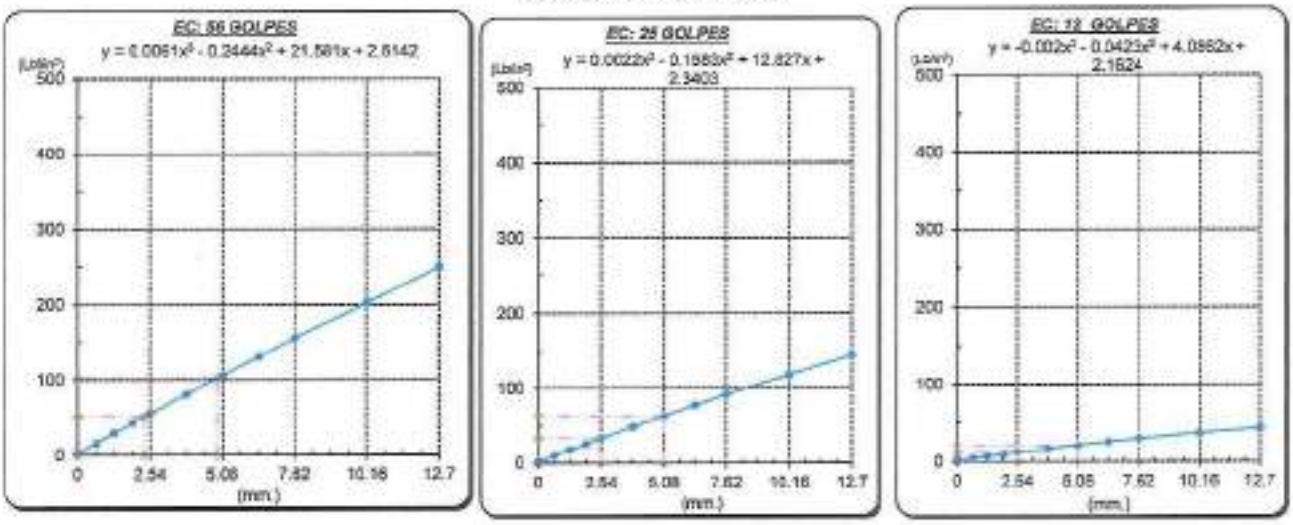


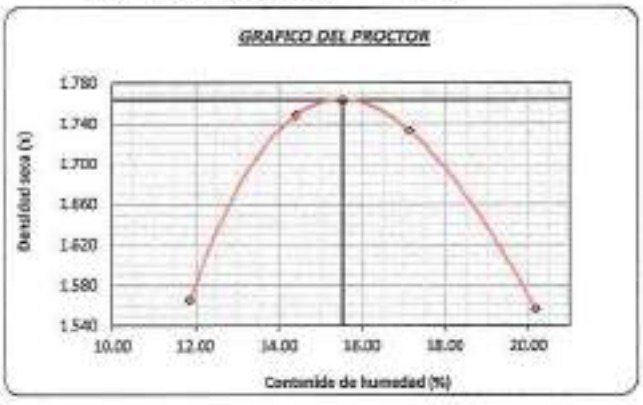
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

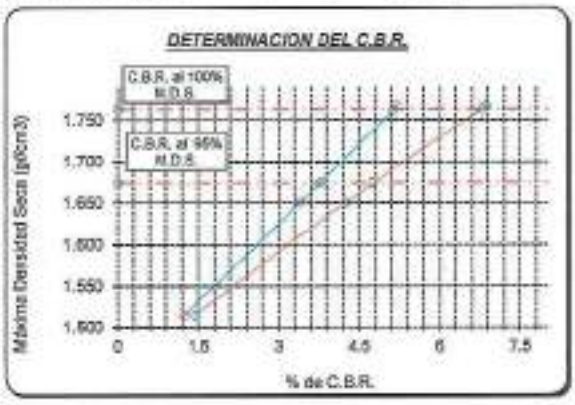
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.769 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g/cm³	1.5867
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%





Henry Rivadeneyra Oblicas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICAT **C1** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTR **M-7** PROFUNDIDAI 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN								
N° Molde	H3		A-2		B3			
N° Capa	5		5		5			
N° Golpes por capa	56		25		12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12178	12501	12072	12396	11956	12290		
Peso de molde (g)	7903	7903	8022	8022	8140	8140		
Peso del suelo húmedo (g)	4275	4598	4051	4374	3826	4150		
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2112	2112	2125	2125		
Densidad húmeda (g/cc)	2.017	2.170	1.918	2.071	1.800	1.953		
% de humedad	14.00	21.69	14.24	22.36	14.47	23.07		
Densidad seca (g/cc)	1.770	1.783	1.679	1.693	1.573	1.587		

HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.4	68.4	4598	4598	68.8	68.8	4374	4374	69.2	69.2	4150.0	4150.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.3	62.3	4275	4275	62.5	62.5	4050.5	4050.5	62.8	62.8	3826.0	3826.0
Peso del Agua (gr.)	6.1	6.1	323.0	323.0	6.3	6.3	323.5	323.5	6.4	6.4	324.0	324.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.495	18.495	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.7	43.7	4200.7	4200.7	44.0	44.0	3983.8	3983.8	44.4	44.4	3798.8	3798.8
% de humedad	14.00	14.00	21.69	21.69	14.24	14.24	22.36	22.36	14.47	14.47	23.07	23.07
Promedio de Humedad (%)	14.00		21.69		14.24		22.36		14.47		23.07	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/11/2024	14.3	0	3.69	0	0	3.90	0	0	1.30	0	0
06/11/2024	14.3	24	3.10	0.053		3.90	0.083		3.30	0.073	
07/11/2024	14.3	48	3.20	0.080		3.70	0.093		4.20	0.155	
08/11/2024	14.3	72	4.60	0.115		5.25	0.131		5.90	0.148	
09/11/2024	14.3	96	5.90	0.148		6.45	0.161		7.00	0.175	
			4.57	total	3.23	4.57	total	3.53	4.57	total	3.63

PENETRACIÓN				MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° B3			
		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	18			27	12			11	6		
1.270	0.050	1'00"		83	33			52	22			21	10		
1.910	0.075	1'30"		125	49			78	31			30	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	166	65	60.1	6.0	103	41	40.3	4.0	40	17	16.7	1.7
3.810	0.150	3'00"		237	92			146	57			54	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	309	120	117.9	7.9	186	73	74.4	5.0	67	27	28.1	1.9
6.350	0.250	5'00"		378	148			230	90			81	33		
7.620	0.300	6'00"		450	176			273	106			95	38		
10.160	0.400	8'00"		538	211			324	126			113	44		
12.700	0.500	10'00"		622	246			378	148			129	50		

Henry Riwaderneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

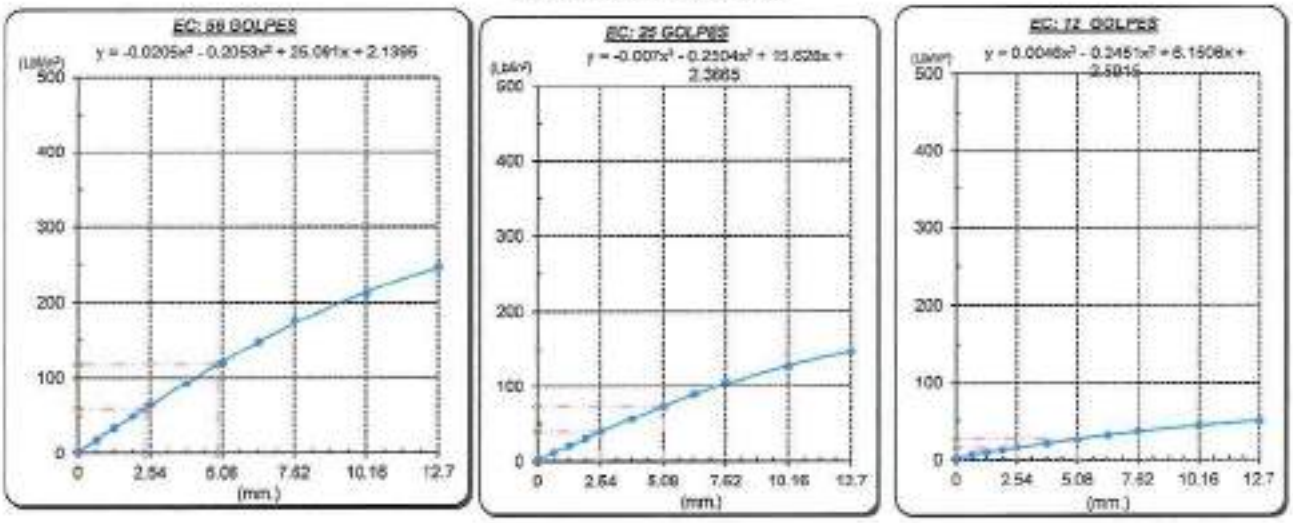


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

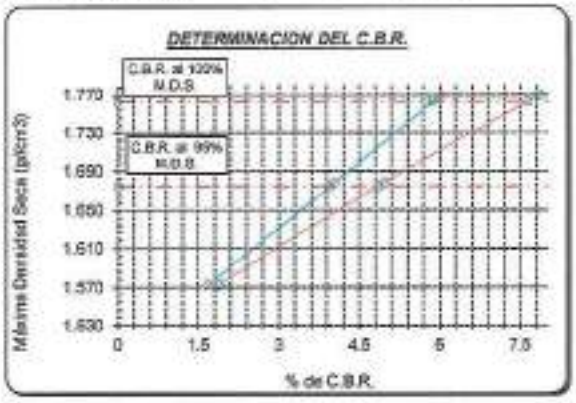
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.783 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g/cm³	1.5867
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA C1 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-8 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11934		12531		11901		12445		11868		12359	
Peso de molde (g)	7671		7671		7988		7988		8005		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	4263		4860		3913		4457		3863		4054	
Volumen del molde (cc)	2116		2116		2095		2095		2108		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	2.015		2.297		1.868		2.127		1.833		1.923	
% de humedad	13.89		28.14		13.96		28.09		14.04		28.02	
Densidad seca (g/cc)	1.769		1.792		1.639		1.661		1.482		1.502	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	73.2	73.2	4660	4660	70.0	70.0	4467	4467	66.0	66.0	4054.0	4054.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.5	66.5	4269	4269	64.5	64.5	3913	3913	62.4	62.4	3563.0	3563.0
Peso del Agua (gr.)	6.6	6.6	597.0	597.0	5.4	5.4	544.0	544.0	5.2	5.2	491.0	491.0
Peso del tarro (gr.)	18.66	18.66	0	0	18.66	18.66	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.7	47.7	4188.9	4188.9	45.8	45.8	3849.9	3849.9	44.0	44.0	3511.0	3511.0
% de humedad	13.89	13.89	28.14	28.14	13.96	13.96	28.09	28.09	14.04	14.04	28.02	28.02
Promedio de Humedad (%)	13.89		28.14		13.96		28.09		14.04		28.02	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/11/2024	14.3	0	0.60	0	0	0.90	0	0	1.20	0	0
06/11/2024	14.3	24	2.55	0.056		2.67	0.057		2.95	0.075	
07/11/2024	14.3	48	3.16	0.078		3.41	0.085		3.73	0.093	
08/11/2024	14.3	72	4.89	0.113		4.90	0.120		5.09	0.127	
09/11/2024	14.3	96	5.66	0.145		6.30	0.158		6.80	0.170	
			4.57	total	3.16	4.57	total	3.45	4.57	total	3.72

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		38	17			27	12			18	8		
1.270	0.050	1'00"		78	32			63	22			23	12		
1.910	0.075	1'30"		116	46			76	31			36	16		
2.540	0.100	2'00"	1000	155	61	63.0	6.3	100	40	38.8	3.9	44	19	18.6	1.9
3.810	0.150	3'00"		215	84			137	54			58	24		
5.080	0.200	4'00"	1900	273	107	103.4	6.9	172	67	65.3	4.6	69	28	28.6	1.9
6.350	0.250	5'00"		336	131			207	81			78	32		
7.620	0.300	6'00"		392	154			243	96			88	35		
10.160	0.400	8'00"		478	188			293	114			105	42		
12.700	0.500	10'00"		561	221			341	132			120	48		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

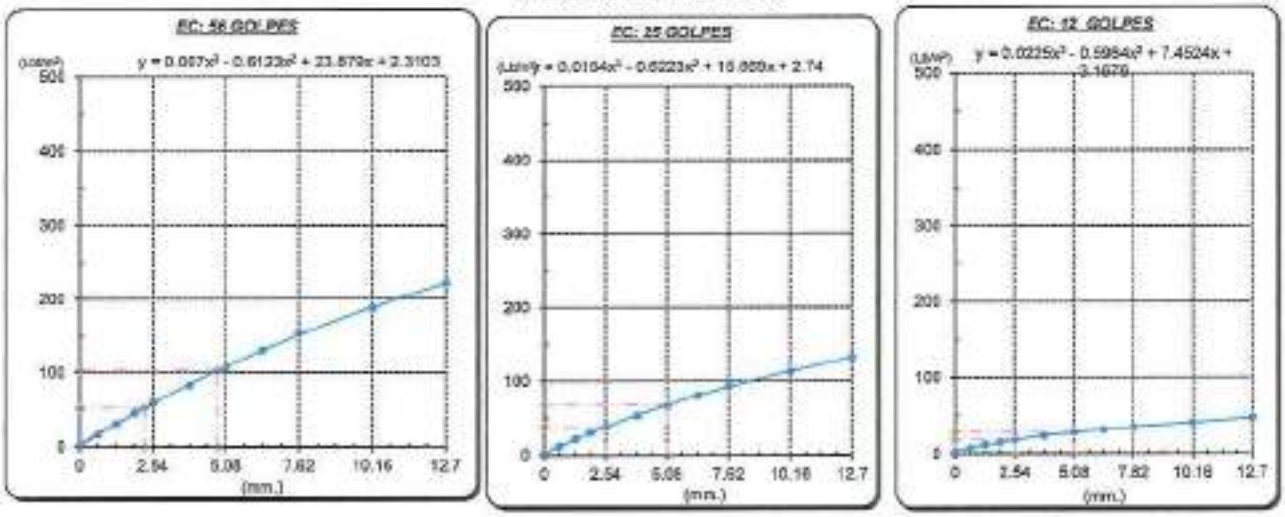


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.783 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g/cm³	1.5867
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

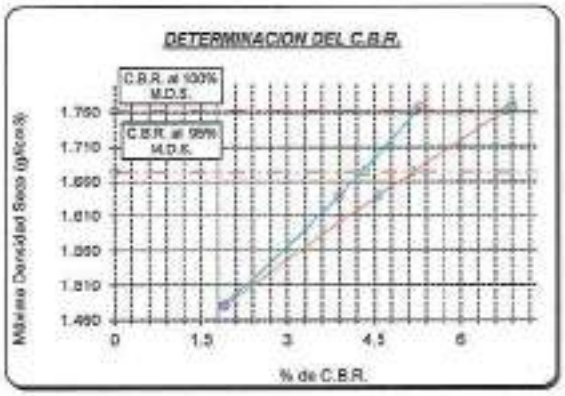
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-9 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				B3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11876		12209		11620		12156		11763		12103	
Peso de molde (g)	7639		7639		7621		7821		8003		8003	
Peso del suelo húmedo (g)	4237		4570		3999.5		4335		3760		4100	
Volumen del molde (cc)	2118		2118		2095		2095		2107		2107	
Densidad húmeda (g/cc)	2.000		2.158		1.909		2.069		1.785		1.946	
% de humedad	12.87		20.87		13.29		21.84		13.73		22.91	
Densidad seca (g/cc)	1.772		1.785		1.685		1.698		1.569		1.583	
HUMEDAD												
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.4	68.4	4570	4570	67.3	67.3	4339	4339	66.1	66.1	4100.0	4100.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.7	62.7	4237	4237	61.6	61.6	3998.5	3998.5	60.4	60.4	3760.0	3760.0
Peso del Agua (gr.)	5.7	5.7	333.0	333.0	5.7	5.7	336.5	336.5	5.7	5.7	340.0	340.0
Peso del tarro (gr.)	19.42	19.42	0	0	18.65	18.65	0	0	18.68	18.68	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.3	44.3	4163.2	4163.2	42.6	42.9	3932.3	3932.3	41.5	41.5	3701.9	3701.9
% de humedad	12.87	12.87	20.87	20.87	13.29	13.29	21.84	21.84	13.73	13.73	22.91	22.91
Promedio de Humedad (%)	12.87		20.87		13.29		21.84		13.73		22.91	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
05/11/2024	14.3	0	0.69	0	0	0.74	0	0	0.99	0	0
06/11/2024	14.3	24	1.1	0.028		1.55	0.039		2	0.050	
07/11/2024	14.3	48	2.4	0.060		3.4	0.070		3.3	0.080	
08/11/2024	14.3	72	3.5	0.068		4.55	0.114		5.6	0.140	
09/11/2024	14.3	96	4.4	0.110		5.7	0.143		7	0.175	
			4.57	total	2.41	4.57	total	3.12	4.57	total	3.83

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
				MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° B3			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		36	17			27	12			13	6		
1.270	0.050	1'00"		73	33			51	21			29	13		
1.910	0.075	1'30"		105	43			73	31			42	18		
2.540	0.100	2'00"	1000	144	57	50.2	5.0	105	40	38.1	3.8	59	23	22.7	2.3
3.810	0.150	3'00"		202	79			146	55			79	32		
5.080	0.200	4'00"	1500	260	101	86.1	5.5	180	70	71.4	4.8	100	40	40.3	2.7
6.350	0.250	5'00"		318	124			223	86			122	48		
7.620	0.300	6'00"		376	147			260	101			144	57		
10.160	0.400	8'00"		447	175			314	122			181	71		
12.700	0.500	10'00"		518	204			369	144			218	85		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

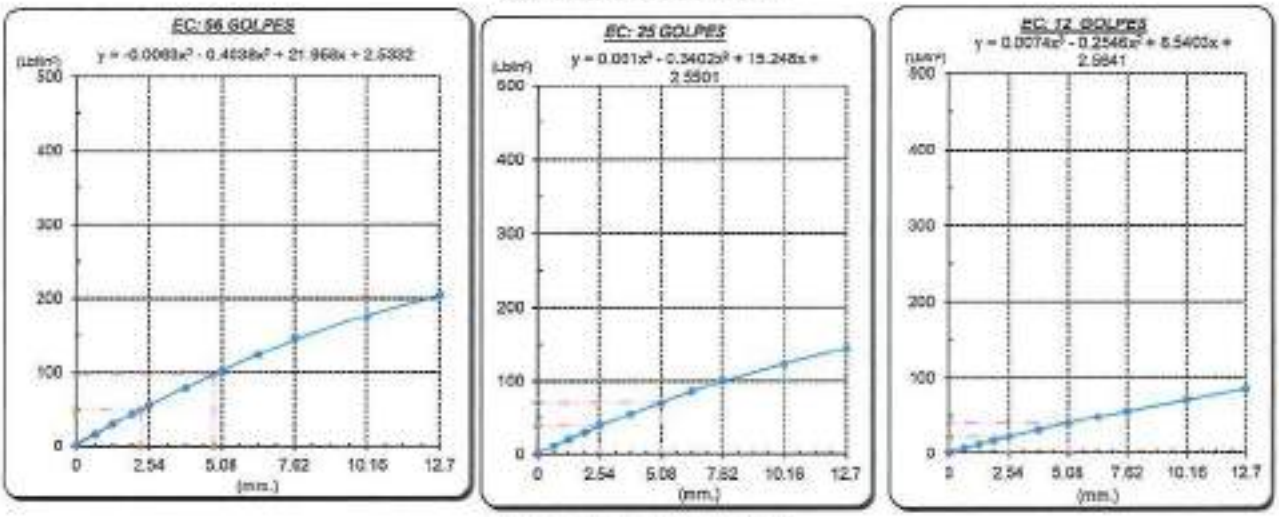


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.783 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g./cm³	1.5667
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-10 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12117		12690		11773		12245		11429		11810	
Peso de molde (g)	7855		7855		7848		7847.5		7840		7840	
Peso del suelo húmedo (g)	4262		4835		3925.0		4397.5		3589		3970	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2112		2112		2129		2129	
Densidad húmeda (g/cc)	2.018		2.289		1.859		2.082		1.686		1.866	
% de humedad	14.39		27.83		14.51		26.73		14.64		25.41	
Densidad seca (g/cc)	1.764		1.797		1.623		1.643		1.471		1.487	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	71.6	71.6	4835	4835	71.7	71.7	4397.5	4397.5	71.6	71.6	3970.0	3970.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.9	64.9	4262	4262	64.9	64.9	3925.5	3925.5	65.0	65.0	3589.0	3589.0
Peso del Agua (gr.)	6.8	6.8	573.0	573.0	6.7	6.7	472.0	472.0	6.6	6.6	381.0	381.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.71	18.71	0	0	18.54	18.54	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	46.0	46.0	4188.1	4188.1	46.2	46.2	3882.8	3882.8	46.5	46.5	3637.0	3637.0
% de humedad	14.39	14.39	27.83	27.83	14.51	14.51	26.73	26.73	14.64	14.64	25.41	25.41
Promedio de Humedad (%)	14.39		27.83		14.51		26.73		14.64		25.41	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
12/11/2024	14:3	0	1.10	0	0	1.75	0	0	2.40	0	0
13/11/2024	14:3	24	3.50	0.088		3.75	0.094		4.00	0.100	
14/11/2024	14:3	48	4.60	0.100		4.40	0.110		4.80	0.120	
15/11/2024	14:3	72	4.80	0.115		5.05	0.126		5.55	0.138	
16/11/2024	14:3	96	5.80	0.145		5.80	0.163		7.35	0.190	
			4.57	total	3.18	4.57	total	3.56	4.57	total	3.94

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			3	7		
0.640	0.025	0'30"		44	19			31	14			13	7		
1.270	0.050	1'00"		88	35			62	26			39	12		
1.910	0.075	1'30"		131	52			92	37			59	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	175	68	61.5	6.1	123	49	47.1	4.7	51	21	20.3	2.0
3.810	0.150	3'00"		348	95			168	66			69	27		
5.080	0.200	4'00"	1500	317	124	120.3	8.0	215	84	85.3	5.7	82	33	33.7	2.2
6.350	0.250	5'00"		386	152			262	102			97	38		
7.620	0.300	6'00"		459	180			309	120			113	44		
10.160	0.400	8'00"		559	220			369	144			134	53		
12.700	0.500	10'00"		657	261			424	169			155	61		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

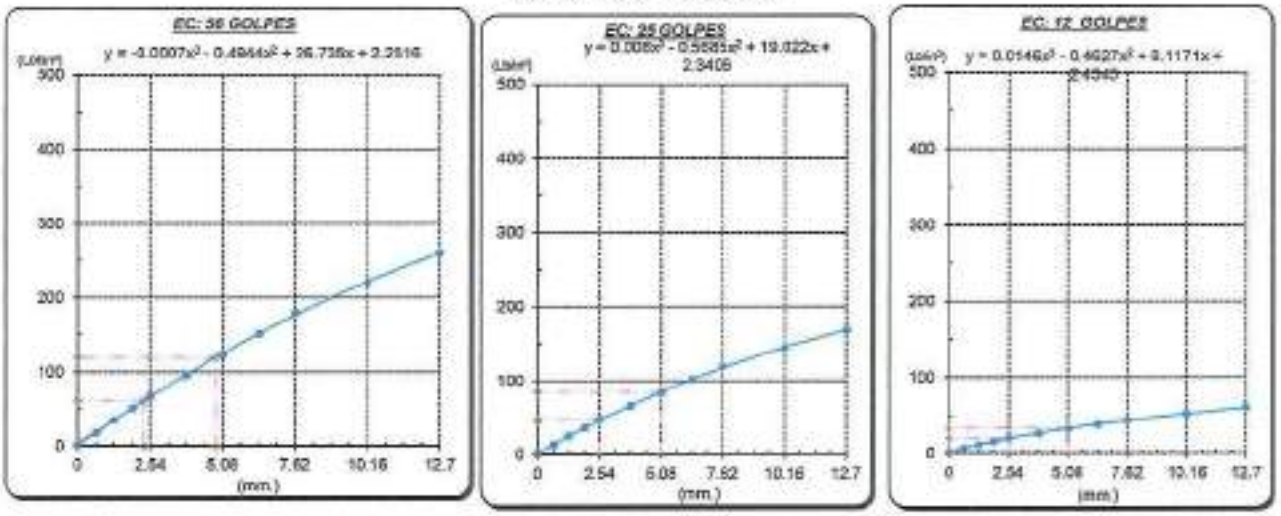


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

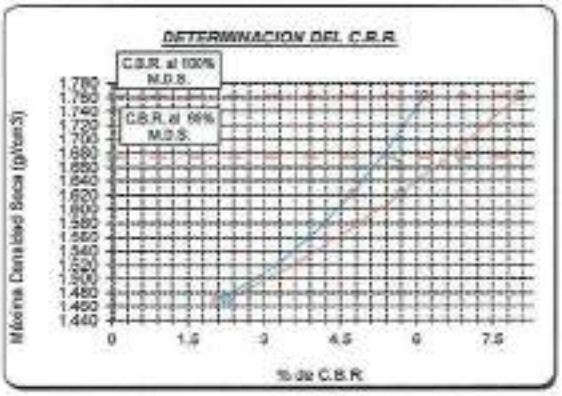
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.783 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.675 g./cm³	1.5857
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.54 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	7 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

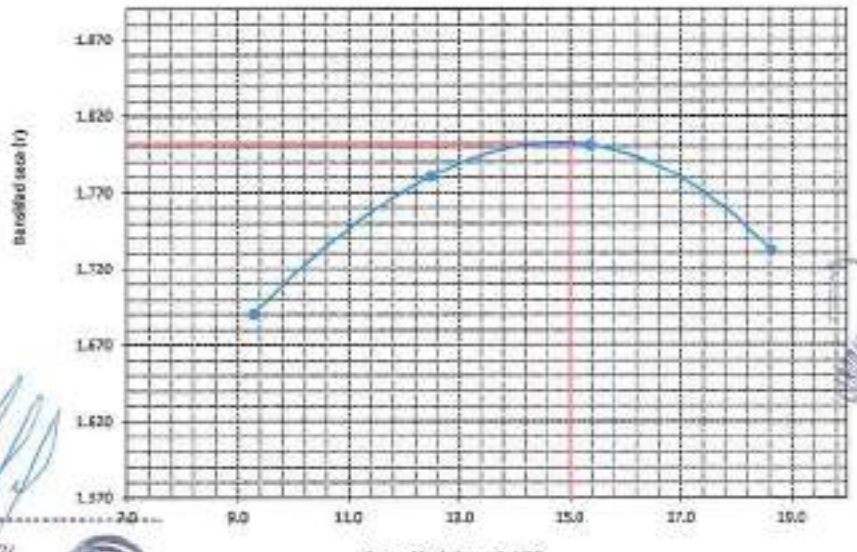
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g.	5536	5665	5727	5708
Peso del molde	g.	3996	3996	3996	3996
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1539	1669	1731	1712
Volumen del molde	cm3	833.20	833.20	833.20	833.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.847	2.003	2.076	2.055

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	65.91	55.82	72.82	77.22
Peso del suelo seco + tara	g.	61.81	51.53	66.57	66.56
Peso de tara	g.	17.61	18.05	25.87	11.36
Peso de agua	g.	4.10	4.19	6.25	10.34
Peso de suelo seco	g.	44.20	33.58	40.7	55.02
Contenido de agua	%	9.3	12.5	15.4	18.6
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.690	1.781	1.801	1.732

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.802	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.00	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

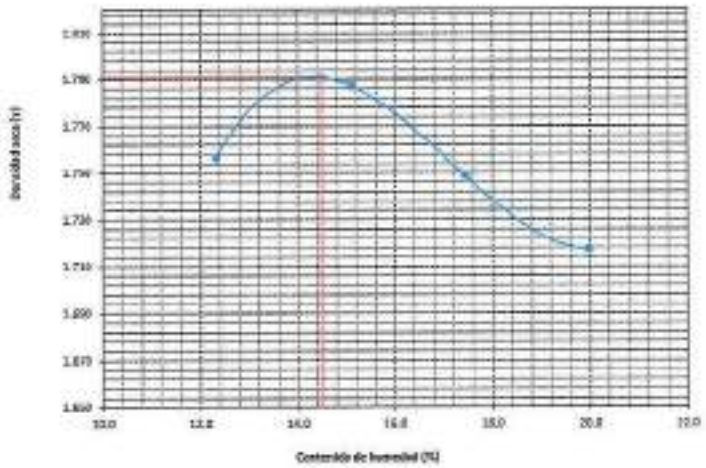
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g.	6058	6034	6031	6037
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1782	1858	1855	1861
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.973	2.057	2.054	2.060

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	102.48	102.05	64.17	63.67
Peso del suelo seco + tara	g.	94.39	93.39	58.14	53.73
Peso de tara	g.	28.34	35.80	23.55	18.98
Peso de agua	g.	8.13	8.69	6.03	6.94
Peso de suelo seco	g.	66.01	57.59	34.59	34.75
Contenido de agua	%	12.3	15.1	17.4	20.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.757	1.787	1.749	1.717

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.791	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

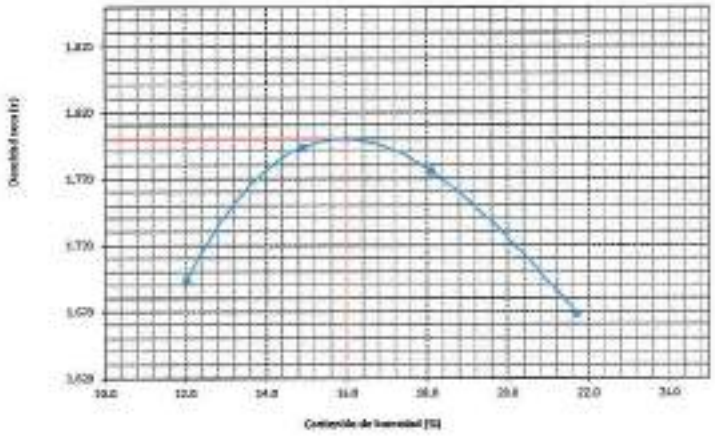
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g.	5890	6037	6070	6010
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1714	1861	1894	1834
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.898	2.060	2.097	2.031

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		9	12	15	18
Peso del suelo húmedo + tara	g.	142.50	134.50	142.90	167.90
Peso del suelo seco + tara	g.	129.1	112.00	125.90	156.00
Peso de tara	g.	17.67	38.04	39.27	35.88
Peso de agua	g.	13.40	12.50	17.1	25.9
Peso de suelo seco	g.	111.43	83.96	86.73	133.12
Contenido de agua	%	12.0	14.9	19.1	21.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.694	1.793	1.779	1.668

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.800	g/cm3	1.79
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.00	%	

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Ollicas
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

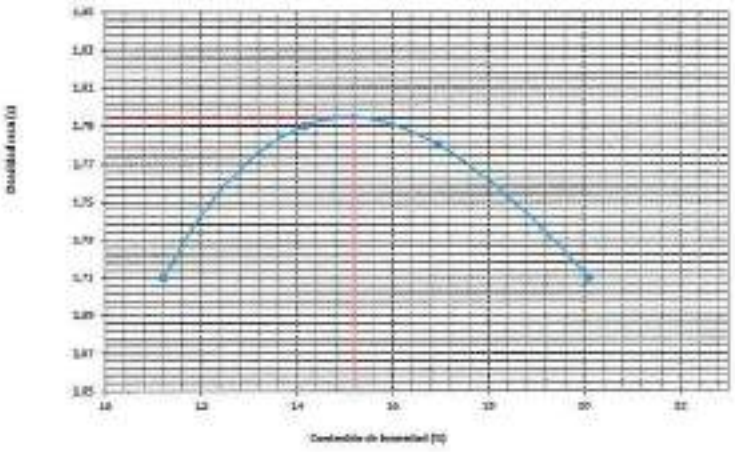
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g.	5794	5812	5843	5818
Peso del molde	g.	4116	4116	4116	4116
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1678.33	1796	1826.67	1802.33
Volumen del molde	cm3	879.87	879.87	879.87	879.87
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.91	2.04	2.08	2.05

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	103.53	94.12	93.16	108.6
Peso del suelo seco + tara	g.	95.09	85.66	83.24	93.2
Peso de tara	g.	21.21	27.3	25.9	18.74
Peso de agua	g.	8.54	8.46	9.93	15.39
Peso de suelo seco	g.	73.88	58.37	57.34	74.46
Contenido de agua	%	11.21	14.13	16.96	20.1
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.71	1.79	1.78	1.71

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.795	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.20	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialistas de Suelos y Pavimentos & Ingenieros de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA : C2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	C2		A-2		B3	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12412	12584	12148	12402	11883	12220
Peso de molde (g)	8152	8152	8126	8126	8100	8100
Peso del suelo húmedo (g)	4260	4432	4021.5	4276	3783	4120
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2095	2095	2132	2132
Densidad húmeda (g/cc)	2.010	2.092	1.920	2.041	1.774	1.932
% de humedad	12.93	17.04	12.74	19.17	12.55	21.60
Densidad seca (g/cc)	1.780	1.787	1.703	1.713	1.577	1.589

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	65.26	65.3	4432	4432	66.2	66.2	4276	4276	67.14	67.1	4120.0	4120.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	59.91	59.9	4260	4260	60.8	60.8	4021.5	4021.5	61.71	61.7	3783.0	3783.0
Peso del Agua (gr.)	5.4	5.4	172.0	172.0	5.4	5.4	254.5	254.5	5.4	5.4	337.0	337.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	41.4	41.4	4185.5	4185.5	42.0	42.0	3954.2	3954.2	43.3	43.3	3724.3	3724.3
% de humedad	12.93	12.93	17.04	17.04	12.74	12.74	19.17	19.17	12.55	12.55	21.60	21.60
Promedio de Humedad (%)	12.93		17.04		12.74		19.17		12.55		21.60	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
12/11/2024	14.3	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0
13/11/2024	14.3	24	1.90	0.048		1.98	0.049		2.65	0.061	
14/11/2024	14.3	48	2.25	0.056		2.43	0.061		2.80	0.065	
15/11/2024	14.3	72	2.80	0.053		3.00	0.075		3.50	0.088	
16/11/2024	14.3	96	3.88	0.071		3.57	0.089		4.28	0.107	
			4.57	total	1.56	4.57	total	1.93	4.57	total	2.34

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	18			28	13			15	7		
1.270	0.050	1'00"		86	38			63	28			28	13		
1.910	0.075	1'30"		133	54			95	38			51	21		
2.540	0.100	2'00"	1000	180	74	53.6	5.4	134	53	48.6	4.9	78	32	26.3	2.6
3.810	0.150	3'00"		234	87			162	65			106	42		
5.080	0.200	4'00"	1500	289	113	102.9	6.9	211	82	83.1	5.5	131	52	53.8	3.6
6.350	0.250	5'00"		330	129			248	99			163	63		
7.630	0.300	6'00"		373	144			288	111			201	78		
10.160	0.400	8'00"		402	157			318	124			233	91		
12.700	0.500	10'00"		473	185			363	142			264	69		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

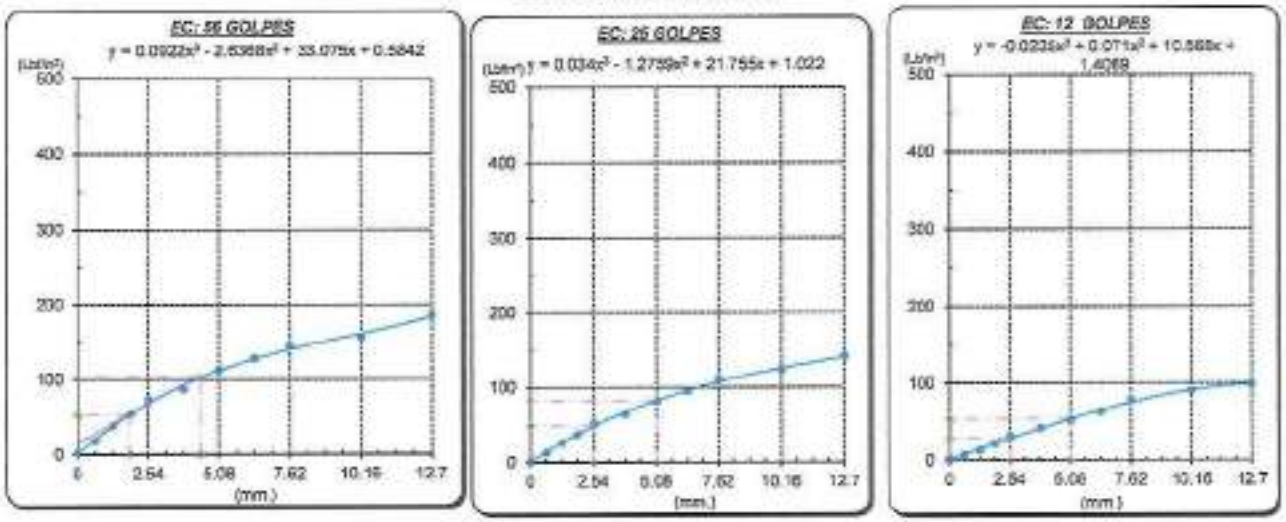


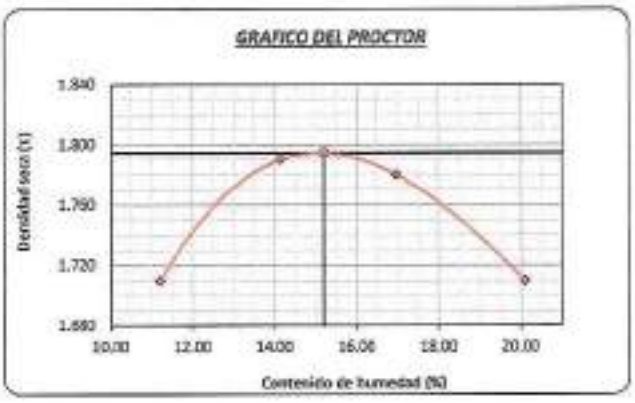
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

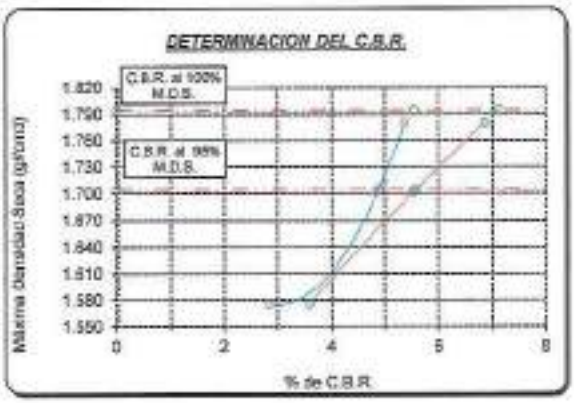
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g./cm³	1.61514
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	6	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA : C2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-2 **PROFUNDIDAD :** 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN							
N° Molde	C2		A-2		B3		
N° Capa	5		5		5		
N° Golpes por capa	56		25		12		
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12200	12387	11925	12325	11850	12222	
Peso de molde (g)	7690	7690	7895	7895	8100	8100	
Peso del suelo húmedo (g)	4510	4697	4030	4410	3750	4122	
Volumen del molde (cc)	2129	2129	2095	2095	2132	2132	
Densidad húmeda (g/cc)	2.024	2.206	1.924	2.105	1.759	1.933	
% de humedad	12.87	22.01	12.99	22.57	13.12	23.20	
Densidad seca (g/cc)	1.794	1.808	1.702	1.717	1.555	1.569	

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.30	70.3	4697	4697	69.8	69.8	4409.5	4409.5	69.30	69.3	4122.0	4122.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.40	64.4	4310	4310	63.9	63.9	4030	4030	63.40	63.4	3750.0	3750.0
Peso del Agua (gr.)	5.9	5.9	387.0	387.0	5.9	5.9	379.5	379.5	5.9	5.9	372.0	372.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.9	45.9	4234.1	4234.1	45.4	45.4	3952.5	3952.5	45.0	45.0	3952.6	3952.6
% de humedad	12.87	12.87	22.01	22.01	12.99	12.99	22.57	22.57	13.12	13.12	23.20	23.20
Promedio de Humedad (%)	12.87		22.01		12.99		22.57		13.12		23.20	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	
12/11/2024	14.3	0	0.48	0	0	0.63	0	0	0.80	0	0	
13/11/2024	14.3	24	1.10	0.026		1.63	0.038		1.98	0.049		
14/11/2024	14.3	48	2.05	0.051		2.33	0.058		2.65	0.065		
15/11/2024	14.3	72	2.80	0.075		3.58	0.089		4.10	0.103		
16/11/2024	14.3	96	3.99	0.100		4.60	0.115		5.20	0.130		
			4.57	total	2.18	4.57	total	2.52	4.57	total	2.85	

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		40	17			35	13			13	7		
1.270	0.050	1'00"		73	32			52	22			26	11		
1.910	0.075	1'30"		117	46			79	32			40	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	136	51	53.2	5.3	107	43	40.6	4.1	58	24	21.9	2.2
3.810	0.150	3'00"		216	84			147	58			77	31		
5.080	0.200	4'00"	1500	276	108	103.6	6.9	186	72	73.6	4.9	93	37	39.1	2.6
6.350	0.250	5'00"		335	131			225	88			114	45		
7.620	0.300	6'00"		396	156			269	104			138	55		
10.160	0.400	8'00"		479	186			319	124			191	83		
12.700	0.500	10'00"		565	219			368	143			177	69		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

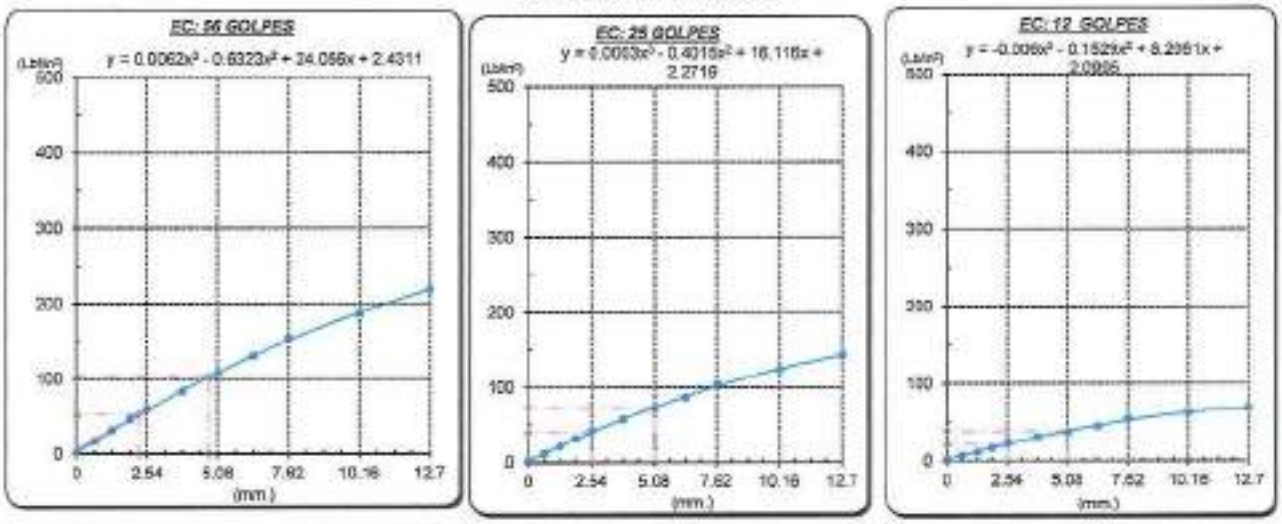


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

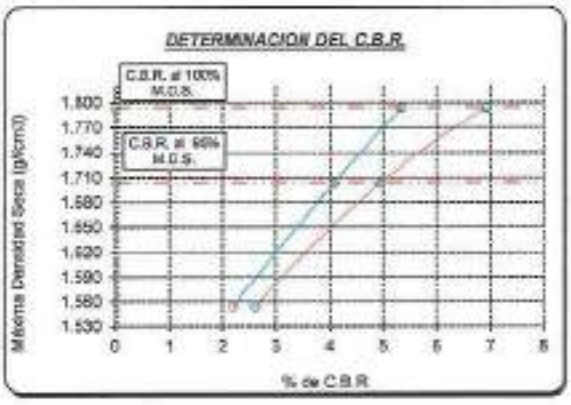
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g./cm³	1.51514
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACION

N° Molde	C2		A-2		B3		
N° Capa	5		5		5		
N° Golpes por capa	56		25		12		
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12165	12460	12072	12435	11989	12379	
Peso de molde (g)	7855	7855	8004	8004	8152	8152	
Peso del suelo húmedo (g)	4300	4605	4069	4431	3837	4227	
Volumen del molde (cc)	2117	2117	2099	2095	2132	2132	
Densidad húmeda (g/cc)	2.031	2.189	1.942	2.116	1.800	1.983	
% de humedad	12.96	20.89	13.02	22.08	13.08	23.40	
Densidad seca (g/cc)	1.798	1.811	1.718	1.732	1.592	1.607	

HUMEDAD

Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	66.50	66.5	4635	4630	66.9	66.9	4431	4431	67.30	67.3	4227.0	4227.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	61.00	61.0	4300	4300	61.4	61.4	4068.5	4068.5	61.70	61.7	3837.0	3837.0
Peso del Agua (gr.)	5.5	5.5	335.0	335.0	5.5	5.5	362.5	362.5	5.6	5.6	390.0	390.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.725	18.725	0	0	18.85	18.85	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	42.4	42.4	4224.0	4224.0	42.6	42.6	3999.8	3999.8	42.8	42.8	3776.9	3776.9
% de humedad	12.96	12.96	20.89	20.89	13.02	13.02	22.08	22.08	13.08	13.08	23.40	23.40
Promedio de Humedad (%)	12.96		20.89		13.02		22.08		13.08		23.40	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSION Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
12/11/2024	14.3	0	0.61	0	0	0.76	0	0	0.90	0	0
13/11/2024	14.3	24	1.18	0.029		1.33	0.030		1.50	0.030	
14/11/2024	14.3	48	1.80	0.048		1.95	0.048		2.00	0.050	
15/11/2024	14.3	72	2.35	0.074		2.49	0.087		4.00	0.100	
16/11/2024	14.3	96	3.44	0.089		4.14	0.109		5.15	0.129	
			4.57	total	1.04	4.57	total	2.39	4.57	total	2.63

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° C2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbl/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		3	2			5	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		40	17			25	12			15	6		
1.270	0.050	1'00"		65	32			51	22			23	11		
1.910	0.075	1'30"		121	46			74	32			35	15		
2.540	0.100	2'00"	1000	161	63	58.9	5.9	105	42	40.9	4.1	48	20	20.9	2.1
3.810	0.150	3'00"		232	90			140	56			67	27		
5.080	0.200	4'00"	1500	302	118	115.8	7.7	194	76	76.5	5.1	86	34	39.9	2.7
6.350	0.250	5'00"		372	145			238	93			104	41		
7.620	0.300	6'00"		443	174			282	110			123	48		
10.160	0.400	8'00"		533	210			340	133			148	58		
12.700	0.500	10'00"		621	246			397	155			173	68		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

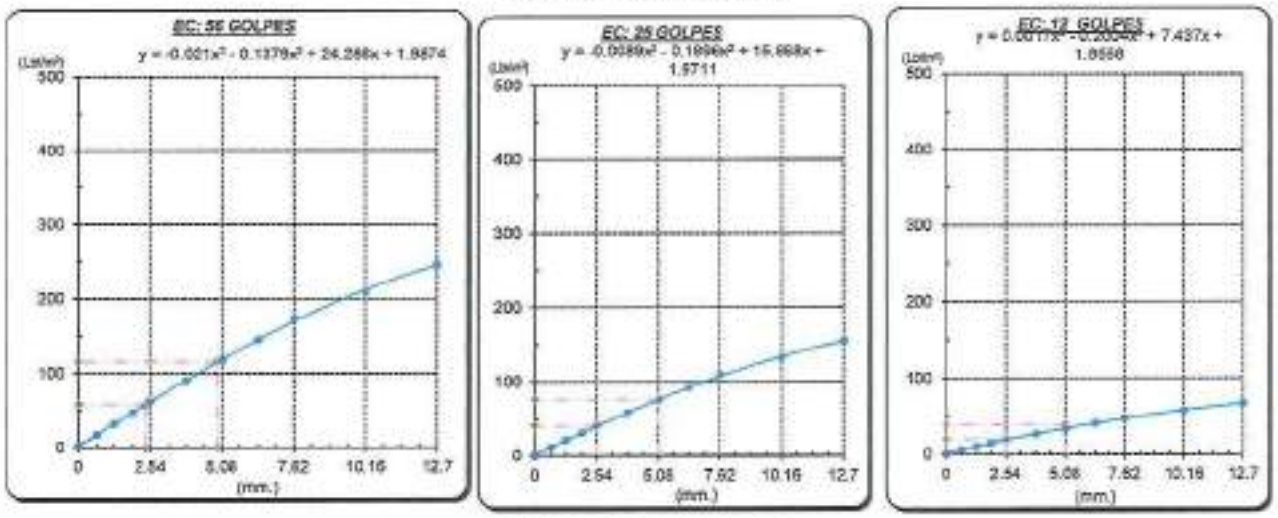


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g/cm³	1.61514
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %	

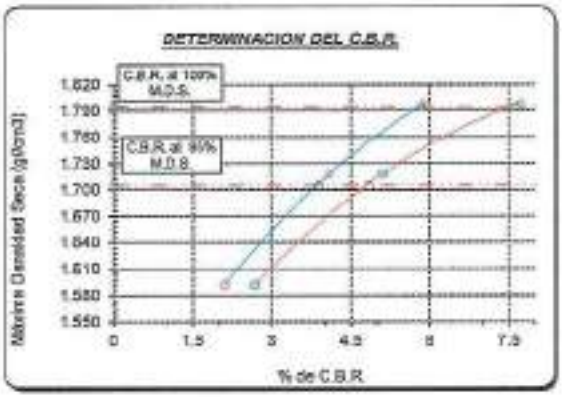
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO – LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA : C2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-4 PROFUNDIDAD : 0.10 m – 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12434		12746		12019		12362		11503		11977	
Peso de molde (g)	8152		8152		8004		8004		7855		7855	
Peso del suelo húmedo (g)	4282		4594		4015		4358		3748		4122	
Volumen del molde (cc)	2115		2119		2095		2095		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	2.021		2.168		1.916		2.080		1.770		1.947	
% de humedad	13.01		20.42		13.18		21.87		13.36		23.50	
Densidad seca (g/cc)	1.788		1.800		1.693		1.707		1.562		1.577	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.10	68.1	4594	4594	68.4	68.4	4358	4358	68.60	68.6	4122.0	4122.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.40	62.4	4282	4282	62.6	62.6	4015	4015	62.70	62.7	3748.0	3748.0
Peso del Agua (gr.)	5.7	5.7	312.0	312.0	5.8	5.8	343.0	343.0	5.9	5.9	374.0	374.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.58	18.58	0	0	18.64	18.64	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.8	43.8	4206.8	4206.8	44.0	44.0	3948.1	3948.1	44.2	44.2	3690.4	3690.4
% de humedad	13.01	13.01	20.42	20.42	13.18	13.18	21.87	21.87	13.36	13.36	23.50	23.50
Promedio de Humedad (%)	13.01		20.42		13.18		21.87		13.36		23.50	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
12/11/2024	14.3	0	0.70	0	0	1.13	0	0	1.59	0	0
13/11/2024	14.3	24	2.66	0.050		2.48	0.091		2.90	0.073	
14/11/2024	14.3	48	2.84	0.066		2.62	0.071		3.00	0.075	
15/11/2024	14.3	72	3.00	0.095		2.97	0.109		4.54	0.124	
16/11/2024	14.3	96	4.18	0.103		4.80	0.120		5.58	0.138	
			4.57	total	2.24	4.57	total	2.63	4.57	total	3.01

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		41	18			27	12			12	7		
1.270	0.050	1'00"		84	34			55	23			28	12		
1.910	0.075	1'30"		126	50			82	35			38	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	169	66	61.2	6.1	110	44	41.4	4.1	51	21	20.8	2.1
3.810	0.150	3'00"		218	86			144	57			72	29		
5.080	0.200	4'00"	1500	267	104	98.8	6.6	179	70	71.2	4.7	89	36	36.3	2.4
6.350	0.250	5'00"		316	123			213	83			109	43		
7.620	0.300	6'00"		366	143			249	96			127	50		
10.160	0.400	8'00"		423	166			288	113			155	61		
12.700	0.500	10'00"		481	189			332	129			183	72		

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

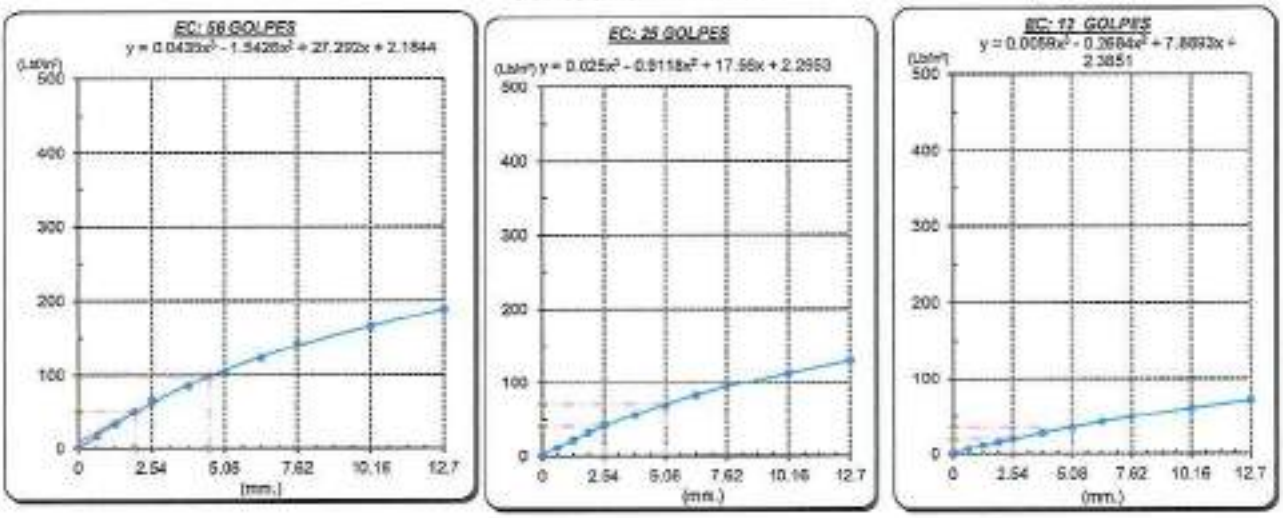


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g/cm³	1.61914	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %		

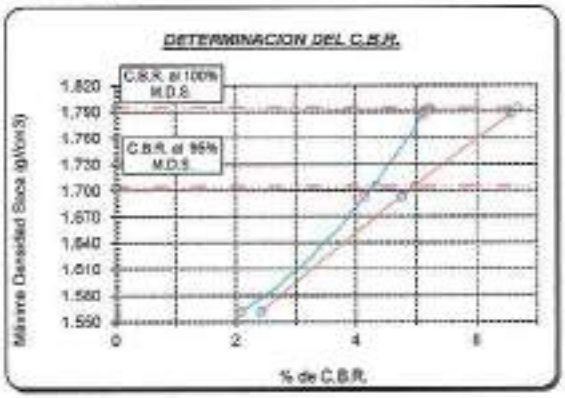
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C2 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : M-5 **PROFUNDIDAD :** 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

	C2		A-2		B3	
N° Molde	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
N° Golpes por capa						
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12298	12583	11906	12178	11611	11832
Peso de molde (g)	7992	7992	7841	7841	7690	7690
Peso del suelo húmedo (g)	4306	4541	4064	4337	3921	4132
Volumen del molde (cc)	2116	2116	2095	2095	2129	2129
Densidad húmeda (g/cc)	2.035	2.146	1.940	2.070	1.795	1.941
% de humedad	12.58	18.13	12.78	19.61	12.99	21.26
Densidad seca (g/cc)	1.808	1.817	1.720	1.731	1.588	1.601

HUMEDAD

Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	69.00	69.0	4541	4541	68.2	58.2	4336.5	4336.5	67.30	67.3	4132.0	4132.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	63.40	63.4	4306	4306	62.6	52.6	4063.5	4063.5	61.70	61.7	3821.0	3821.0
Peso del Agua (gr.)	5.6	5.6	235.0	235.0	5.6	5.6	273.0	273.0	5.6	5.6	311.0	311.0
Peso del tarro (gr.)	18.68	18.68	0	0	18.73	18.73	0	0	18.58	18.68	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.8	44.8	4229.5	4229.5	43.8	43.8	3994.8	3994.8	43.1	43.1	3781.3	3781.3
% de humedad	12.58	12.58	18.13	18.13	12.78	12.78	19.61	19.61	12.99	12.99	21.26	21.26
Promedio de Humedad (%)	12.58		18.13		12.78		19.61		12.99		21.26	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
19/11/2024	14.3	0	0.49	0	0	0.78	0	0	1.00	0	0
20/11/2024	14.3	24	1.46	0.035		1.88	0.040		3.83	0.064	
21/11/2024	14.3	48	2.00	0.050		2.60	0.053		3.90	0.075	
22/11/2024	14.3	72	3.34	0.094		3.78	0.094		4.15	0.104	
23/11/2024	14.3	96	4.00	0.100		5.00	0.122		4.60	0.150	
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.74	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/in2	MOLDE N° C2 CARGA Lect. Dial	MOLDE N° C2 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE N° C2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE N° C2 CORRECCIÓN %	MOLDE N° A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE N° A-2 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE N° A-2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE N° A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE N° B3 CARGA Lect. Dial	MOLDE N° B3 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE N° B3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE N° B3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	18			30	13			16	8		
1.270	0.050	1'00"		81	33			55	23			28	13		
1.910	0.075	1'30"		118	47			80	32			41	18		
2.540	0.100	2'00"	1000	166	61	46.1	4.6	105	42	39.8	4.0	53	22	21.4	2.1
3.810	0.150	3'00"		230	78			135	53			70	29		
5.080	0.200	4'00"	1500	344	95	89.2	5.9	163	65	66.4	4.4	86	35	35.3	2.4
6.350	0.250	5'00"		289	113			195	76			102	41		
7.620	0.300	6'00"		333	130			226	88			118	47		
10.160	0.400	8'00"		389	152			265	103			140	55		
12.700	0.500	10'00"		445	174			304	118			162	63		

Henry Rivadeneyra Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

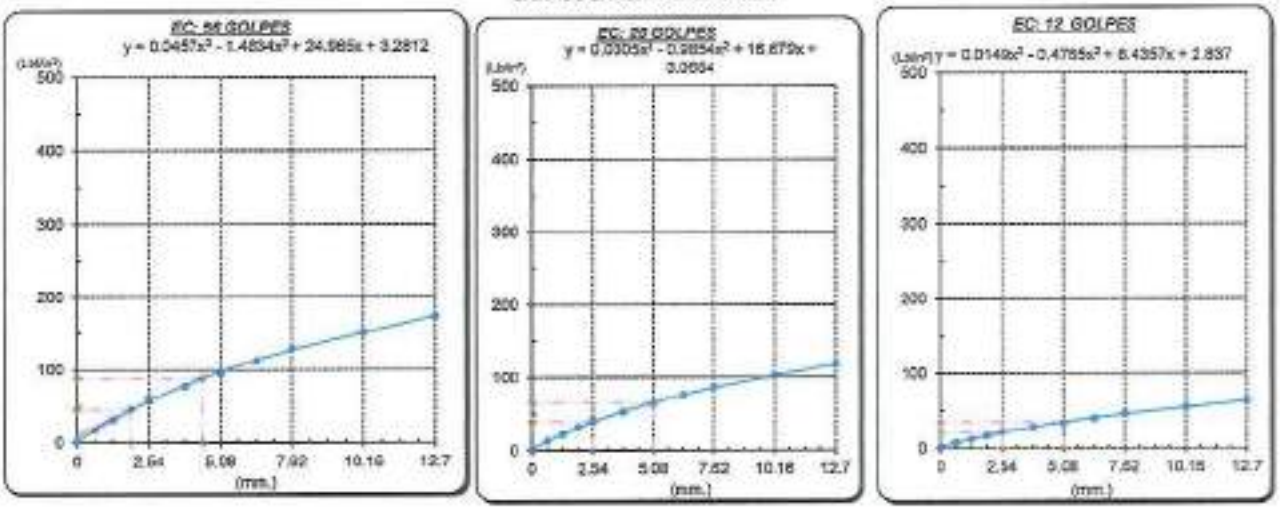


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.706 g./cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g./cm³	1.6151	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %		

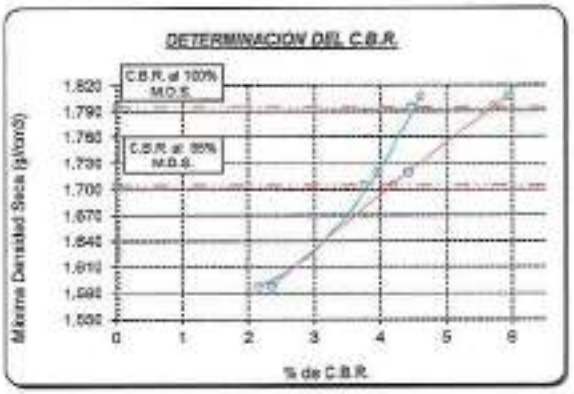
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Alvaderreyna Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA : C2 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : M-6 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	C2				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12440		12712		12135		12406		11600		12069	
Peso de molde (g)	8140		8140		8066		8066		7992		7992	
Peso del suelo húmedo (g)	4300		4572		4069		4340		3817		4107	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2095		2095		2116		2116	
Densidad húmeda (g/cc)	2.036		2.165		1.887		2.071		1.804		1.941	
% de humedad	13.18		19.62		13.58		20.62		13.99		21.71	
Densidad seca (g/cc)	1.799		1.810		1.766		1.717		1.582		1.595	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	66.40	66.4	4572	4572	67.5	67.5	4339.5	4339.5	66.50	66.5	4107.0	4107.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.60	62.6	4300	4300	61.6	61.6	4058.5	4058.5	60.60	60.6	3817.0	3817.0
Peso del Agua (gr.)	5.8	5.8	272.0	272.0	5.9	5.9	281.0	281.0	5.9	5.9	290.0	290.0
Peso del tarro (gr.)	18.56	18.56	0	0	18.01	18.01	0	0	16.44	16.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.0	44.0	4224.0	4224.0	43.1	43.1	3990.4	3990.4	43.2	43.2	3757.5	3757.5
% de humedad	13.18	13.18	19.62	19.62	13.58	13.58	20.62	20.62	13.99	13.99	21.71	21.71
Promedio de Humedad (%)	13.18		19.62		13.58		20.62		13.99		21.71	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
19/11/2024	14.3	0	0.78	0	0	1.18	0	0	1.48	0	0
20/11/2024	14.3	24	2.00	0.050		2.30	0.056		2.80	0.065	
21/11/2024	14.3	48	2.68	0.080		3.78	0.094		4.30	0.100	
22/11/2024	14.3	72	4.84	0.116		5.18	0.127		5.58	0.139	
23/11/2024	14.3	96	5.68	0.135		5.58	0.135		6.88	0.160	
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.01	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/in2	MOLDE Nº C2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº C2 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº B3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº B3 CARGA Lbs/ pulg2	MOLDE Nº B3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2	MOLDE Nº B3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		3	2			0	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		42	18			28	13			14	8		
1.270	0.050	1'00"		80	32			51	21			21	10		
1.910	0.075	1'30"		119	47			74	30			29	13		
2.540	0.100	2'00"	1000	157	62	46.0	4.6	88	38	36.8	3.7	35	16	15.6	1.6
3.810	0.150	3'00"		200	78			128	50			51	21		
5.080	0.200	4'00"	1500	245	95	88.6	5.9	155	61	62.3	4.2	67	27	27.7	1.8
6.350	0.250	5'00"		289	111			188	72			83	33		
7.620	0.300	6'00"		329	125			214	83			99	39		
10.160	0.400	8'00"		379	145			251	96			123	49		
12.700	0.500	10'00"		438	168			289	112			147	58		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

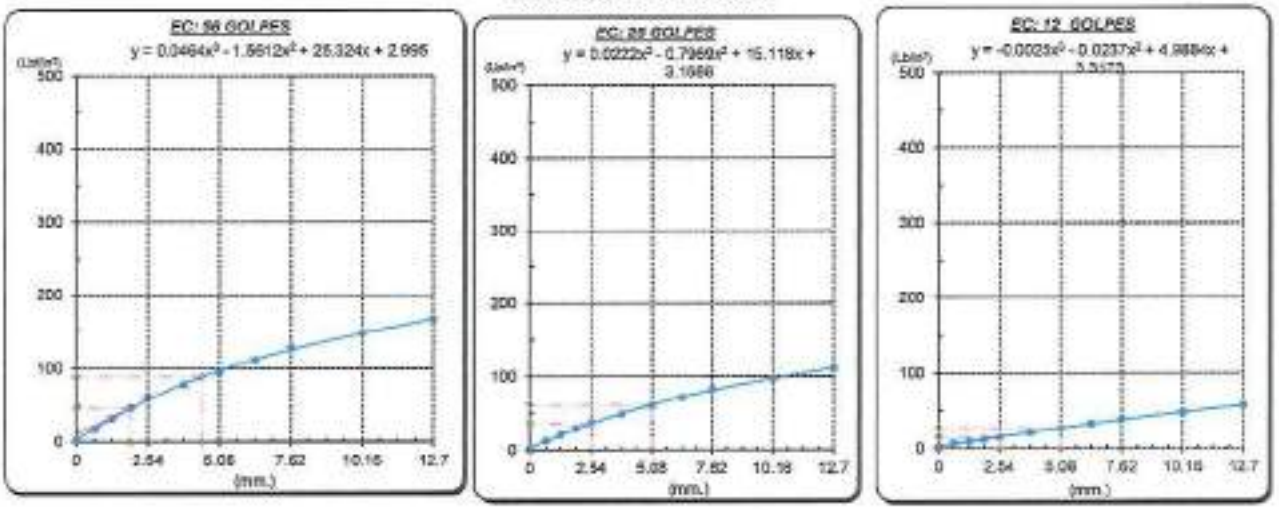


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

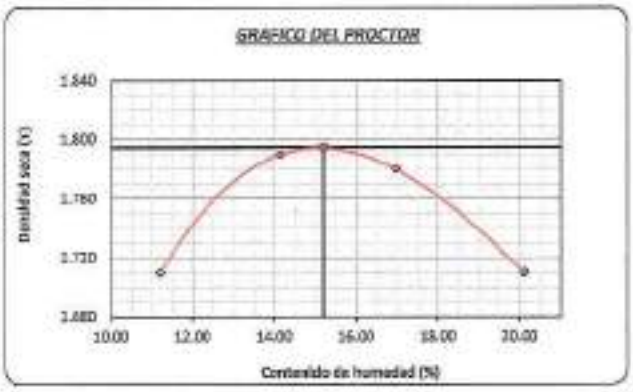
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g./cm³	1.6151
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA **C2** **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-7** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	C2				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12409		12793		12206		12540		12001		12348	
Peso de molde (g)	8140		8140		8146		8146		8152		8152	
Peso del suelo húmedo (g)	4269		4653		4059		4394		3849		4196	
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2095		2095		2128		2128	
Densidad húmeda (g/cc)	2.021		2.175		1.937		2.097		1.808		1.970	
% de humedad	12.08		19.81		12.37		20.75		12.67		21.77	
Densidad seca (g/cc)	1.803		1.816		1.724		1.737		1.605		1.618	

HUMEDAD

Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	72.10	72.1	4668	4593	71.5	71.5	4393.5	4393.5	70.90	70.9	4194.3	4194.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.33	66.3	4268	4269	65.7	65.7	4059	4059	65.00	65.0	3849.3	3849.0
Peso del Agua (gr.)	5.8	5.8	324.0	324.0	5.8	5.8	334.5	334.5	5.9	5.9	345.0	345.3
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.495	18.495	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.8	47.8	4193.4	4193.4	47.2	47.2	3900.2	3900.2	46.6	46.6	3798.2	3798.2
% de humedad	12.08	12.08	19.81	19.81	12.37	12.37	20.75	20.75	12.67	12.67	21.77	21.77
Promedio de Humedad (%)	12.08		19.81		12.37		20.75		12.67		21.77	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
19/11/2024	14.3	0	0.80	0	0	0.95	0	0	1.10	0	0
20/11/2024	14.3	24	1.20	0.030		1.80	0.040		2.00	0.050	
21/11/2024	14.3	48	2.00	0.050		3.20	0.082		4.55	0.114	
22/11/2024	14.3	72	3.40	0.085		4.23	0.109		5.00	0.125	
23/11/2024	14.3	96	4.00	0.100		4.88	0.124		5.58	0.140	
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.72	4.57	total	3.26

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		41	16			24	11			7	5		
1.270	0.050	1'00"		79	32			48	19			12	7		
1.910	0.075	1'30"		116	46			67	27			17	9		
2.540	0.100	2'00"	1000	154	60	48.3	4.8	88	35	33.9	3.4	22	11	10.4	1.0
3.810	0.150	3'00"		304	80			117	46			30	14		
5.080	0.200	4'00"	1500	354	99	93.5	6.2	146	57	56.5	3.8	39	17	16.8	1.1
6.350	0.250	5'00"		304	116			175	68			46	20		
7.620	0.300	6'00"		354	138			204	80			54	23		
10.160	0.400	8'00"		423	166			247	96			68	28		
12.700	0.500	10'00"		496	195			288	113			83			

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

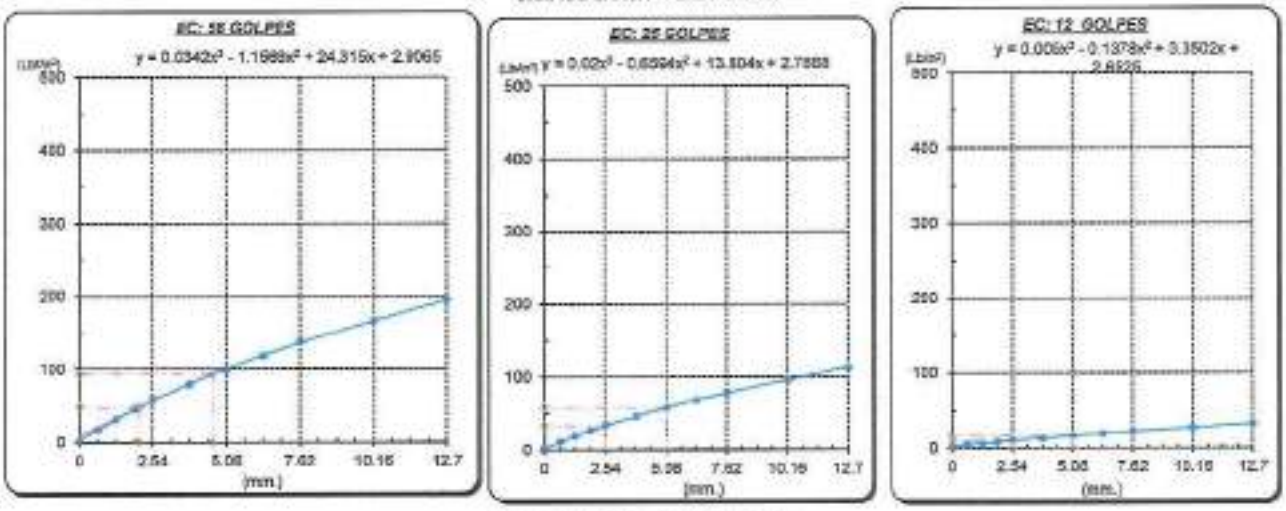


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.706 g./cm³	1.6151
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %	

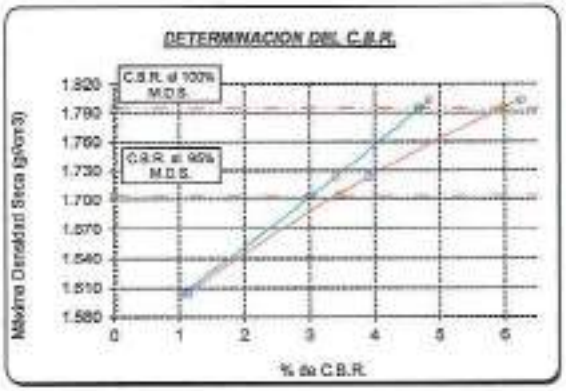
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laborstorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-8 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACION												
Nº Molde	C2				A-2				B3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12215		12565		11992		12336		11769		12120	
Peso de molde (g)	7903		7903		7948		7948		7992		7992	
Peso del suelo húmedo (g)	4312		4662		4045		4389		3777		4128	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2095		2095		2116		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	2.035		2.199		1.931		2.095		1.785		1.951	
% de humedad	12.96		20.99		13.22		21.91		13.47		22.91	
Densidad seca (g/cc)	1.801		1.815		1.705		1.719		1.573		1.587	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.30	70.3	4662	4662	70.9	70.9	4390	4390	71.80	71.8	4126.0	4126.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.40	64.4	4312	4312	64.8	64.8	4044.5	4044.5	65.20	65.2	3777.0	3777.0
Peso del Agua (gr.)	5.9	5.9	340.0	340.0	6.1	6.1	345.5	345.5	6.6	6.6	351.0	351.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.66	18.66	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.5	45.5	4235.7	4235.7	46.1	46.1	3976.7	3976.7	46.8	46.8	3718.5	3718.5
% de humedad	12.96	12.96	20.99	20.99	13.22	13.22	21.91	21.91	13.47	13.47	22.91	22.91
Promedio de Humedad (%)	12.96		20.99		13.22		21.91		13.47		22.91	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
19/11/2024	14.3	0	0.87	0	0	1.11	0	0	1.35	0	0
20/11/2024	14.3	24	1.36	0.034		1.58	0.039		1.78	0.045	
21/11/2024	14.3	48	1.73	0.042		2.00	0.050		2.28	0.057	
22/11/2024	14.3	72	2.64	0.066		3.77	0.069		2.90	0.073	
23/11/2024	14.3	96	2.89	0.075		3.13	0.078		3.24	0.081	
			4.57	total	1.84	4.97	total	1.71	4.57	total	1.77

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº C2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.643	0.025	0'30"		40	17			25	11			9	6		
1.270	0.050	1'00"		60	32			66	21			20	10		
1.915	0.075	1'30"		116	47			76	31			33	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	156	62	53.4	5.3	101	40	38.9	3.9	43	18	17.8	1.8
3.810	0.150	3'00"		216	86			139	55			60	25		
5.080	0.200	4'00"	1500	276	108	103.6	6.9	177	68	70.2	4.7	76	31	31.3	2.1
6.350	0.250	5'00"		334	130			214	83			89	37		
7.620	0.300	6'00"		397	156			253	99			103	43		
10.160	0.400	8'00"		479	188			306	119			133	62		
12.700	0.500	10'00"		561	221			359	140			157	68		

Henry Ruvdenerya Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

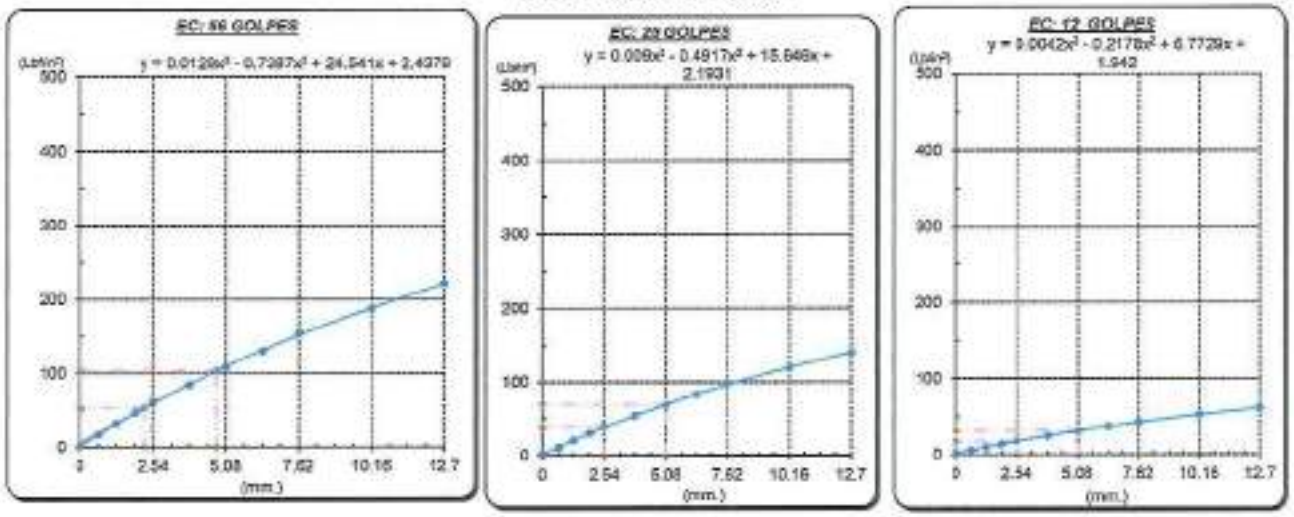


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

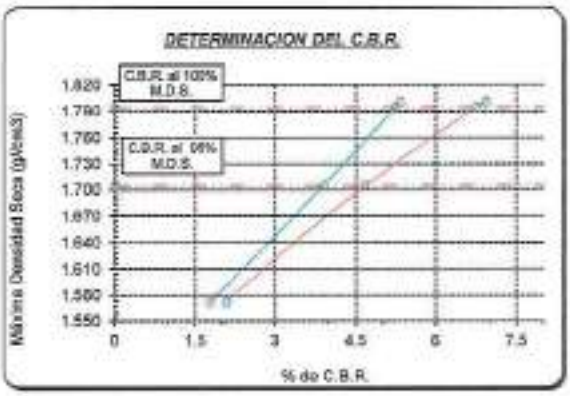
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g./cm³	1.61514
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %





Henry Rivadeneyra Obligas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA **C2** ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA **M-9** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

	C2		A-2		B3	
Nº Molde						
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12277	12599	12132	12464	11867	12328
Peso de molde (g)	7952	7952	8066	8066	8140	8140
Peso del suelo húmedo (g)	4285	4607	4066	4398	3647	4188
Volumen del molde (cc)	2116	2116	2095	2095	2112	2112
Densidad húmeda (g/cc)	2.026	2.177	1.941	2.099	1.727	1.983
% de humedad	12.08	19.73	12.54	20.83	12.98	21.99
Densidad seca (g/cc)	1.807	1.818	1.725	1.737	1.612	1.625

HUMEDAD

Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.00	70.0	4907	4907	71.2	71.2	4397.5	4397.5	72.30	72.3	4188.0	4188.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.49	64.5	4285	4285	65.3	65.3	4066	4066	66.11	66.1	3647.0	3647.0
Peso del Agua (gr.)	5.5	5.5	322.0	322.0	5.9	5.9	331.5	331.5	6.2	6.2	341.0	341.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.65	18.65	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.6	45.6	4209.0	4209.0	46.7	46.7	3997.1	3997.1	47.7	47.7	3706.0	3706.0
% de humedad	12.09	12.09	19.79	19.79	12.64	12.64	20.83	20.83	12.98	12.98	21.99	21.99
Promedio de Humedad (%)	12.08		19.73		12.64		20.83		12.98		21.99	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
26/11/2024	14.3	0	0.79	0	0	1.13	0	0	1.44	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.39	0.035		1.59	0.042		2.00	0.050	
28/11/2024	14.3	48	1.86	0.047		2.28	0.057		2.66	0.067	
29/11/2024	14.3	72	2.55	0.064		2.85	0.071		3.18	0.079	
30/11/2024	14.3	96	3.06	0.077		3.18	0.080		3.30	0.083	
			4.57	total	1.55	4.57	total	1.74	4.57	total	1.91

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº C2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº C2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº C2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº B3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº B3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº B3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº B3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		43	18			29	13			17	7		
1.270	0.050	1'00"		85	34			52	22			18	9		
1.910	0.075	1'30"		127	50			79	31			28	11		
2.540	0.100	2'00"	1000	188	66	51.5	5.1	89	39	37.0	3.6	30	14	13.6	1.4
3.810	0.150	3'00"		219	85			139	61			61	18		
5.080	0.200	4'00"	1500	270	105	39.4	6.6	161	69	64.5	4.3	52	22	21.6	1.5
6.350	0.250	5'00"		321	125			192	75			83	26		
7.620	0.300	6'00"		373	145			223	87			74	30		
10.160	0.400	8'00"		441	173			264	103			89	35		
12.700	0.500	10'00"		516	201			305	120			105	42		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI(: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

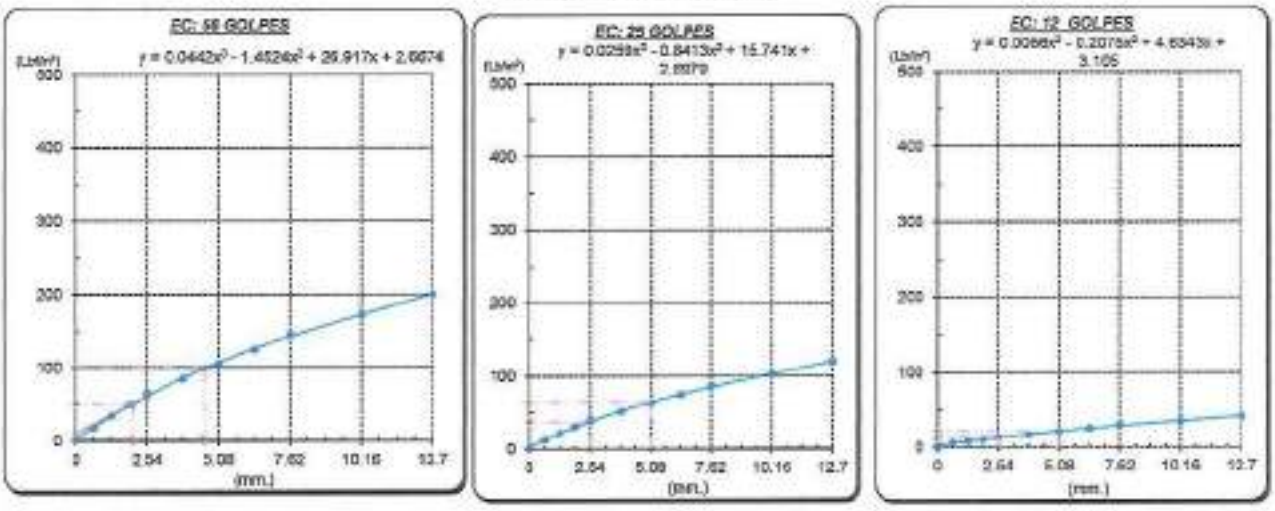


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g /cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g /cm³	1.6151
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

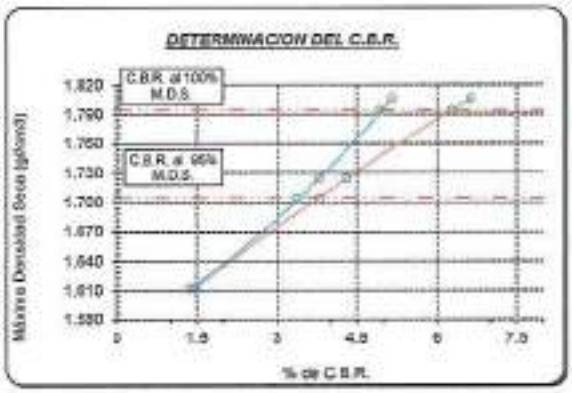
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Ruiderneyra Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA : C2 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : M-10 **PROFUNDIDAD :** 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	C2				A-2				B3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12245		12599		11974		12383		11703		12186	
Peso de molde (g)	8004		8004		7954		7954		7903		7903	
Peso del suelo húmedo (g)	4241		4595		4021		4429		3800		4283	
Volumen del molde (cc)	2095		2095		2095		2095		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	2.024		2.193		1.919		2.114		1.793		2.012	
% de humedad	12.82		21.31		13.16		23.49		13.50		25.88	
Densidad seca (g/cc)	1.794		1.808		1.696		1.712		1.580		1.598	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	69.51	69.5	4595	4595	70.0	70.0	4429	4429	70.42	70.4	4283.0	4283.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	68.72	68.7	4241	4241	64.0	64.0	4020.5	4020.5	64.29	64.3	3800.0	3800.0
Peso del Agua (gr.)	5.8	5.8	354.0	354.0	6.0	6.0	408.5	408.5	6.1	6.1	483.0	483.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.71	18.71	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.2	45.2	4166.2	4166.2	45.3	45.3	3963.5	3963.5	45.4	45.4	3740.9	3740.9
% de humedad	12.82	12.82	21.31	21.31	13.16	13.16	23.49	23.49	13.50	13.50	25.88	25.88
Promedio de Humedad (%)	12.82		21.31		13.16		23.40		13.50		25.88	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
26/11/2024	14.3	0	1.05	0	0	1.77	0	0	2.48	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.88	0.047		2.68	0.066		3.42	0.086	
28/11/2024	14.3	48	2.13	0.053		3.34	0.084		4.37	0.114	
29/11/2024	14.3	72	2.59	0.067		3.88	0.096		5.00	0.125	
30/11/2024	14.3	96	3.05	0.076		4.23	0.106		5.40	0.135	
			4.57	total	1.67	4.57	total	2.31	4.57	total	2.96

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° C2				MOLDE N° A-2				MOLDE N° B3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		3	2			5	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		26	10			33	12			14	5		
1.270	0.050	1'00"		68	26			47	20			36	12		
1.910	0.075	1'30"		102	41			71	29			39	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	134	53	41.9	4.2	93	37	35.5	3.5	51	21	20.3	2.0
3.810	0.150	3'00"		178	70			123	49			68	28		
5.080	0.200	4'00"	1500	220	86	81.0	5.4	182	90	81.1	4.1	84	34	34.8	2.3
6.350	0.250	5'00"		259	102			181	71			100	40		
7.620	0.300	6'00"		304	118			215	82			115	46		
10.160	0.400	8'00"		354	138			248	95			138	54		
12.700	0.500	10'00"		406	157			271	109			139	56		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

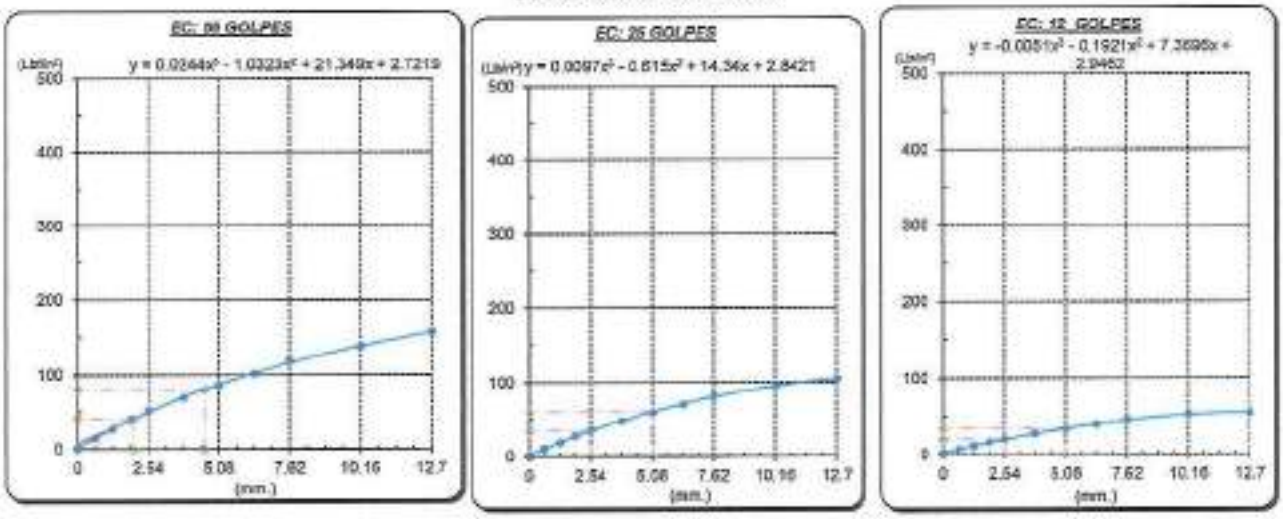


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.795 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.705 g/cm³	1.61514
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.20 %	

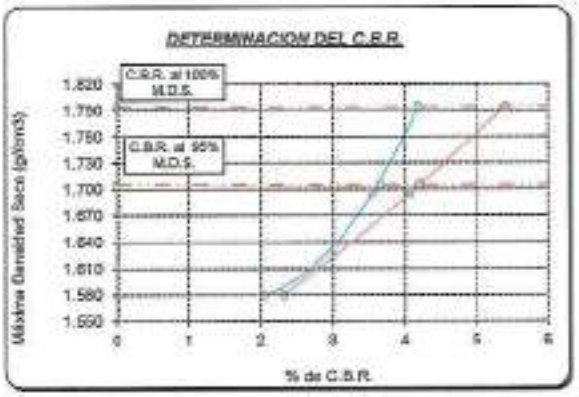
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	5	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

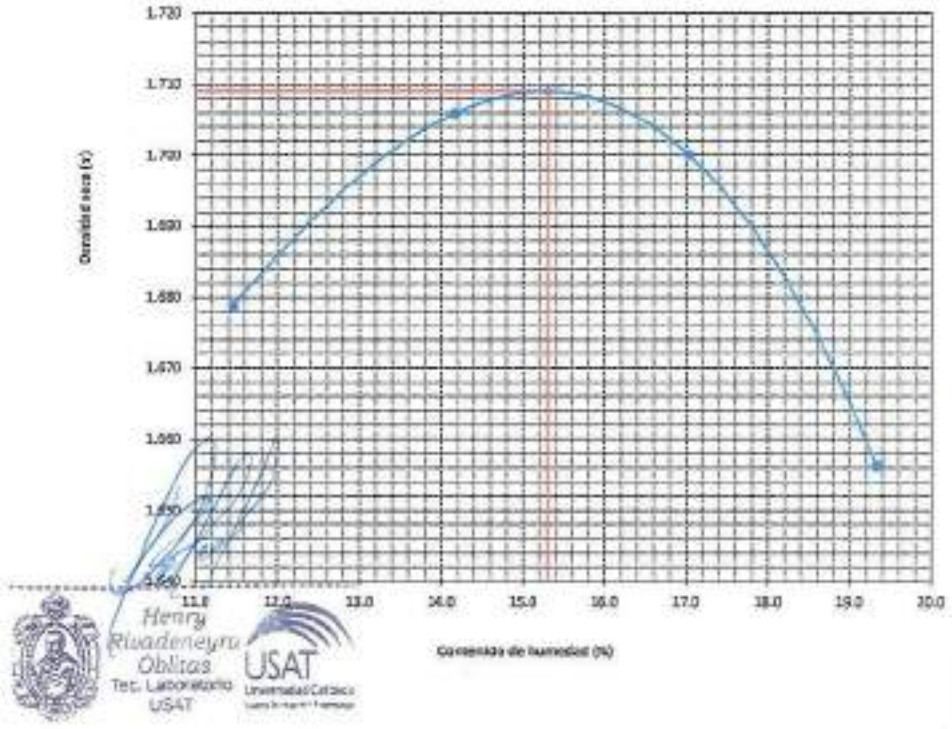
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g.	5686	5755	5793	5781
Peso del molde	g.	3996	3996	3996	3996
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1690	1759	1797	1785
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.871	1.948	1.990	1.976

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	106.26	108.14	156.27	104.33
Peso del suelo seco + tara	g.	99.37	97.75	140.66	92.04
Peso de tara	g.	39.21	38.50	48.99	28.45
Peso de agua	g.	6.89	8.39	15.61	12.29
Peso de suelo seco	g.	60.16	59.25	91.67	63.59
Contenido de agua	%	11.5	14.2	17.0	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.679	1.705	1.700	1.656

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.709	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.39	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos;Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULA
MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.60 m

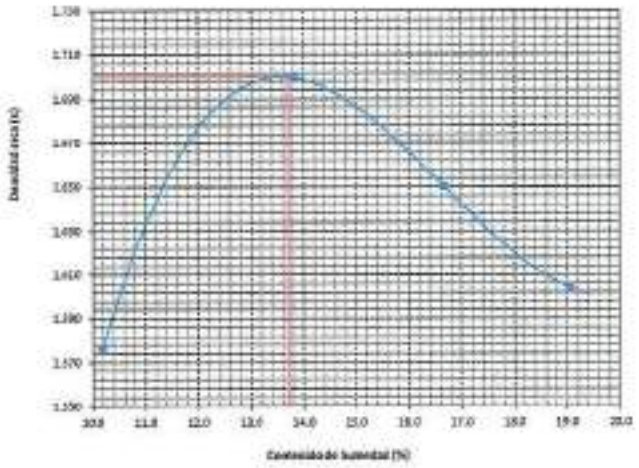
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g.	5565	5743	5735	5721
Peso del molde	g.	3996	3996	3996	3996
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1569	1747	1739	1725
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.737	1.934	1.925	1.910

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	66.72	64.42	60.74	59.53
Peso del suelo seco + tara	g.	62.27	58.84	54.72	53.03
Peso de tara	g.	18.59	18.44	18.58	18.91
Peso de agua	g.	4.45	5.58	6.02	6.5
Peso de suelo seco	g.	43.68	40.4	36.14	34.12
Contenido de agua	%	10.2	13.8	16.7	19.1
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.577	1.700	1.650	1.604

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.700	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.70	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riveadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PCA

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

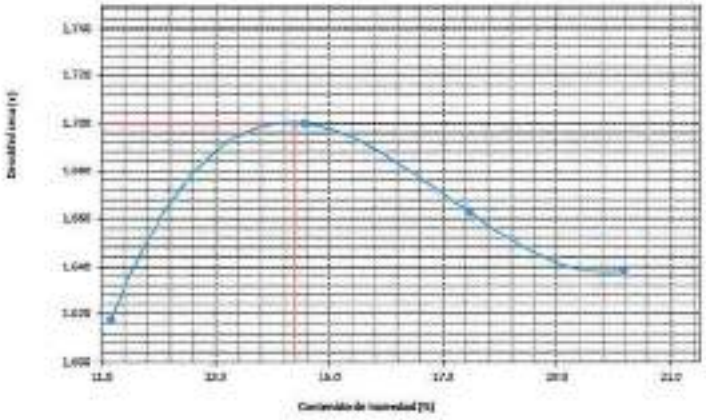
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g	5620	5755	5760	5734
Peso del molde	g	3996	3996	3996	3996
Peso del suelo húmedo compactado	g	1624	1759	1764	1738
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen humedo	g/cm3	1.798	1.948	1.953	1.924

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		9	12	15	18
Peso del suelo húmedo + tara	g	82.30	85.80	124.50	78.90
Peso del suelo seco + tara	g	77.82	81.00	110.20	70.00
Peso de tara	g	17.67	39.04	39.37	25.99
Peso de agua	g	4.48	4.80	14.3	8.9
Peso de suelo seco	g	60.15	32.96	81.83	44.12
Contenido de agua	%	11.2	14.9	17.8	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.616	1.700	1.663	1.638

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.709	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.39	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obllitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : C-3 ADICIÓN DEL 18% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

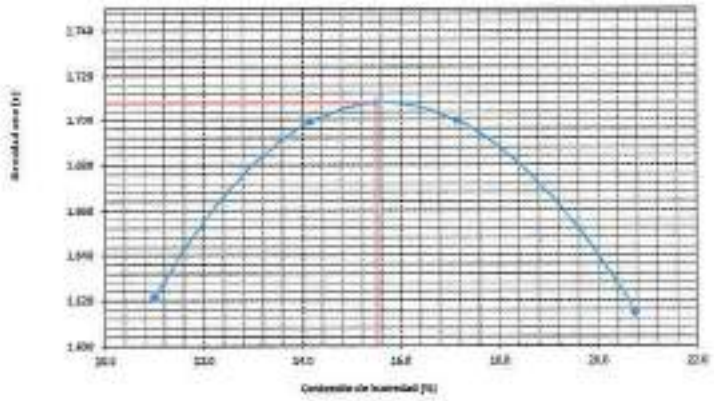
Número de ensayo		9	12	15	18
Peso del suelo + molde	g	5624	5781	5763	5753
Peso del molde	g	3996	3998	3996	3998
Peso del suelo húmedo compactado	g	1628	1783	1767	1783
Volumen del molde	cm3	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.8	1.94	1.99	1.95

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	76.43	78.76	113.84	91.5
Peso del suelo seco + tara	g	73.15	72.53	101.89	71.09
Peso de tara	g	26.16	28.33	31.95	24.41
Peso de agua	g	5.28	6.26	11.96	9.51
Peso de suelo seco	g	47.99	44.20	69.91	47.28
Contenido de agua	%	11.0	14.2	17.1	20.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.622	1.699	1.700	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.708	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.98	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obtias
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ocupacional del área de Control de Calidad / Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos / Ingeniero de Laboratorio de RSA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA : C3 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	B3		A-2		H3		
Nº Capa	5		5		5		
Nº Golpes por capa	56		25		12		
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12147	12435	11885	12140	11582	11844	
Peso de molde (g)	8100	8100	8096	8096	8091	8091	
Peso del suelo húmedo (g)	4047	4335	3789	4044	3491	3753	
Volumen del molde (cc)	2132	2132	2096	2096	2129	2129	
Densidad húmeda (g/cc)	1.898	2.033	1.799	1.930	1.640	1.763	
% de humedad	13.39	20.63	13.45	20.86	13.51	21.12	
Densidad seca (g/cc)	1.674	1.685	1.586	1.597	1.445	1.455	

HUMEDAD

Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	72.9	72.9	4035	4035	73.2	73.2	4044	4044	73.6	73.6	3753.0	3753.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.5	66.5	4047	4047	66.7	66.7	3769	3769	67.0	67.0	3491.0	3491.0
Peso del Agua (gr.)	6.4	6.4	288.0	288.0	6.5	6.5	275.0	275.0	6.5	6.5	262.0	262.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.71	18.71	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.9	47.9	3980.4	3980.4	48.0	48.0	3710.2	3710.2	48.1	48.1	3441.3	3441.3
% de humedad	13.39	13.39	20.63	20.63	13.45	13.45	20.86	20.86	13.51	13.51	21.12	21.12
Promedio de Humedad (%)	13.39		20.63		13.45		20.86		13.51		21.12	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
26/11/2024	14.3	0	1.09	0	0	1.37	0	0	1.68	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.17	0.034		1.77	0.044		2.17	0.064	
28/11/2024	14.3	48	2.13	0.053		2.48	0.092		2.88	0.071	
29/11/2024	14.3	72	2.67	0.087		2.94	0.073		3.20	0.080	
30/11/2024	14.3	96	3.20	0.080		3.41	0.055		3.63	0.091	
			4.57	total	1.75	4.57	total	1.67	4.57	total	1.95

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº B3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		46	19			38	13			11	9		
1.270	0.050	1'00"		83	33			62	22			31	10		
1.910	0.075	1'30"		118	47			78	30			31	14		
2.540	0.100	2'00"	1000	155	61	48.0	4.8	98	39	97.8	9.8	40	17	17.0	1.7
3.810	0.150	3'00"		204	80			130	51			56	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	263	89	93.0	6.2	162	63	65.0	4.3	71	29	29.4	2.0
6.350	0.250	5'00"		303	116			196	76			87	36		
7.620	0.300	6'00"		353	137			237	89			103	41		
10.160	0.400	8'00"		413	162			270	105			126	50		
12.700	0.500	10'00"		474	186			312	122			160	59		

Henry Riquelmeyre Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

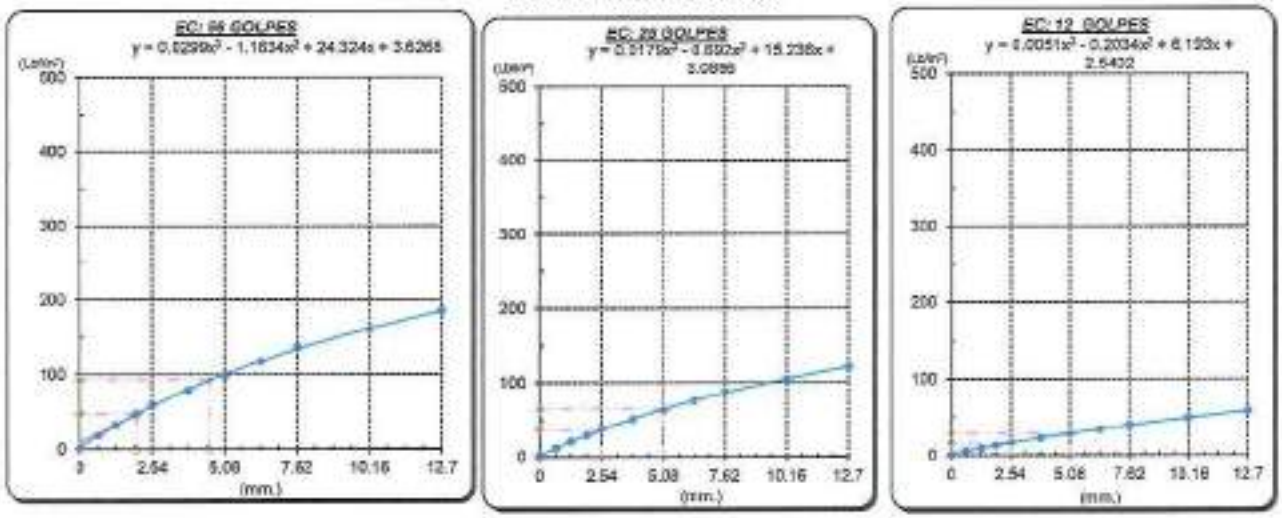


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g./cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.60 %	

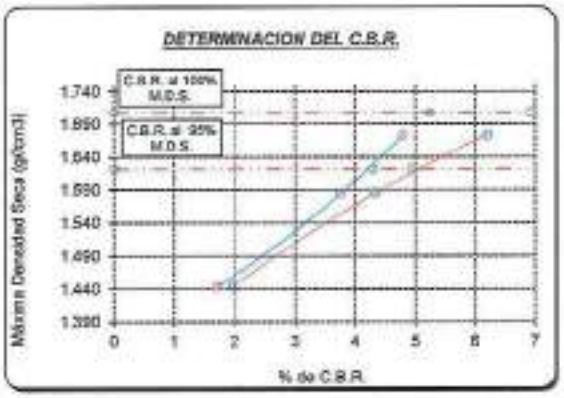
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ollinos
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-2 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11896		12320		12000		12459		12143		12597	
Peso de molde (g)	7816		7816		8303		8303		8790		8790	
Peso del suelo húmedo (g)	4040		4504		3696.5		4155.5		3353		3807	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2113		2113		2113		2113	
Densidad húmeda (g/cc)	1.902		2.121		1.750		1.968		1.587		1.802	
% de humedad	13.19		24.87		13.24		25.84		13.30		27.03	
Densidad seca (g/cc)	1.680		1.698		1.546		1.563		1.401		1.418	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	81.86	81.9	4504	4504	73.9	73.9	4155.5	4155.5	66.86	66.9	3807.0	3807.0
Tarro + Suelo seco (gr)	74.5	74.5	4040	4040	67.4	67.4	3696.5	3696.5	60.32	60.3	3353.0	3353.0
Peso del Agua (gr.)	7.4	7.4	464.0	464.0	6.5	6.5	459.0	459.0	5.6	5.6	454.0	454.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.5	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	56.0	56.0	3973.2	3973.2	48.9	48.9	3640.2	3640.2	41.9	41.9	3306.7	3306.7
% de humedad	13.19	13.19	24.87	24.87	13.24	13.24	25.84	25.84	13.30	13.30	27.03	27.03
Promedio de Humedad (%)	13.19		24.87		13.24		25.84		13.30		27.03	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
26/11/2024	14.3	0	0.71	0	0	1.00	0	0	1.41	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.82	0.033		1.98	0.032		1.93	0.046	
28/11/2024	14.3	48	1.93	0.043		2.18	0.054		2.37	0.069	
29/11/2024	14.3	72	2.08	0.052		2.37	0.059		2.65	0.066	
30/11/2024	14.3	96	2.3	0.058		2.88	0.071		3.39	0.085	
			4.57	total	1.26	4.57	total	1.56	4.17	total	1.86

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			2	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		36	17			24	11			5	6		
1.270	0.050	1'00"		76	31			47	20			28	9		
1.910	0.075	1'30"		113	45			70	28			25	12		
2.540	0.100	2'00"	1000	151	59	48.6	4.9	93	37	35.9	3.6	35	15	15.1	1.5
3.810	0.150	3'00"		202	79			126	50			48	21		
5.080	0.200	4'00"	1500	254	99	94.5	6.3	159	62	69.4	4.2	64	26	26.5	1.8
6.350	0.250	5'00"		309	119			193	75			78	32		
7.620	0.300	6'00"		357	139			228	88			93	37		
10.160	0.400	8'00"		421	165			267	104			113	48		
12.700	0.500	10'00"		485	191			309	120			132	56		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laborstorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

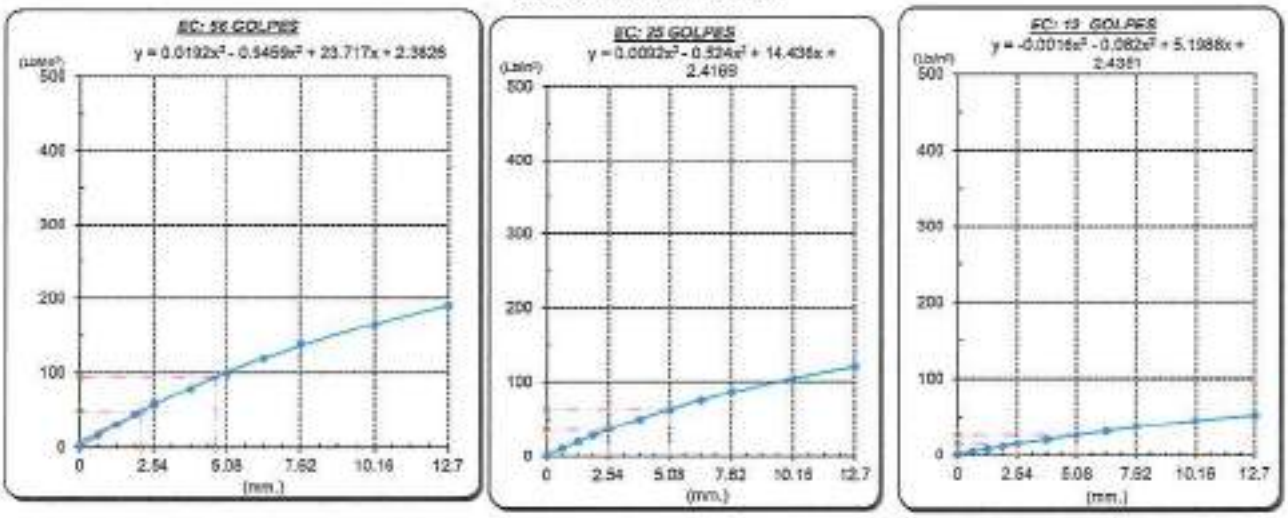


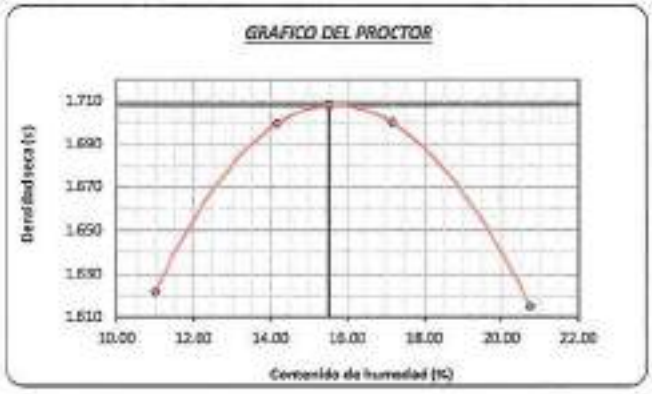
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

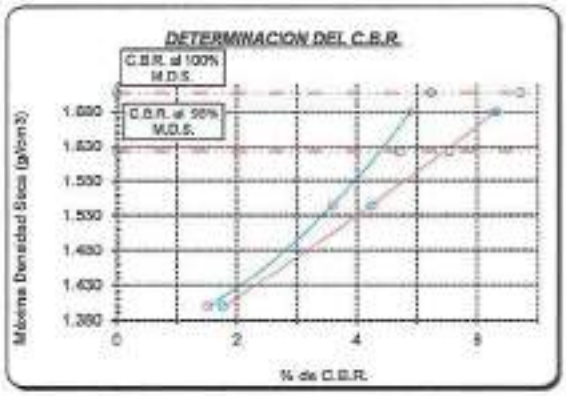
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g./cm³	1.5972
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.50 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	8	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACION												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12289		12537		11979		12236		11638		11936	
Peso de molde (g)	8152		8152		8072		8072		7992		7992	
Peso del suelo húmedo (g)	4137		4385		3906.5		4164		3646		3943	
Volumen del molde (cc)	2129		2129		2112		2112		2118		2118	
Densidad húmeda (g/cc)	1.894		2.060		1.850		1.972		1.747		1.863	
% de humedad	13.51		20.13		13.68		20.38		13.85		20.64	
Densidad seca (g/cc)	1.704		1.715		1.627		1.638		1.534		1.545	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	77.49	77.5	4085	4085	78.4	78.4	4164	4164	79.21	79.2	3943.0	3943.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	70.5	70.5	4117	4117	71.2	71.2	3906.5	3906.5	71.87	71.9	3695.0	3695.0
Peso del Agua (gr.)	7.0	7.0	268.0	268.0	7.2	7.2	257.5	257.5	7.3	7.3	247.0	247.0
Peso del tarro (gr.)	18.42	18.42	0	0	18.7	18.69	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	52.0	52.0	4048.0	4048.0	52.5	52.5	3844.0	3844.0	53.0	53.0	3640.2	3640.2
% de humedad	13.51	13.51	20.13	20.13	13.68	13.68	20.38	20.38	13.85	13.85	20.64	20.64
Promedio de Humedad (%)	13.51		20.13		13.68		20.38		13.85		20.64	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
26/11/2024	14.3	0	1.11	0	0	1.22	0	0	1.33	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.53	0.036		1.63	0.041		1.71	0.045	
28/11/2024	14.3	48	1.80	0.045		1.88	0.046		1.90	0.048	
29/11/2024	14.3	72	2.20	0.055		2.025	0.066		2.05	0.076	
30/11/2024	14.3	96	2.35	0.059		2.50	0.072		2.44	0.086	
			4.57	total	1.29	4.57	total	1.58	4.57	total	1.86

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		5	2			5	2			5	2		
0.640	0.025	0'30"		33	14			32	11			14	5		
1.270	0.050	1'00"		64	26			48	19			28	12		
1.910	0.075	1'30"		85	35			67	27			39	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	127	50	43.3	4.3	88	35	34.9	3.5	51	21	21.0	2.1
3.810	0.150	3'00"		176	69			124	49			71	29		
5.080	0.200	4'00"	1500	225	88	84.4	5.6	158	62	62.6	4.2	90	36	35.7	2.4
6.350	0.250	5'00"		274	107			193	75			110	44		
7.620	0.300	6'00"		323	126			226	88			129	51		
10.160	0.400	8'00"		384	150			275	106			155	61		
12.700	0.500	10'00"		443	174			310	122			181	71		

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2026

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

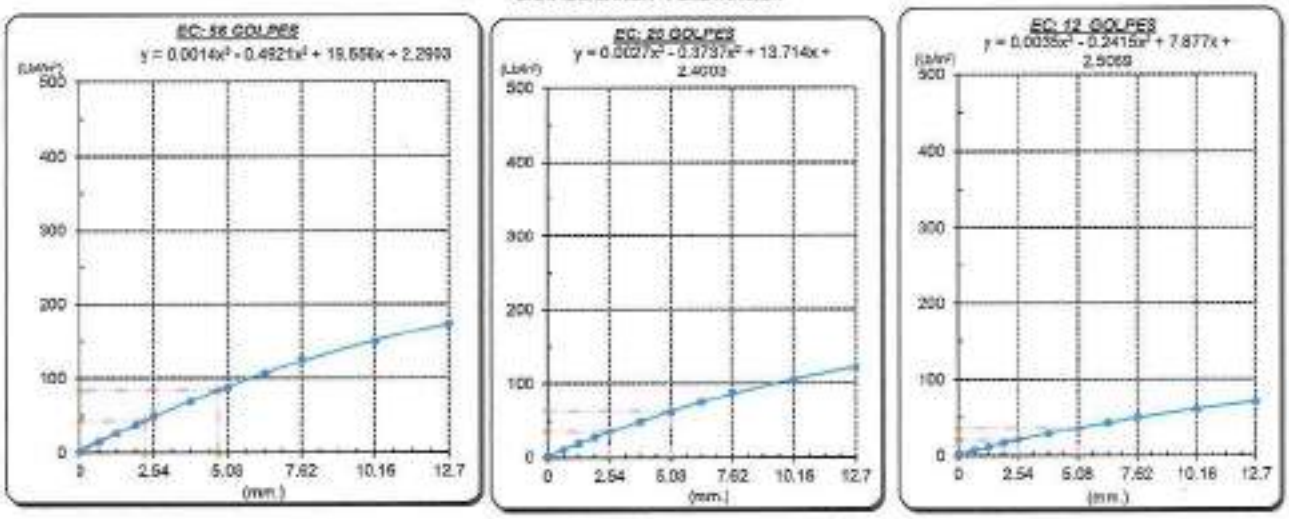


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

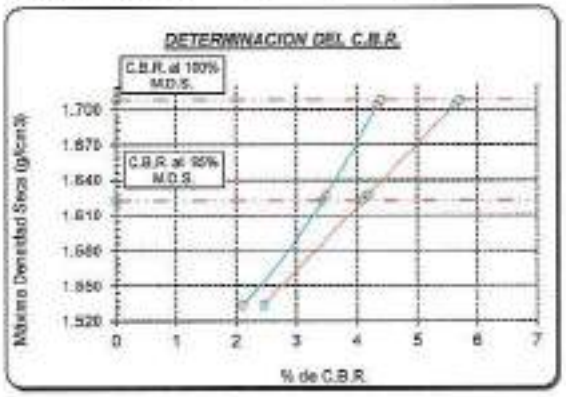
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g./cm³	1.537
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.50 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	4 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-4 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12085		12337		11748		12035		11401		11732	
Peso de molde (g)	7992		7992		7841		7841		7659		7690	
Peso del suelo húmedo (g)	4100		4345		3907		4193.5		3711		4042	
Volumen del molde (cc)	2116		2116		2112		2112		2129		2129	
Densidad húmeda (g/cc)	1.938		2.053		1.850		1.986		1.743		1.899	
% de humedad	13.45		19.45		13.66		21.12		13.86		22.91	
Densidad seca (g/cc)	1.709		1.719		1.628		1.638		1.531		1.546	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	89.13	89.1	4345	4345	71.8	71.8	4193.5	4193.5	74.50	74.5	4042.0	4042.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	83.1	83.1	4103	4103	65.4	65.4	3907	3907	67.73	67.7	3711.0	3711.0
Peso del Agua (gr.)	6.0	6.0	242.0	242.0	6.4	6.4	286.5	286.5	6.8	6.8	331.0	331.0
Peso del tarro (gr.)	18.44	18.44	0	0	18.7	18.66	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	44.7	44.7	4034.1	4034.1	46.8	46.8	3844.4	3844.4	48.9	48.9	3655.0	3655.0
% de humedad	13.45	13.45	19.45	19.45	13.66	13.66	21.12	21.12	13.89	13.89	22.91	22.91
Promedio de Humedad (%)	13.45		19.45		13.66		21.12		13.86		22.91	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
26/11/2024	14.3	0	0.88	0	0	1.046	0	0	1.21	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.32	0.000		1.38	0.034		1.49	0.037	
28/11/2024	14.3	48	1.58	0.039		1.76	0.044		1.96	0.049	
29/11/2024	14.3	72	2.48	0.062		2.48	0.062		2.62	0.063	
30/11/2024	14.3	96	2.73	0.068		2.84	0.071		2.94	0.074	
			4.57	total	1.49	4.57	total	1.55	4.57	total	1.61

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	19			30	13			14	8		
1.270	0.050	1'00"		82	33			49	23			28	13		
1.910	0.075	1'30"		122	48			82	33			42	18		
2.540	0.100	2'00"	1000	161	63	50.1	5.0	109	43	41.1	4.1	58	23	22.1	2.2
3.810	0.150	3'00"		213	83			143	56			73	30		
5.080	0.200	4'00"	1500	269	102	96.6	6.5	177	69	70.8	4.7	90	36	36.9	2.5
6.350	0.250	5'00"		314	122			211	82			107	43		
7.620	0.300	6'00"		365	143			248	95			124	48		
10.160	0.400	8'00"		438	172			292	114			146	57		
12.700	0.500	10'00"		511	201			340	132			169	66		

Henry Rivadeneyra Obillas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

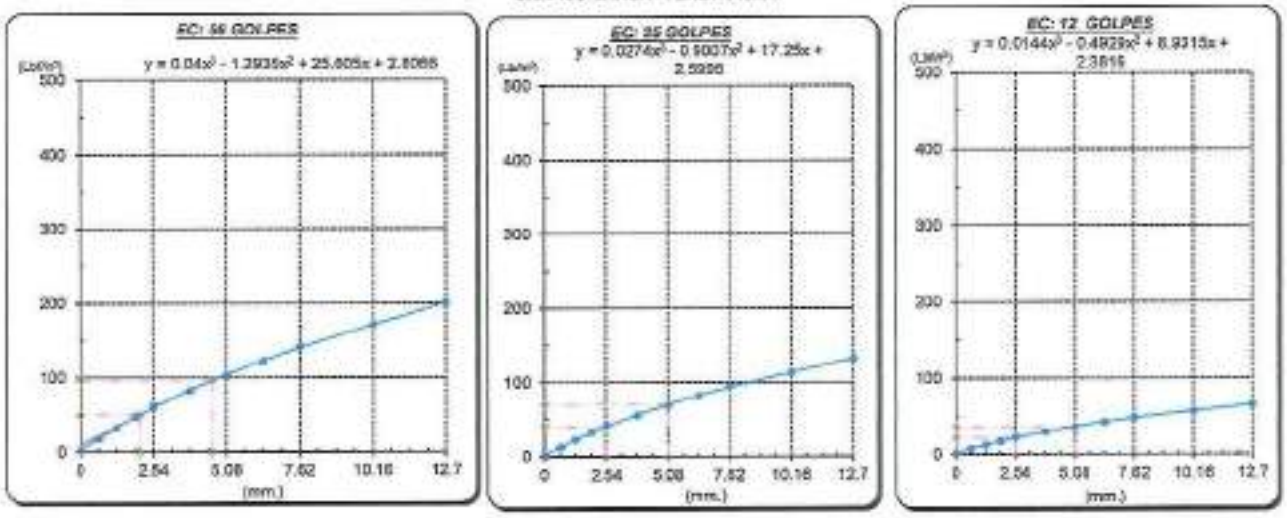


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

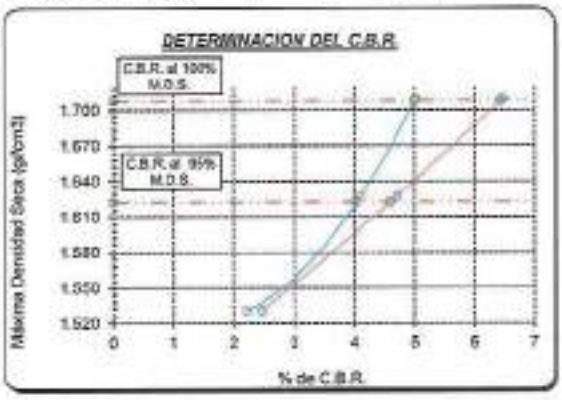
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.700 g /cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g /cm³	1.5872
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.50 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-5 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12198		12432		12049		12317		11900		12202	
Peso de molde (g)	8100		8100		8128		8128		8152		8152	
Peso del suelo húmedo (g)	4098		4332		3923		4191		3748		4050	
Volumen del molde (cc)	2132		2132		2131		2131		2129		2129	
Densidad húmeda (g/cc)	1.922		2.032		1.841		1.967		1.760		1.902	
% de humedad	13.15		18.99		13.59		20.54		14.05		22.23	
Densidad seca (g/cc)	1.699		1.708		1.621		1.632		1.544		1.556	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	78.21	78.2	4332	4332	77.4	77.4	4191	4191	76.52	76.5	4050.0	4050.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	71.3	71.3	4098	4098	70.3	70.3	3923	3923	69.38	69.4	3748.0	3748.0
Peso del Agua (gr.)	6.9	6.9	234.0	234.0	7.0	7.0	268.0	268.0	7.1	7.1	302.0	302.0
Peso del tarro (gr.)	18.42	18.42	0	0	18.6	18.495	0	0	18.57	18.57	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	52.8	52.8	4029.5	4029.5	51.8	51.8	3860.4	3860.4	50.8	50.8	3891.0	3891.0
% de humedad	13.15	13.15	18.96	18.96	13.59	13.59	20.54	20.54	14.05	14.05	22.23	22.23
Promedio de Humedad (%)	13.15		18.99		13.59		20.54		14.05		22.23	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSION Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
26/11/2024	14.3	0	1.11	0	0	1.22	0	0	1.39	0	0
27/11/2024	14.3	24	1.53	0.038		1.62	0.041		1.71	0.045	
28/11/2024	14.3	48	1.80	0.045		1.84	0.046		1.90	0.048	
29/11/2024	14.3	72	2.20	0.065		2.025	0.065		3.00	0.076	
30/11/2024	14.3	96	3.35	0.069		2.90	0.072		3.44	0.086	
			4.67	total	1.29	4.57	total	1.58	4.57	total	1.88

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			2	2			6	2		
0.640	0.025	0'30"		35	16			24	11			12	7		
1.270	0.050	1'00"		70	29			48	20			23	11		
1.910	0.075	1'30"		104	41			71	29			33	15		
2.540	0.100	2'00"	1000	139	55	50.3	5.0	85	34	36.4	3.6	44	19	18.4	1.8
3.810	0.150	3'00"		198	77			134	53			62	28		
5.080	0.200	4'00"	1500	256	100	98.6	6.6	172	67	67.6	4.5	77	31	31.8	2.1
6.350	0.250	5'00"		315	123			218	82			94	38		
7.620	0.300	6'00"		374	146			249	97			134	44		
10.160	0.400	8'00"		445	174			287	116			135	52		
12.700	0.500	10'00"		516	203			346	135			332	86		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

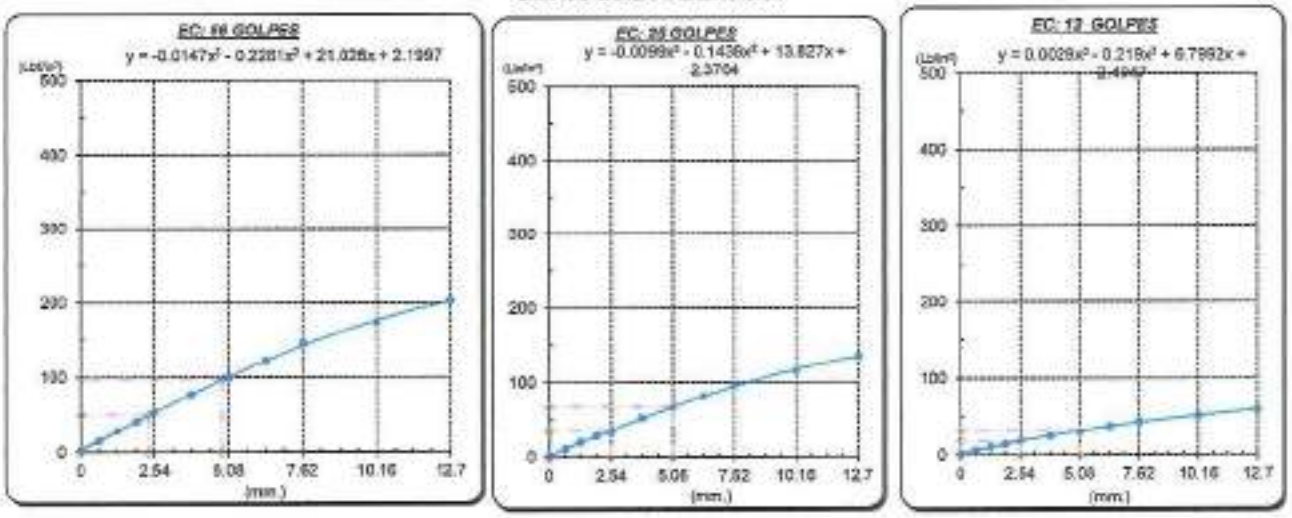


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.706 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.50 %	

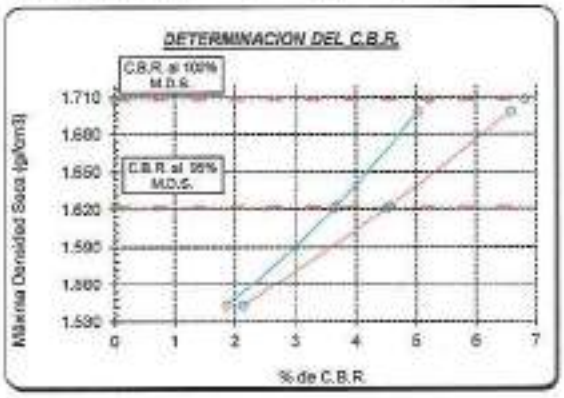
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-6 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	D2		A-2		A4	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12282	12647	11991	12327	11780	12006
Peso de molde (g)	8152	8152	8072	8072	7992	7992
Peso del suelo húmedo (g)	4130	4495	3919	4254.5	3788	4014
Volumen del molde (cc)	2129	2129	2112	2112	2116	2116
Densidad húmeda (g/cc)	1.940	2.111	1.856	2.014	1.792	1.897
% de humedad	13.23	22.22	13.55	22.25	13.89	22.27
Densidad seca (g/cc)	1.713	1.727	1.634	1.648	1.539	1.551

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	74.12	74.1	4495	4495	71.8	71.8	4254.5	4254.5	69.52	69.5	4014.0	4014.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	67.6	67.6	4130	4130	65.5	65.5	3919	3919	63.29	63.3	3706.0	3706.0
Peso del Agua (gr.)	6.5	6.5	365.0	365.0	6.4	6.4	335.5	335.5	6.2	6.2	308.0	308.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.5	18.51	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	49.1	49.1	4050.4	4050.4	47.0	47.0	3856.0	3856.0	44.9	44.9	3851.8	3851.8
% de humedad	13.23	13.23	22.22	22.22	13.55	13.55	22.25	22.25	13.89	13.89	22.27	22.27
Promedio de Humedad (%)	13.23		22.22		13.55		22.25		13.89		22.27	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
02/12/2024	14.3	0	0.88	0	0	1.348	0	0	1.21	0	0
03/12/2024	14.3	24	1.20	0.030		1.39	0.034		1.49	0.037	
04/12/2024	14.3	48	1.55	0.039		1.78	0.044		1.86	0.049	
05/12/2024	14.3	72	2.46	0.062		2.48	0.062		2.58	0.068	
06/12/2024	14.3	96	2.73	0.068		2.84	0.071		2.94	0.074	
			4.57	total	1.49	4.57	total	1.55	4.57	total	1.61

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		3	2			3	2			3	2		
0.640	0.025	0'30"		28	17			20	13			18	9		
1.270	0.050	1'00"		77	31			57	24			37	16		
1.910	0.075	1'30"		114	45			83	34			58	23		
2.540	0.100	2'00"	1000	153	60	49.2	4.9	114	45	43.1	4.3	75	30	29.0	2.9
3.810	0.150	3'00"		204	80			152	59			99	39		
5.080	0.200	4'00"	1500	257	100	99.4	6.4	190	74	75.7	5.0	123	48	48.7	3.3
6.350	0.250	5'00"		310	121			228	89			147	58		
7.620	0.300	6'00"		362	141			267	104			171	67		
10.160	0.400	8'00"		438	171			317	124			198	77		
12.700	0.500	10'00"		509	200			367	143			225	88		

Henry Rivadeneyra Obitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

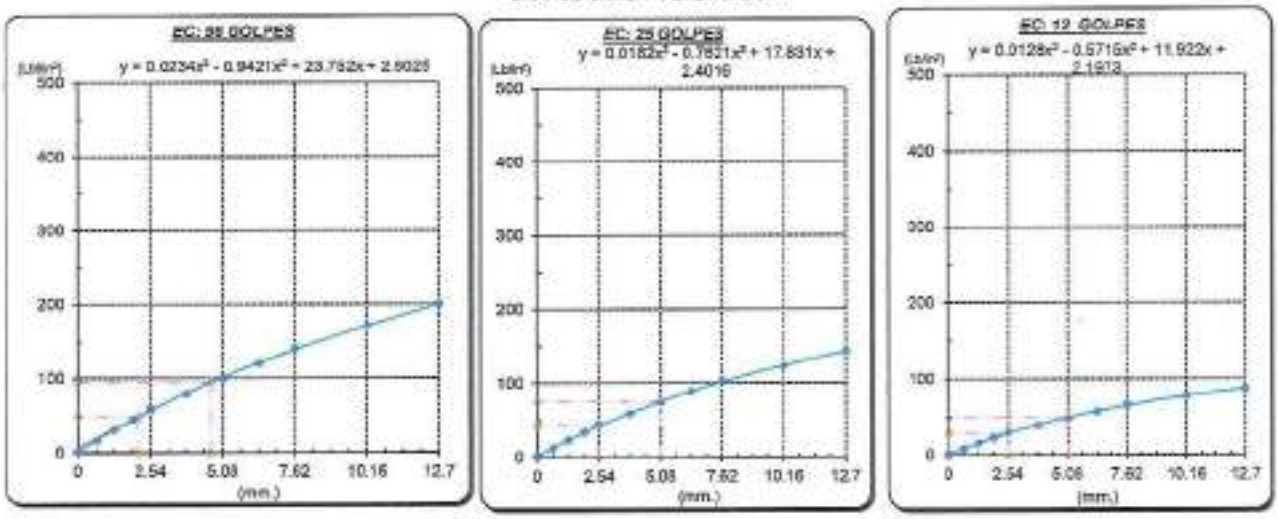


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

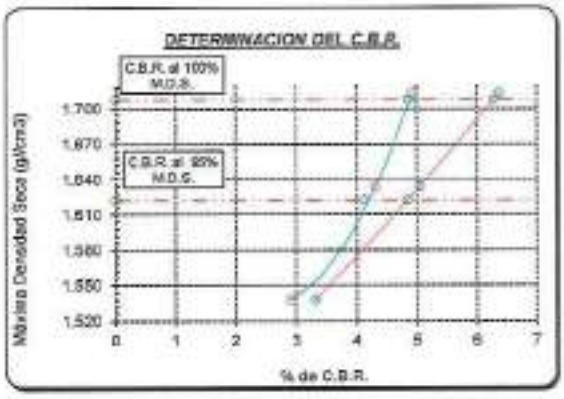
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.703 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.59 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-7 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACION												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12255		12588		11934		12255		11813		11922	
Peso de molde (g)	8087		8187		8045		8045		7903		7903	
Peso del suelo húmedo (g)	4068		4401		3889		4210		3710		4019	
Volumen del molde (cc)	2105		2105		2112		2112		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	1.933		2.091		1.841		1.993		1.751		1.897	
% de humedad	13.64		21.99		13.76		22.14		13.87		22.33	
Densidad seca (g/cc)	1.701		1.714		1.619		1.632		1.538		1.550	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.02	70.3	4401	4401	71.2	71.2	4210	4219	72.16	72.2	4019.0	4019.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.1	64.1	4088	4088	64.9	64.9	3889	3889	65.67	65.7	3710.0	3710.0
Peso del Agua (gr.)	5.2	5.2	333.0	333.0	6.3	6.3	321.0	321.0	6.5	6.5	309.0	309.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.7	18.73	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.5	45.5	4000.0	4000.0	46.2	46.2	3827.1	3827.1	46.8	46.8	3663.8	3663.8
% de humedad	13.64	13.64	21.99	21.99	13.76	13.76	22.14	22.14	13.87	13.87	22.33	22.33
Promedio de Humedad (%)	13.64		21.99		13.76		22.14		13.87		22.33	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
02/12/2024	14.3	0	0.88	0	0	1.348	0	0	1.23	0	0
03/12/2024	14.3	24	1.20	0.030		1.38	0.034		1.49	0.037	
04/12/2024	14.3	48	1.55	0.039		1.76	0.044		1.86	0.049	
05/12/2024	14.3	72	2.48	0.062		2.48	0.062		2.58	0.063	
06/12/2024	14.3	96	2.78	0.065		2.84	0.071		2.64	0.074	
			4.57	total	1.49	4.57	total	1.55	4.57	total	1.61

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		5	2			5	2			5	2		
0.640	0.025	0'30"		41	18			28	13			14	6		
1.270	0.050	1'00"		82	35			54	23			28	12		
1.910	0.075	1'30"		123	49			81	33			38	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	153	64	58.6	5.9	107	42	41.7	4.2	59	21	20.6	2.1
3.810	0.150	3'00"		232	90			161	59			88	28		
5.080	0.200	4'00"	1500	301	117	114.8	7.7	196	76	75.9	5.1	88	35	35.9	2.4
6.350	0.250	5'00"		369	144			236	93			107	43		
7.620	0.300	6'00"		439	172			283	110			128	50		
10.160	0.400	8'00"		519	204			338	131			150	59		
12.700	0.500	10'00"		601	238			389	152			177	69		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

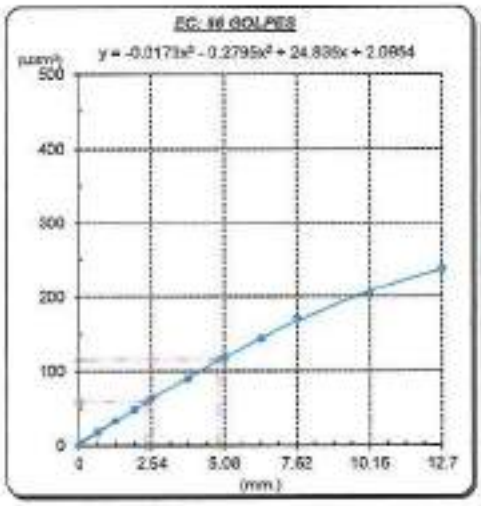
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

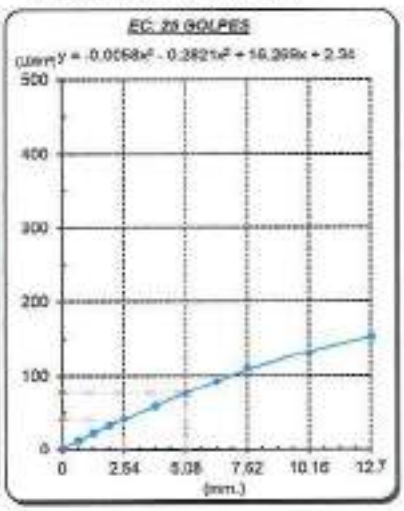
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





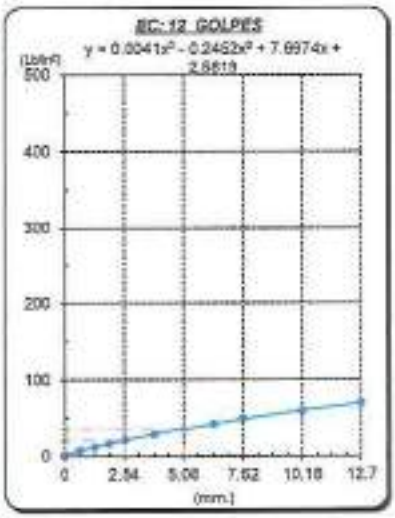


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g./cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.60 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-8 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11950		12322		11762		12128		11573		11933	
Peso de molde (g)	7855		7855		7841.5		7841.5		7828		7828	
Peso del suelo húmedo (g)	4095		4467		3920		4286		3745		4105	
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2112		2112		2125		2125	
Densidad húmeda (g/cc)	1.934		2.110		1.856		2.029		1.762		1.932	
% de humedad	13.11		22.35		13.52		23.01		13.94		23.70	
Densidad seca (g/cc)	1.710		1.725		1.635		1.650		1.547		1.562	

HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	73.60	73.6	4467	4467	79.4	79.4	4286	4286	73.10	73.1	4105.0	4105.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	67.2	67.2	4095	4095	66.8	66.8	3920	3920	66.43	66.4	3745.0	3745.0
Peso del Agua (gr.)	6.4	6.4	372.0	372.0	6.5	6.5	366.0	366.0	6.7	6.7	360.0	360.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.6	18.56	0	0	18.58	18.58	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	48.7	48.7	4026.1	4026.1	48.3	48.3	3856.9	3856.9	47.9	47.8	3698.0	3698.0
% de humedad	13.11	13.11	22.35	22.35	13.52	13.52	23.01	23.01	13.94	13.94	23.70	23.70
Promedio de Humedad (%)	13.11		22.35		13.52		23.01		13.94		23.70	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	
02/12/2024	14.3	0	3.85	0	0	3.930	0	0	2.20	0	0	
03/12/2024	14.3	24	2.48	0.061		3.79	0.060		2.95	0.074		
04/12/2024	14.3	48	3.00	0.075		3.38	0.081		3.51	0.088		
05/12/2024	14.3	72	3.39	0.085		3.61	0.090		3.85	0.096		
06/12/2024	14.3	96	4.20	0.105		4.38	0.109		4.52	0.113		
			4.57	total	2.30	4.57	total	2.39	4.57	total	2.47	

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		6	2			6	2			6	2		
0.640	0.025	0'30"		37	16			28	12			26	8		
1.270	0.050	1'00"		73	30			52	22			30	14		
1.910	0.075	1'30"		110	44			77	31			44	18		
2.540	0.100	2'00"	1000	146	57	50.0	5.0	102	41	39.6	4.0	58	24	23.5	2.3
3.810	0.150	3'00"		203	79			141	55			79	32		
5.080	0.200	4'00"	1500	258	101	97.6	6.5	179	70	71.0	4.7	98	39	39.9	2.7
6.350	0.250	5'00"		316	123			217	84			117	46		
7.620	0.300	6'00"		373	146			253	99			137	54		
10.160	0.400	8'00"		449	175			305	119			160	63		
12.700	0.500	10'00"		525	207			356	138			184	72		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

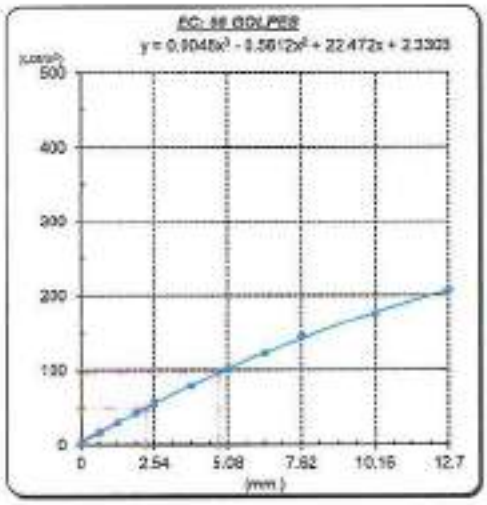
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

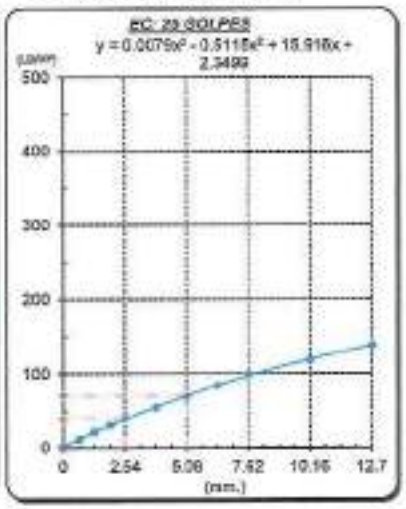
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





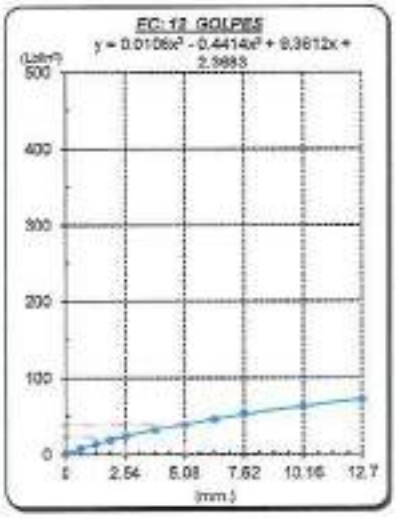


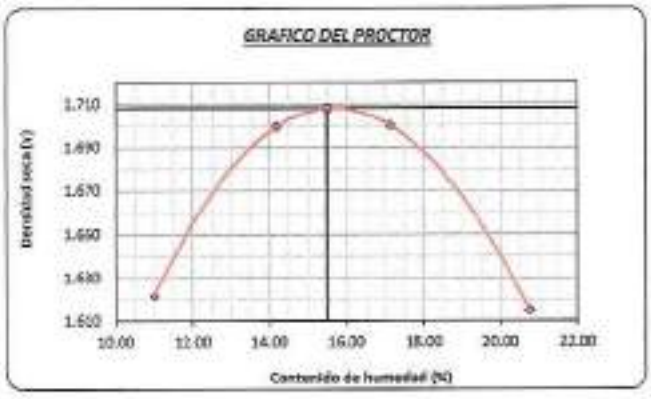
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

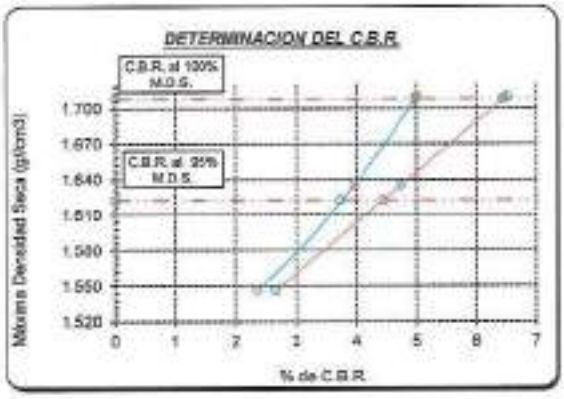
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.622 g./cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.60 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	4	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA C-3 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-9 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	D2				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11942		12183		11721		11961		11489		11738	
Peso de molde (g)	7828		7828		7842		7842		7855		7855	
Peso del suelo húmedo (g)	4114		4355		3879		4119		3644		3883	
Volumen del molde (cc)	2125		2125		2112		2112		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.936		2.049		1.837		1.950		1.721		1.834	
% de humedad	13.46		19.42		13.72		20.01		13.96		20.62	
Densidad seca (g/cc)	1.706		1.716		1.615		1.625		1.510		1.521	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.70	68.7	4268	4268	70.4	70.4	4119	4119	72.11	72.1	3883.0	3883.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.8	62.8	4114	4114	64.2	64.2	3879	3879	66.55	66.6	3644.0	3644.0
Peso del Agua (gr.)	5.9	5.9	241.0	241.0	6.2	6.2	240.0	240.0	5.6	5.6	239.0	239.0
Peso del tarro (gr.)	18.86	18.86	0	0	18.7	18.725	0	0	18.67	18.67	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.9	43.9	4046.0	4046.0	45.4	45.4	3817.3	3817.3	47.0	47.0	3589.8	3589.8
% de humedad	13.46	13.46	19.42	19.42	13.72	13.72	20.01	20.01	13.96	13.96	20.62	20.62
Promedio de Humedad (%)	13.46		19.42		13.72		20.01		13.96		20.62	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
02/12/2024	14.3	0	0.99	0	0	1.36	0	0	1.39	0	0
03/12/2024	14.3	24	1.50	0.038		1.71	0.043		1.81	0.048	
04/12/2024	14.3	48	1.67	0.042		1.88	0.049		2.03	0.056	
05/12/2024	14.3	72	2.19	0.054		2.38	0.060		2.51	0.066	
06/12/2024	14.3	96	2.60	0.065		2.75	0.068		2.90	0.073	
			4.57	total	1.42	4.87	total	1.51	4.97	total	1.59

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº D2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		6	2			6	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	15			35	13			17	9		
1.270	0.050	1'00"		85	34			69	24			33	14		
1.910	0.075	1'30"		127	50			97	35			46	20		
2.540	0.100	2'00"	1000	170	67	61.7	6.2	116	46	44.8	4.5	61	25	24.3	2.4
3.810	0.150	3'00"		243	95			162	63			83	33		
5.080	0.200	4'00"	1500	317	124	121.3	8.1	210	82	82.8	5.5	102	41	41.5	2.8
6.350	0.250	5'00"		390	152			257	100			123	49		
7.620	0.300	6'00"		464	182			304	118			143	58		
10.160	0.400	8'00"		561	222			366	143			165	66		
12.700	0.500	10'00"		660	262			428	167			195	78		

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

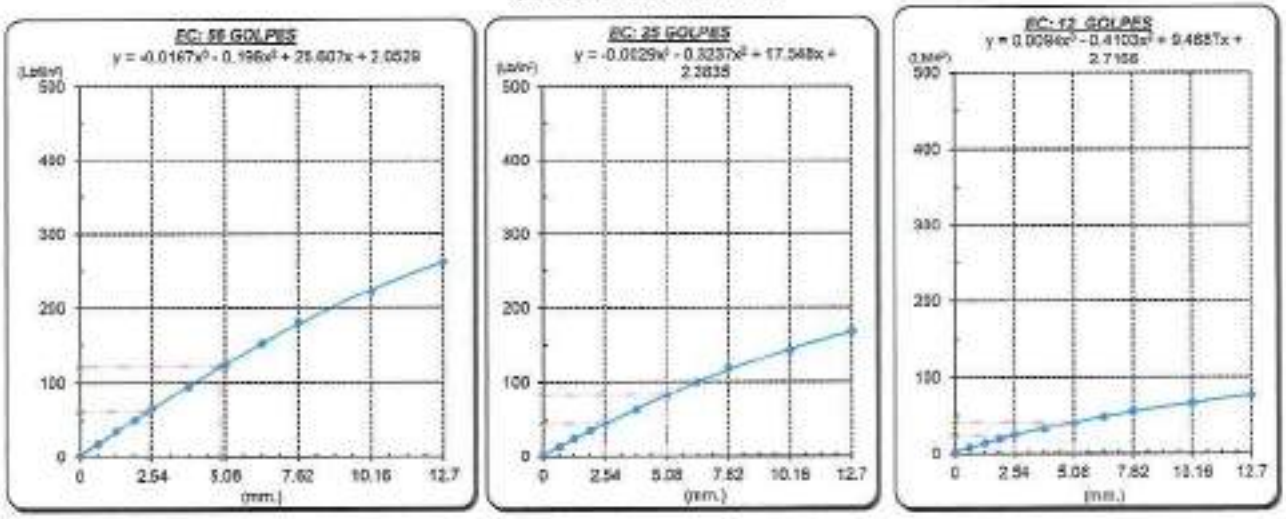


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

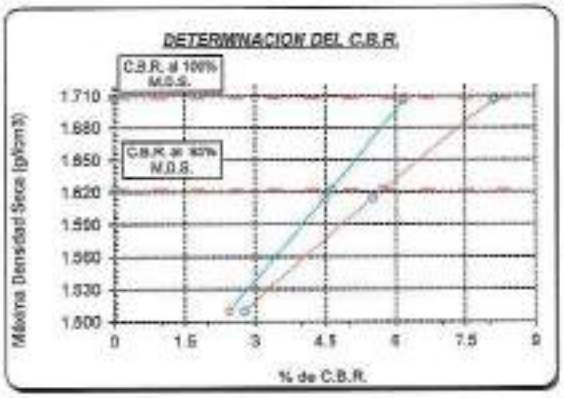
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g./cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.50 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	6	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 **ADICIÓN DEL 10% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-10 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	02				A-2				A4			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11998		12394		11902		12215		11805		12126	
Peso de molde (g)	7903		7903		8022		8022		8140		8140	
Peso del suelo húmedo (g)	4095		4491		3880		4194		3665		3986	
Volumen del molde (cc)	2125		2125		2112		2112		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.927		2.071		1.837		1.986		1.731		1.883	
% de humedad	13.45		21.05		13.70		21.91		13.95		22.84	
Densidad seca (g/cc)	1.699		1.711		1.616		1.629		1.519		1.533	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	71.85	71.9	4401	4401	72.2	72.2	4193.5	4193.5	72.50	72.5	3986.0	3986.0
Tarro + Suelo seco (gr)	65.6	65.6	4095	4095	65.7	65.7	3880	3880	66.90	66.9	3665.0	3665.0
Peso del Agua (gr.)	6.3	6.3	306.0	306.0	6.5	6.5	313.5	313.5	5.6	5.6	321.0	321.0
Peso del tarro (gr.)	18.42	18.42	0	0	18.5	18.5	0	0	18.58	18.58	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.1	47.1	4035.6	4035.6	47.2	47.2	3818.3	3818.3	47.3	47.3	3810.2	3810.2
% de humedad	13.45	13.45	21.05	21.05	13.70	13.70	21.91	21.91	13.95	13.95	22.84	22.84
Promedio de Humedad (%)	13.45		21.05		13.70		21.91		13.95		22.84	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSION Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
02/12/2024	14.3	0	1.81	0	0	1.94	0	0	2.07	0	0
03/12/2024	14.3	24	2.40	0.060		2.61	0.066		2.82	0.071	
04/12/2024	14.3	48	2.99	0.074		3.17	0.079		3.48	0.085	
05/12/2024	14.3	72	3.34	0.086		3.63	0.088		3.70	0.093	
06/12/2024	14.3	96	4.15	0.104		4.28	0.107		4.41	0.110	
			4.57	total	2.27	4.57	total	2.34	4.57	total	2.41

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 02				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			2	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		44	16			37	12			20	6		
1.270	0.050	1'00"		88	35			67	23			35	12		
1.910	0.075	1'30"		131	52			84	34			38	16		
2.540	0.100	2'00"	1000	175	68	62.3	6.2	111	44	43.0	4.3	48	20	19.0	1.9
3.810	0.150	3'00"		248	97			158	61			81	25		
5.080	0.200	4'00"	1500	320	125	122.1	8.1	197	77	77.8	5.2	73	30	30.1	2.0
6.350	0.250	5'00"		395	154			239	93			86	34		
7.620	0.300	6'00"		466	183			280	109			94	38		
10.160	0.400	8'00"		563	222			338	132			113	45		
12.700	0.500	10'00"		660	262			396	155			131	62		

Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

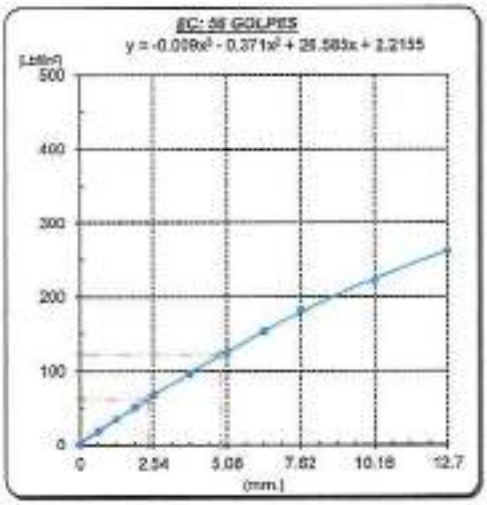
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

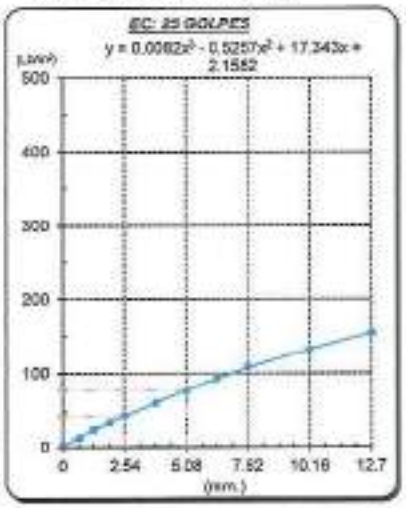
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





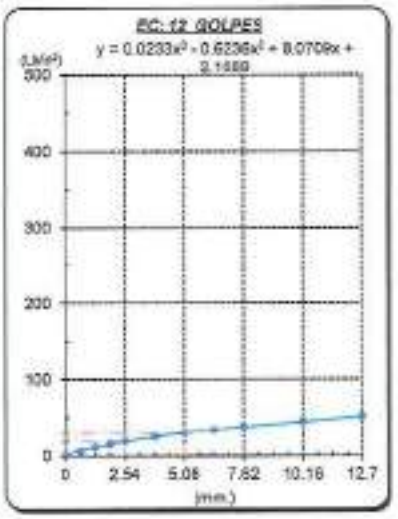


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.708 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g./cm³	1.5372
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.50 %	

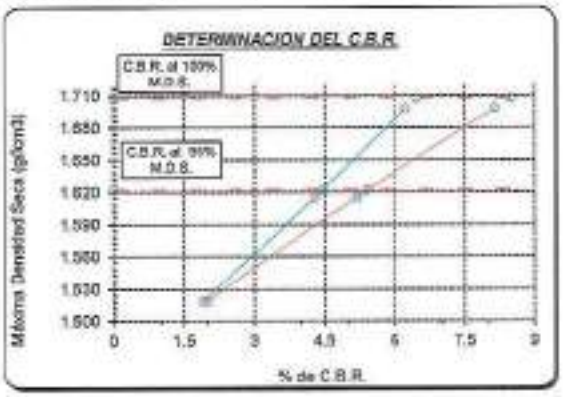
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

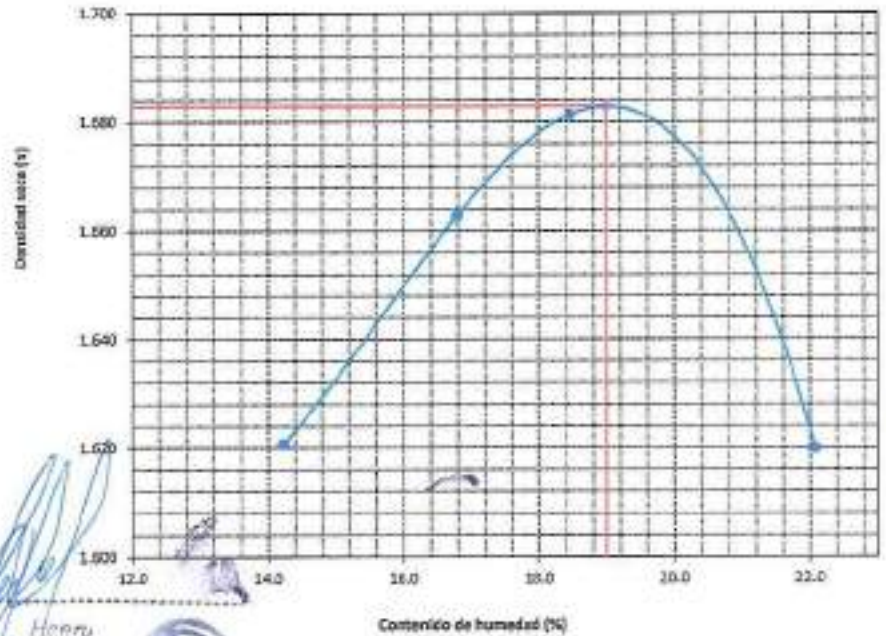
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g	5548	5830	5675	5662
Peso del molde	g	3876	3876	3876	3876
Peso del suelo húmedo compactado	g	1672	1754	1799	1786
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.851	1.942	1.992	1.977

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	80.88	57.46	68.22	59.10
Peso del suelo seco + tara	g	55.63	51.74	60.93	51.85
Peso de tara	g	18.72	17.66	21.44	19.00
Peso de agua	g	5.25	5.72	7.29	7.25
Peso de suelo seco	g	36.91	34.08	39.49	32.85
Contenido de agua	%	14.2	16.8	18.5	22.1
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.621	1.663	1.681	1.620

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.683**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**19.00**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

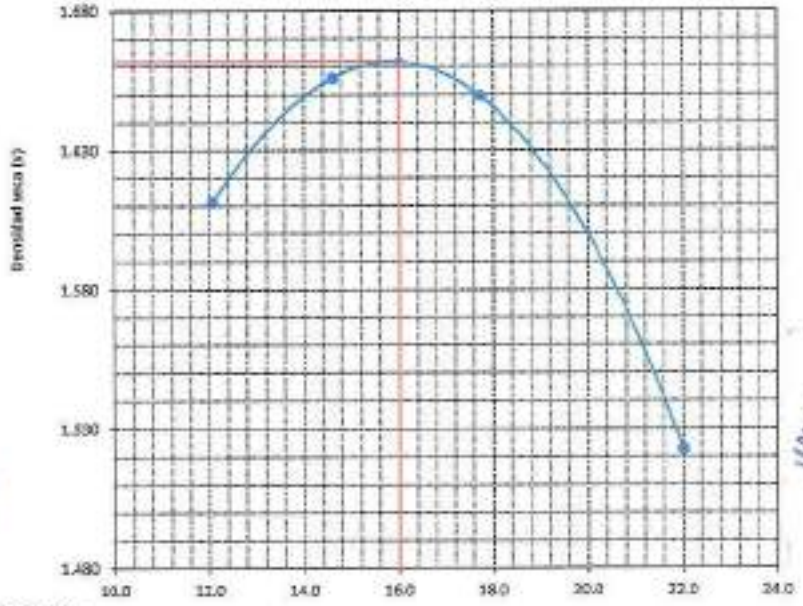
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5657	5740	5780	5704
Peso del molde	g.	4026	4026	4026	4026
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1631	1714	1754	1678
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.806	1.898	1.942	1.858

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	61.63	56.88	54.38	60.31
Peso del suelo seco + tara	g.	56.08	52.00	48.99	52.84
Peso de tara	g.	18.44	18.58	18.60	18.89
Peso de agua	g.	4.65	4.88	5.39	7.47
Peso de suelo seco	g.	38.54	33.42	30.39	33.95
Contenido de agua	%	12.1	14.6	17.7	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.611	1.656	1.649	1.523

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.662**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.00**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

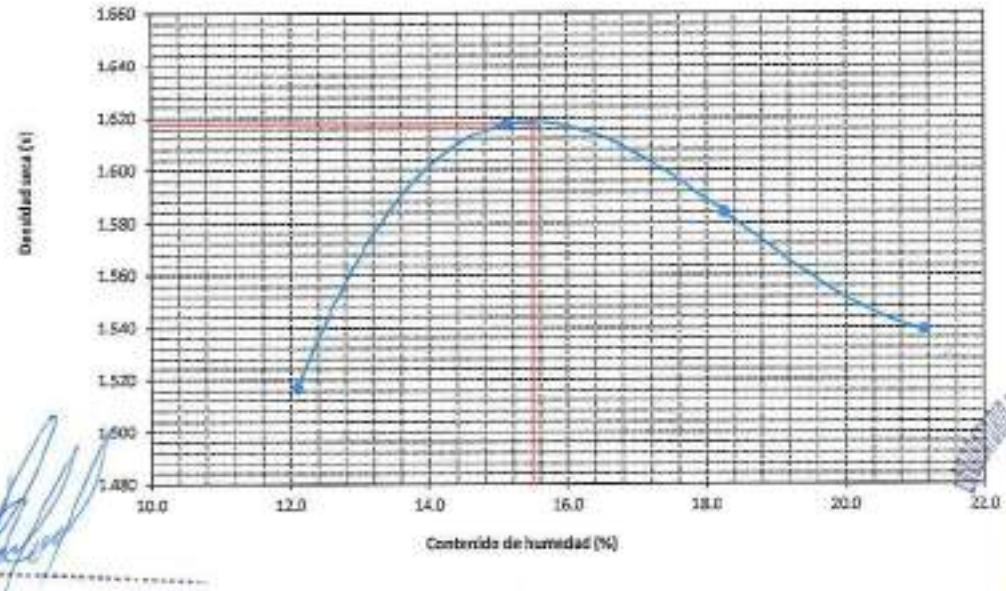
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5612	5758	5768	5760
Peso del molde	g.	4076	4076	4076	4076
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1536	1682	1692	1684
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.701	1.862	1.873	1.864

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	76.8	65.90	98.50	75.80
Peso del suelo seco + tara	g.	69.3	58.90	86.00	65.40
Peso de tara	g.	15.8	12.60	17.50	16.20
Peso de agua	g.	6.50	7.00	12.5	10.4
Peso de suelo seco	g.	53.70	46.30	68.5	49.2
Contenido de agua	%	12.1	15.1	18.2	21.1
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.517	1.618	1.584	1.539

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.618**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**15.50**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1**
PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

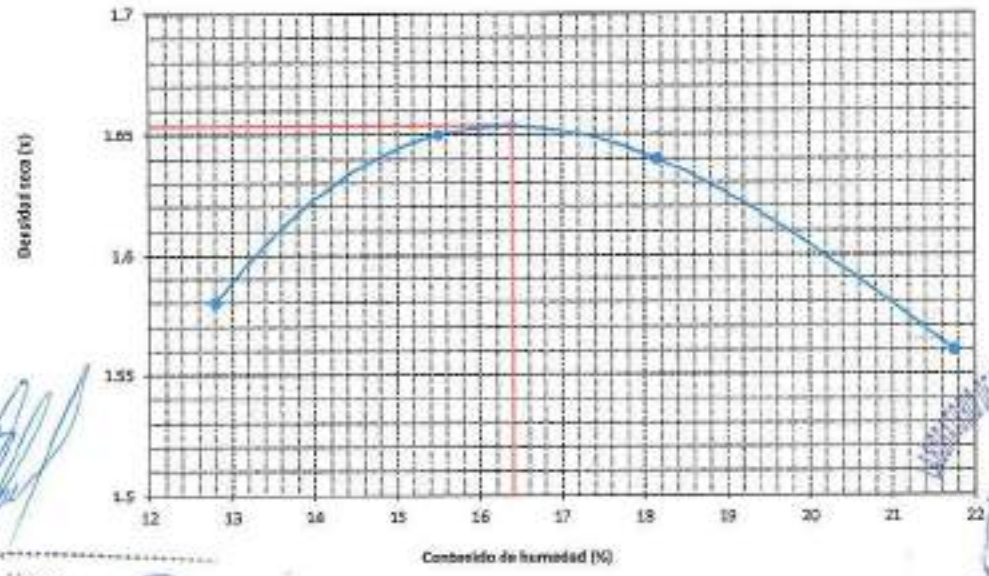
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5606	5709	5741	5709
Peso del molde	g.	3993	3993	3993	3993
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1613	1717	1748	1716
Volumen del molde	cm3	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.79	1.9	1.94	1.9

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	66.1	60.08	73.7	65.07
Peso del suelo seco + tara	g.	60.64	54.21	65.31	56.7
Peso de tara	g.	17.59	16.28	19.16	18.03
Peso de agua	g.	5.47	5.87	8.39	8.37
Peso de suelo seco	g.	43.05	37.93	46.13	38.67
Contenido de agua	%	12.8	15.5	18.15	21.74
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.56	1.65	1.64	1.56

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.654**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.40**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obiras
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-1 PROFUNDIDAD 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	G2				A-2				F1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11969		12380		11560		12071		11150		11762	
Peso de molde (g)	8104		8104		7986		7986		7868		7868	
Peso del suelo húmedo (g)	3865		4276		3573.5		4085		3282		3894	
Volumen del molde (cc)	2114		2114		2095		2095		2108		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	1.828		2.023		1.706		1.949		1.557		1.847	
% de humedad	10.66		21.47		10.80		25.33		10.95		29.86	
Densidad seca (g/cc)	1.652		1.665		1.540		1.556		1.403		1.422	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.7	68.7	4278	4278	65.5	65.5	4085	4085	62.2	62.2	3894.0	3894.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	63.9	63.9	3865	3865	60.9	60.9	3573.5	3573.5	57.9	57.9	3282.0	3282.0
Peso del Agua (gr.)	4.8	4.8	411.0	411.0	4.6	4.6	511.5	511.5	4.3	4.3	612.0	612.0
Peso del tarro (gr.)	18.81	18.81	0	0	18.63	18.63	0	0	18.45	18.45	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.1	45.1	3802.2	3802.2	42.3	42.3	3519.3	3519.3	39.4	39.4	3236.6	3236.6
% de humedad	10.66	10.66	21.47	21.47	10.80	10.80	25.33	25.33	10.95	10.95	29.86	29.86
Promedio de Humedad (%)	10.66		21.47		10.80		25.33		10.95		29.86	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
21/01/2025	14.3	0	0.48	0	0	0.83	0	0	1.2	0	0
22/01/2025	14.3	24	1.93	0.045		2.285	0.060		3.04	0.071	
23/01/2025	14.3	48	2.4	0.050		3.02	0.070		3.3	0.080	
24/01/2025	14.3	72	3.09	0.050		3.76	0.094		3.94	0.093	
25/01/2025	14.3	96	4	0.100		4.35	0.109		4.7	0.118	
			4.67	total	2.19	4.67	total	2.38	4.67	total	2.57

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº G2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº F1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		5	2			5	2			4	2		
0.640	0.025	0'30"		73	30			59	24			43	18		
1.270	0.050	1'00"		115	46			90	36			66	26		
1.910	0.075	1'30"		156	62			121	48			84	34		
2.540	0.100	2'00"	1000	208	80	68.3	6.8	164	60	61.2	6.1	113	41	40.8	4.1
3.810	0.150	3'00"		280	113			213	83			136	54		
5.080	0.200	4'00"	1500	368	144	132.2	8.8	267	104	104.0	6.9	168	66	66.2	4.4
6.350	0.250	5'00"		432	169			313	122			194	76		
7.620	0.300	6'00"		488	191			353	138			228	86		
10.160	0.400	8'00"		578	226			428	166			272	106		
12.700	0.500	10'00"		668	260			488	192			328	128		

Henry Ruadenayra Obiras
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

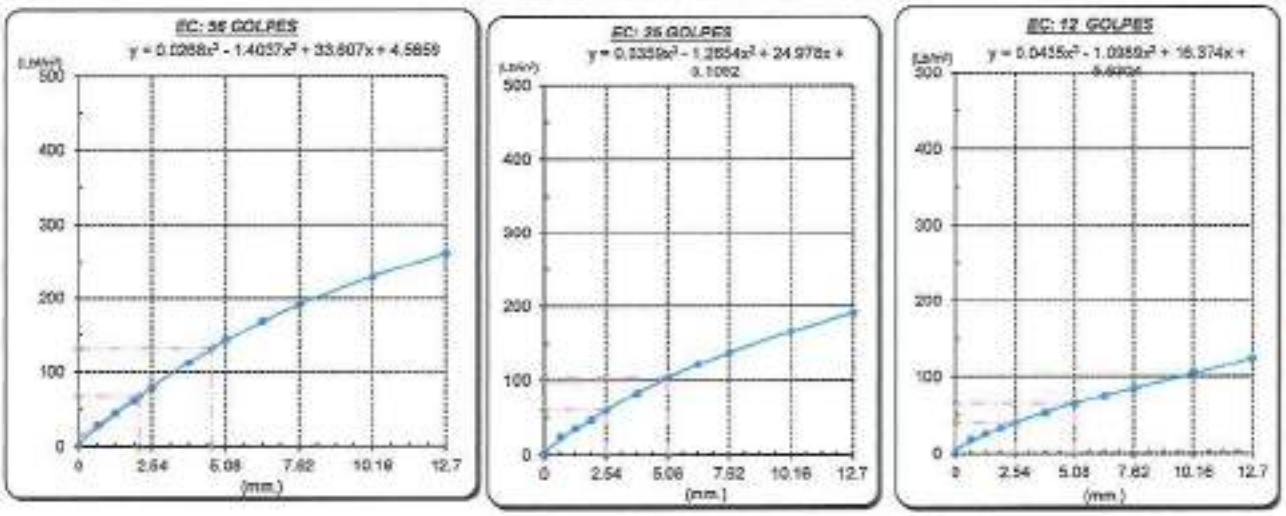


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654	g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571	g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40	%

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7	%	8	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H1				A-2				C1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11577		11842		11538		11824		11498		11806	
Peso de molde (g)	7671		7671		7903		7903		8134		8134	
Peso del suelo húmedo (g)	3906		4171		3635		3922		3364		3672	
Volumen del molde (cc)	2125		2125		2112		2112		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.838		1.963		1.721		1.857		1.589		1.735	
% de humedad	10.74		17.63		10.91		18.91		11.10		20.38	
Densidad seca (g/cc)	1.660		1.669		1.552		1.561		1.430		1.441	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	63.1	63.1	4171	4171	61.2	61.2	3921.5	3921.5	59.3	59.3	3672.0	3672.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	58.7	58.7	3906	3906	57.0	57.0	3635	3635	55.3	55.3	3364.0	3364.0
Peso del Agua (gr.)	4.3	4.3	265.0	265.0	4.2	4.2	286.5	286.5	4.0	4.0	308.0	308.0
Peso del tarro (gr.)	18.3	18.3	0	0	18.64	18.64	0	0	18.98	18.98	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	40.4	40.4	3842.2	3842.2	38.4	38.4	3579.5	3579.5	36.3	36.3	3316.5	3316.5
% de humedad	10.74	10.74	17.63	17.63	10.91	10.91	18.91	18.91	11.10	11.10	20.38	20.38
Promedio de Humedad (%)	10.74		17.63		10.91		18.91		11.10		20.38	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
21/01/2025	14.3	0	1.05	0	0	1.27	0	0	1.49	0	0
22/01/2025	14.3	24	1.68	0.047		2.13	0.054		2.42	0.061	
23/01/2025	14.3	48	2.13	0.053		2.848	0.059		2.87	0.054	
24/01/2025	14.3	72	2.69	0.057		2.84	0.071		2.99	0.075	
25/01/2025	14.3	96	3.05	0.076		3.235	0.081		3.40	0.085	
			4.57	total	1.67	4.57	total	1.77	4.57	total	1.86

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		40	17			37	16			33	15		
1.270	0.050	1'00"		88	38			75	30			55	23		
1.910	0.075	1'30"		142	56			109	43			79	31		
2.540	0.100	2'00"	1000	193	75	86.8	8.7	146	57	56.2	5.6	98	38	38.8	3.9
3.810	0.150	3'00"		234	92			186	72			136	53		
5.080	0.200	4'00"	1900	288	149	126.0	6.6	269	105	86.2	6.0	169	62	89.2	4.2
6.350	0.250	5'00"		410	160			298	117			188	73		
7.620	0.300	6'00"		458	179			333	130			210	82		
10.160	0.400	8'00"		544	214			403	158			262	102		
12.700	0.500	10'00"		632	251			477	187			320	125		

Henry Ruadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN: Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

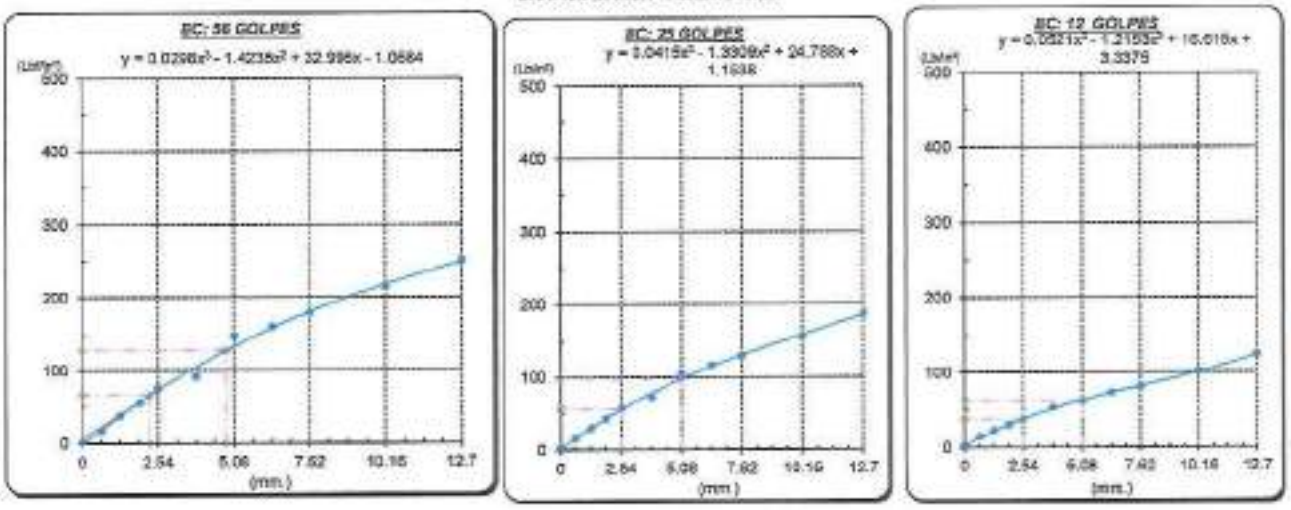


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654	g/cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571	g/cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40	%

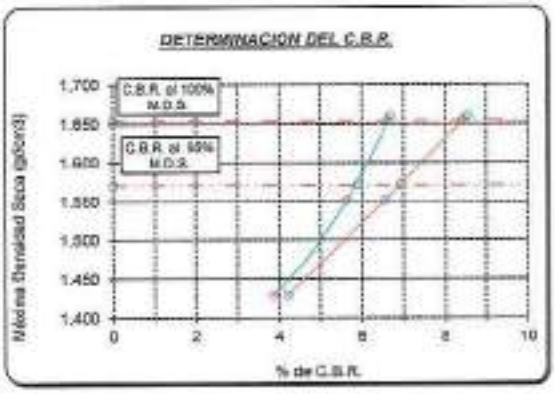
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA **C1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-3** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACION												
Nº Molde	H1				A-2				C1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12180		12401		11881		12181		11582		11960	
Peso de molde (g)	8305		8306		8196		8196		8091		8091	
Peso del suelo húmedo (g)	3875		4095		3685		3982.6		3491		3869	
Volumen del molde (cc)	2108		2108		2112		2112		2129		2129	
Densidad húmeda (g/cc)	1.838		1.943		1.744		1.886		1.640		1.817	
% de humedad	10.94		16.74		11.07		19.33		11.18		22.17	
Densidad seca (g/cc)	1.657		1.664		1.570		1.580		1.475		1.488	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	64.2	64.2	4096	4096	67.4	67.4	3982.6	3982.6	70.6	70.6	3869.0	3869.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	59.7	59.7	3875	3875	62.6	62.6	3683	3683	65.4	65.4	3491.0	3491.0
Peso del Agua (gr.)	4.5	4.5	221.0	221.0	4.8	4.8	299.5	299.5	5.2	5.2	378.0	378.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.725	18.725	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	41.1	41.1	3811.8	3811.8	43.8	43.8	3628.1	3628.1	46.5	46.5	3440.3	3440.3
% de humedad	10.94	10.94	16.74	16.74	11.07	11.07	19.33	19.33	11.18	11.18	22.17	22.17
Promedio de Humedad (%)	10.94		16.74		11.07		19.33		11.18		22.17	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
21/01/2025	14.3	0	0.84	0	0	1.14	0	0	1.44	0	0
22/01/2025	14.3	24	1.29	0.032		1.63	0.041		2.00	0.050	
23/01/2026	14.3	48	1.79	0.045		2.138	0.053		2.48	0.062	
24/01/2025	14.3	72	2.65	0.065		2.82	0.071		3.00	0.075	
25/01/2025	14.3	96	3.51	0.075		3.19	0.080		3.37	0.084	
			4.57	total	1.65	4.57	total	1.75	4.57	total	1.84

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		64	27			25	16			10	6		
1.270	0.050	1'00"		89	38			60	25			24	11		
1.910	0.075	1'30"		110	46			89	36			53	20		
2.540	0.100	2'00"	1000	249	85	69.8	7.0	170	67	59.3	5.9	98	38	35.4	3.5
3.810	0.150	3'00"		304	116			228	81			113	44		
5.080	0.200	4'00"	1500	375	145	121.8	8.8	272	100	100.5	6.7	166	66	61.5	4.1
6.350	0.250	5'00"		417	161			304	118			195	76		
7.620	0.300	6'00"		429	167			318	123			205	82		
10.160	0.400	8'00"		481	151			348	136			210	82		
12.700	0.500	10'00"		531	197			381	149			261	102		

Henry Ruvalcaba Obllas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

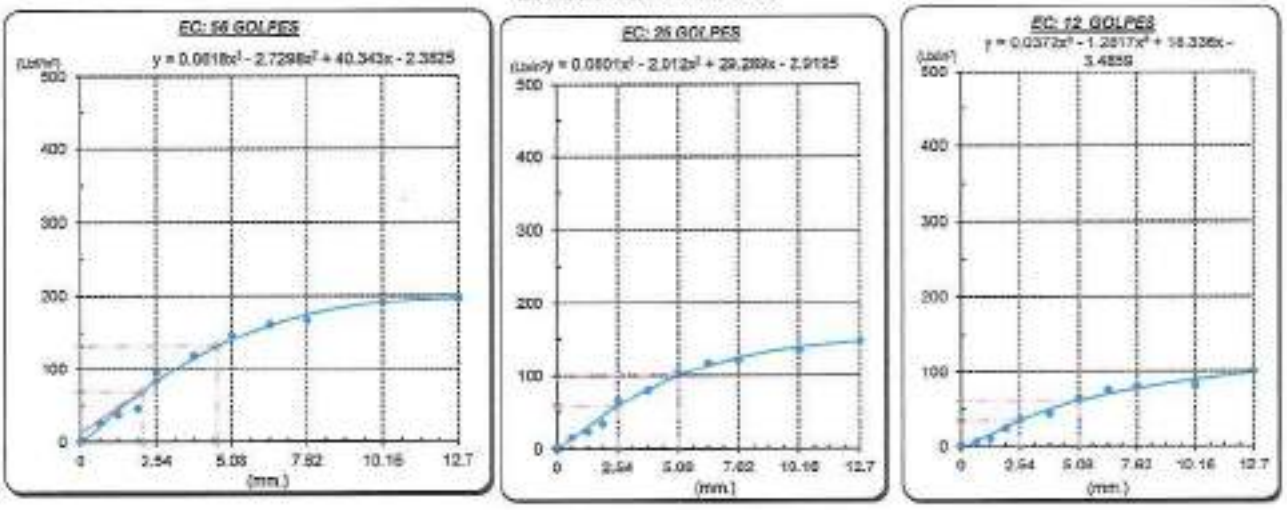


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.634	g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571	g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40	%

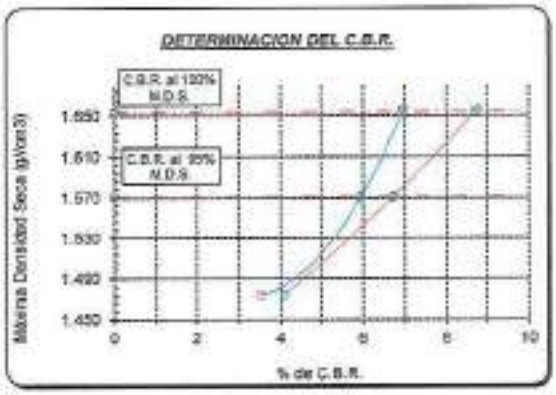
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-4** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	H1		A-2		C1	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	11716	12120	11980	12409	12243	12597
Peso de molde (g)	7816	7816	8303	8303	8790	8790
Peso del suelo húmedo (g)	3900	4304	3677	4105.5	3453	3807
Volumen del molde (cc)	2114	2114	2112	2112	2113	2113
Densidad húmeda (g/cc)	1.845	2.036	1.741	1.944	1.634	1.849
% de humedad	11.47	22.00	11.79	23.64	12.10	25.43
Densidad seca (g/cc)	1.655	1.669	1.557	1.572	1.458	1.474

HUMEDAD

Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	72.0	72.0	4304	4304	74.0	74.0	4105.5	4105.5	75.9	75.9	3807.0	3907.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.5	66.5	3900	3900	68.1	68.1	3676.5	3676.5	69.7	69.7	3453.0	3453.0
Peso del Agua (gr.)	5.5	5.5	404.0	404.0	5.9	5.9	429.0	429.0	6.2	6.2	454.0	454.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	48.0	48.0	3835.5	3835.5	49.6	49.6	3820.1	3820.1	51.3	51.3	3403.4	3403.4
% de humedad	11.47	11.47	22.00	22.00	11.79	11.79	23.64	23.64	12.10	12.10	25.43	25.43
Promedio de Humedad (%)	11.47		22.00		11.79		23.64		12.10		25.43	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSION Pulg	%
21/01/2025	14.3	0	0.68	0	0	1.36	0	0	1.24	0	0
22/01/2025	14.3	24	1.13	0.031		1.41	0.035		1.59	0.040	
23/01/2025	14.3	48	1.65	0.041		1.828	0.046		2.00	0.050	
24/01/2025	14.3	72	2.54	0.054		2.68	0.067		2.82	0.071	
25/01/2025	14.3	96	3.09	0.077		3.23	0.081		3.37	0.094	
			4.57	total	1.69	4.57	total	1.77	4.57	total	1.84

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		75	29			62	22			38	15		
1.270	0.050	1'00"		98	38			73.8	30			53	22		
1.910	0.075	1'30"		112	44			90.3	35			65	28		
2.540	0.100	2'00"	1000	230	90	70.6	7.1	163	64	58.3	5.8	96	38	27.0	3.7
3.810	0.150	3'00"		298	116			206	80			114	45		
5.080	0.200	4'00"	1500	362	141	134.8	9.0	261	102	101.3	6.8	160	63	61.7	4.1
6.350	0.250	5'00"		421	166			306	119			189	74		
7.620	0.300	6'00"		489	188			346	135			210	82		
10.160	0.400	8'00"		494	195			360	141			234	97		
12.700	0.500	10'00"		503	199			381	148			257	100		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

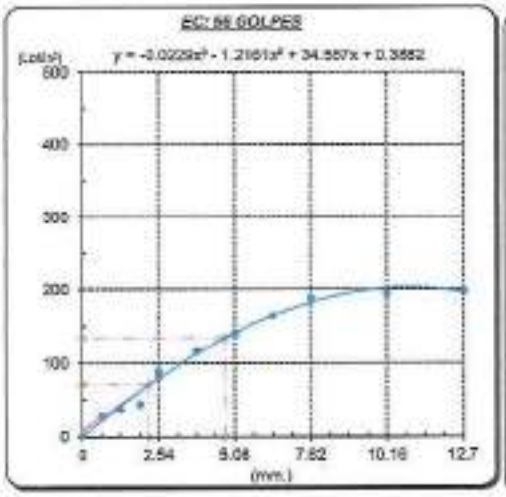
TÉCNICO DE LABORATORIO

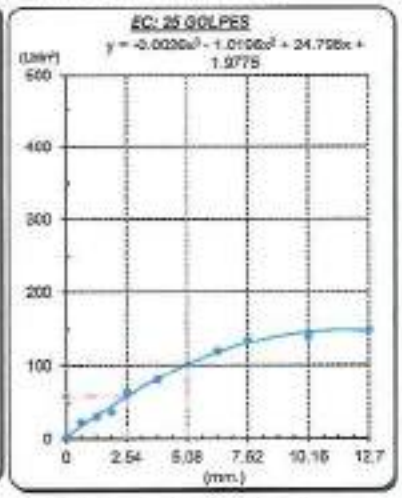
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





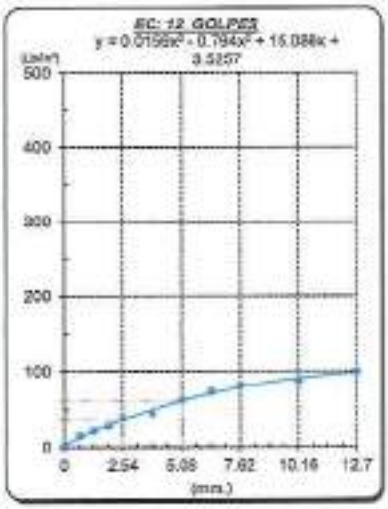


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

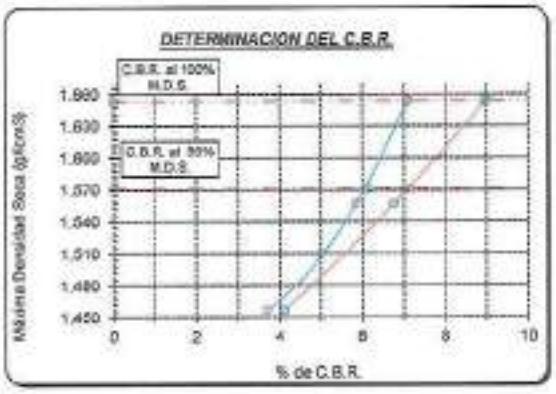
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571 g/cm³	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	7	%





Henry Rivadeneyra Obiricas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-6 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

	H1		A-2		C1	
Nº Molde	H1		A-2		C1	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12248	12501	12178	12444	12103	12388
Peso de molde (g)	8305	8305	8547.5	8547.5	8750	8790
Peso del suelo húmedo (g)	3943	4196	3628	3896	3353	3598
Volumen del molde (cc)	2133	2133	2112	2112	2108	2108
Densidad húmeda (g/cc)	1.849	1.967	1.718	1.845	1.572	1.706
% de humedad	10.99	17.52	11.18	18.68	11.35	20.01
Densidad seca (g/cc)	1.666	1.674	1.545	1.554	1.411	1.421

HUMEDAD

Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	65.3	65.3	4196	4196	68.5	68.5	3896	3896	71.6	71.6	3598.0	3598.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	60.7	60.7	3943	3943	63.4	63.4	3628	3628	66.2	66.2	3313.0	3313.0
Peso del Agua (gr.)	4.6	4.6	253.0	253.0	5.0	5.0	268.0	268.0	5.4	5.4	283.0	283.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.5	18.5	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	42.1	42.1	3878.4	3878.4	44.9	44.9	3572.8	3572.8	47.8	47.8	3256.9	3256.9
% de humedad	10.99	10.99	17.52	17.52	11.18	11.18	18.68	18.68	11.35	11.35	20.01	20.01
Promedio de Humedad (%)	10.99		17.52		11.18		18.68		11.35		20.01	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
21/01/2025	14.3	0	0.50	0	0	0.58	0	0	0.60	0	0
22/01/2025	14.3	24	1.50	0.038		1.68	0.042		1.85	0.048	
23/01/2025	14.3	48	2.54	0.064		2.680	0.057		2.83	0.071	
24/01/2025	14.3	72	3.78	0.095		3.99	0.100		4.20	0.105	
25/01/2025	14.3	96	4.80	0.120		5.09	0.128		5.30	0.133	
			4.87	total	2.60	4.87	total	2.78	4.87	total	2.90

PENETRACION

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº H1 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº H1 CARGA Libr/pulg2	MOLDE Nº H1 CORRECCIÓN Libr/pulg2	MOLDE Nº H1 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Libr/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Libr/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº C1 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº C1 CARGA Libr/pulg2	MOLDE Nº C1 CORRECCIÓN Libr/pulg2	MOLDE Nº C1 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		2	2			0	2			2	2		
0.640	0.025	0'30"		24	11			18	8			8	5		
1.270	0.050	1'00"		46	20			31	14			14	8		
1.910	0.075	1'30"		84	34			52	22			20	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	128	53	73.7	7.4	93	39	38.7	3.9	36	14	14.1	1.4
3.810	0.150	3'00"		267	104			156.5	63			53	22		
5.080	0.200	4'00"	1900	381	149	144.8	8.7	227	88	81.4	5.4	72	28	28.5	1.9
6.350	0.250	5'00"		463	178			272	105			80	38		
7.620	0.300	6'00"		496	195			301.5	117			108	43		
10.160	0.400	8'00"		558	220			350	137			142	56		
12.700	0.500	10'00"		618	245			388	153			168	66		

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

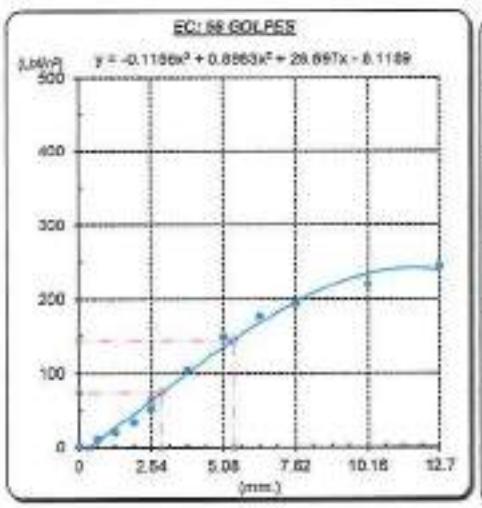
TÉCNICO DE LABORATORIO

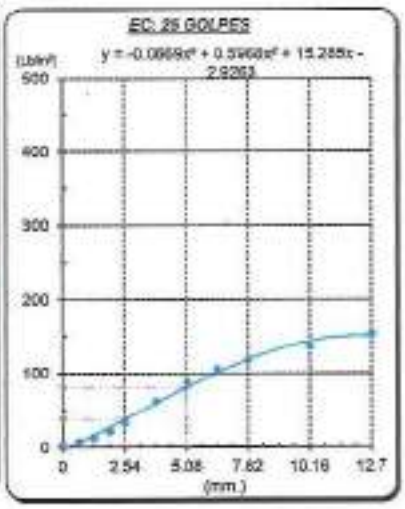
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





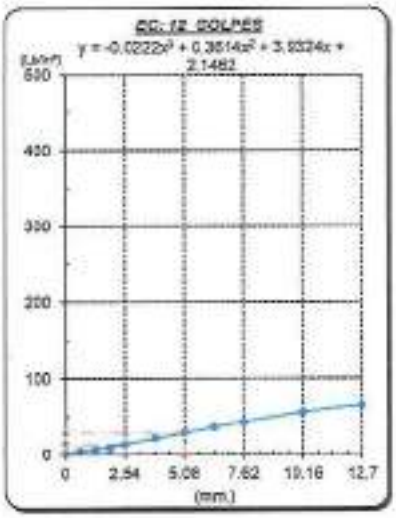


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.664 g./cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571 g./cm³	1.4886	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %		

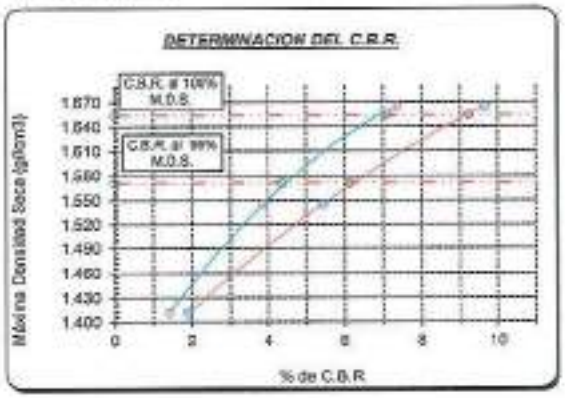
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.00 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	6	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Riveros Obiticos
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C1** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-5** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H1				A-2				C1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12041		12379		11832		12186		11623		11952	
Peso de molde (g)	8140		8140		8163.5		8163.5		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	3901		4239		3669		4002		3436		3765	
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2112		2112		2105		2109	
Densidad húmeda (g/cc)	1.843		2.002		1.737		1.895		1.632		1.786	
% de humedad	10.88		10.88		11.35		20.59		11.79		21.50	
Densidad seca (g/cc)	1.662		1.673		1.560		1.571		1.460		1.472	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	80.4	80.4	4239	4239	83.6	83.6	4002	4002	88.7	88.7	3765.0	3765.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	74.4	74.4	3901	3901	77.0	77.0	3668.5	3668.5	79.5	79.5	3436.0	3436.0
Peso del Agua (gr.)	6.0	6.0	338.0	338.0	6.6	6.6	333.5	333.5	7.2	7.2	329.0	329.0
Peso del tarro (gr.)	18.66	18.66	0	0	18.65	18.65	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	55.5	55.5	3837.2	3837.2	58.3	58.3	3812.2	3812.2	61.1	61.1	3386.5	3386.5
% de humedad	10.88	10.88	19.69	19.69	11.35	11.35	20.59	20.59	11.79	11.79	21.50	21.50
Promedio de Humedad (%)	10.88		19.69		11.35		20.59		11.79		21.50	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
28/01/2025	14.3	0	0.36	0	0	2.19	0	0	3.96	0	0
29/01/2025	14.3	24	2.50	0.063		2.59	0.095		3.68	0.087	
30/01/2025	14.3	48	3.10	0.078		3.279	0.082		3.45	0.086	
31/01/2025	14.3	72	3.42	0.086		3.52	0.089		3.63	0.091	
01/02/2025	14.3	96	3.90	0.098		4.49	0.111		5.00	0.125	
			4.67	total	2.13	4.67	total	2.44	4.67	total	2.74

PENETRACION

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/in2	MOLDE Nº H1 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº H1 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº H1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº H1 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº C1 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº C1 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº C1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº C1 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		34	34			40	20			12	7		
1.270	0.050	1'00"		132	52			79	32			35	12		
1.910	0.075	1'30"		183	75			119	47			44	19		
2.540	0.100	2'00"	1500	240	94	71.2	7.1	162	60	61.4	6.1	88	37	29.9	3.0
3.810	0.150	3'00"		324	126			229	86			113	48		
5.080	0.200	4'00"	1900	396	155	138.2	9.2	278	106	106.3	7.0	193	83	58.6	3.9
6.350	0.250	5'00"		444	174			317	124			199	74		
7.620	0.300	6'00"		480	188			348	135			218	82		
10.160	0.400	8'00"		576	228			410	160			244	99		
12.700	0.500	10'00"		636	252			468	180			260	109		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

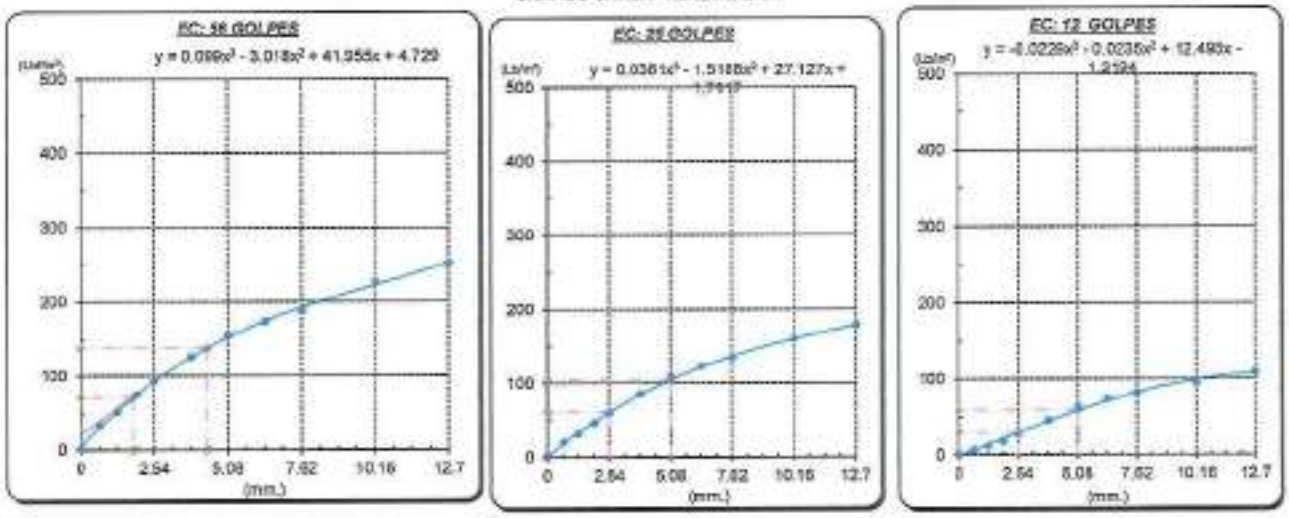


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654	g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571	g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.60	%

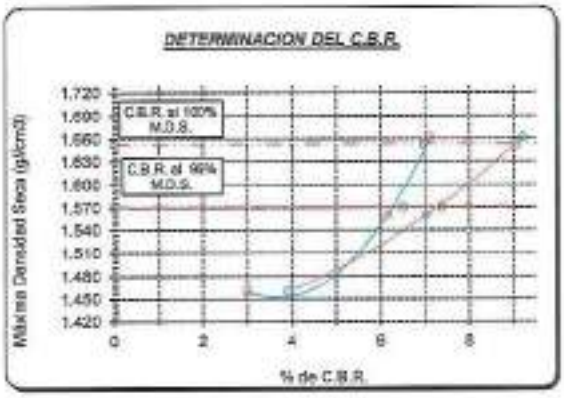
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7	%	7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. LABORATORIO USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-7 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H1				A-2				C1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11891		12212		11782		12093		11672		11953	
Peso de molde (g)	7992		7992		8066		8066		8140		8140	
Peso del suelo húmedo (g)	3899		4220		3716		4026.5		3532		3813	
Volumen del molde (cc)	2116		2116		2112		2112		2112		2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.843		1.994		1.759		1.906		1.672		1.805	
% de humedad	11.24		19.61		11.49		19.72		11.82		19.90	
Densidad seca (g/cc)	1.656		1.667		1.578		1.593		1.496		1.506	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	78.5	78.5	4220	4220	70.5	70.5	4026.5	4026.5	62.5	62.5	3813.0	3813.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	72.5	72.5	3899	3899	65.1	65.1	3715.5	3715.5	57.6	57.6	3532.0	3532.0
Peso del Agua (gr.)	6.1	6.1	321.0	321.0	5.4	5.4	301.0	301.0	4.7	4.7	281.0	281.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.48	18.48	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	53.9	53.9	3835.5	3835.5	46.7	46.7	3657.8	3657.8	38.4	38.4	3460.0	3460.0
% de humedad	11.24	11.24	19.61	19.61	11.49	11.49	19.72	19.72	11.82	11.82	19.90	19.90
Promedio de Humedad (%)	11.24		19.61		11.49		19.72		11.82		19.90	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
28/01/2025	14.3	0	0.33	0	0	0.385	0	0	0.44	0	0
29/01/2025	14.3	24	1.50	0.028		1.88	0.041		3.80	0.045	
30/01/2025	14.3	48	2.67	0.067		2.83	0.071		2.97	0.074	
31/01/2025	14.3	72	3.00	0.070		3.40	0.085		3.80	0.095	
01/02/2025	14.3	96	3.90	0.068		4.8	0.113		5.10	0.126	
			4.57	total	2.13	4.57	total	2.46	4.57	total	2.79

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND	MOLDE N° H1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'30"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		20	10			20	10			20	10		
1.270	0.050	1'00"		40	19			40	20			53	22		
1.910	0.075	1'30"		59	36			69	35			67	35		
2.540	0.100	2'00"	1000	149	66	77.9	7.8	126	60	53.9	5.4	116	46	42.7	4.3
3.810	0.150	3'00"		270	106			229	82			146	58		
5.080	0.200	4'00"	1500	400	156	153.8	10.3	286	111	104.5	7.0	171	67	67.8	4.5
6.350	0.250	5'00"		490	188			336	131			192	75		
7.620	0.300	6'00"		530	205			365	143			210	82		
10.160	0.400	8'00"		600	231			417	163			245	97		
12.700	0.500	10'00"		639	252			460	180			285	111		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

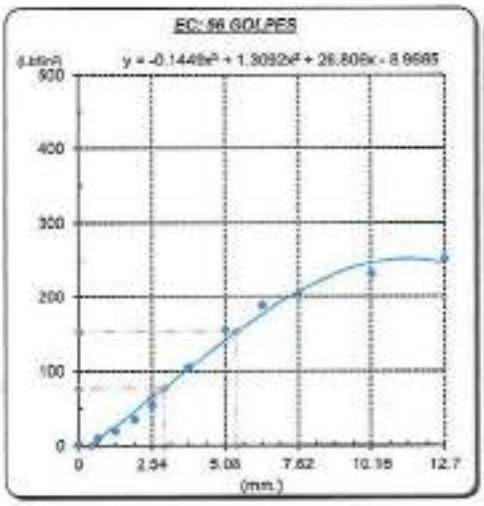
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

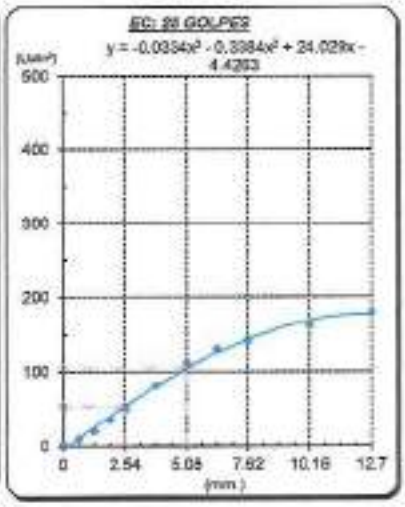
TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





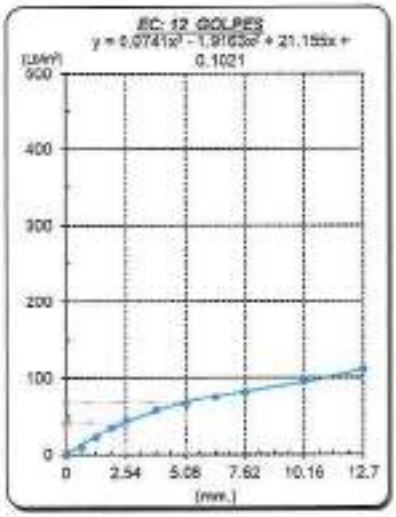


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.634 g/cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571 g/cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

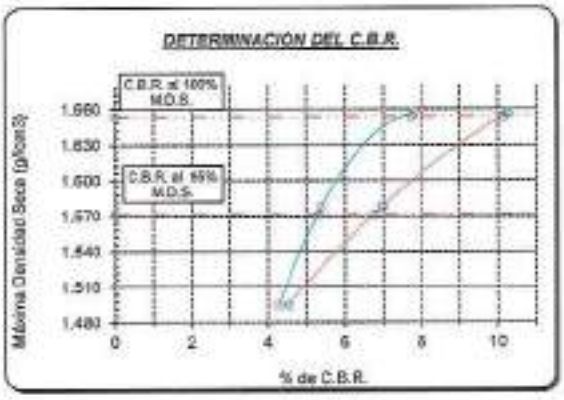
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8	%	10	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-8 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H1				A-2				C1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11792		12009		11647		11887		11501		11764	
Peso de molde (g)	7903		7903		8045		8045		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	3889		4106		3602		3841.5		3314		3577	
Volumen del molde (cc)	2105		2105		2112		2112		2005		2006	
Densidad húmeda (g/cc)	1.848		1.951		1.706		1.819		1.653		1.784	
% de humedad	10.71		16.38		10.92		17.68		11.10		19.16	
Densidad seca (g/cc)	1.669		1.676		1.537		1.546		1.488		1.497	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	75.1	75.1	4106	4106	78.1	78.1	3841.5	3841.5	61.0	61.0	3577.0	3577.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	69.7	69.7	3889	3889	72.2	72.2	3601.5	3601.5	74.7	74.7	3314.0	3314.0
Peso del Agua (gr.)	5.4	5.4	217.0	217.0	5.8	5.8	240.0	240.0	6.3	6.3	263.0	263.0
Peso del tarro (gr.)	16.66	16.66	0	0	16.66	16.66	0	0	16.44	16.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	50.8	50.8	3825.2	3825.2	53.5	53.5	3547.0	3547.0	56.3	56.3	3265.4	3265.4
% de humedad	10.71	10.71	16.38	16.38	10.92	10.92	17.68	17.68	11.10	11.10	19.16	19.16
Promedio de Humedad (%)	10.71		16.38		10.92		17.68		11.10		19.16	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
28/01/2025	14.3	0	0.44	0	0	0.6	0	0	0.78	0	0
29/01/2025	14.3	24	1.20	0.030		1.80	0.040		2.00	0.050	
30/01/2025	14.3	48	2.20	0.055		2.24	0.056		2.28	0.057	
31/01/2025	14.3	72	2.80	0.070		3.16	0.079		2.58	0.069	
01/02/2025	14.3	96	3.40	0.090		4.26	0.106		4.90	0.123	
			4.57	total	1.67	4.57	total	2.33	4.57	total	2.88

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		41	18			28	13			16	8		
1.270	0.050	1'00"		83	33			57	24			31	14		
1.910	0.075	1'30"		136	54			88	35			55	22		
2.540	0.100	2'00"	1000	186	85	68.1	6.8	114	45	49.1	4.9	62	26	27.8	2.8
3.810	0.150	3'00"		279	106			190	74			104	41		
5.080	0.200	4'00"	1500	349	135	132.8	8.9	238	93	92.7	6.2	130	51	51.3	3.4
6.350	0.250	5'00"		428	168			295	115			161	63		
7.620	0.300	6'00"		483	190			333	130			182	71		
10.160	0.400	8'00"		556	228			399	159			218	86		
12.700	0.500	10'00"		662	283			488	179			255	97		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

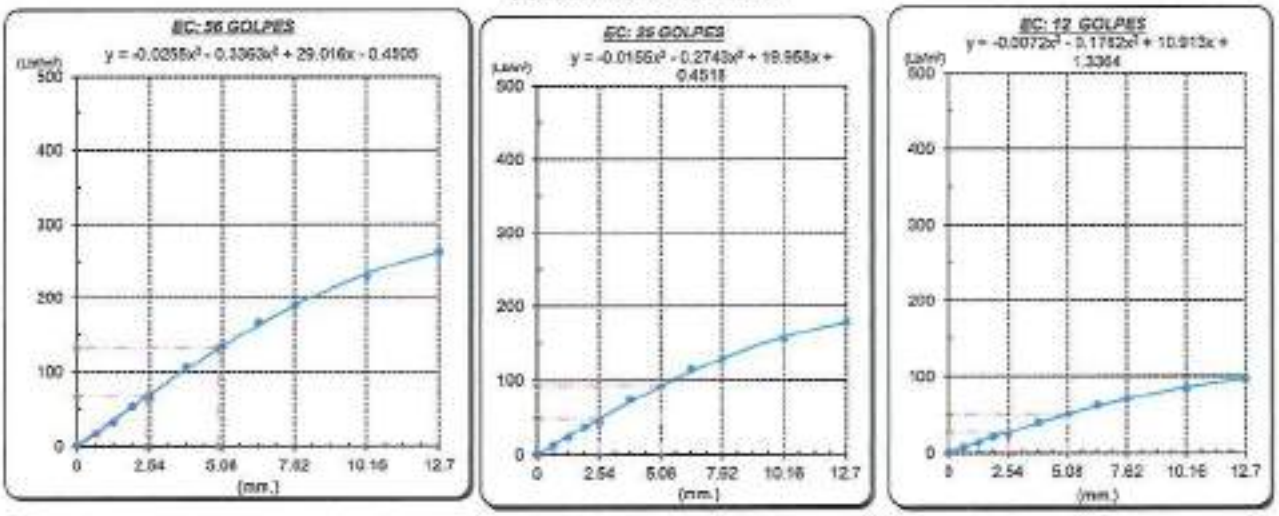


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654	g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571	g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40	%

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	6	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-9 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H1				A-2				C1			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11673		11894		11512		11742		11351		11590	
Peso de molde (g)	7825		7825		7826.5		7826.5		7828		7828	
Peso del suelo húmedo (g)	3848		4069		3686		3915.5		3523		3762	
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2112		2112		2125		2125	
Densidad húmeda (g/cc)	1.818		1.922		1.746		1.854		1.658		1.770	
% de humedad	10.28		16.12		10.39		16.73		10.50		17.39	
Densidad seca (g/cc)	1.648		1.655		1.581		1.588		1.500		1.508	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	83.2	83.2	4069	4069	82.0	82.0	3915.5	3915.5	80.7	80.7	3762.0	3762.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	77.2	77.2	3848	3848	76.0	76.0	3685.5	3685.5	74.8	74.8	3523.0	3523.0
Peso del Agua (gr.)	6.0	6.0	221.0	221.0	6.0	6.0	230.0	230.0	5.9	5.9	239.0	239.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.495	18.495	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	58.6	58.6	3785.6	3785.6	57.5	57.5	3628.1	3628.1	56.4	56.4	3470.9	3470.9
% de humedad	10.28	10.28	16.12	16.12	10.39	10.39	16.73	16.73	10.50	10.50	17.39	17.39
Promedio de Humedad (%)	10.28		16.12		10.39		16.73		10.50		17.39	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
28/01/2025	14.3	0	0.66	0	0	0.97	0	0	1.08	0	0
29/01/2025	14.3	24	1.56	0.039		1.82	0.046		2.08	0.052	
30/01/2025	14.3	48	2.00	0.050		2.1	0.053		2.30	0.055	
31/01/2025	14.3	72	2.36	0.059		2.13	0.075		3.50	0.096	
01/02/2025	14.3	96	3.09	0.077		3.69	0.092		4.27	0.107	
			4.57	total	1.89	4.57	total	2.01	4.57	total	2.34

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		26	12			26	12			26	12		
1.270	0.050	1'00"		78	32			62	25			42	19		
1.910	0.075	1'30"		128	53			98	39			60	25		
2.540	0.100	2'00"	1000	180	70	64.1	6.4	133	52	49.4	4.9	88	34	31.5	3.2
3.810	0.150	3'00"		253	99			182	71			108	43		
5.080	0.200	4'00"	1500	324	126	124.8	8.3	229	89	80.5	5.0	132	52	53.8	3.6
6.350	0.250	5'00"		395	155			273	107			164	60		
7.620	0.300	6'00"		462	181			329	126			195	75		
10.160	0.400	8'00"		593	231			409	160			233	90		
12.700	0.500	10'00"		695	277			487	191			278	108		

Henry Rivadeneyra Obtinus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

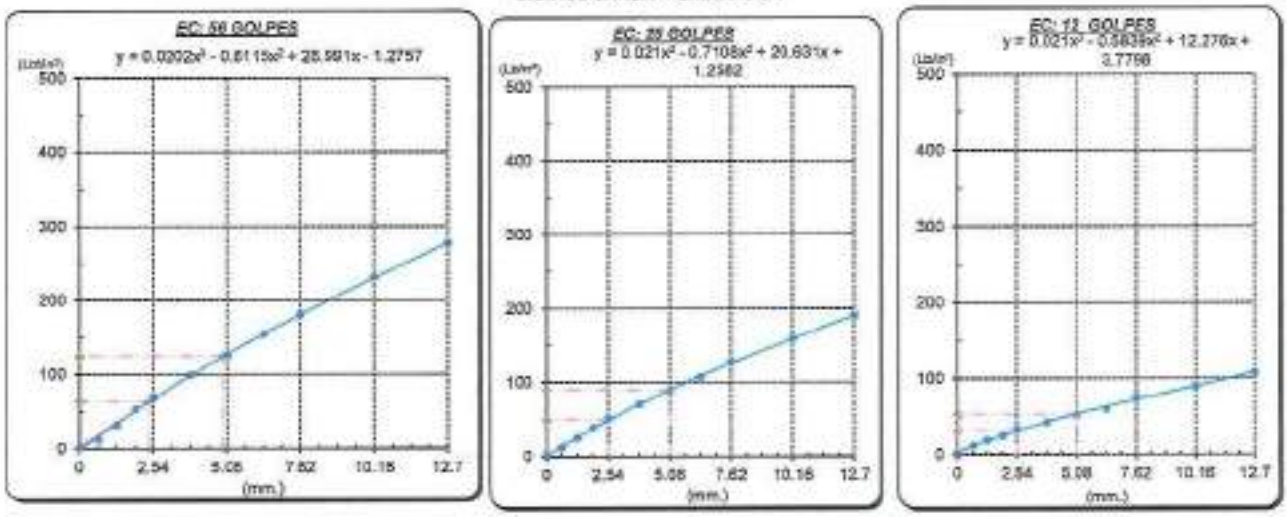


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

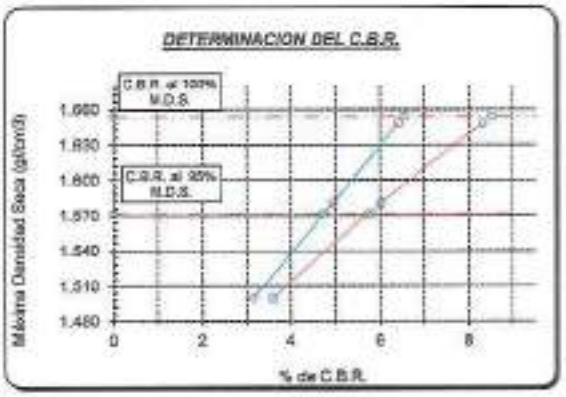
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654	g/cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571	g/cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.60	%

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	6	%





Henry Rivadeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C1 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-10 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H1				A-2				C1			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12057		12370		11955		12249		11812		12128	
Peso de molde (g)	8150		8190		8247.5		8247.5		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	3907		4180		3707		4001.5		3507		3823	
Volumen del molde (cc)	2133		2133		2112		2112		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.832		1.960		1.756		1.896		1.657		1.806	
% de humedad	10.31		17.41		10.61		18.68		10.89		20.03	
Densidad seca (g/cc)	1.660		1.669		1.587		1.598		1.494		1.504	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	75.3	75.3	4180	4180	77.2	77.2	4001.5	4001.5	78.2	78.2	3823.0	3823.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	68.9	68.9	3907	3907	71.6	71.6	3707	3707	73.2	73.2	3507.0	3507.0
Peso del Agua (gr.)	6.3	6.3	273.0	273.0	5.6	5.6	294.5	294.5	5.0	5.0	316.0	316.0
Peso del tarro (gr.)	16.44	16.44	0	0	16.51	16.51	0	0	16.58	16.58	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	51.5	51.5	3843.2	3843.2	53.1	53.1	3649.1	3649.1	56.6	56.6	3455.4	3455.4
% de humedad	10.31	10.31	17.41	17.41	10.61	10.61	18.68	18.68	10.89	10.89	20.03	20.03
Promedio de Humedad (%)	10.31		17.41		10.61		18.68		10.89		20.03	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
28/01/2025	14.3	0	0.50	0	0	0.8	0	0	1.10	0	0
29/01/2025	14.3	24	1.43	0.035		1.83	0.045		2.20	0.055	
30/01/2025	14.3	48	2.34	0.059		2.67	0.054		2.80	0.070	
31/01/2025	14.3	72	2.89	0.097		2.99	0.074		3.22	0.061	
01/02/2025	14.3	96	3.26	0.080		4.19	0.104		5.10	0.126	
			4.57	total	1.75	4.57	total	2.27	4.57	total	2.79

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº C1			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		68	28			38	17			19	8		
1.270	0.050	1'00"		122	48			82	33			42	18		
1.910	0.075	1'30"		179	69			123	49			70	29		
2.540	0.100	2'00"	1000	218	84	70.8	7.1	165	61	59.0	5.9	94	38	34.4	3.4
3.810	0.150	3'00"		297	116			209	81			120	47		
5.080	0.200	4'00"	1500	365	143	134.8	9.0	261	101	105.1	8.9	159	61	62.3	4.2
6.350	0.250	5'00"		432	168			311	121			190	74		
7.620	0.300	6'00"		486	191			356	139			235	88		
10.160	0.400	8'00"		594	235			442	173			285	113		
12.700	0.500	10'00"		678	268			514	202			353	138		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

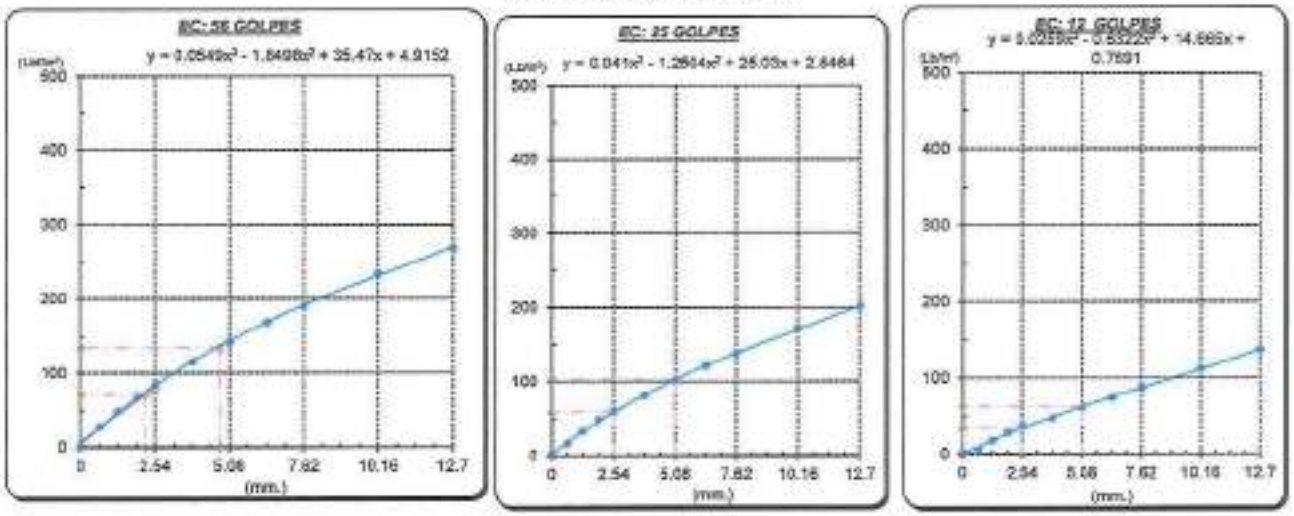


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.654 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.571 g/cm³	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %	

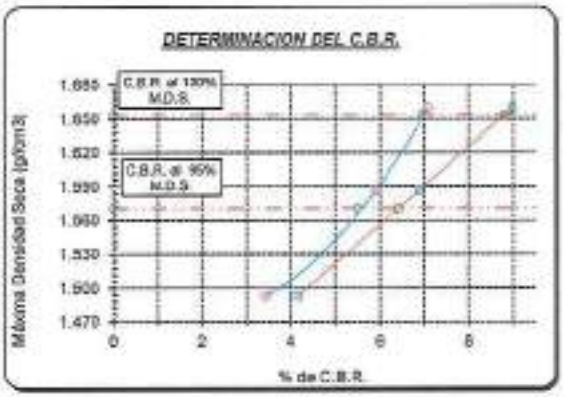
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	6	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energia modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

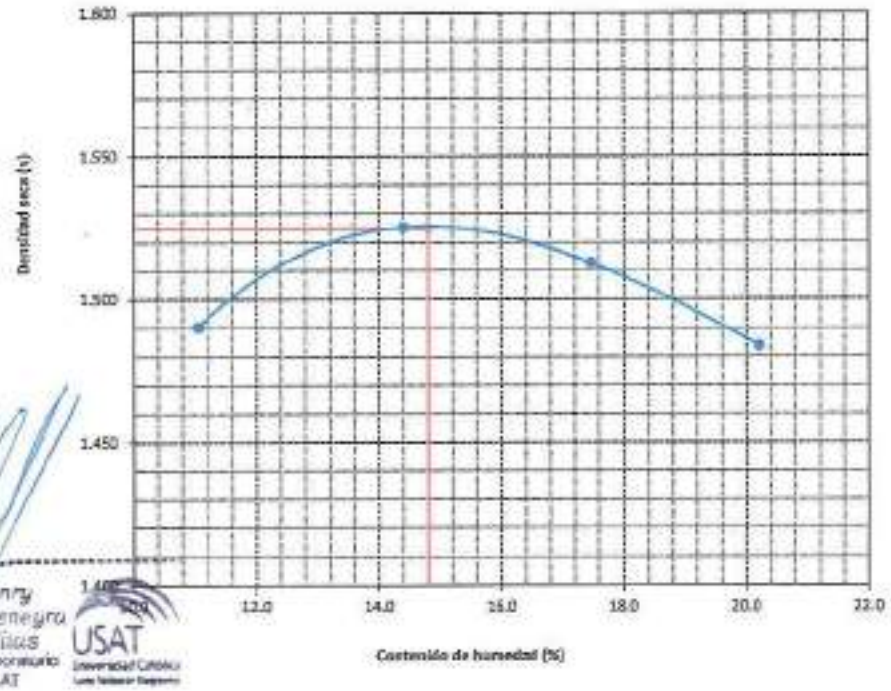
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5871	5752	5781	5767
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1495	1576	1605	1611
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.655	1.745	1.777	1.784

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	52.57	57.79	59.00	59.95
Peso del suelo seco + tara	g.	49.19	52.84	52.99	53.05
Peso de tara	g.	18.60	18.45	18.57	18.91
Peso de agua	g.	3.38	4.95	6.01	6.9
Peso de suelo seco	g.	30.59	34.39	34.42	34.14
Contenido de agua	%	11.0	14.4	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.491	1.525	1.513	1.484

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.525**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**14.80**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riudeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))

N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

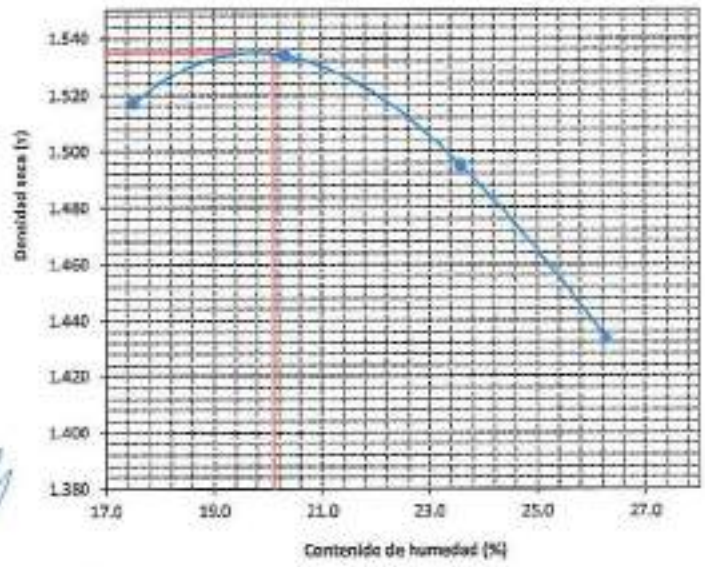
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5620	5677	5679	5645
Peso del molde	g.	4010	4010	4010	4010
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1610	1667	1669	1635
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.783	1.846	1.848	1.810

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	55.19	56.62	62.23	59.43
Peso del suelo seco + tara	g.	49.74	50.17	53.90	51.00
Peso de tara	g.	18.59	18.43	18.57	18.91
Peso de agua	g.	5.45	6.45	8.33	8.43
Peso de suelo seco	g.	31.15	31.74	35.33	32.09
Contenido de agua	%	17.5	20.3	23.6	26.3
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.517	1.534	1.495	1.434

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.535**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**20.10**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

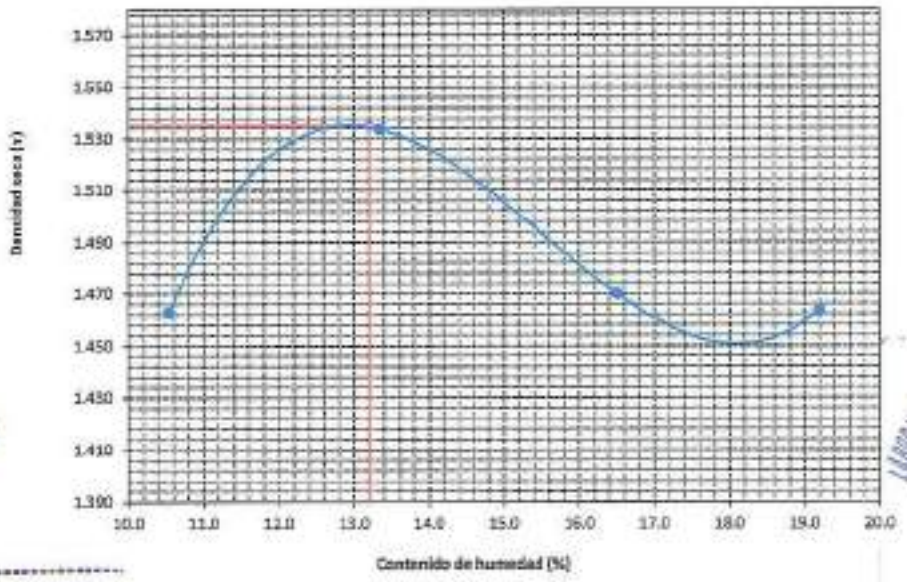
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5690	5804	5780	5810
Peso del molde	g.	4173	4173	4173	4173
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1517	1631	1607	1637
Volumen del molde	cm3	938.32	938.32	938.32	938.32
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.617	1.738	1.713	1.745

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	75.6	68.90	90.20	76.50
Peso del suelo seco + tara	g.	69.5	62.50	83.50	67.00
Peso de tara	g.	12.5	14.50	12.60	17.50
Peso de agua	g.	6.00	6.40	11.7	9.5
Peso de suelo seco	g.	57.00	48.00	70.9	49.5
Contenido de agua	%	10.5	13.3	16.5	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.463	1.534	1.470	1.464

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.535**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**13.20**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

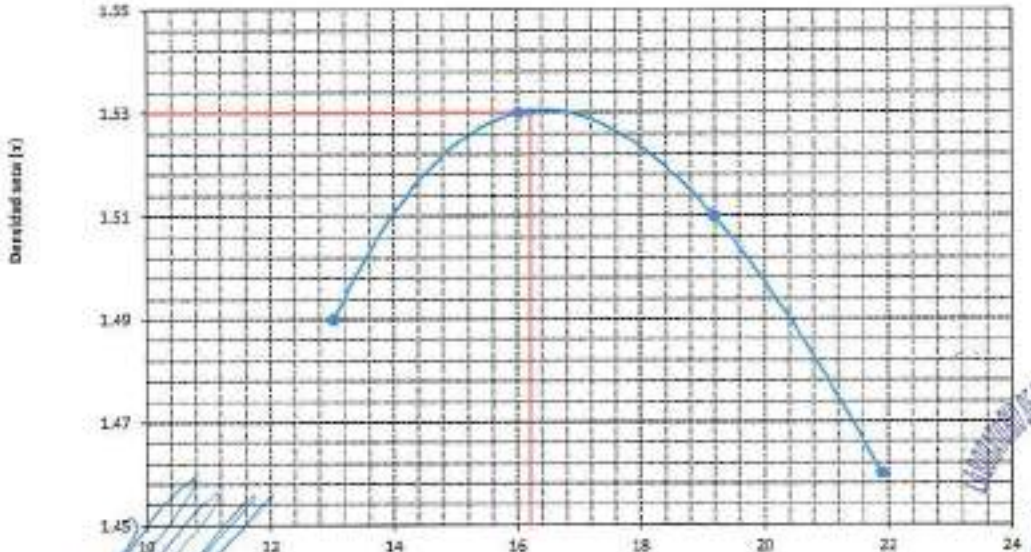
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g	5660	5744	5747	5747
Peso del molde	g	4120	4120	4120	4120
Peso del suelo húmedo compactado	g	1540.67	1624.67	1627	1627.67
Volumen del molde	cm3	914.91	914.91	914.91	914.91
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.68	1.78	1.78	1.78

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	61.12	61.1	72.14	65.29
Peso del suelo seco + tara	g	56.18	55.17	63.46	57.02
Peso de tara	g	16.6	17.13	16.56	18.44
Peso de agua	g	4.94	5.93	8.68	8.26
Peso de suelo seco	g	39.58	38.04	46.86	38.58
Contenido de agua	%	13.02	16.02	19.18	21.89
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.49	1.53	1.51	1.46

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.530**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**16.20**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA C2 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	M3				A-2				A3			
Nº Capas	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11842		12283		11968		12288		12074		12293	
Peso de molde (g)	8091		8091		8441		8441		8790		8790	
Peso del suelo húmedo (g)	3751		4192		3518		3848		3284		3503	
Volumen del molde (cc)	2129		2129		2112		2112		2113		2113	
Densidad húmeda (g/cc)	1.762		1.969		1.666		1.822		1.554		1.658	
% de humedad	14.45		26.39		15.03		24.54		15.65		22.41	
Densidad seca (g/cc)	1.539		1.558		1.448		1.463		1.344		1.354	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	63.6	63.6	4192	4192	62.2	62.2	3847.5	3847.5	60.8	60.8	3503.0	3503.3
Tarro + Suelo seco (gr.)	58.0	58.0	3751	3751	56.5	56.6	3517.5	3517.5	55.1	55.1	3284.0	3284.3
Peso del Agua (gr.)	5.7	5.7	441.0	441.0	5.7	5.7	330.0	330.0	5.7	5.7	219.0	219.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.73	18.725	0	0	18.88	18.88	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	39.4	39.4	3694.1	3694.1	37.8	37.8	3467.3	3467.3	36.2	36.2	3240.5	3240.9
% de humedad	14.45	14.45	26.39	26.39	15.03	15.03	24.54	24.54	15.65	15.65	22.41	22.41
Promedio de Humedad (%)	14.45		26.39		15.03		24.54		15.65		22.41	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
04/02/2025	14.3	0	0.80	0	0	0.83	0	0	0.75	0	0
05/02/2025	14.3	24	1.30	0.030		1.38	0.033		1.40	0.035	
06/02/2025	14.3	48	2.39	0.055		2.37	0.059		2.54	0.054	
07/02/2025	14.3	72	3.10	0.078		3.44	0.088		3.78	0.096	
08/02/2025	14.3	96	5.80	0.140		5.98	0.147		6.13	0.153	
			4.97	total	3.07	4.97	total	3.21	4.97	total	3.35

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		20	10			18	8			15	6		
1.270	0.050	1'00"		64	34			63	28			42	18		
1.910	0.075	1'30"		141	55			105	42			79	29		
2.540	0.100	2'00"	1000	188	73	61.5	6.2	141	55	50.5	5.1	94	38	34.4	3.4
3.810	0.150	3'00"		246	94			180	70			120	47		
5.080	0.200	4'00"	1500	312	122	119.9	8.0	234	91	93.0	6.2	168	91	92.9	4.2
6.350	0.250	5'00"		380	148			288	111			192	74		
7.620	0.300	6'00"		459	178			338	132			225	88		
10.160	0.400	8'00"		579	226			434	170			289	113		
12.700	0.500	10'00"		706	281			530	209			353	136		

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

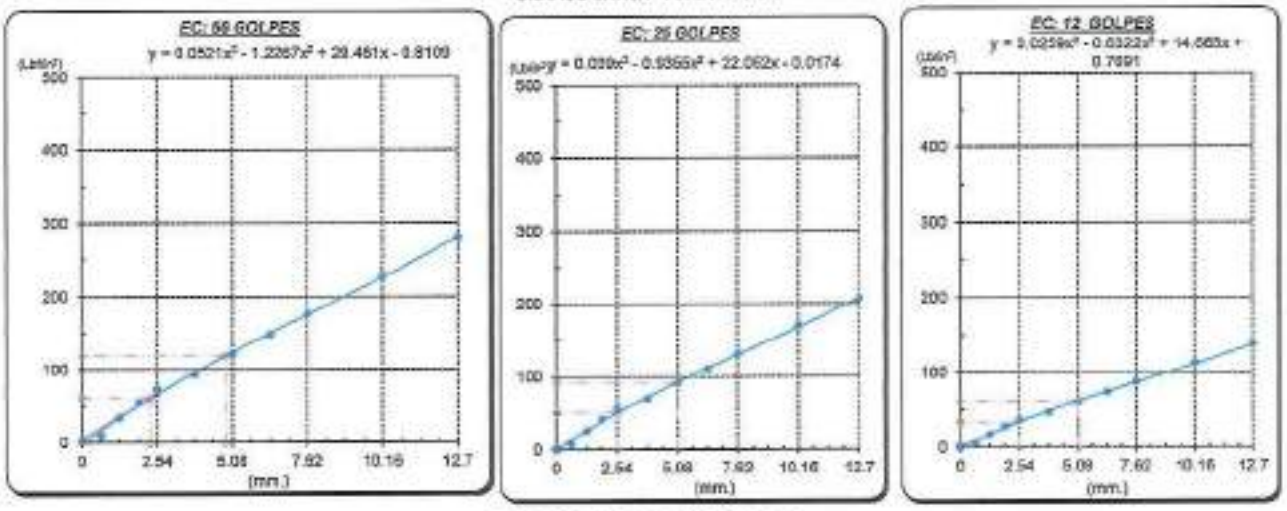


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

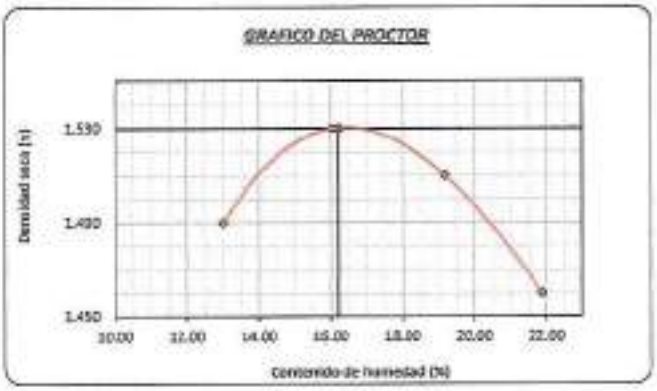
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

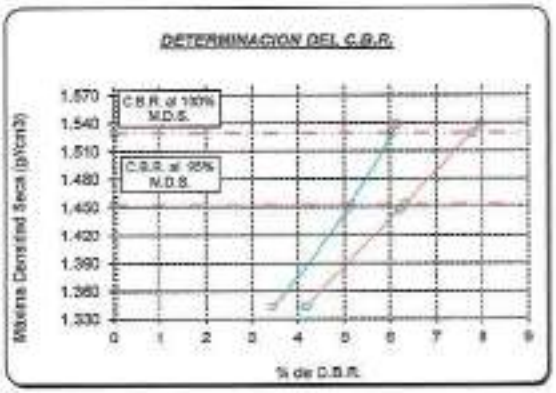
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	6	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Ruedeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-2 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	B3				A-2				D2			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11802		12247		11812		12190		11422		11852	
Peso de molde (g)	8100		8100		8073		8073		8046		8046	
Peso del suelo húmedo (g)	3702		4147		3739		4027		3376		3806	
Volumen del molde (cc)	2132		2132		2128		2128		2124		2124	
Densidad húmeda (g/cc)	1.736		1.945		1.883		1.892		1.589		1.939	
% de humedad	14.15		28.35		14.89		28.67		15.66		31.57	
Densidad seca (g/cc)	1.521		1.539		1.445		1.466		1.374		1.393	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	62.8	62.8	4147	4147	62.4	62.4	4026.5	4026.5	62.1	62.1	3906.0	3906.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	57.3	57.3	3702	3702	56.7	56.7	3539	3539	56.2	56.2	3376.0	3376.0
Peso del Agua (gr.)	5.5	5.5	445.0	445.0	5.7	5.7	487.5	487.5	5.9	5.9	530.0	530.0
Peso del tarro (gr.)	18.64	18.64	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	38.7	38.7	3646.5	3646.5	38.2	38.2	3488.5	3488.5	37.8	37.8	3330.2	3330.2
% de humedad	14.15	14.15	28.35	28.35	14.89	14.89	28.67	28.67	15.66	15.66	31.57	31.57
Promedio de Humedad (%)	14.15		28.35		14.89		28.67		15.66		31.57	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
04/02/2025	14:3	0	0.50	0	0	0.50	0	0	1.00	0	0
05/02/2025	14:3	24	1.35	0.034		2.08	0.052		2.80	0.070	
06/02/2025	14:3	48	2.20	0.060		2.88	0.067		3.30	0.075	
07/02/2025	14:3	72	3.15	0.079		3.18	0.079		3.20	0.080	
08/02/2025	14:3	96	4.00	0.125		4.10	0.128		4.20	0.130	
			4.57	total	2.74	4.57	total	2.79	4.57	total	2.85

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº B3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº D2			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		5	2			5	2			6	2		
0.640	0.025	0'30"		68	26			55	21			31	14		
1.270	0.050	1'00"		128	50			89	36			49	21		
1.910	0.075	1'30"		179	70			123	49			67	27		
2.540	0.100	2'00"	1000	231	88	70.2	7.0	153	60	58.7	6.0	88	34	34.5	3.4
3.810	0.150	3'00"		299	116			208	81			117	46		
5.080	0.200	4'00"	1500	374	146	135.2	9.1	261	101	102.8	6.9	147	58	58.2	3.9
5.350	0.250	5'00"		442	173			339	120			176	69		
7.620	0.300	6'00"		519	201			355	138			199	78		
10.150	0.400	8'00"		621	249			421	169			240	94		
12.700	0.500	10'00"		714	285			499	196			283	110		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

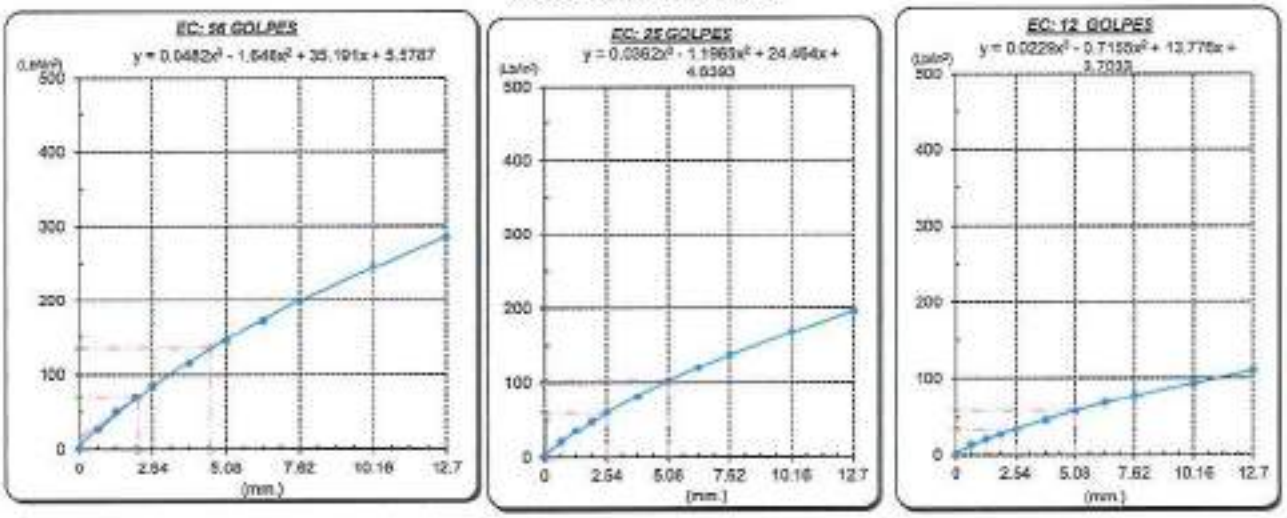


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

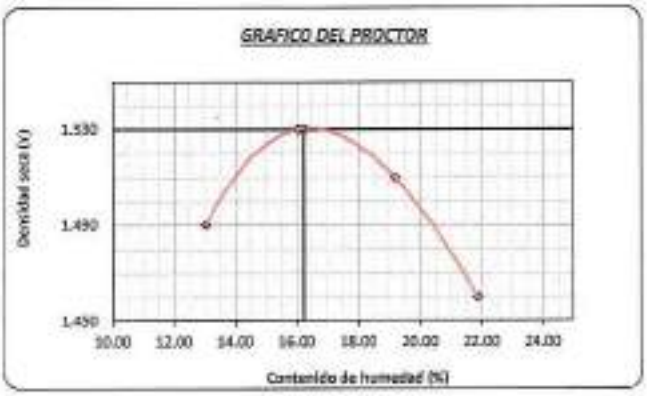
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Ollitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11487		11781		11361		11655.5		11285		11530	
Peso de molde (g)	7690		7690		7773		7773		7855		7855	
Peso del suelo húmedo (g)	3797		4091		3588.5		3882		3380		3675	
Volumen del molde (cc)	2132		2132		2112		2112		2119		2119	
Densidad húmeda (g/cc)	1.781		1.919		1.699		1.839		1.595		1.734	
% de humedad	14.84		22.50		14.92		23.25		15.20		24.05	
Densidad seca (g/cc)	1.554		1.566		1.478		1.492		1.385		1.398	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	79.1	79.1	4091	4091	79.7	79.7	3883	3883	80.2	80.2	3675.0	3675.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	71.4	71.4	3797	3797	71.7	71.7	3588.5	3588.5	72.1	72.1	3380.0	3380.0
Peso del Agua (gr.)	7.7	7.7	294.0	294.0	7.9	7.9	294.5	294.5	8.1	8.1	295.0	295.0
Peso del tarro (gr.)	18.81	18.81	0	0	18.63	18.63	0	0	18.45	18.45	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	52.6	52.6	3738.9	3738.9	53.1	53.1	3588.2	3588.2	53.6	53.6	3333.8	3333.8
% de humedad	14.64	14.64	22.50	22.50	14.92	14.92	23.25	23.25	15.20	15.20	24.05	24.05
Promedio de Humedad (%)	14.64		22.50		14.92		23.25		15.20		24.05	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
04/09/2025	14.3	0	0.60	0	0	0.80	0	0	1.00	0	0
05/09/2025	14.3	24	2.80	0.083		2.99	0.065		3.03	0.067	
06/09/2025	14.3	48	3.48	0.096		3.78	0.094		4.10	0.103	
07/09/2025	14.3	72	3.62	0.081		4.02	0.101		4.42	0.111	
08/09/2025	14.3	96	4.00	0.100		4.60	0.125		5.00	0.150	
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.74	4.57	total	3.28

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		5	2			5	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		32	11			32	11			32	11		
1.270	0.050	1'00"		68	28			55	23			41	19		
1.910	0.075	1'30"		118	44			98	34			69	24		
2.540	0.100	2'00"	1000	166	61	59.9	6.0	117	46	46.1	4.6	78	32	31.4	3.1
3.810	0.150	3'00"		224	91			174	68			113	45		
5.080	0.200	4'00"	1500	305	119	116.4	7.8	229	88	87.5	5.8	147	58	56.3	3.8
6.350	0.250	5'00"		378	144			278	108			182	71		
7.620	0.300	6'00"		423	166			322	125			217	88		
10.160	0.400	8'00"		531	205			396	166			272	107		
12.700	0.500	10'00"		610	242			472	185			315	120		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

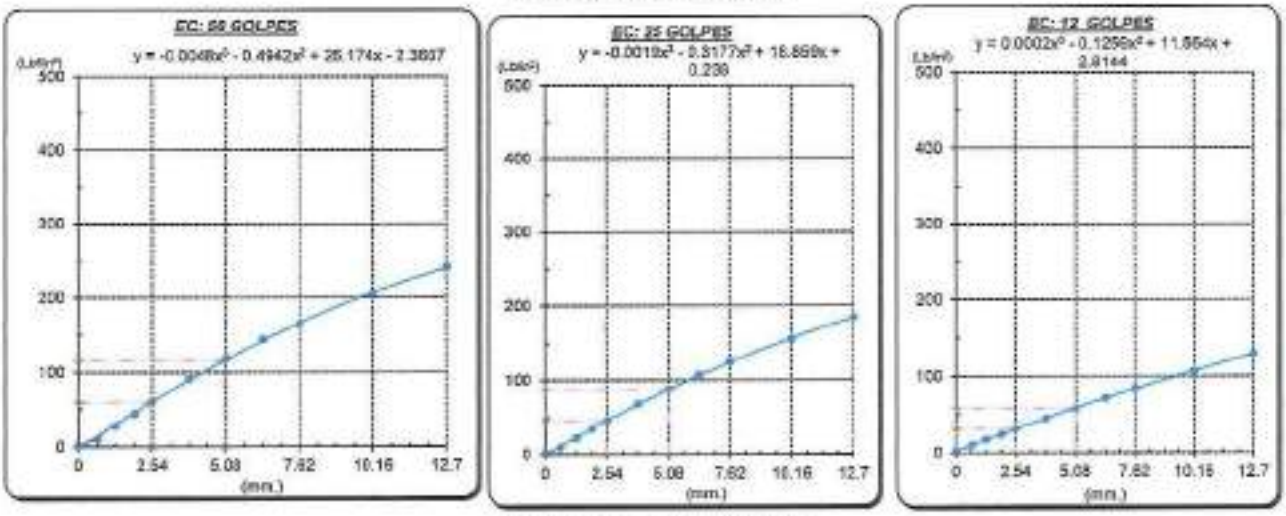


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

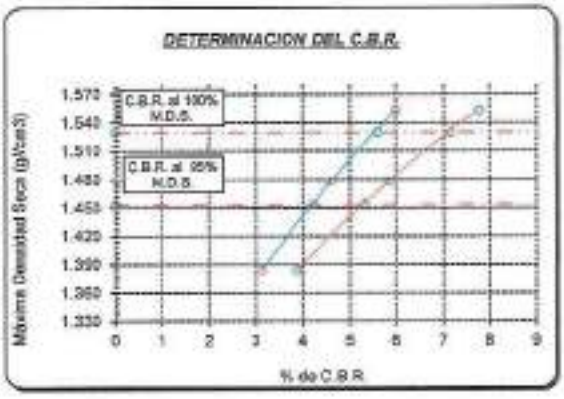
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	6	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-4 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11575		11601		11534.5		11752		11494		11709	
Peso de molde (g)	7816		7816		7960		7960		8104		8104	
Peso del suelo húmedo (g)	3759		3985		3574.5		3792		3390		3605	
Volumen del molde (cc)	2114		2114		2112		2112		2132		2132	
Densidad húmeda (g/cc)	1.778		1.885		1.692		1.795		1.590		1.690	
% de humedad	15.09		21.20		15.29		21.46		15.50		21.75	
Densidad seca (g/cc)	1.545		1.555		1.468		1.478		1.377		1.387	
HUMEDAD												
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	95.2	95.2	3985	3985	64.5	64.5	3792	3792	63.7	63.7	3699.0	3699.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	59.1	59.1	3759	3759	55.4	55.4	3574.5	3574.5	57.7	57.7	3390.0	3390.0
Peso del Agua (gr.)	6.2	6.2	226.0	226.0	6.1	6.1	217.5	217.5	6.0	6.0	209.0	209.0
Peso del tarro (gr.)	18.3	18.3	0	0	18.64	18.64	0	0	18.98	18.98	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	40.8	40.8	3701.8	3701.8	39.7	39.7	3622.8	3622.8	38.7	38.7	3344.0	3344.0
% de humedad	15.09	15.09	21.20	21.20	15.29	15.29	21.46	21.46	15.50	15.50	21.75	21.75
Promedio de Humedad (%)	15.09		21.20		15.29		21.46		15.50		21.75	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
04/02/2025	14.3	0	0.33	0	0	0.48	0	0	0.63	0	0
05/02/2025	14.3	24	1.89	0.038		1.60	0.065		2.10	0.053	
06/02/2025	14.3	48	2.67	0.057		2.74	0.068		2.80	0.073	
07/02/2025	14.3	72	3.69	0.076		3.19	0.078		3.20	0.080	
08/02/2025	14.3	96	4.18	0.104		4.41	0.110		4.66	0.117	
			4.57	total	2.27	4.57	total	2.41	4.57	total	2.55

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	000"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	030"		45	19			33	14			22	10		
1.270	0.050	100"		88	36			70	28			50	21		
1.910	0.075	130"		134	53			102	41			73	29		
2.540	0.100	200"	1000	178	70	66.2	6.6	135	53	52.1	5.2	93	37	36.7	3.6
3.810	0.150	300"		266	109			189	74			122	48		
5.080	0.200	400"	1500	339	132	129.6	8.6	242	96	95.2	6.3	146	57	58.2	3.9
6.350	0.250	500"		420	164			294	115			169	66		
7.620	0.300	600"		481	187			348	134			189	73		
10.160	0.400	800"		642	256			434	170			226	88		
12.700	0.500	1000"		788	315			534	208			262	102		

Henry Rinudenyru Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

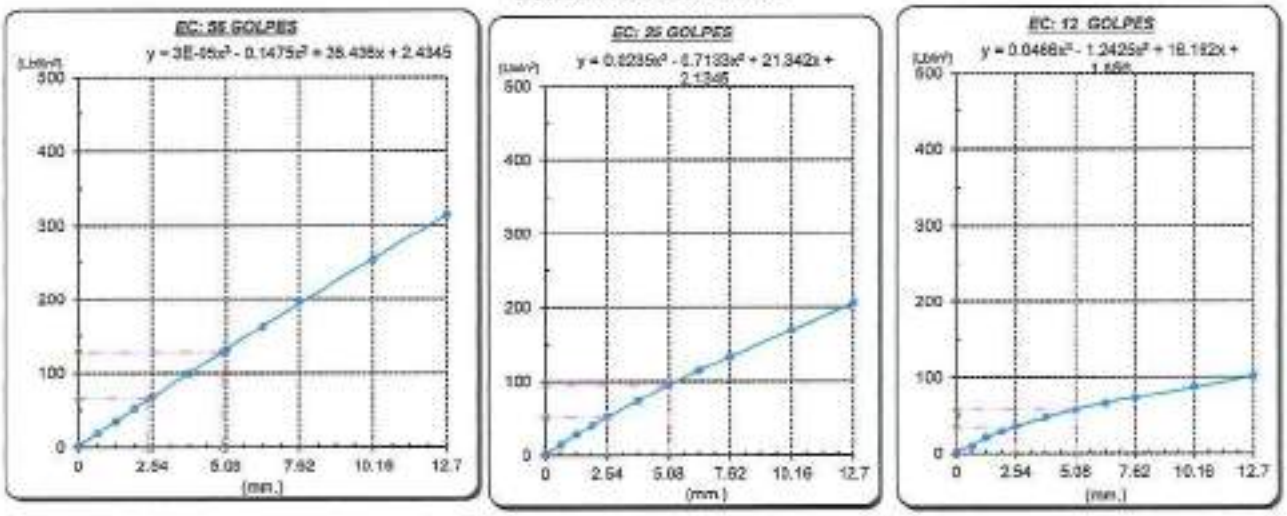


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

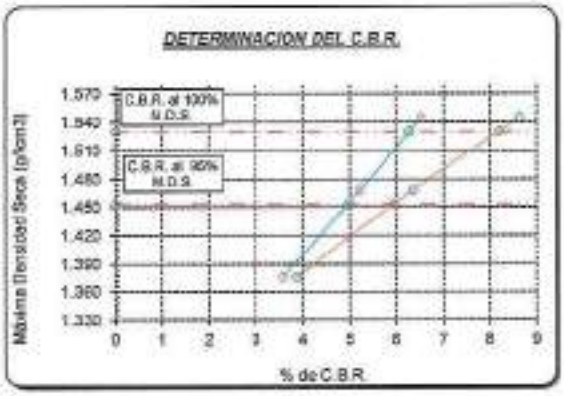
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.464 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.00 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5 %	6 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-5 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Nº Molde	H3		A-7		A3		
Nº Capa	5		5		5		
Nº Golpes por capa	56		25		12		
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11904	12222	11655.5	11949.5	11379	11677	
Peso de molde (g)	8152	8152	8126	8126	8100	8100	
Peso del suelo húmedo (g)	3752	4070	3530.5	3823.5	3279	3577	
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2112	2112	2117	2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.785	1.921	1.672	1.810	1.549	1.690	
% de humedad	14.46	22.20	14.69	23.11	14.93	24.14	
Densidad seca (g/cc)	1.559	1.572	1.458	1.471	1.348	1.361	

HUMEDAD

Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	81.2	81.2	4070	4070	79.9	79.9	3823.5	3823.5	78.5	78.5	3677.0	3677.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	73.3	73.3	3782	3782	72.0	72.0	3530.5	3530.5	70.7	70.7	3279.0	3279.0
Peso del Agua (gr.)	7.9	7.9	288.0	288.0	7.9	7.9	293.0	293.0	7.8	7.8	298.0	298.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.49	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	54.8	54.8	3723.9	3723.9	53.5	53.5	3479.8	3479.8	52.3	52.3	3235.4	3235.4
% de humedad	14.46	14.46	22.20	22.20	14.69	14.69	23.11	23.11	14.93	14.93	24.14	24.14
Promedio de Humedad (%)	14.46		22.20		14.69		23.11		14.93		24.14	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
04/02/2026	14.3	0	0.72	0	0	0.74	0	0	0.78	0	0
05/02/2026	14.3	24	1.40	0.035		1.78	0.043		2.00	0.050	
06/02/2026	14.3	48	2.42	0.051		2.39	0.039		2.38	0.057	
07/02/2026	14.3	72	3.20	0.583		3.48	0.085		3.60	0.090	
08/02/2026	14.3	96	3.80	0.098		4.08	0.102		4.26	0.106	
			4.57	total	2.13	4.57	total	2.23	4.57	total	2.39

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		25	12			17	9			8	5		
1.270	0.050	1'00"		39	17			30	13			13	7		
1.910	0.075	1'30"		64	26			47	18			20	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	102	41	62.0	6.2	67	27	31.4	3.1	33	14	16.1	1.6
3.810	0.150	3'00"		203	80			136	53			64	28		
5.080	0.200	4'00"	1500	314	122	139.6	9.3	209	80	78.2	5.1	99	39	37.2	2.5
6.350	0.250	5'00"		415	160			289	106			128	50		
7.920	0.300	6'00"		480	188			316	123			150	59		
10.160	0.400	8'00"		606	241			399	156			190	74		
12.700	0.500	10'00"		724	281			462	181			220	86		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

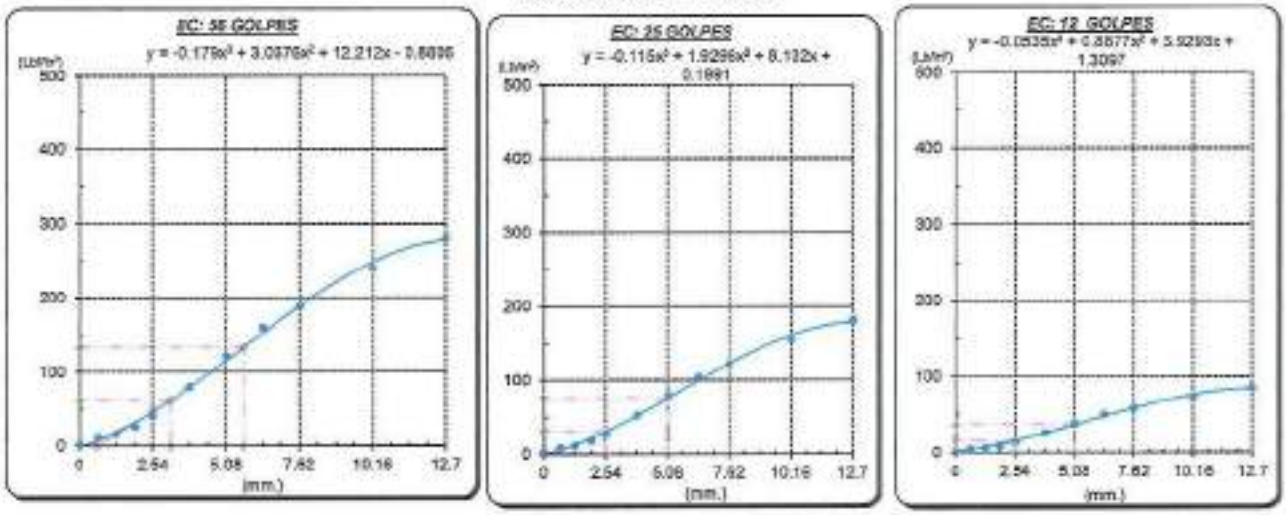


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

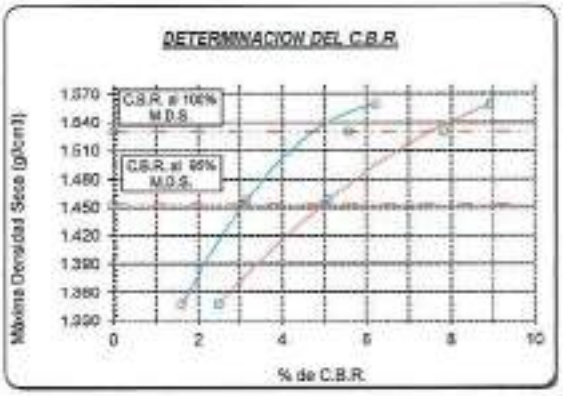
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	5 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-6** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN								
Nº Molde	H5		A-2		A3			
Nº Capa	5		5		5			
Nº Golpes por capa	56		25		12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12002	12345	11589	11922.5	11176	11500		
Peso de molde (g)	8305	8305	8061	8061	7816	7816		
Peso del suelo humedo (g)	3697	4040	3528.5	3862	3360	3684		
Volumen del molde (cc)	2124	2124	2112	2112	2139	2139		
Densidad húmeda (g/cc)	1.741	1.902	1.671	1.829	1.571	1.722		
% de humedad	13.23	22.65	13.45	23.04	13.62	23.39		
Densidad seca (g/cc)	1.537	1.551	1.473	1.486	1.383	1.396		
HUMEDAD								
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	64.8	64.8	4040	4040	71.7	71.7	3862	3862	78.5	78.5	3684.0	3684.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	59.4	59.4	3697	3697	65.4	65.4	3528.5	3528.5	71.3	71.3	3360.0	3360.0
Peso del Agua (gr.)	5.4	5.4	343.0	343.0	6.3	6.3	333.5	333.5	7.2	7.2	324.0	324.0
Peso del tarro (gr.)	18.58	18.58	0	0	18.50	18.5	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	40.8	40.8	3641.0	3641.0	46.9	46.9	3477.3	3477.3	52.9	52.9	3314.2	3314.2
% de humedad	13.23	13.23	22.65	22.65	13.45	13.45	23.04	23.04	13.62	13.62	23.39	23.39
Promedio de Humedad (%)	13.23		22.65		13.45		23.04		13.62		23.39	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
11/02/2025	14.3	0	0.79	0	0	0.82	0	0	0.93	0	0
12/02/2025	14.3	24	1.79	0.044		2.87	0.057		3.79	0.070	
13/02/2025	14.3	48	2.48	0.061		3.90	0.073		5.19	0.084	
14/02/2025	14.3	72	3.05	0.076		4.37	0.089		6.09	0.102	
15/02/2025	14.3	96	3.89	0.098		4.48	0.111		6.90	0.125	
			4.57	total	2.13	4.57	total	2.44	4.57	total	2.74

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H5				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		6	2			6	2			6	2		
0.640	0.025	0'30"		13	6			16	6			5	4		
1.270	0.050	1'00"		30	14			26	10			9	6		
1.910	0.075	1'30"		36	17			33	12			12	7		
2.540	0.100	2'00"	1000	61	25	52.9	5.3	46	17	21.8	2.2	18	9	10.9	1.1
3.810	0.150	3'00"		144	57			94	36			44	19		
5.080	0.200	4'00"	1500	239	93	122.5	8.2	134	60	62.0	4.1	71	29	28.4	1.9
6.350	0.250	5'00"		410	160			266	100			101	40		
7.620	0.300	6'00"		428	167			278	109			129	51		
10.160	0.400	8'00"		576	225			373	146			173	68		
12.700	0.500	10'00"		714	266			468	182			218	84		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

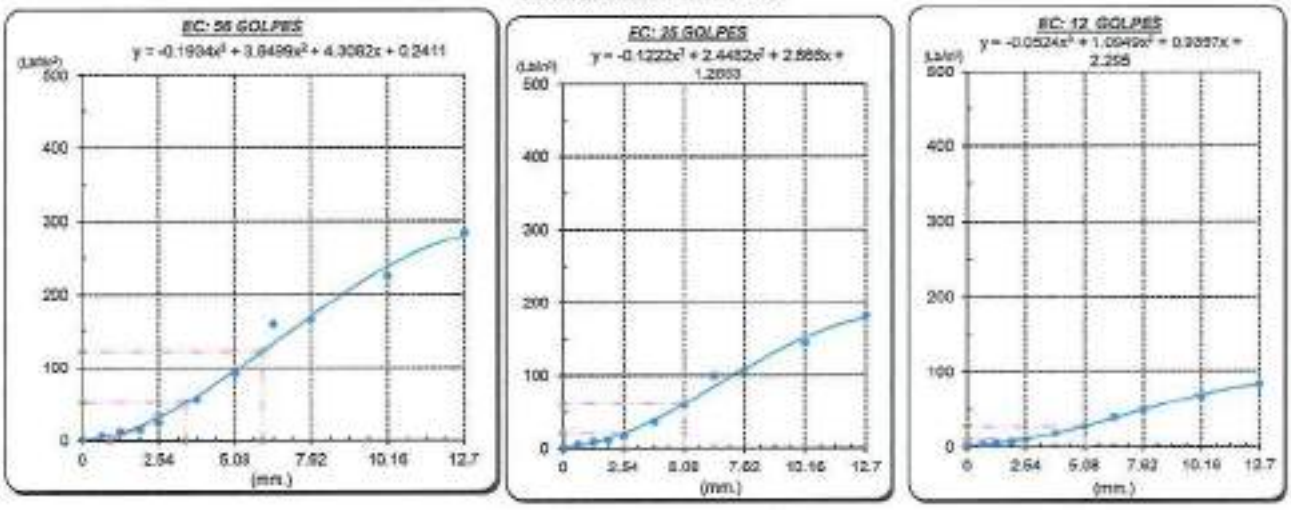


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

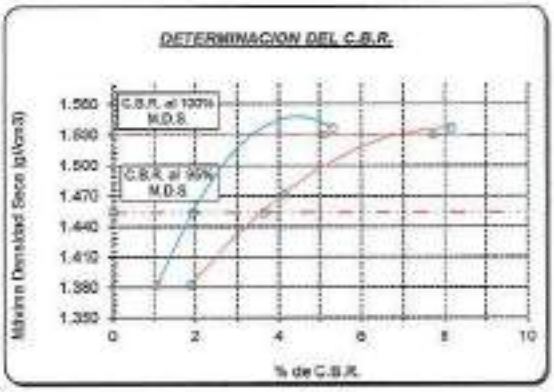
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	8	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2	%	4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABCRATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C2** ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA : **M-7** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	M3				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11890		12156		11644.5		11692		11199		11498	
Peso de molde (g)	8187		8187		8002		8002		7816		7816	
Peso del suelo húmedo (g)	3703		3979		3643		3690.5		3383		3682	
Volumen del molde (cc)	2305		2105		2112		2112		2139		2139	
Densidad húmeda (g/cc)	1.759		1.890		1.676		1.614		1.582		1.721	
% de humedad	14.75		22.32		14.89		23.13		15.03		23.99	
Densidad seca (g/cc)	1.533		1.545		1.460		1.473		1.375		1.388	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	74.1	74.1	3979	3979	75.4	75.4	3690.5	3690.5	75.6	75.6	3682.0	3682.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	67.0	67.0	3703	3703	68.0	68.0	3643	3643	68.0	68.0	3383.0	3383.0
Peso del Agua (gr.)	7.1	7.1	276.0	276.0	7.3	7.3	267.5	267.5	7.6	7.6	299.0	299.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.65	18.65	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	48.1	48.1	3647.1	3647.1	49.4	49.4	3492.0	3492.0	50.6	50.6	3337.1	3337.1
% de humedad	14.75	14.75	22.32	22.32	14.89	14.89	23.13	23.13	15.03	15.03	23.99	23.99
Promedio de Humedad (%)	14.75		22.32		14.89		23.13		15.03		23.99	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
11/02/2025	14.3	0	0.48	0	0	0.82	0	0	1.20	0	0
12/02/2025	14.3	24	1.92	0.048		2.26	0.090		2.84	0.071	
13/02/2025	14.3	48	2.40	0.090		2.66	0.071		3.18	0.082	
14/02/2025	14.3	72	3.68	0.090		3.77	0.094		3.98	0.099	
15/02/2025	14.3	96	4.72	0.166		4.01	0.125		5.80	0.146	
			4.57	total	2.31	4.57	total	2.74	4.57	total	3.18

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº M3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf\in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'30"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		32	14			22	11			12	7		
1.270	0.050	1'00"		70	29			46	19			21	10		
1.910	0.075	1'30"		86	35			66	27			28	15		
2.540	0.100	2'00"	1000	147	58	70.6	7.1	100	40	63.7	6.4	53	22	24.0	2.4
3.810	0.150	3'00"		262	102			178	70			94	38		
5.080	0.200	4'00"	1500	366	143	142.7	9.5	249	97	92.0	6.1	131	52	49.2	3.3
6.350	0.250	5'00"		448	176			305	119			161	63		
7.620	0.300	6'00"		518	204			352	137			186	73		
10.160	0.400	8'00"		640	254			434	170			230	90		
12.700	0.500	10'00"		749	299			509	200			269	105		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN



GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

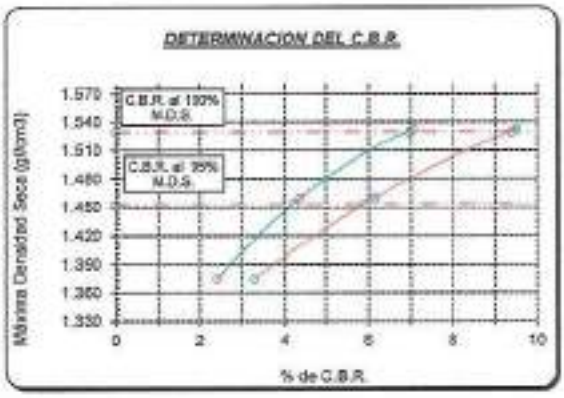
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.464 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	6	%





Henry Rivademeyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-8** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	H3				A-2				A3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11720		11987		11557.5		11649		11455		11701	
Peso de molde (g)	7991		7992		8070		8070		8148		8148	
Peso del suelo húmedo (g)	3728		4006		3517.5		3779		3307		3553	
Volumen del molde (cc)	2110		2116		2112		2112		2112		2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.767		1.893		1.665		1.789		1.566		1.682	
% de humedad	14.02		21.56		14.79		22.33		15.58		23.12	
Densidad seca (g/cc)	1.549		1.557		1.451		1.463		1.355		1.366	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	76.3	76.3	4005	4005	76.2	76.2	3779	3779	76.0	76.0	3553.0	3553.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	69.2	69.2	3728	3728	68.8	68.8	3517.5	3517.5	68.3	68.3	3307.0	3307.0
Peso del Agua (gr.)	7.1	7.1	277.0	277.0	7.4	7.4	261.5	261.5	7.7	7.7	246.0	246.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.71	18.71	0	0	18.68	18.68	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	50.7	50.7	3671.3	3671.3	50.0	50.0	3467.2	3467.2	49.4	49.4	3252.8	3252.8
% de humedad	14.02	14.02	21.56	21.56	14.79	14.79	22.33	22.33	15.58	15.58	23.12	23.12
Promedio de Humedad (%)	14.02		21.56		14.79		22.33		15.58		23.12	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
11/02/2025	14.3	0	0.29	0	0	0.83	0	0	0.80	0	0
12/02/2025	14.3	24	0.48	0.051		0.88	0.057		0.80	0.073	
13/02/2025	14.3	48	0.35	0.074		0.93	0.093		0.89	0.092	
14/02/2025	14.3	72	0.68	0.090		0.15	0.104		0.70	0.118	
15/02/2025	14.3	96	0.40	0.110		0.28	0.131		0.10	0.153	
			0.27	total	2.41	0.27	total	2.87	0.27	total	3.34

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	000"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	030"		62	28			45	19			50	19		
1.270	0.050	100"		116	47			86	35			83	22		
1.910	0.075	130"		174	68			128	50			77	31		
2.540	0.100	200"	1000	237	92	79.9	8.0	171	67	67.4	6.7	105	42	42.1	4.2
3.810	0.150	300"		340	133			246	96			141	58		
5.080	0.200	400"	1500	427	167	152.9	10.2	308	120	116.6	7.8	189	74	71.9	4.8
6.350	0.250	500"		493	193			349	136			214	83		
7.620	0.300	600"		537	212			386	151			238	93		
10.160	0.400	800"		640	254			462	181			284	111		
12.700	0.500	1000"		736	294			531	209			326	127		

Henry Riveros Obtias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

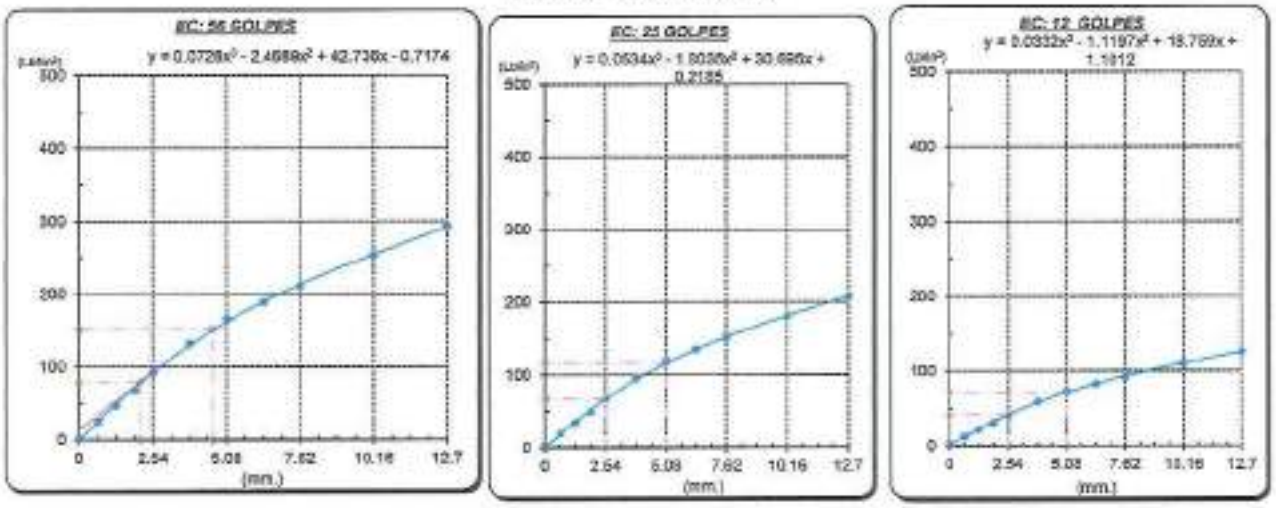


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

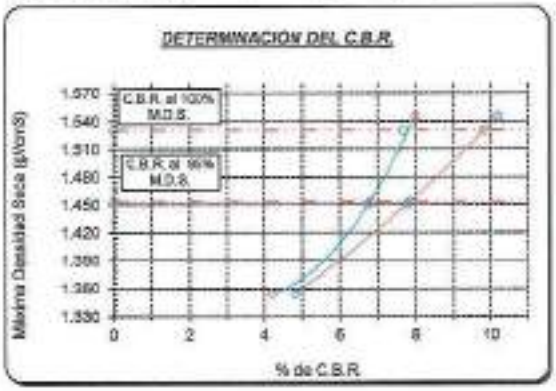
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8	%	10	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7	%	8	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Cubas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C2** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-9** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	M3				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11611		11679		11577		11653		11543		11628	
Peso de molde (g)	8140		8140		8223		8223		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	3471		3739		3355		3430		3238		3321	
Volumen del molde (cc)	2005		2005		2112		2112		2095		2095	
Densidad húmeda (g/cc)	1.731		1.865		1.588		1.715		1.546		1.681	
% de humedad	13.36		21.20		13.57		21.90		13.77		22.63	
Densidad seca (g/cc)	1.527		1.539		1.399		1.410		1.358		1.371	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	77.1	77.1	3739	3739	77.5	77.5	3680	3680	77.8	77.8	3621.0	3621.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	70.2	70.2	3471	3471	70.5	70.5	3354.5	3354.5	70.7	70.7	3238.0	3238.0
Peso del Agua (gr.)	6.9	6.9	268.0	268.0	7.1	7.1	275.5	275.5	7.2	7.2	283.0	283.0
Peso del tarro (gr.)	18.67	18.67	0	0	18.50	18.495	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	51.6	51.6	3418.8	3418.8	52.0	52.0	3308.2	3308.2	52.3	52.3	3194.6	3194.6
% de humedad	13.36	13.36	21.20	21.20	13.57	13.57	21.90	21.90	13.77	13.77	22.63	22.63
Promedio de Humedad (%)	13.36		21.20		13.57		21.90		13.77		22.63	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	M3 DIAL	M3 EXPANSIÓN Pulg	M3 EXPANSIÓN %	A-2 DIAL	A-2 EXPANSIÓN Pulg	A-2 EXPANSIÓN %	A3 DIAL	A3 EXPANSIÓN Pulg	A3 EXPANSIÓN %
11/02/2025	14.3	0	0.88	0	0	1.83	0	0	2.20	0	0
12/02/2025	14.3	24	1.30	0.046		2.42	0.061		2.98	0.074	
13/02/2025	14.3	48	1.73	0.093		3.02	0.098		4.10	0.103	
14/02/2025	14.3	72	2.33	0.059		4.83	0.121		5.70	0.143	
15/02/2025	14.3	96	4.09	0.109		4.72	0.118		5.44	0.139	
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.58	4.57	total	2.96

PENETRACION

PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/in2	MOLDE Nº H3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº H3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº H3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº H3 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN %	MOLDE Nº A3 CARGA Lect. Dial	MOLDE Nº A3 CARGA Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2	MOLDE Nº A3 CORRECCIÓN %
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		15	8			11	6			9	5		
1.270	0.050	1'00"		30	14			21	10			11	6		
1.910	0.075	1'30"		38	17			26	12			14	6		
2.540	0.100	2'00"	1000	81	35	48.6	4.9	42	18	21.7	2.2	22	11	12.7	1.3
3.810	0.150	3'00"		144	57			59	32			53	22		
5.080	0.200	4'00"	1900	226	92	114.6	7.5	102	63	61.9	4.1	87	35	34.1	2.3
6.350	0.250	5'00"		324	130			220	89			123	49		
7.620	0.300	6'00"		428	167			293	114			167	62		
10.160	0.400	8'00"		570	225			390	152			210	82		
12.700	0.500	10'00"		714	285			489	192			263	102		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

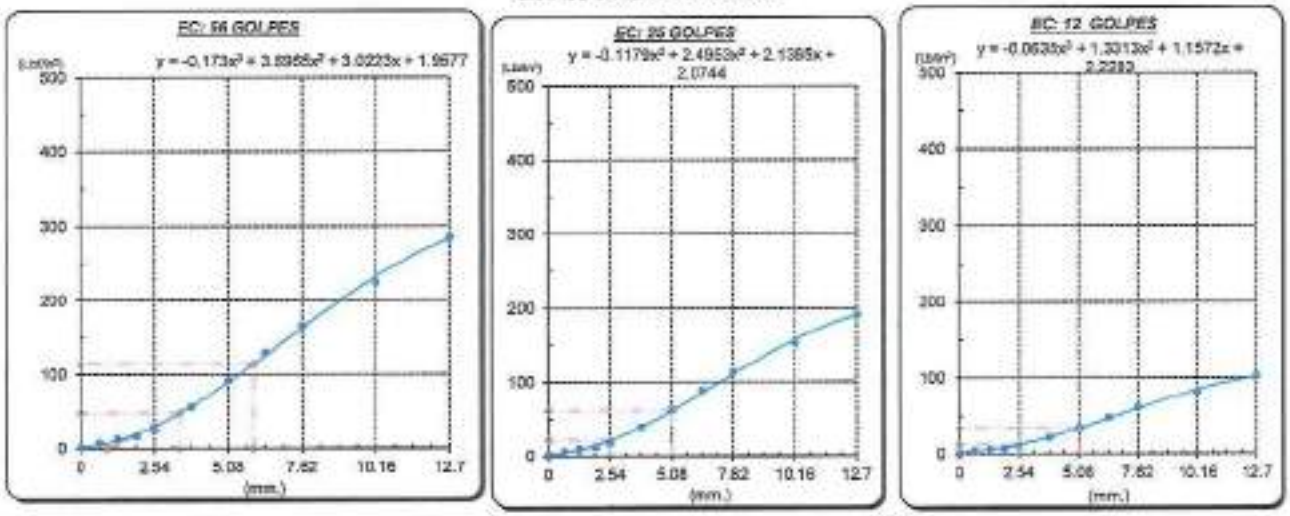


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

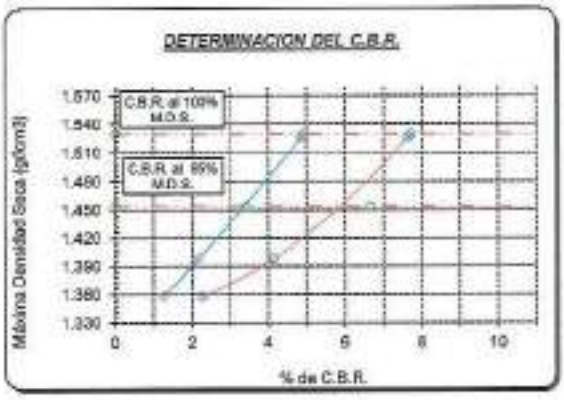
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g/cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	7	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C2 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-10 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	H3				A-2				A3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11680		11904		11358		11603		11035		11302	
Peso de molde (g)	8004		8004		7847		7847		7690		7690	
Peso del suelo húmedo (g)	3676		3900		3511		3756		3345		3612	
Volumen del molde (cc)	2095		2095		2112		2112		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.755		1.862		1.662		1.779		1.580		1.706	
% de humedad	14.27		20.46		14.58		21.68		14.68		22.97	
Densidad seca (g/cc)	1.536		1.545		1.451		1.462		1.378		1.387	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	78.5	78.5	3900	3900	80.5	80.5	3756	3756	82.5	82.5	3612.0	3612.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	71.0	71.0	3676	3676	72.8	72.8	3510.5	3510.5	74.2	74.2	3349.0	3349.0
Peso del Agua (gr.)	7.5	7.5	224.0	224.0	7.9	7.9	245.5	245.5	8.3	8.3	267.0	267.0
Peso del tarro (gr.)	18.44	18.44	0	0	18.51	18.51	0	0	18.58	18.58	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	52.6	52.6	3620.4	3620.4	54.1	54.1	3460.3	3460.3	55.6	55.6	3299.8	3299.8
% de humedad	14.27	14.27	20.46	20.46	14.58	14.58	21.68	21.68	14.68	14.68	22.97	22.97
Promedio de Humedad (%)	14.27		20.45		14.58		21.68		14.68		22.97	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
11/02/2025	14.3	0	0.66	0	0	0.68	0	0	0.70	0	0
12/02/2025	14.3	24	1.68	0.039		1.68	0.042		1.88	0.045	
13/02/2025	14.3	48	2.00	0.060		2.05	0.051		2.10	0.053	
14/02/2025	14.3	72	2.36	0.069		2.63	0.066		2.80	0.073	
15/02/2025	14.3	96	3.00	0.075		3.26	0.052		3.16	0.089	
			4.57	total	1.64	4.57	total	1.79	4.17	total	1.94

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº H3				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	7		
0.640	0.025	0'30"		48	19			24	15			22	11		
1.270	0.050	1'00"		88	35			65	25			42	18		
1.910	0.075	1'30"		129	50			99	38			83	29		
2.540	0.100	2'00"	1000	167	65	66.0	6.6	126	90	48.7	4.9	84	34	33.3	3.3
3.810	0.150	3'00"		238	93			178	70			120	47		
5.080	0.200	4'00"	1500	310	121	116.4	7.8	233	91	91.4	6.1	155	61	61.5	4.1
6.350	0.250	5'00"		381	149			286	111			191	75		
7.620	0.300	6'00"		452	177			340	132			227	88		
10.160	0.400	8'00"		571	224			437	171			282	110		
12.700	0.500	10'00"		729	291			534	210			338	132		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

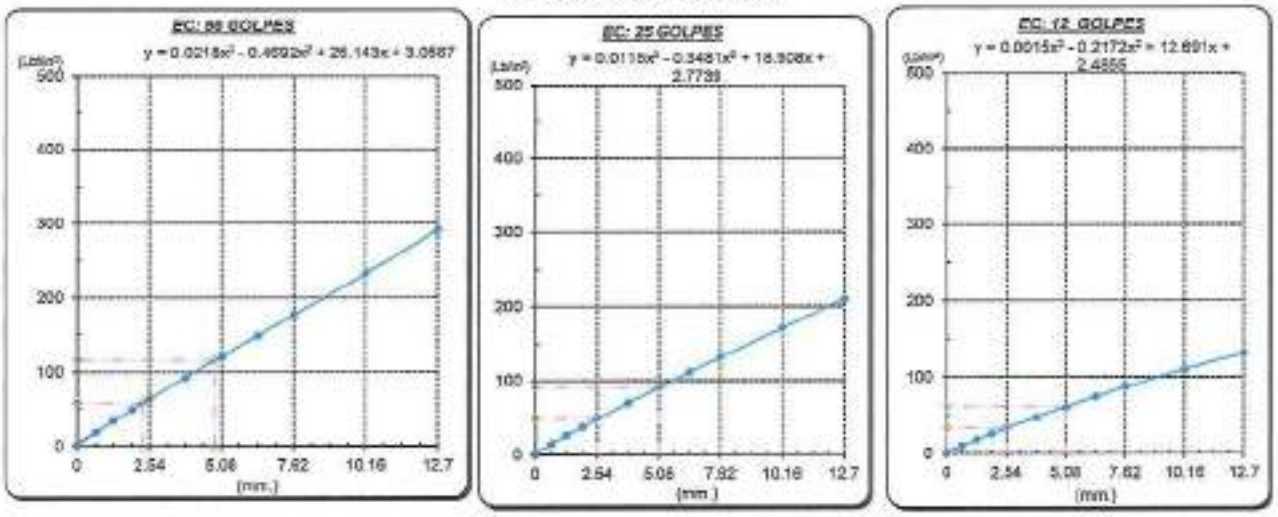


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

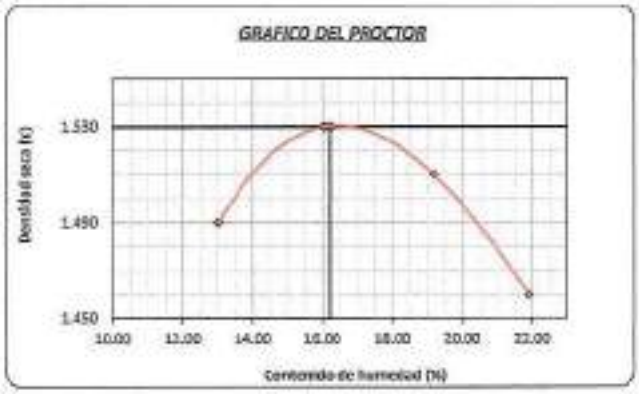
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.530 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.454 g./cm³	1.377
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %	

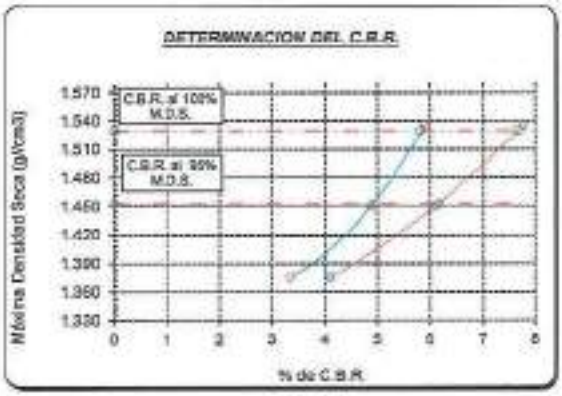
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5	%	5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD **0.10 m - 1.50 m**

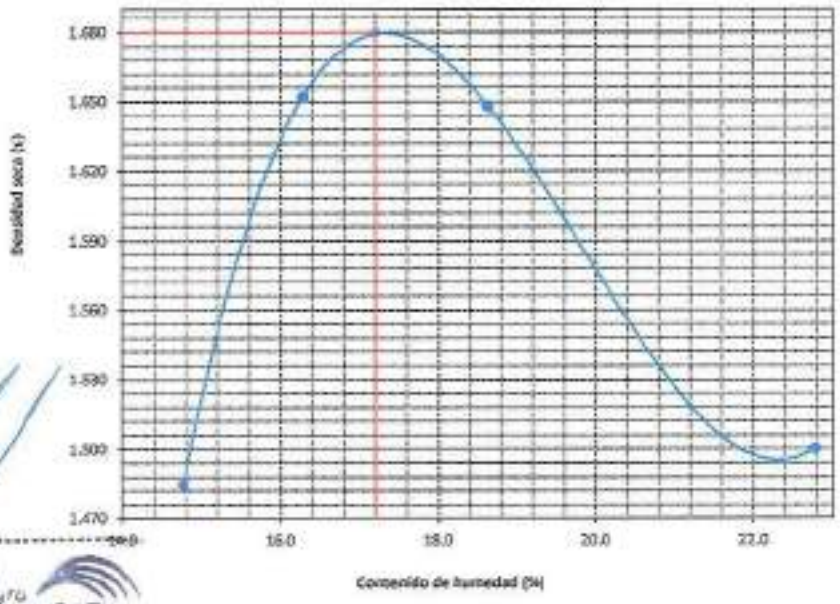
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5715	5911	5942	5840
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1539	1735	1766	1664
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del voluman húmedo	g/cm3	1.704	1.921	1.955	1.842

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	53.39	59.82	56.26	60.90
Peso del suelo seco + tara	g.	57.66	64.08	60.37	53.12
Peso de tara	g.	19.01	18.82	18.76	18.97
Peso de agua	g.	5.71	5.74	5.89	7.78
Peso de suelo seco	g.	38.67	35.25	31.61	34.15
Contenido de agua	%	14.8	16.3	18.6	22.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.485	1.652	1.648	1.500

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.680**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**17.20**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riva Herrera Obillus
Tec. Laboratorio
USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

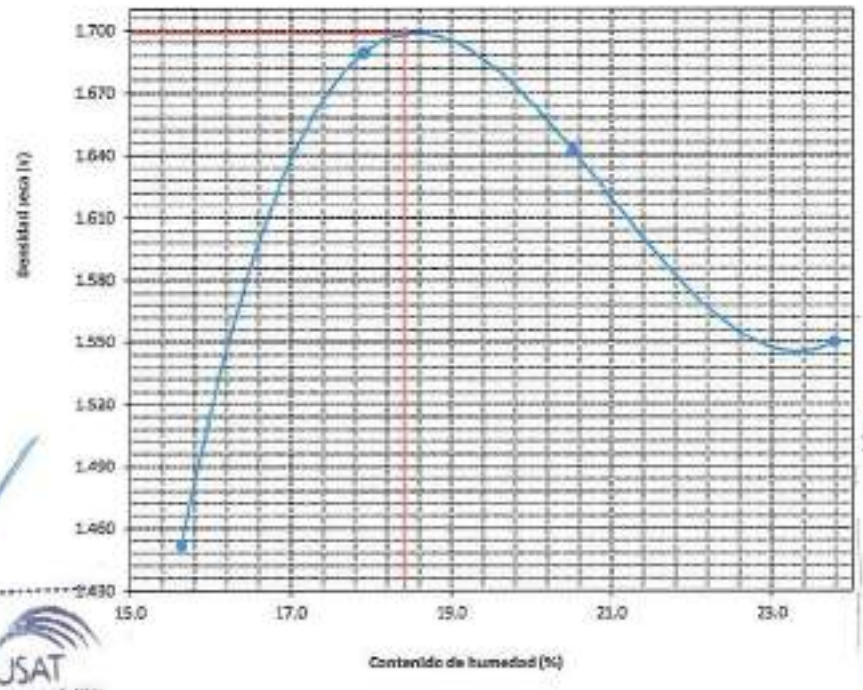
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5892	5975	5964	5909
Peso del molde	g.	4176	4176	4176	4176
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1516	1799	1788	1733
Volumen del molde	cm3	903.20	903.20	903.20	903.20
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.678	1.992	1.980	1.919

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	55.28	59.06	61.58	59.73
Peso del suelo seco + tara	g.	50.32	52.89	54.26	51.89
Peso de tara	g.	18.59	18.43	18.57	18.91
Peso de agua	g.	4.96	6.17	7.32	7.84
Peso de suelo seco	g.	31.73	34.46	35.69	32.98
Contenido de agua	%	15.6	17.9	20.5	23.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.452	1.689	1.643	1.550

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.699**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**18.41**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obtinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-3** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

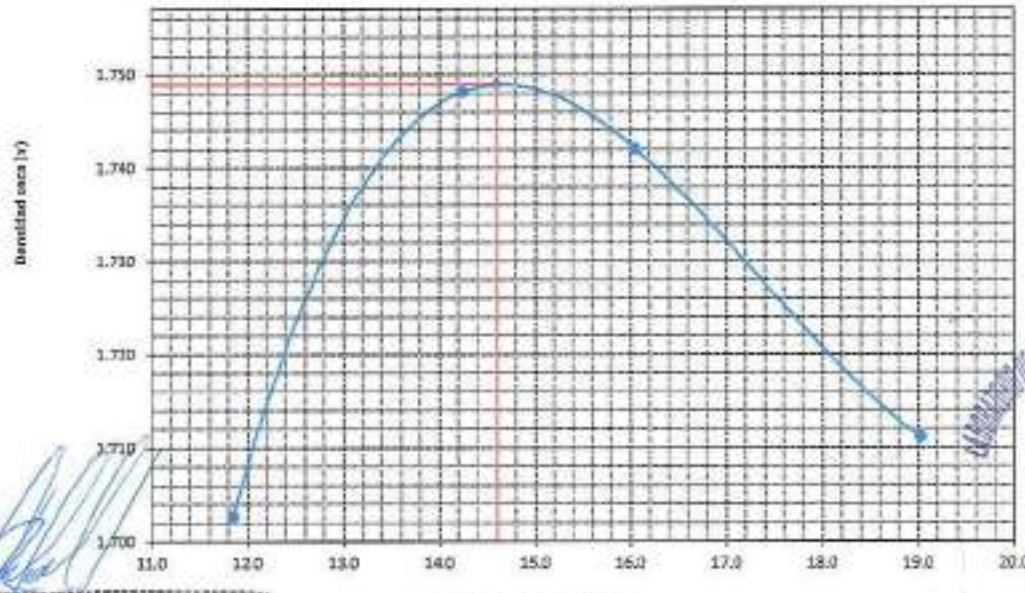
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g	5960	6047	6070	6084
Peso del molde	g	4173	4173	4173	4173
Peso del suelo húmedo compactado	g	1787	1874	1897	1911
Volumen del molde	cm3	938.32	938.32	938.32	938.32
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.904	1.997	2.022	2.037

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	86	51.70	100.58	62.74
Peso del suelo seco + tara	g	51.94	48.75	90.58	56.85
Peso de tara	g	17.67	28.04	28.27	25.88
Peso de agua	g	4.06	2.95	10	5.89
Peso de suelo seco	g	34.27	20.71	62.31	30.97
Contenido de agua	%	11.8	14.2	16.0	19.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.703	1.748	1.742	1.711

DENSIDAD MAXIMA SECA	**1.749**	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	**14.60**	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riva Deneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD : **0.10 m - 1.50 m**

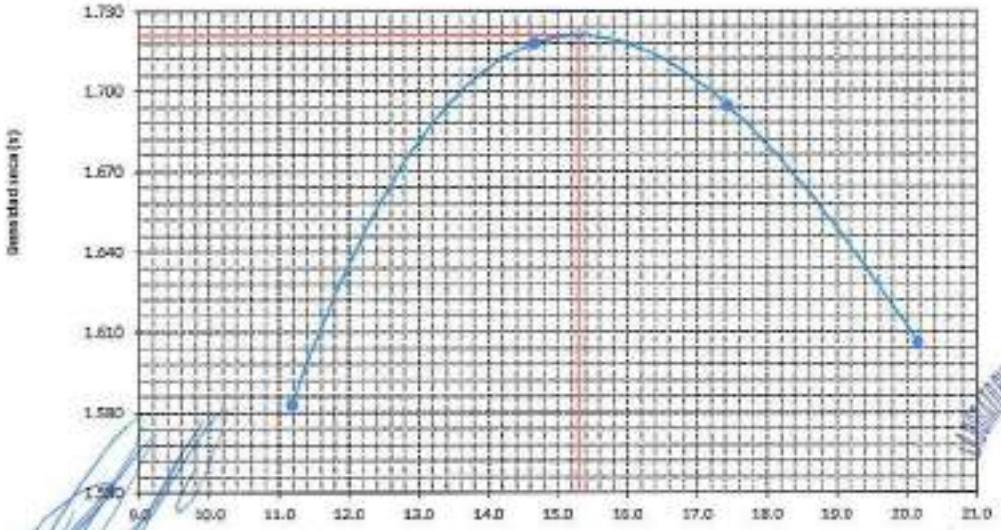
Número de ensayo		14	17	20	23
Peso del suelo + molde	g.	5789	5978	5992	5944
Peso del molde	g.	4175	4175	4175	4175
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1614	1803	1817	1769
Volumen del molde	cm3	914.91	914.91	914.91	914.91
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.76	1.97	1.99	1.93

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	57.21	56.4	72.6	60.54
Peso del suelo seco + tara	g.	53.31	51.97	65.07	53.95
Peso de tara	g.	18.42	21.76	21.87	21.25
Peso de agua	g.	3.90	4.43	7.53	6.59
Peso de suelo seco	g.	34.89	30.21	43.2	32.7
Contenido de agua	%	11.2	14.7	17.4	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.583	1.718	1.695	1.606

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.721	g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Pisodeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	11				A-2				H3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12254		12549		11879		12188		11003		11827	
Peso de molde (g)	8104		8104		7966		7966		7966		7966	
Peso del suelo húmedo (g)	4150		4445		3913		4222		3035		3859	
Volumen del molde (cc)	2134		2114		2111		2111		2109		2109	
Densidad húmeda (g/cc)	1.945		2.103		2		2		1.724		1.829	
% de humedad	14.49		21.72		14.79		22.87		15.10		24.15	
Densidad seca (g/cc)	1.715		1.727		1.606		1.630		1.498		1.513	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	88.1	88.1	4445	4445	87.2	87.2	4202	4202	88.2	88.2	3859.0	3859.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	79.9	79.9	4150	4150	78.9	78.9	3892.5	3892.5	77.3	77.3	3535.0	3535.0
Peso del Agua (gr.)	8.8	8.8	295.0	295.0	8.8	8.8	309.5	309.5	8.9	8.9	324.0	324.0
Peso del tarro (gr.)	18.81	18.81	0	0	18.8	18.83	0	0	18.45	18.45	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	60.5	60.5	4060.0	4060.0	59.7	59.7	3831.0	3831.0	58.9	58.9	3581.3	3581.3
% de humedad	14.49	14.49	21.72	21.72	14.79	14.79	22.87	22.87	15.10	15.10	24.15	24.15
Promedio de Humedad (%)	14.49		21.72		14.79		22.87		15.10		24.15	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	%
01/04/2025	14.3	0	0.93	0	0	1.37	0	0	1.81	0	0
02/04/2025	14.3	24	1.89	0.038		1.79	0.044		2.09	0.050	
03/04/2025	14.3	48	2.83	0.095		3.19	0.079		3.69	0.090	
04/04/2025	14.3	72	3.65	0.089		4.03	0.101		4.50	0.113	
05/04/2025	14.3	96	4.09	0.102		4.50	0.113		5.00	0.125	
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.46	4.57	total	2.74

PENETRACIÓN				MOLDE N° 11				MOLDE N° A-2				MOLDE N° H3			
			CARGA	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
PENETRACIÓN mm.	PENETRACIÓN pulg.	TIEMPO	STAND. Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		60	22			35	15			18	9		
1.270	0.050	1'00"		100	40			67	27			34	15		
1.910	0.075	1'30"		148	59			87	39			44	19		
2.540	0.100	2'00"	1000	197	77	74.7	7.5	124	49	46.3	4.6	55	21	19.8	2.0
3.810	0.150	3'00"		288	112			172	67			58	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	378	145	147.4	9.8	221	86	87.6	5.9	83	28	27.0	1.8
6.350	0.250	5'00"		469	184			279	106			71	28		
7.620	0.300	6'00"		560	221			330	125			79	32		
10.160	0.400	8'00"		650	258			373	145			95	38		
12.700	0.500	10'00"		740	296			426	167			111	44		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

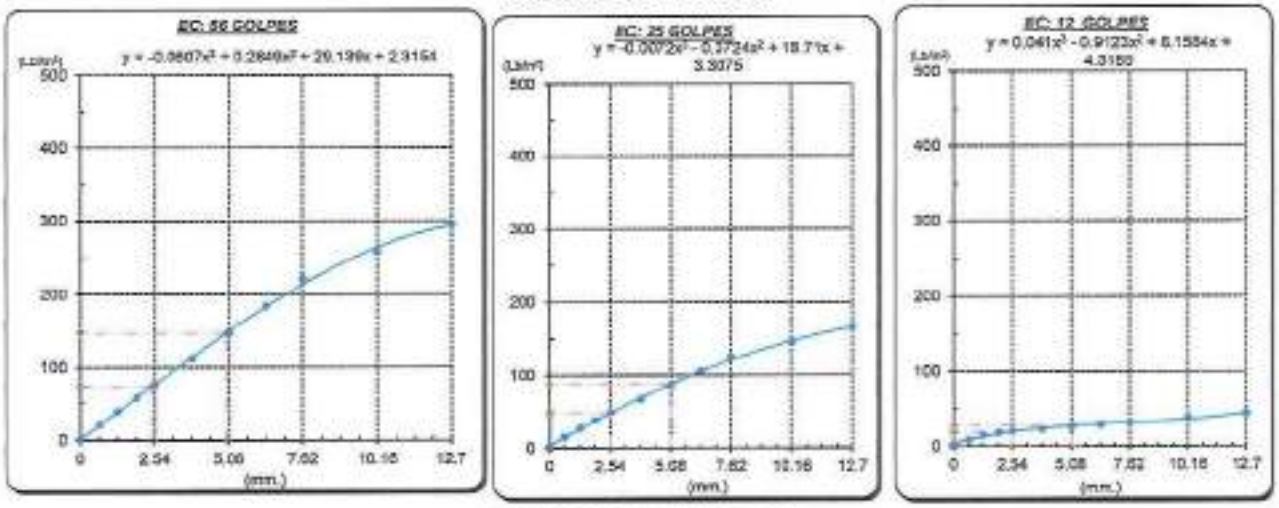


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5469	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.30 %		

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 %	10 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	7 %





Henry Rivadeneyra Obiaus
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-2 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	11				A-2				H3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11786		12093		11800		12030		11810		12056	
Peso de molde (g)	7671		7671		7903		7903		8134		8134	
Peso del suelo húmedo (g)	4115		4332		3897		4127		3676		3922	
Volumen del molde (cc)	2125		2129		2121		2121		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.936		2.035		2		2		1.736		1.853	
% de humedad	14.51		19.79		14.66		20.66		14.82		21.62	
Densidad seca (g/cc)	1.692		1.702		1.602		1.613		1.512		1.523	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	65.2	65.2	4332	4332	85.3	85.3	4127	4127	85.4	85.4	3922.0	3922.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	76.7	76.7	4118	4118	76.7	76.7	3897	3897	76.6	76.6	3676.0	3676.0
Peso del Agua (gr.)	8.5	8.5	214.0	214.0	8.5	8.5	230.0	230.0	8.8	8.8	246.0	246.1
Peso del tarro (gr.)	18.3	18.3	0	0	18.6	18.64	0	0	18.85	18.85	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	58.4	58.4	4049.5	4049.5	58.1	58.1	3835.5	3835.5	57.8	57.8	3821.2	3821.2
% de humedad	14.51	14.51	19.79	19.79	14.66	14.66	20.66	20.66	14.82	14.82	21.62	21.62
Promedio de Humedad (%)	14.51		19.79		14.66		20.66		14.82		21.62	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSION Pulg	EXPANSION %
01/04/2025	14.3	0	0.73	0	0	0.80	0	0	0.86	0	0
02/04/2025	14.3	24	1.99	0.048		2.19	0.054		2.40	0.060	
03/04/2025	14.3	48	2.83	0.073		3.48	0.087		4.05	0.101	
04/04/2025	14.3	72	4.06	0.100		4.60	0.113		5.00	0.125	
05/04/2025	14.3	96	4.69	0.116		5.24	0.131		5.89	0.147	
			4.87	total	2.52	4.57	total	2.67	4.57	total	3.22

PENETRACION

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Libs/ pulg2	Libs/ pulg2	%	Lect. Dial	Libs/ pulg2	Libs/ pulg2	%	Lect. Dial	Libs/ pulg2	Libs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			1	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		55	23			38	16			25	10		
1.270	0.050	1'00"		107	43			69	28			33	14		
1.910	0.075	1'30"		155	63			89	38			37	16		
2.540	0.100	2'00"	1000	212	83	68.8	6.9	128	50	46.7	4.6	43	18	18.5	1.9
3.810	0.150	3'00"		284	111			169	66			54	23		
5.080	0.200	4'00"	1500	355	139	132.6	8.8	210	82	80.4	5.6	64	26	27.0	1.8
6.350	0.250	5'00"		426	167			250	97			73	30		
7.620	0.300	6'00"		497	195			289	112			85	32		
10.160	0.400	8'00"		593	235			344	134			98	38		
12.700	0.500	10'00"		699	274			400	156			110	44		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

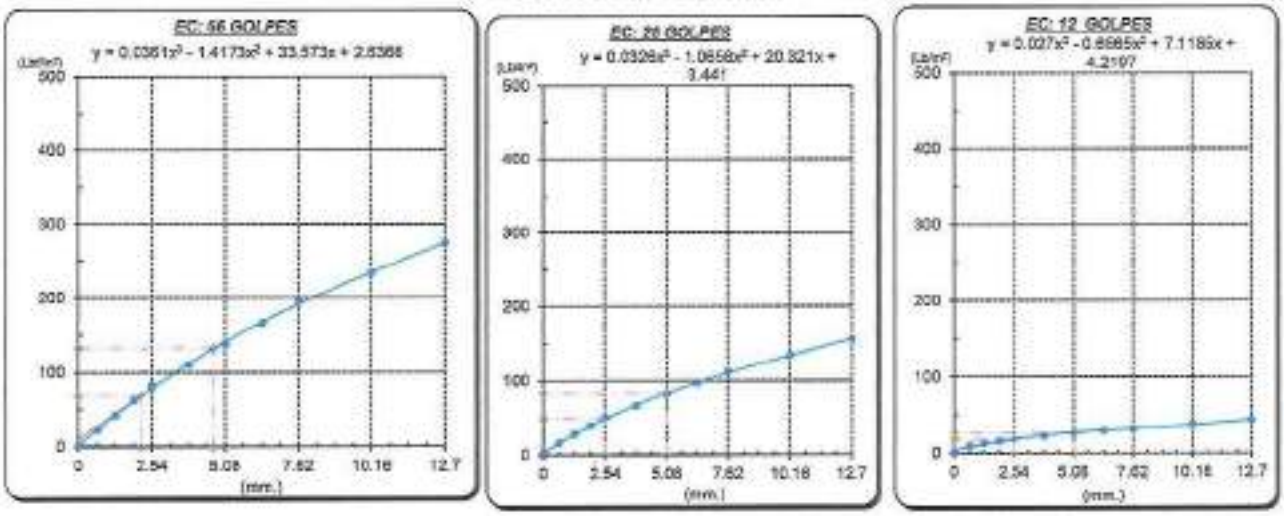


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

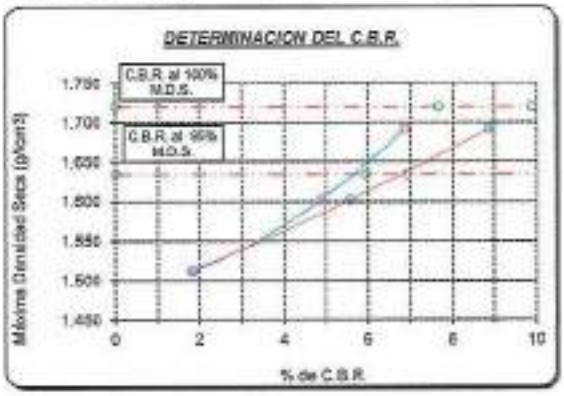
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5489	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.30 %		

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8	%	10	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	7	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABCRATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA C-3 ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	11				A-2				H3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12423		12676		12057		12323		11890		11969	
Peso de molde (g)	8305		8305		8198		8198		8091		8091	
Peso del suelo húmedo (g)	4118		4371		3859		4125		3799		3878	
Volumen del molde (cc)	2108		2108		2119		2119		2129		2139	
Densidad húmeda (g/cc)	1.954		2.074		2		2		1.850		1.822	
% de humedad	14.16		20.41		14.36		21.37		14.59		22.46	
Densidad seca (g/cc)	1.711		1.722		1.593		1.804		1.475		1.487	
HUMEDAD												
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	86.3	86.3	4371	4371	83.3	83.3	4124.5	4124.5	80.2	80.2	3878.0	3878.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	77.9	77.9	4118	4118	75.2	75.2	3868.5	3868.5	72.4	72.4	3599.0	3599.0
Peso del Agua (gr.)	8.4	8.4	253.0	253.0	8.1	8.1	255.5	255.5	7.8	7.8	279.0	279.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.7	18.725	0	0	18.86	18.86	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	59.3	59.3	4048.7	4048.7	56.4	56.4	3798.0	3798.0	53.5	53.5	3646.7	3646.7
% de humedad	14.16	14.16	20.41	20.41	14.36	14.36	21.37	21.37	14.59	14.59	22.46	22.46
Promedio de Humedad (%)	14.16		20.41		14.36		21.37		14.59		22.46	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSION	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
01/04/2025	14.3	0	0.72	0	0	0.83	0	0	0.88	0	0
02/04/2025	14.3	24	1.39	0.033		1.79	0.044		2.12	0.058	
03/04/2025	14.3	48	2.16	0.054		2.49	0.050		2.84	0.088	
04/04/2025	14.3	72	3.09	0.075		3.48	0.086		3.90	0.099	
05/04/2025	14.3	96	3.88	0.095		4.35	0.105		4.70	0.115	
			4.87	total	2.08	4.87	total	2.33	4.57	total	2.57

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 11				MOLDE N° A-2				MOLDE N° H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		3	2			5	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		54	28			39	17			14	8		
1.270	0.050	1'00"		63	33			61	21			18	9		
1.910	0.075	1'30"		72	37			69	23			23	10		
2.540	0.100	2'00"	1000	110	44	40.9	4.1	87	27	29.2	2.9	31	11	11.9	1.2
3.810	0.150	3'00"		168	65			101	40			36	15		
5.080	0.200	4'00"	1500	230	90	84.7	5.6	140	55	56.2	3.7	61	21	21.4	1.4
6.350	0.250	5'00"		304	116			188	72			88	27		
7.620	0.300	6'00"		368	144			234	87			86	32		
10.150	0.400	8'00"		518	203			314	122			118	44		
12.700	0.500	10'00"		638	281			401	157			143	58		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

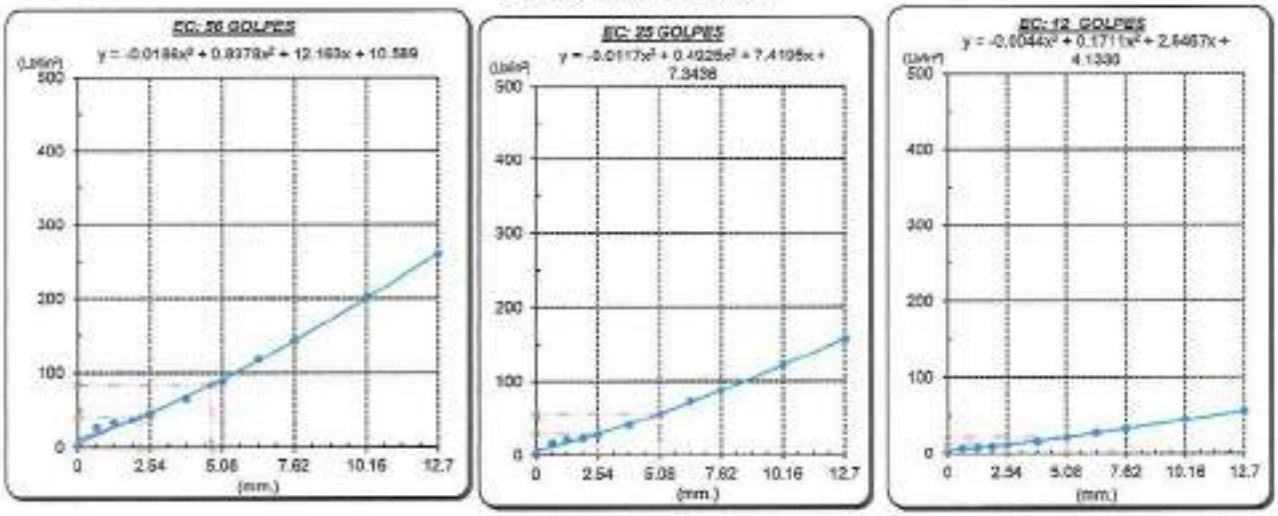


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

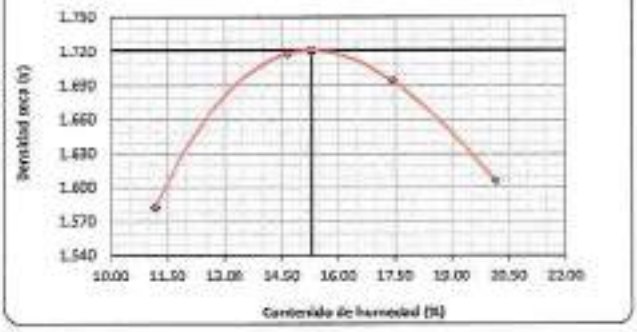
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5489
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.80 %	

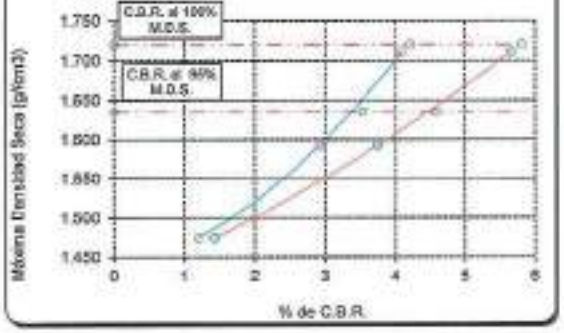
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-4 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	11				A-2				H3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12289		12487		11968		12192		11637		11897	
Peso de molde (g)	8152		8152		8126		8126		8000		8100	
Peso del suelo húmedo (g)	4147		4335		3842		4066		3637		3797	
Volumen del molde (cc)	2119		2119		2114		2114		2109		2109	
Densidad húmeda (g/cc)	1.957		2.046		2		2		1.677		1.800	
% de humedad	14.36		18.99		14.74		20.66		15.09		22.55	
Densidad seca (g/cc)	1.711		1.719		1.584		1.994		1.457		1.469	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	78.2	78.2	4335	4335	78.8	78.8	4099	4099	79.3	79.3	3797.0	3797.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	70.7	70.7	4147	4147	71.0	71.0	3842	3842	71.3	71.3	3637.0	3637.0
Peso del Agua (gr.)	7.5	7.5	188.0	188.0	7.7	7.7	234.0	234.0	8.0	8.0	260.0	260.0
Peso del tarro (gr.)	18.54	18.54	0	0	18.5	18.49	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	52.2	52.2	4077.2	4077.2	52.5	52.5	3782.1	3782.1	52.9	52.9	3486.2	3486.2
% de humedad	14.36	14.36	18.99	18.99	14.74	14.74	20.66	20.66	15.09	15.09	22.55	22.55
Promedio de Humedad (%)	14.36		18.99		14.74		20.66		15.09		22.55	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
01/04/2025	14.3	0	0.68	0	0	1.11	0	0	1.54	0	0
02/04/2025	14.3	24	1.14	0.029		2.02	0.051		2.89	0.073	
03/04/2025	14.3	48	1.64	0.066		3.13	0.079		3.89	0.092	
04/04/2025	14.3	72	3.99	0.098		4.49	0.112		4.89	0.123	
05/04/2025	14.3	96	4.49	0.113		4.87	0.124		5.44	0.136	
			4.87	total	2.45	4.87	total	2.72	4.57	total	2.98

PENETRACIÓN				PENETRACION											
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		42	16			28	13			16	8		
1.270	0.050	1'00"		99	39			65	27			32	14		
1.910	0.075	1'30"		164	64			106	42			47	20		
2.540	0.100	2'00"	1000	218	84	70.2	7.0	148	65	53.9	5.4	53	26	25.4	2.5
3.810	0.150	3'00"		304	118			197	77			88	36		
5.080	0.200	4'00"	1500	387	143	133.2	8.9	241	94	93.4	6.2	114	45	45.8	3.1
6.350	0.250	5'00"		419	164			279	109			139	55		
7.620	0.300	6'00"		469	184			317	123			168	65		
10.160	0.400	8'00"		569	225			383	150			197	77		
12.700	0.500	10'00"		681	267			460	179			228	89		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2026

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

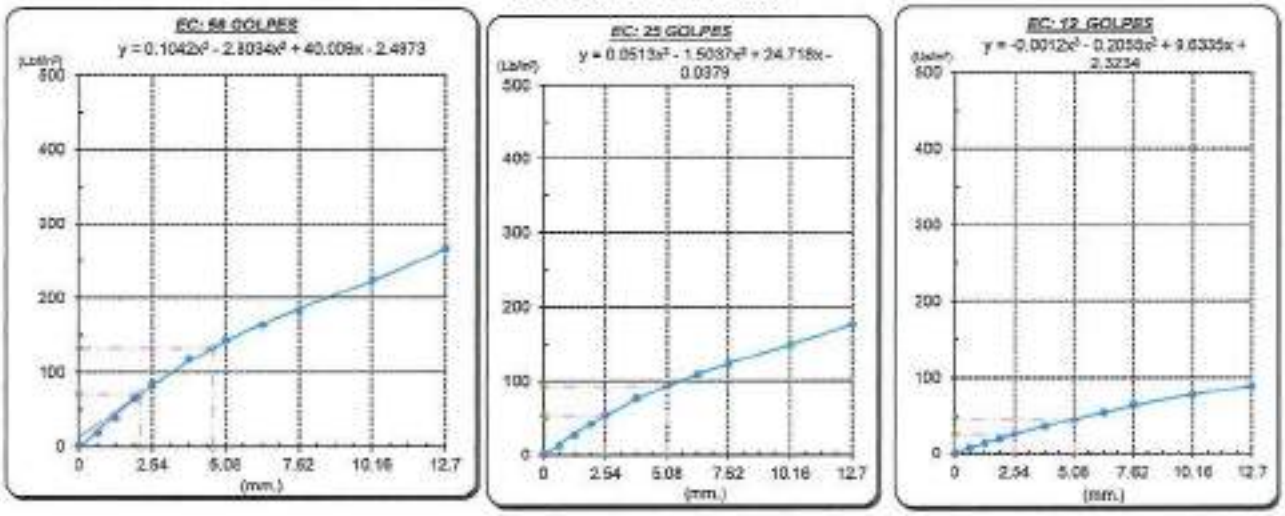


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5489
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.30 %	

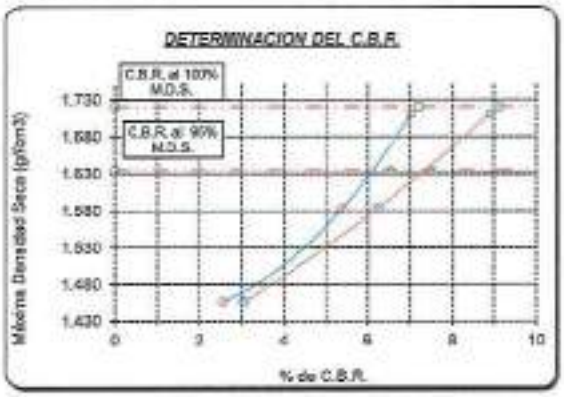
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7 %	9 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	8 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-5** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	11				A-2				H3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12500		12768		12402		12672		12909		12578	
Peso de molde (g)	8305		8305		8548		8548		8790		8790	
Peso del suelo húmedo (g)	4195		4463		3854		4125		3513		3788	
Volumen del molde (cc)	2124		2124		2116		2116		2208		2108	
Densidad húmeda (g/cc)	1.975		2.101		2		2		1.667		1.796	
% de humedad	15.07		21.57		15.47		22.60		15.89		23.77	
Densidad seca (g/cc)	1.716		1.728		1.577		1.590		1.438		1.451	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	78.9	78.9	4483	4483	78.2	78.2	4124.5	4124.5	77.6	77.6	3786.0	3786.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	71.0	71.0	4195	4195	70.2	70.2	3854	3854	69.4	69.4	3513.0	3513.0
Peso del Agua (gr.)	7.9	7.9	288.0	288.0	8.0	8.0	270.5	270.5	8.1	8.1	273.0	273.0
Peso del tarro (gr.)	18.68	18.68	0	0	18.5	18.5	0	0	16.42	16.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	52.4	52.4	4124.2	4124.2	51.7	51.7	3794.2	3794.2	51.0	51.0	3463.2	3463.2
% de humedad	15.07	15.07	21.57	21.57	15.47	15.47	22.60	22.60	15.89	15.89	23.77	23.77
Promedio de Humedad (%)	15.07		21.57		15.47		22.60		15.89		23.77	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
01/04/2025	14.3	0	1.00	0	0	1.27	0	0	1.54	0	0
02/04/2025	14.3	24	2.50	0.063		3.02	0.075		3.52	0.068	
03/04/2025	14.3	48	3.88	0.092		3.98	0.100		4.30	0.108	
04/04/2025	14.3	72	4.80	0.120		5.30	0.133		5.80	0.143	
05/04/2025	14.3	96	5.60	0.140		6.30	0.158		7.00	0.175	
			4.57	total	3.07	4.57	total	3.45	4.57	total	3.83

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 11				MOLDE N° A-2				MOLDE N° H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		60	25			48	20			32	14		
1.270	0.050	1'00"		117	48			89	36			61	25		
1.910	0.075	1'30"		175	66			132	52			89	36		
2.540	0.100	2'00"	1000	332	90	72.7	7.3	176	68	66.8	6.6	118	47	45.9	4.6
3.810	0.150	3'00"		354	118			235	91			168	66		
5.080	0.200	4'00"	1500	377	147	140.3	9.4	299	115	117.2	7.8	213	83	84.2	5.6
6.350	0.250	5'00"		449	178			355	138			260	101		
7.620	0.300	6'00"		522	206			415	162			307	120		
10.160	0.400	8'00"		620	246			494	194			367	143		
12.700	0.500	10'00"		717	286			573	226			427	167		

Henry Rivadeneyra Ohlius
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

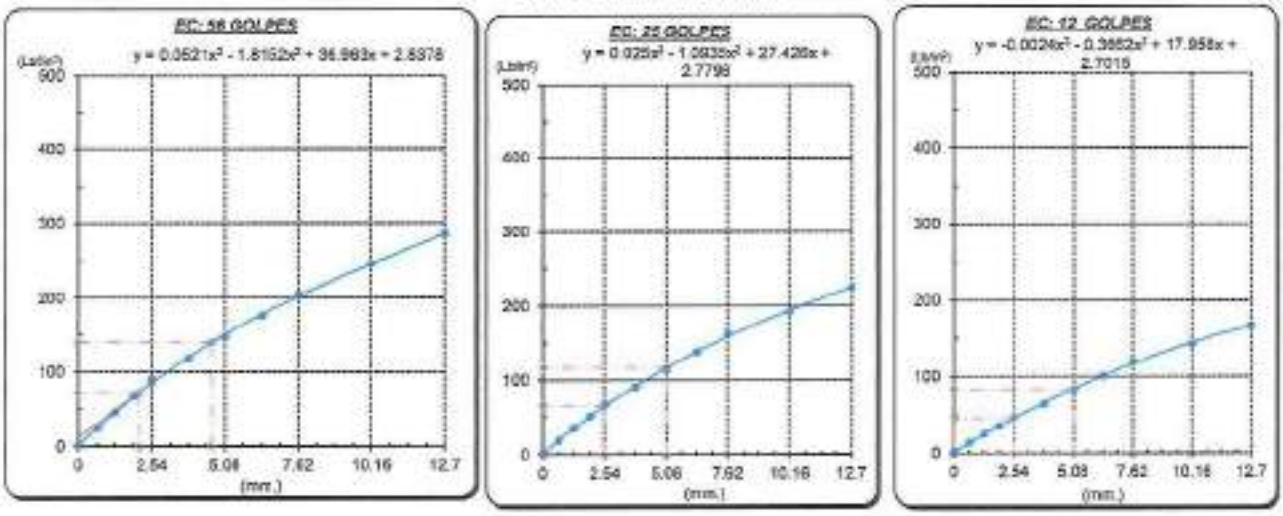


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

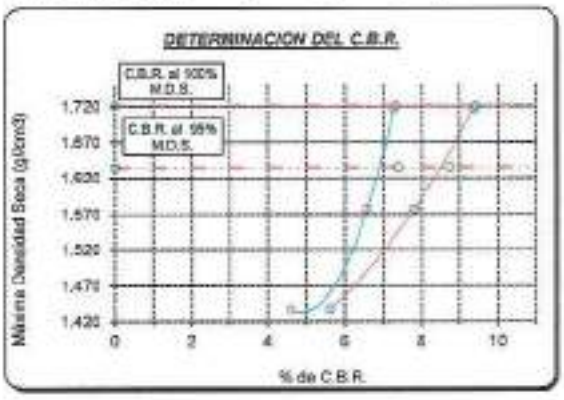
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5489
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.50 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7	%	9	%





Henry Riveros Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

CALICATA : **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA : **M-6** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	11				A-2				H3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12324		12570		12084		12291		11763		12012	
Peso de molde (g)	8140		8140		8164		8164		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	4184		4430		3920		4128		3576		3825	
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2111		2111		2105		2105	
Densidad húmeda (g/cc)	1.976		2.093		2		2		1.708		1.817	
% de humedad	15.33		21.31		15.57		21.78		15.81		22.28	
Densidad seca (g/cc)	1.714		1.725		1.594		1.606		1.475		1.486	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	77.2	77.2	4430	4430	77.8	77.8	4127.5	4127.5	78.4	78.4	3825.0	3825.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	69.5	69.5	4184	4184	69.8	69.8	3890	3890	70.2	70.2	3596.0	3596.0
Peso del Agua (gr.)	7.8	7.8	246.0	246.0	8.0	8.0	237.5	237.5	8.2	8.2	229.0	229.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.7	18.65	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	50.6	50.6	4113.5	4113.5	51.2	51.2	3828.9	3828.9	51.8	51.8	3543.7	3543.7
% de humedad	15.33	15.33	21.31	21.31	15.57	15.57	21.78	21.78	15.81	15.81	22.28	22.28
Promedio de Humedad (%)	15.33		21.31		15.57		21.78		15.81		22.28	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %	DIAL	EXPANSIÓN Pulg	EXPANSIÓN %
01/04/2025	14.3	0	0.78	0	0	0.82	0	0	0.87	0	0
02/04/2025	14.3	24	1.80	0.039		1.68	0.041		1.86	0.045	
03/04/2025	14.3	48	2.00	0.050		2.13	0.053		2.28	0.057	
04/04/2025	14.3	72	2.80	0.073		2.32	0.064		3.80	0.095	
05/04/2025	14.3	96	3.80	0.095		4.08	0.101		4.20	0.108	
			4.57	total	2.09	4.97	total	2.22	4.97	total	2.35

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		75	29			43	18			18	8		
1.270	0.050	1'00"		98	38			84	28			38	17		
1.910	0.075	1'30"		103	40			82	33			83	28		
2.540	0.100	2'00"	1000	120	47	46.5	4.4	103	40	41.6	4.2	83	33	32.8	3.3
3.810	0.150	3'00"		183	72			149	58			117	46		
5.080	0.200	4'00"	1500	230	97	92.2	6.1	196	76	77.1	5.1	141	56	56.1	3.7
6.350	0.250	5'00"		328	129			248	96			181	63		
7.620	0.300	6'00"		400	156			290	113			180	70		
10.160	0.400	8'00"		563	221			390	152			219	85		
12.700	0.500	10'00"		731	288			487	191			256	100		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

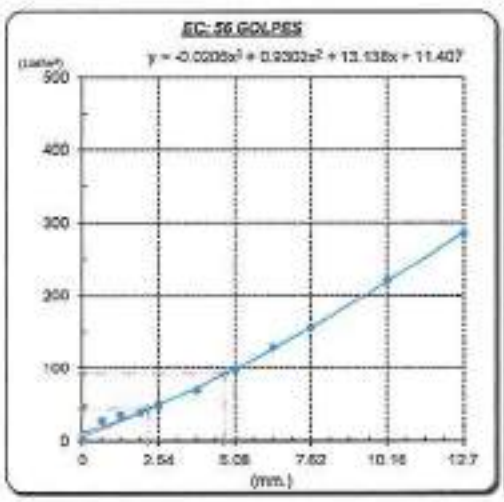
TÉCNICO DE LABORATORIO

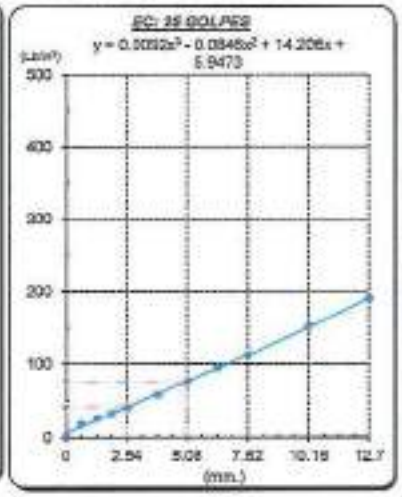
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN





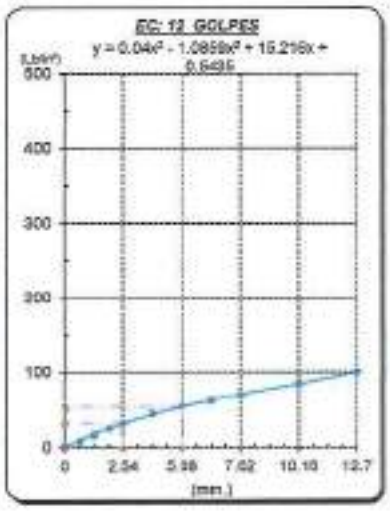


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5484	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.30 %		

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	4	%	6	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	6	%

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C-3** ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO
MUESTRA **M-7** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	11				A-2				H3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12122		12480		11984		12334		11846		12187	
Peso de molde (g)	7992		7992		8096		8096		8140		8140	
Peso del suelo húmedo (g)	4130		4488		3918		4288		3706		4047	
Volumen del molde (cc)	2116		2116		2114		2114		2112		2112	
Densidad húmeda (g/cc)	1.952		2.121		2		2		1.755		1.916	
% de humedad	14.43		23.25		14.56		23.64		14.72		24.07	
Densidad seca (g/cc)	1.706		1.721		1.618		1.693		1.530		1.544	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	70.6	70.6	4488	4488	69.9	69.9	4287.5	4287.5	69.2	69.2	4047.0	4047.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	64.0	64.0	4130	4130	63.4	63.4	3918	3918	62.7	62.7	3706.0	3706.0
Peso del Agua (gr.)	6.6	6.6	358.0	358.0	6.5	6.5	349.5	349.5	6.5	6.5	341.0	341.0
Peso del tarro (gr.)	18.64	18.64	0	0	18.6	18.48	0	0	19.42	19.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	45.5	45.5	4060.7	4060.7	44.9	44.9	3855.6	3855.6	44.3	44.3	3850.2	3850.2
% de humedad	14.43	14.43	23.25	23.25	14.56	14.56	23.64	23.64	14.72	14.72	24.07	24.07
Promedio de Humedad (%)	14.43		23.25		14.56		23.64		14.72		24.07	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
08/04/2025	14.3	0	0.58	0	0	3.83	0	0	1.07	0	0
09/04/2025	14.3	24	1.97	0.049		2.36	0.059		2.73	0.066	
10/04/2025	14.3	48	2.93	0.090		3.83	0.098		4.35	0.105	
11/04/2025	14.3	72	4.09	0.113		5.26	0.131		5.99	0.150	
12/04/2025	14.3	96	5.28	0.133		5.98	0.141		6.69	0.150	
			4.57	total	2.90	4.57	total	3.08	4.57	total	3.26

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		50	23			39	17			22	11		
1.270	0.050	1'00"		112	44			78	32			44	19		
1.910	0.075	1'30"		146	57			102	40			57	24		
2.540	0.100	2'00"	1000	190	74	51.7	5.2	113	52	52.0	5.2	79	30	30.2	3.0
3.810	0.150	3'00"		258	101			180	70			101	40		
5.080	0.200	4'00"	1500	325	127	119.9	8.0	227	88	90.5	6.0	128	50	51.6	3.4
6.350	0.250	5'00"		402	158			281	109			158	62		
7.620	0.300	6'00"		470	184			328	128			185	72		
10.160	0.400	8'00"		571	226			399	155			224	87		
12.700	0.500	10'00"		738	291			507	199			286	111		

Henry Rivadeneyra Ollitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

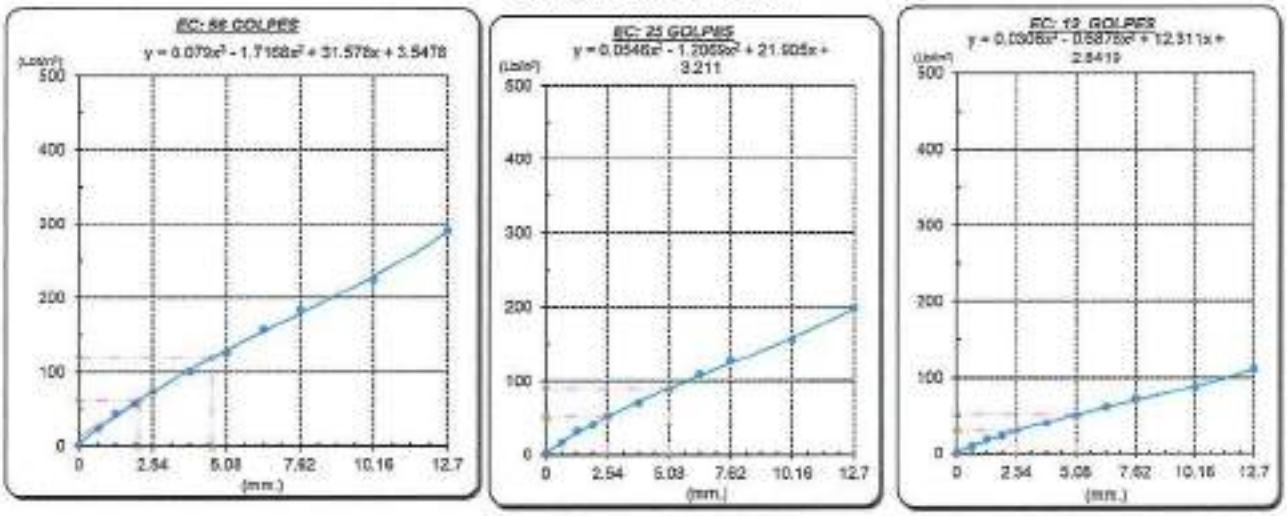


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

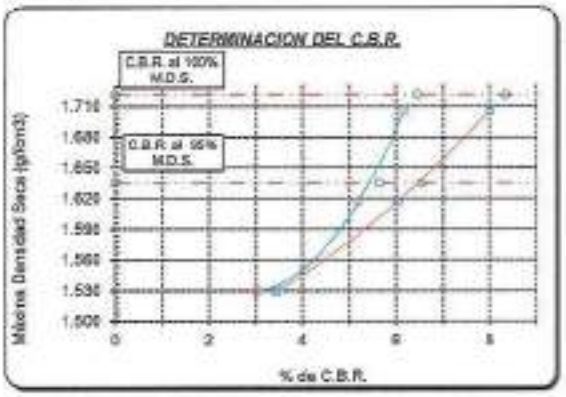
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g./cm³	1.5489
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.30 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	7 %





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-3** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	11				A-2				H3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	11842		12016		11598		12109		11953		12202	
Peso de molde (g)	7903		7903		8045		8045		8187		8187	
Peso del suelo húmedo (g)	3939		4113		3553		4064		3766		4015	
Volumen del molde (cc)	2005		2005		2056		2056		2105		2105	
Densidad húmeda (g/cc)	1.965		2.051		2		2		1.789		1.907	
% de humedad	14.87		19.36		15.04		20.62		16.24		21.95	
Densidad seca (g/cc)	1.710		1.719		1.630		1.640		1.552		1.564	
HUMEDAD												
Tarro N°	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	76.2	76.2	4113	4113	72.4	72.4	4064	4064	68.5	68.5	4015.0	4015.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.8	66.8	3939	3939	66.3	66.3	3852.5	3852.5	61.9	61.9	3766.0	3766.0
Peso del Agua (gr.)	7.4	7.4	174.0	174.0	7.0	7.0	211.5	211.5	6.6	6.6	249.0	249.0
Peso del tarro (gr.)	18.88	18.88	0	0	18.7	18.66	0	0	18.44	18.44	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	49.9	49.9	3872.8	3872.8	46.7	46.7	3790.7	3790.7	43.4	43.4	3708.4	3708.4
% de humedad	14.87	14.87	19.36	19.36	15.04	15.04	20.62	20.62	15.24	15.24	21.95	21.95
Promedio de Humedad (%)	14.87		19.36		15.04		20.62		16.24		21.95	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
06/04/2025	14.3	0	0.54	0	0	1.08	0	0	1.84	0	0
08/04/2025	14.3	24	1.74	0.044		2.22	0.056		2.90	0.073	
10/04/2025	14.3	48	2.33	0.056		2.92	0.073		3.60	0.068	
11/04/2025	14.3	72	3.26	0.084		3.68	0.098		4.32	0.108	
12/04/2025	14.3	96	4.06	0.120		4.68	0.114		5.16	0.123	
			4.57	total	2.18	4.97	total	2.50	4.97	total	2.82

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 11				MOLDE N° A-2				MOLDE N° H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'30"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		39	17			28	13			15	8		
1.270	0.050	1'30"		89	39			58	27			31	14		
1.910	0.075	1'30"		144	64			105	42			47	20		
2.540	0.100	2'30"	1000	215	84	70.4	7.0	138	56	53.8	5.4	63	26	25.3	2.5
3.810	0.150	3'30"		304	118			197	77			89	36		
5.080	0.200	4'30"	1500	387	143	133.5	8.9	243	94	93.7	6.2	116	46	46.3	3.1
6.350	0.250	5'30"		419	164			281	109			142	56		
7.620	0.300	6'30"		468	184			319	124			169	68		
10.160	0.400	8'30"		569	226			389	152			206	81		
12.700	0.500	10'00"		671	267			460	180			246	97		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO – LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

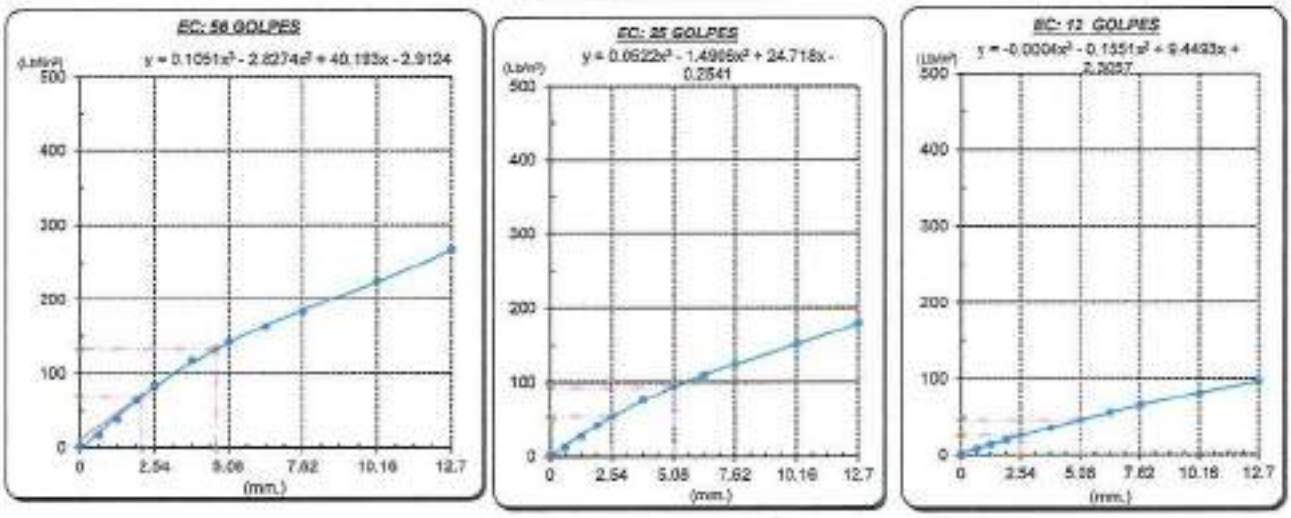


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

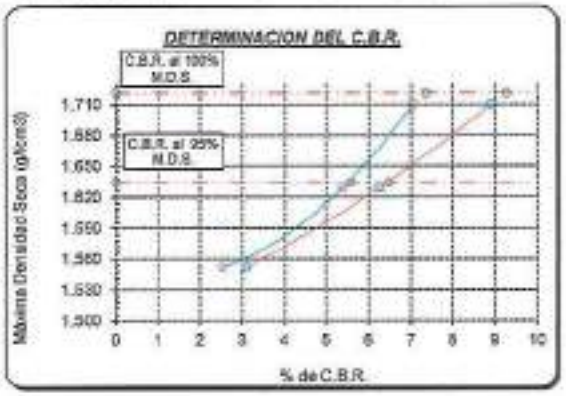
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5469
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.30 %	

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7	%	9	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6	%	8	%





Henry Riveros Obiñus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

CALICATA C-3 **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA M-9 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
N° Molde	11				A-2				H3			
N° Capa	5				5				5			
N° Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12035		12227		11806		12039		11578		11851	
Peso de molde (g)	7895		7885		7857		7857		7828		7828	
Peso del suelo húmedo (g)	4130		4342		3949		4183		3748		4023	
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2121		2121		2125		2128	
Densidad húmeda (g/cc)	1.950		2.051		2		2		1.764		1.890	
% de humedad	14.63		19.33		14.88		20.89		15.13		22.58	
Densidad seca (g/cc)	1.719		1.719		1.621		1.691		1.532		1.544	
HUMEDAD												
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.1	68.1	4342	4342	68.8	68.8	4182.5	4182.5	69.4	69.4	4023.0	4023.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	61.8	61.8	4150	4150	62.2	62.2	3949	3949	62.7	62.7	3748.0	3748.0
Peso del Agua (gr.)	6.3	6.3	192.0	192.0	6.6	6.6	233.5	233.5	6.7	6.7	275.0	275.0
Peso del tarro (gr.)	18.57	18.57	0	0	18.5	18.495	0	0	18.42	18.42	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	43.2	43.2	4060.2	4060.2	43.7	43.7	3686.0	3686.0	44.3	44.3	3691.4	3691.4
% de humedad	14.63	14.63	19.33	19.33	14.88	14.88	20.89	20.89	15.13	15.13	22.58	22.58
Promedio de Humedad (%)	14.63		19.33		14.88		20.89		15.13		22.58	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
08/04/2026	14.3	0	1.10	0	0	1.40	0	0	1.70	0	0
09/04/2026	14.3	24	2.80	0.070		3.20	0.065		3.80	0.095	
10/04/2026	14.3	48	3.40	0.085		3.85	0.096		4.30	0.108	
11/04/2026	14.3	72	4.00	0.100		4.70	0.118		5.40	0.135	
12/04/2026	14.3	96	4.80	0.120		5.30	0.138		6.20	0.155	
			4.87	total	2.53	4.87	total	3.01	4.87	total	3.39

PENETRACIÓN				PENETRACIÓN											
				MOLDE N° 11				MOLDE N° A-2				MOLDE N° H3			
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'30"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		72	30			47	20			31	10		
1.270	0.050	1'00"		94	38			59	24			33	11		
1.910	0.075	1'30"		104	41			68	27			38	12		
2.540	0.100	2'30"	1200	135	49	46.2	4.6	78	32	33.6	3.4	51	14	14.8	1.5
3.810	0.150	3'30"		187	73			117	46			47	20		
5.080	0.200	4'30"	1900	260	101	95.9	6.4	163	64	65.0	4.3	68	27	27.2	1.8
6.350	0.250	5'00"		343	134			215	84			86	35		
7.620	0.300	6'00"		418	163			260	101			104	41		
10.160	0.400	8'00"		593	230			364	142			148	57		
12.700	0.500	10'00"		764	297			466	182			186	73		

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓ : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

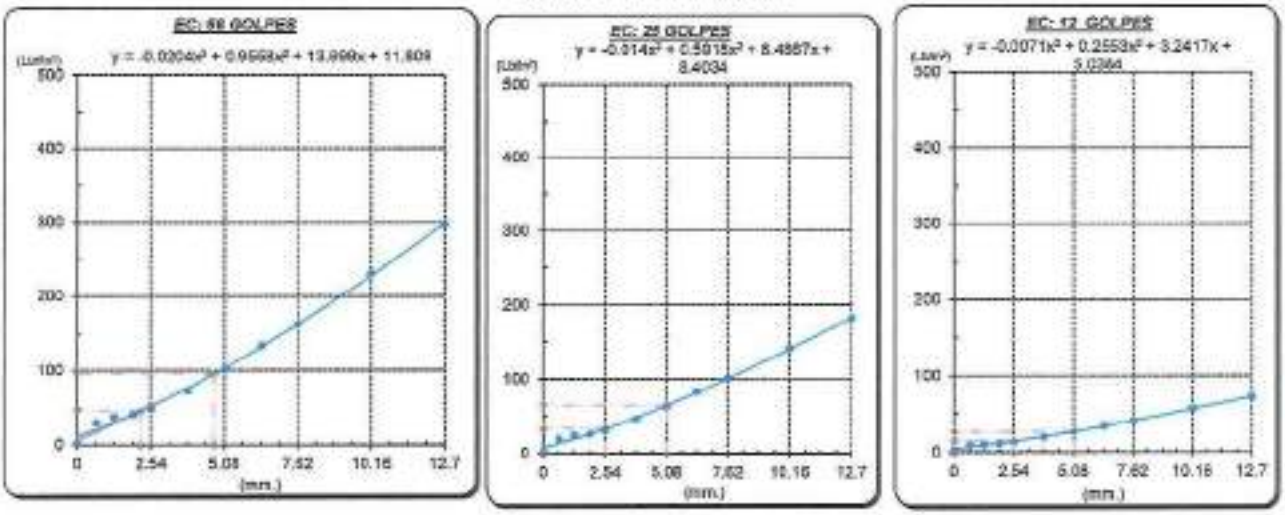


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

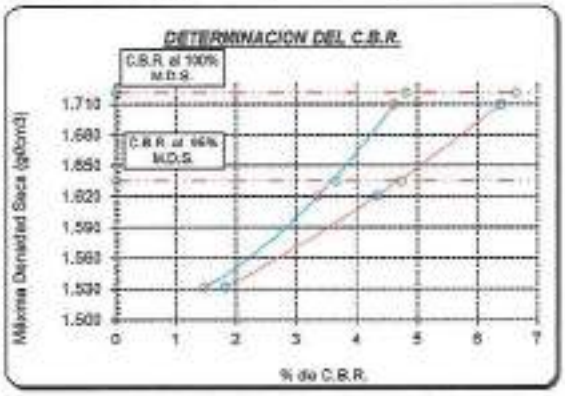
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g/cm³		
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g/cm³	1.5469	
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.30 %		

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5	%	7	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4	%	6	%





Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

CALICATA **C-3** **ADICIÓN DEL 15% DE CCA Y 1.2 DE CAUCHO GRANULADO**
MUESTRA **M-10** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	11				A-2				H3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12398		12600		12198		12438		11999		12276	
Peso de molde (g)	8190		8190		8248		8248		8305		8305	
Peso del suelo húmedo (g)	4208		4410		3950		4191		3694		3971	
Volumen del molde (cc)	2133		2133		2125		2129		2117		2117	
Densidad húmeda (g/cc)	1.972		2.068		3		3		1.745		1.876	
% de humedad	14.93		19.86		15.19		21.37		15.44		23.05	
Densidad seca (g/cc)	1.716		1.725		1.614		1.635		1.512		1.524	
HUMEDAD												
Tarro Nº	-				-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	73.1	73.1	4410	4410	73.5	73.5	4190.5	4190.5	73.9	73.9	3971.0	3971.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	66.0	66.0	4206	4206	66.3	66.3	3950	3950	66.6	66.6	3694.0	3694.0
Peso del Agua (gr.)	7.1	7.1	204.0	204.0	7.2	7.2	240.5	240.5	7.4	7.4	277.0	277.0
Peso del tarro (gr.)	18.44	18.44	0	0	18.5	18.51	0	0	18.58	18.58	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	47.6	47.6	4138.1	4138.1	47.7	47.7	3887.3	3887.3	47.9	47.9	3639.0	3639.0
% de humedad	14.93	14.93	19.86	19.86	15.19	15.19	21.37	21.37	15.44	15.44	23.05	23.05
Promedio de Humedad (%)	14.93		19.86		15.19		21.37		15.44		23.05	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
08/04/2025	14.3	0	0.60	0	0	1.00	0	0	1.40	0	0
09/04/2025	14.3	24	1.18	0.029		1.82	0.041		3.19	0.069	
10/04/2025	14.3	48	2.00	0.090		3.93	0.098		4.26	0.107	
11/04/2025	14.3	72	4.83	0.121		5.19	0.130		5.00	0.139	
12/04/2025	14.3	96	5.50	0.135		5.56	0.139		6.15	0.154	
			4.57	total	2.74	4.57	total	3.05	4.57	total	3.37

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº H3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		55	23			26	16			19	8		
1.270	0.050	1'00"		112	44			71	29			29	13		
1.910	0.075	1'30"		148	57			92	37			38	17		
2.540	0.100	2'00"	1000	190	74	81.7	8.2	120	47	47.1	4.7	48	21	20.7	2.1
3.810	0.150	3'00"		258	101			163	64			67	27		
5.080	0.200	4'00"	1500	326	127	119.9	8.0	205	80	81.9	5.5	84	34	34.7	2.3
6.350	0.250	5'00"		403	158			254	99			104	41		
7.620	0.300	6'00"		470	184			296	116			122	48		
10.160	0.400	8'00"		571	226			360	140			148	58		
12.700	0.500	10'00"		736	291			459	180			188	74		

Henry Rivadeneyra Ollinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESISTA : TELLO DELGADO CECILIA DEL PILAR
ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE ADICIONANDO CAUCHO GRANULADO Y CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISI : Mayo del 2025

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

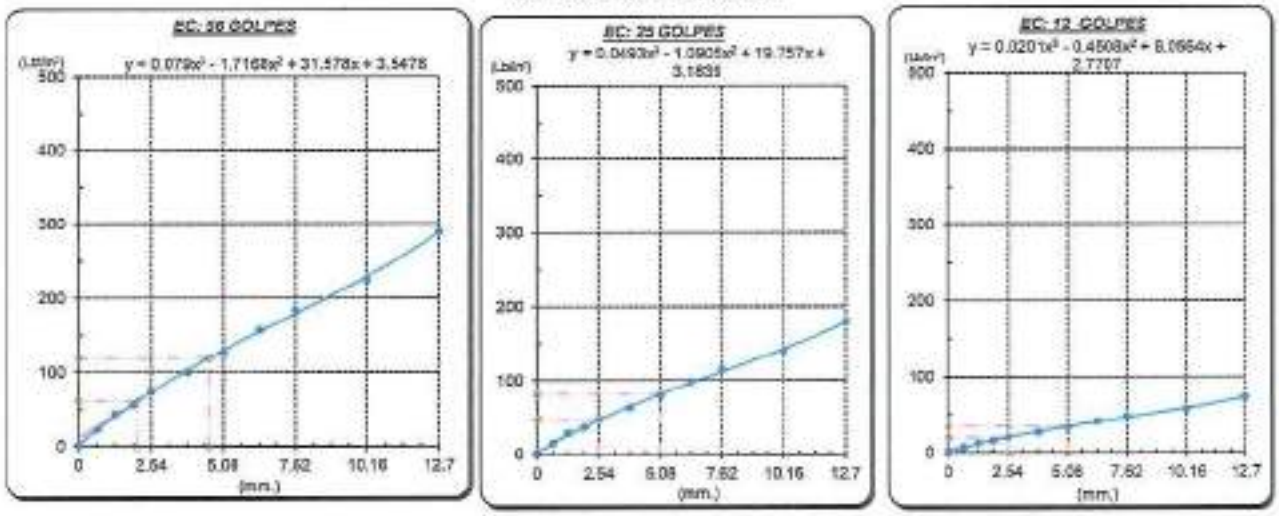


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.721 g./cm³	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.635 g./cm³	1.5489
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.00 %	

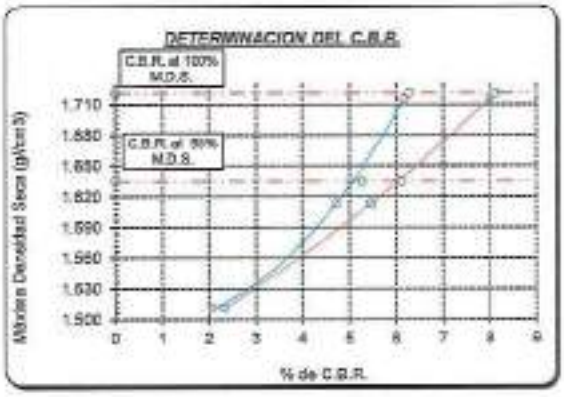
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5 %	6 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

CONFORMIDAD DE ASESOR

SEMINARIO DE TESIS II

Chiclayo, 20 de mayo de 2025.

Señores

ING. LOPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN
ING. CACHAY LAZO CESAR EDUARDO
Escuela Profesional de Ingeniería Civil-USAT
Presente.

Le expreso mi saludo y en mi condición de asesor doy mi **CONFORMIDAD** a la tesis titulada: **Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando caucho granulado y cenizas de cáscara de arroz**

Presentado por la estudiante **Tello. Delgado, Cecilia Del Pilar.**

de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, de esta manera se cumple con uno de los requisitos para su pase a sustentación del informe de tesis de acuerdo al art.32 de reglamento de elaboración y sustentación del trabajo de investigación para optar el título profesional.

Atentamente.



Ing. Juan Merino Roncero
Docente Asesor