

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja  
capacidad de soporte, 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Diana Carolina Sanchez Santisteban**

**ASESOR**

**Angel Alberto Lorren Palomino**

<https://orcid.org/0000-0002-6432-3453>

**Chiclayo, 2024**

**Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja  
capacidad de soporte, 2023**

PRESENTADA POR

**Diana Carolina Sanchez Santisteban**

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

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Lucas Ludeña Gutierrez  
PRESIDENTE

Juan Merino Roncero  
SECRETARIO

Angel Alberto Lorren Palomino  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por las bendiciones que me otorga cada día. A mis padres por su apoyo incondicional y paciencia, el cual han sido la guía y el camino para poder llegar al final de mi carrera.

A mis hermanos por su apoyo moral permanente, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.

A mis abuelos, los que me impulsaron a seguir adelante para hacer realidad los objetivos trazados, quienes me dieron sus infaltables consejos. A toda mi familia porque con sus oraciones y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

## **Agradecimientos**

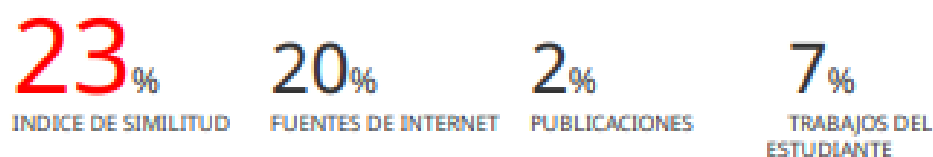
Primeramente, doy gracias a DIOS, por bendecir mi vida y por permitirme culminar mi carrera universitaria, a mis padres por su gran apoyo incondicional.

Mi profundo agradecimiento a los docentes que han sido parte de este proceso integral de formación, que perdurará dentro de mis conocimientos y desarrollo de la carrera, gracias por su excelente calidad tanto profesional como humana, que generaron en mí grandes expectativas de la ingeniería civil.

Finalmente agradezco a mi asesor, Angel Alberto Lorren Palomino, quien con su paciencia, comprensión y apoyo permanente contribuyó para llegar al final de este trabajo de investigación.

## Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte, 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Ajou University Graduate School Trabajo del estudiante	3%
4	journalingeniar.org Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
9	issuu.com Fuente de Internet	

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>13</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>18</b>
Antecedentes del problema .....	18
Bases teóricas científicas.....	20
<b>Tipos de Estabilización: .....</b>	<b>22</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>28</b>
Tipo y nivel de investigación .....	28
Diseño de investigación .....	29
Población, muestra, muestreo .....	29
Población.....	29
Muestra.....	31
Criterios de selección .....	33
Operacionalización de variables .....	33
Variable independiente.....	33
Variable dependiente.....	33
Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
Técnicas.....	34
Instrumentos.....	35
Procedimientos.....	36
Matriz de consistencia.....	38
Consideraciones éticas .....	39
<b>Resultados .....</b>	<b>40</b>
Mecánica de suelos .....	40

Ubicación de calicatas .....	40
Muestras convencionales .....	41
Ensayos químicos.....	45
Estabilización convencional Muestras convencionales .....	48
Límites de Atterberg experimental.....	51
Estabilización experimental .....	53
Muestras modificadas (1 <sup>era</sup> ad.: 15% de arena de mar) .....	54
Muestras modificadas (2da ad.: 20% de arena de mar) .....	55
Muestras modificadas (3era ad.: 25% de arena de mar) .....	55
Influencia técnica .....	60
Influencia económica .....	60
Rentabilidad .....	65
Respuesta estructural.....	65
Tramo de prueba .....	66
<b>Discusión .....</b>	<b>67</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>69</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>70</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>74</b>

## Lista de tablas

Tabla 1: Clasificación de suelos según SUCS.....	23
Tabla 2: Granulometría de arenas de playas de Manabi. ....	24
Tabla 3: Caracterización de arenas de playas de Manabi.....	24
Tabla 4: Análisis de densidades de la arena de Cancún (2005). ....	26
Tabla 5: Límites de cloruros, sulfatos y sales en suelos.....	27
Tabla 6: Adiciones según % de arena de mar. ....	29
Tabla 7: Población para estabilización.....	30
Tabla 8: Población para ensayos químicos.....	30
Tabla 9: Muestreo para proctor modificado. ....	31
Tabla 10: Muestreo para CBR.....	31
Tabla 11: Muestreo para sales en arena de mar y suelo. ....	32
Tabla 12: Muestreo para sulfatos en arena de mar y suelo. ....	32
Tabla 13: Muestreo para cloruros en arena de mar y suelo.....	32
Tabla 14: Operacionalización de variables. ....	34
Tabla 15: Matriz de consistencia.....	39
Tabla 16: Características físicas calicata 1.....	41
Tabla 17: Características físicas calicata 2.....	42
Tabla 18: Características físicas calicata 3.....	43
Tabla 19: Caracterización de la arena de mar. ....	44
Tabla 20: Resultados de ensayos químicos de la arena de mar.....	45
Tabla 21: Tabla 301.D-01. Características del NaCl (EG 2013).....	47
Tabla 22: Proctor modificado convencional. ....	49
Tabla 23: CBR convencional. ....	50
Tabla 24: Límites de Atterberg experimental.....	51
Tabla 25: Clasificación SUCS experimental.....	53

Tabla 26: Proctor modificado experimental.....	54
Tabla 27: CBR (95%) experimental.....	57
Tabla 28: Sales, cloruros y sulfatos en suelos bajo 3era ad. ....	59
Tabla 29: Costos de estabilización convencional y experimental.....	64
Tabla 30: Rentabilidad experimental (3era ad.).....	65

## Lista de gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Caracterización calicata 1 .....	41
<b>Gráfico 2:</b> Caracterización calicata 2 .....	42
<b>Gráfico 3:</b> Caracterización calicata 3 .....	43
<b>Gráfico 4:</b> Caracterización arena de mar.....	44
<b>Gráfico 5:</b> Sales, sulfatos y cloruros en arena de mar .....	46
<b>Gráfico 6:</b> Densidades máximas secas convencionales.....	49
<b>Gráfico 7:</b> Óptimos contenidos de humedad convencionales .....	50
<b>Gráfico 8:</b> CBR convencionales.....	50
<b>Gráfico 9:</b> Límites líquidos experimentales .....	51
<b>Gráfico 10:</b> Límites plásticos experimentales .....	52
<b>Gráfico 11:</b> Índices de plasticidad experimentales.....	52
<b>Gráfico 12:</b> Densidades máximas secas experimentales .....	56
<b>Gráfico 13:</b> Óptimos contenidos de humedad experimentales.....	57
<b>Gráfico 14:</b> Tendencia probabilística de densidades máximas secas experimentales.....	58
<b>Gráfico 15:</b> Tendencia probabilística de óptimos contenidos de humedad experimentales ...	59

## Lista de figuras

Figura 1: Muestra de la zona seca, estación E1.....	25
Figura 2: Muestra de la zona húmeda, estación E2.....	25
Figura 3: Localización de calicatas.....	40
Figura 4: Calicata 1.....	76
Figura 5: Calicata 2.....	76
Figura 6: Calicata 3.....	77
Figura 7: Extracción de muestras de suelo.....	77
Figura 8: Muestras de suelo convencional.....	78
Figura 9: Muestras saturadas convencionales.....	78
Figura 10: Realización del ensayo límite de Atterberg.....	79
Figura 11: Copa Casagrande con la muestra.....	79
Figura 12: Pesos secos de muestras para límite líquido - límite plástico.....	80
Figura 13: Muestras secas para humedad.....	80
Figura 14: Tamizado por granulometría.....	81
Figura 15: Ensayo de gravedad específica.....	81
Figura 16: Medición de diámetro de briqueta.....	82
Figura 17: Realización del ensayo de Proctor.....	82
Figura 18: Moldes de CBR en agua.....	83
Figura 19: Mezclando muestra natural+arena de mar para CBR.....	83
Figura 20: Realización del ensayo Densidad de campo.....	84
Figura 21: Compactación por capas del suelo natural + arena de mar.....	84

## Resumen

Los suelos de Chiclayo son variables, la mayoría de ellos son suelos con capacidades de soporte bajos, por lo que nació el propósito de evaluar la influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas. La metodología fue experimental, cuantitativa, descriptiva y aplicada. La finalidad del estudio fue estabilizar el suelo utilizando arena de mar, con el fin de mejorar propiedades físico – mecánicas de una subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte. Para ello, se tomaron muestras convencionales y modificadas con tres adiciones de arena de mar en proporciones 0.15%, 0.20% y 0.25%. Se sabe bien que si la capacidad de soporte de un suelo (CBR) supera el 6%, no es necesario estabilizarlo o mejorarlo, y según los resultados determinados, el CBR promedio convencional fue de 3.94%, mientras que para las experimentales de 7.44% (1<sup>era</sup> ad.), 8.11% (2<sup>da</sup> ad.) y 8.83% (3<sup>era</sup> ad.). El suelo de la Av. Huáscar del DJLO necesita estabilización, por lo cual se adaptó este proceso experimental, lo que permitió proporcionar una solución técnica - económica en cuanto a la rentabilidad de la estabilización del suelo con arena de mar, siendo la tercera adición, con mejor respuesta estructural respecto a una convencional, cuyo costo por m<sup>2</sup> es de S/.37.21 (1.17% menos que la convencional), la cual, al ser evaluada como tramo de prueba, se comprobó una compactación de 84.40%, siendo esta óptima para la construcción con una tendencia probabilística de desarrollo de 11.11%.

**Palabras clave:** Estabilización, subrasante arcillosa, arena de mar, influencia, rentabilidad.

### **Abstract**

The soils of Chiclayo are variable, most of them are soils with low bearing capacities, so the purpose of evaluating the influence of sea sand on clay subgrades was born. The methodology was experimental, quantitative, descriptive and applied. The purpose of the study was to stabilize the soil using sea sand, in order to improve physical-mechanical properties of a clay subgrade with low support capacity. For this, conventional and modified samples were taken with three additions of sea sand in proportions 0.15%, 0.20% and 0.25%. It is well known that if the bearing capacity of a soil (CBR) exceeds 6%, it is not necessary to stabilize or improve it, and according to the results determined, the conventional average CBR was 3.94%, while for the experimental ones it was 7.44%. (1<sup>st</sup> ad.), 8.11% (2<sup>nd</sup> ad.) and 8.83% (3<sup>rd</sup> ad.). The soil on Av. Huáscar of the DJLO needs stabilization, which is why this experimental process was adapted, which made it possible to provide a technical-economic solution in terms of the profitability of soil stabilization with sea sand, the third addition being, with better structural response compared to a conventional one, whose cost per m<sup>2</sup> is S/.37.21 (1.17% less than the conventional one), which, when evaluated as a test section, a compaction of 84.40%, this being optimal for construction with a probabilistic development trend of 11.11%.

**Keywords:** Stabilization, clayey subgrade, sea sand, influence, cost effectiveness.

## Introducción

La variabilidad de los suelos en el Departamento de Lambayeque hace necesario identificar nuevas e innovadoras opciones que contribuyan a incrementar su estabilidad, priorizando siempre su efectividad duradera. Una gran parte de nuestras vías no pavimentadas presenta baja transitabilidad, con suelos predominantemente de baja calidad y capacidad de soporte limitada. Por ello, resulta fundamental realizar un análisis más exhaustivo para lograr una estabilización adecuada que permita utilizarlos como base en la construcción de pavimentos.

El Departamento de Lambayeque, tiene actualmente calles intransitables sin pavimentación alguna. Por este motivo, es fundamental que las autoridades locales se enfoquen y colaboren eficazmente de forma conjunta en la planificación, monitoreo y control de cada proyecto de pavimentación que se desee llevar a cabo o mejorar mediante estabilizaciones convencionales o modificadas, puesto que es esencial considerarse de manera adecuada los costos asociados a la estabilización de los suelos, dado que, en muchos casos, esta etapa constructiva no se incluye completamente en el presupuesto real de ejecución. Esto ocasiona sobrecostos relacionados con la rehabilitación y el mantenimiento, debido a la incorrecta asignación de materiales y procesos constructivos. Una planificación adecuada garantiza una mayor durabilidad de la infraestructura y optimiza los tiempos de desplazamiento. A nivel regional, Lambayeque resalta por sus suelos arcillosos, usualmente lomas extendidos, comunes en los valles andinos y oasis costeros, varían en espesor y tipo de arcilla según la ubicación [15].

La estabilización del suelo implica la modificación o preservación de una o más propiedades de un suelo, para mejorar su resistencia y rendimiento en proyectos de ingeniería. Para lograr esto, se pueden incorporar diversos métodos, como agregar materiales químicos, cemento al terreno con el fin de mejorar sus propiedades. Los suelos de tipo arcilloso, han representado un desafío constante para conservar las vías de transporte en óptimas condiciones, siendo reconocidos como uno de los principales factores que contribuyen al deterioro del pavimento [13]. Cuando se encuentra que la subrasante de un suelo es arcillosa, se presenta un problema difícil, ya que estos suelos tienden a hincharse al aumentar su contenido de humedad. En caso de que la estabilidad mecánica necesaria no pueda lograrse mediante la combinación de materiales, es posible estabilizar el suelo mediante la adición de cal, cemento, materiales bituminosos o aditivos especiales

Existen muchos estudios sobre la estabilización de suelos utilizando diversos aditivos, siendo la estabilización con cemento y cal, los métodos más comunes para suelos arcillosos en trabajos de pavimentación. Sin embargo, no siempre se requieren las altas resistencias obtenidas con cemento y cal, por lo que es justificable buscar aditivos más económicos para modificar las propiedades del suelo.

Para el presente estudio se dispone con un CBR < 6%, en la cual se realizará la estabilización por combinación de suelos según lo establecido en el MTC, principalmente es la integración o fusión del suelo presente con materiales de préstamo. El suelo es distribuido o escarificado, seguido de la incorporación del material complementario. Todos los materiales desagregados como los de aporte serán humedecidos o ventilados hasta lograr el nivel de humedad adecuado. Seguidamente se realizará la combinación de ambos tipos de suelo, ajustándolos y compactándolos para cumplir con los requisitos normados de densidad y espesor, por ende, en este estudio, la arena de mar se propone como un estabilizador alternativo asequible y de fácil obtención para la estabilización de suelo arcilloso de baja capacidad de soporte, donde el objetivo se centra en mejorar las propiedades físico - mecánicas del suelo.

Actualmente se vienen realizando investigaciones sobre la arena de mar, las cuales buscan encontrar una dosificación para estabilización de suelos, incorporando ciertos porcentajes de arena de mar, en el que se otorgarían ciertas ventajas sobre suelos pobres. De lo descrito es fundamental analizar las características mecánicas de la arena de mar, con el fin de aumentar la resistencia del suelo, estabilizándola mediante un porcentaje específico de arena de mar de forma experimental y aplicada. Hay diversas razones que explican la problemática de optar por el mejoramiento de un suelo en lugar de proceder con su pavimentación. En numerosos casos, prevalece el enfoque económico orientado a reducir costos en comparación con las opciones tradicionales. Aunque estas soluciones no sean completamente óptimas, se busca cada vez más mitigar problemas como la aparición de ahuellamientos y la generación de polvo causado por el tránsito vehicular.

En otros casos la dificultad de preservar mejor las infraestructuras viales, tanto en áreas urbanas como rurales, complica la conservación de mejores condiciones en las vías. Esto ha generado numerosas deficiencias con respecto al fortalecimiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo en el país.

En cualquiera de estos casos, nuestras vías no pavimentadas, sea a nivel de trocha o afirmadas, necesitan mejoras frecuentes y continuas para mitigar los perjuicios provocados por el movimiento de partículas finas y gruesas debido al tráfico vehicular. Esto ocasiona un debilitamiento adicional de los suelos, especialmente cuando están expuestos a niveles de humedad excesivos o cargas vehiculares superiores a los esperados. Por lo tanto, es crucial lograr una estabilidad adecuada con una buena resistencia para prevenir asentamientos diferenciales y asegurar la durabilidad y resistencia frente a las deformaciones permanentes causadas por la fatiga. La mayoría de los suelos arcillosos no cumplen con los estándares requeridos por la normativa nacional para ser empleado como subrasante en la construcción de carreteras, por lo que, en la mayoría de los casos, se requiere recurrir a procedimientos de mejoramiento del suelo [23]. Entonces podemos hacer énfasis de la utilidad de la arena de mar como estabilizante de suelo. Por lo cual, es posible identificar nuevas soluciones ecológicas y sostenibles que optimizan la efectividad de este tipo de estabilizaciones modificadas.

Por esta razón, surge la necesidad de llevar a cabo la investigación del uso de la arena de mar en la estabilización de suelos, puesto que un mantenimiento convencional incluye tanto la reposición de agregados para compensar la pérdida de material, como la compactación y restauración morfológica del suelo (eliminación de ahuellamiento y fisuración capilar). Con el propósito de salvaguardar y asegurar la calidad de la subrasante, y por ende, de la carpeta de rodadura, los mantenimientos mediante el uso de la arena de mar resulta beneficiosa en varios sentidos, ya que se contribuiría con soluciones eco sostenibles e innovadoras respecto a una estabilización química convencional.

En tal instancia, se planteó la siguiente cuestión: ¿Cuál es la influencia al adicionar arena de mar en la estabilización de subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte? Asimismo se planteó la hipótesis: la arena de mar logrará desarrollar capacidades estabilizantes que aumentarían las propiedades físico - mecánicas y la capacidad de soporte

de suelo arcilloso.

Esta investigación se justificó, debido a que tradicionalmente se han empleado diversos materiales como el cemento, la cal y aditivos minerales como cenizas volantes, humo de sílice y cenizas de cáscara de arroz, los cuales han dado lugar a muchos enfoques para mejoramiento de suelos, en particular, a la estabilización de las mismas.

El estudio del uso de arena de mar para la estabilización de un suelo en específico, implicó evaluar y analizar su comportamiento físico – mecánico ante las deformaciones permanentes, y que, a su vez, sea estable ante los esfuerzos de corte producidos por la fricción o rozamiento de los vehículos.

Teniendo en cuenta la situación problemática y antecedentes, este estudio se justificó también: desde el punto de vista técnico: mediante la incorporación de arena de mar en un suelo arcilloso, mediante la evaluación de la influencia que genera esta incorporación en un suelo de condiciones desfavorables, el cual permitió determinar mejores resultados en sus propiedades mecánicas de un suelo en específico.

Por ello, se consideró que esta investigación tuvo como finalidad, brindar un nuevo método de estabilización con diversas características, pero con el mismo objetivo de brindar mejores condiciones al suelo, de tal manera, que sea apto para la construcción. Desde el punto de vista social: por medio de la adición de arena de mar, se pudo lograr la estabilización del suelo, permitiendo un flujo vehicular y peatonal en condiciones óptimas.

Desde el punto de vista económico: la investigación buscó dar una mejor optimización al suelo de subrasante, contribuyendo en la reducción de los costos de producción, convirtiéndose así, en un método de estabilización económico y al alcance de todos. Desde el punto de vista ambiental: el estabilizar suelos con la adición de este material, no solo generó un impacto en beneficio de sus propiedades del suelo, sino que también, ambientalmente resultó benéfico, ya que se redujo el uso de materiales químicos que contaminan y degradan más nuestros suelos.

Por lo tanto, se consideró como objetivo general: determinar la influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte; y como objetivos específicos:

- a) caracterizar el suelo arcilloso de la subrasante, b) Determinar las propiedades de la arena de mar,
- c) evaluar la influencia de la arena de mar en distintas dosificaciones sobre la subrasante arcillosa, eligiendo el porcentaje óptimo de arena de playa que brinde el máximo CBR, d) analizar la rentabilidad técnica y económica de la presente propuesta de estabilización y e) validar ensayos de laboratorio mediante mediciones en un tramo experimental de 2.00 m x 2.00 m con la mezcla óptima compactada.

## Revisión de literatura

### Antecedentes del problema

**Endaryanta & Wibowo [1]**, mencionan que diversos caminos están dañados porque sus bases están conformadas por arcillas expansivas. Por ello, en su investigación utilizan un método experimental para estabilizar la arcilla del suelo mezclando arena de playa. El contenido de arena varía de 60%, 80% y 100%. El suelo mixto se compactó con un contenido de agua óptimo, luego se analizó mediante la prueba CBR e hinchamiento. Los resultados de este estudio mezclando 60%, 70%, 80%, 90% y 100% arena de playa con arcilla, son capaces de aumentar el valor de CBR en 7.3%, 9.6%, 11.8%, 18.5%, 25.2% (arcilla Lendah, sin remojar) y 6.2%, 9.8%, 13.4%, 19.3%, 25.2% (arcilla Lendah, empapada). El rendimiento de la arcilla Prambanan es ligeramente menor que la arcilla Lendah. El valor de hinchamiento es 0,095%; 0,055%; 0,015%; - 0,107%; -0,229% (arcilla Lendah), casi lo mismo que la arcilla Prambanan. Se puede notar que mezclar arena de playa siempre aumentará el valor de CBR, pero si el porcentaje de arena es demasiado, el suelo colapsará fácilmente (hinchazón negativa). Finalmente se concluyó que, en la mezcla de arcilla con arena de playa, el porcentaje óptimo de arena de playa será del 85%.

**Memudu et al [2]**, señalan que determinaron las propiedades geotécnicas del suelo laterítico estabilizado con arena de playa, así mismo, compararon con las del mismo suelo laterítico estabilizado con cemento. La arena de playa y el cemento se agregaron en porcentajes de 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% en peso del suelo. Se realizaron pruebas preliminares como contenido de humedad, gravedad específica, análisis de tamaño de partículas y pruebas de límites de Atterberg en la muestra de suelo de control para la identificación y clasificación del suelo. El suelo laterítico se clasificó como suelo arcilloso de regular a pobre. Los ensayos realizados tras la adición de arena de playa y cemento fueron el ensayo de CBR y compactación. Finalmente, los resultados de la prueba CBR (empapado) mostraron un aumento en el valor del 4,53% para el control a 5,96% con un 15% de adición de arena de playa, mientras que el CBR (sin remojar) mostró un aumento en el valor de 3,46% para el control a 34,85% con un 15% de adición de arena de playa.

**Fiestas & Montero [3]**, realizan una evaluación para el efecto de arena de duna en estabilización de suelos arcillosos en carretera Nueva Esperanza – Los Pocitos, Piura. Según los resultados que obtuvieron muestran que el estudio experimental les facilitó la recopilación sobre las características y propiedades del suelo para determinar el porcentaje de la arena de dunas, el cual se agregó al suelo natural con alto índice de plasticidad, dando un porcentaje óptimo del 40, el cual alcanzó estabilizar el suelo en estudio, cumpliéndose con las especificaciones establecidas por el MTC.

**Morales et al [4]**, determinaron la factibilidad del empleo combinado de las arenas de mar de la Región de Manabi - Ecuador con material granular tipo subbase. Se realizaron a cabo pruebas de granulometría, humedad y gravedad específicas sobre la arena marina, y luego se mezcló con el material granular extraído de una cantera en Montecristi, respetando criterios granulométricos. La proporción utilizada para estabilizar la subbase consistió en un 10% de arena de mar de Puerto Cayo, agregando 3%, 4% y 5% de cemento Holcim tipo MH para base vial . Se realizaron ensayos de Proctor Modificado y CBR que les permitió observar resultados positivos en cuanto a la capacidad resistente del material granular, ya que al incorporar 10% de arena de mar de Puerto Cayo y 5% de cemento tipo MH, el CBR del material granular incrementó alcanzando valores de 33.2% al 150%.

**Sierra et al [5]**, realizaron diversos ensayos con arena de mar provenientes de las playas de Cancún – México, cuya finalidad fue la de analizar las propiedades físicas – mecánicas de las mismas. Para ello, zonificaron 4 puntos de exploración de muestras tanto secas como húmedas (central, sur, E1, E4), dónde según la saturación de la arena extraída, determinaron las curvas granulométricas para cada tipo de arena de acuerdo a la zona descrita. El rango granulométrico de las arenas de mar secas fluctuó en el rango del 0.35% a 0.60% de variación con los husos normados. Del mismo modo, hallaron las densidades de acuerdo a la variación de contenido de humedad y sales, tanto para la vía seca como húmeda, cuyos valores oscilan en 2.73 g/ml a 2.77 g/ml para las muestras secas, mientras que, para las muestras húmedas, los valores correspondientes varían en 2.72 g/ml a 2.79 g/ml.

En lo que respecta a la resistencia de corte, determinaron porcentualmente una leve variación del 1% para una fuerza comprendida en  $4 \times 10^3 \text{ KN/m}^3$  para ángulos de fricción entre  $3^\circ$  a  $4^\circ$  respectivamente.

**Humicorp [6]**, los ingenieros de dicha empresa desarrollaron un aditivo químico llamado “Corpi Seal”, el cual fue aplicado de manera combinada con arena de mar a un tramo de prueba para estabilización del suelo en la Costa Verde – Lima. Dicho estudio comprendió primeramente la limpieza general del tramo de prueba, eliminando todo tipo de material contaminante. Posteriormente, mediante el rotowator, oxigenaron la arena de mar a estabilizar varias veces. Después que realizaron la oxigenación con la mezcla combinada de arena y el aditivo, procedieron a compactar con rodillo liso la superficie del tramo de prueba hasta alcanzar un OCH de 16.18%, una MDS de  $1.89 \text{ g/cm}^3$  y un CBR al 95% de 8.89%. Al cabo de una semana, determinaron que el CBR aumentó considerablemente en 13.13%, concluyendo que la aplicación combinada del aditivo con la arena de mar, puede emplearse para estabilizar la base de un campo deportivo en zonas de playa.

## **Bases teóricas científicas**

### **Bases teóricas**

Para desarrollar el estudio es crucial entender las definiciones utilizados en los estudios de laboratorio, así como establecer los ensayos a los que serán ensayados tanto el agregado como los especímenes. A continuación, se presentan las definiciones más relevantes:

**Suelo:** Compuesta principalmente por fragmentos de roca originados por procesos erosivos y otras modificaciones físicas y químicas, además de materia orgánica resultante de los procesos biológicos que ocurre en la superficie [7]. Desde una perspectiva más amplia, el suelo se puede describir como la capa superficial de la tierra sobre la cual las personas construyen sus hogares, infraestructuras y otras estructuras para su bienestar y progreso [16]. Para NEC [22], los suelos de arcillas se identifican por su capacidad variable de cohesión debido a su capacidad de atracción intermolecular, que está estrechamente relacionada con la presencia de agua”, para el geólogo, “es cualquier material que haya sufrido procesos de intemperismo en el sitio donde se encuentra actualmente, con presencia de materia orgánica cerca de la capa superficial” [24].

### **Suelos arcillosos:**

Las arcillas se constituyen "principalmente de partículas en aspecto de láminas microscópicas y submicroscópicas de mica, minerales argilosos y otros minerales. En términos generales, las arcillas se describen como partículas con un tamaño inferior a 0.002 mm"[17]. Los suelos arcillosos presentan propiedades específicas, tales como alta capacidad de retención de agua y nutrientes, baja permeabilidad y plasticidad, lo que los hace fértiles y adecuados para la agricultura. Además, su comportamiento mecánico puede influir en la estabilidad de las estructuras construidas sobre ellos, por lo que es crucial su estudio en el ámbito de la ingeniería civil y geotécnica.

### **Estabilización de suelos:**

Según el MTC 2014, la estabilización de suelos se describe como "el proceso de mejora de las propiedades físicas de un suelo a través de métodos mecánicos y la adición de productos químicos ya sean naturales o sintéticos" [19]. Esta práctica se utiliza para aumentar la capacidad de soporte del suelo, mejorar su durabilidad y adecuarlo para la construcción de infraestructuras como carreteras y edificaciones.

Según la CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la estabilización de suelos se define como el "proceso físico y/o químico mediante el cual se mejoran las características físico- mecánicas del suelo original en excavaciones o de los materiales traídos como relleno, con el propósito de asegurar su estabilidad".[18].

### **Directrices Reglamentarias para la estabilización de un suelo:**

El MTC 2014, presenta fundamentos geotécnicos para determinar si requiere de estabilización un suelo de subrasante, los siguientes criterios:

Es crucial estabilizar suelos de subrasante con CBR menor al 6% o áreas con humedad local y blandas. Se investigará la mejor técnica de mejora considerando el tipo de suelo y la economía de la obra.

Cuando la subrasante sea de tipo arcilloso y exista riesgo de contaminación de las capas granulares del pavimento, se sugiere incorporar una capa de material anticontaminante con un espesor mínimo de 10 cm de espesor, o utilizar un geotextil según lo decida el ingeniero a cargo. La capa superior de la subrasante debe estar por encima del nivel freático con las siguientes profundidades mínimas: 0.60 m para subrasantes excelentes ( $CBR > 20\%$ ), 0.80 m para subrasantes buenas y regulares ( $6\% < CBR < 20\%$ ), y 1.00 m y 1.20 m para subrasantes consideradas pobres e inadecuadas respectivamente ( $CBR < 6\%$ ).

**Tipos de Estabilización:**

- A. Estabilización mecánica: Esta modalidad de progreso fortalece el material de la subrasante manteniendo su estructura y composición fundamental. Su objetivo es elevar la capacidad de soporte del suelo, incrementando de esta manera su consistencia, así como reducir su permeabilidad y riesgo de hinchazón-contracción, lo que a su vez minimiza asentamientos y previene problemas asociados con el congelamiento [20].
- B. Estabilización por combinación de suelos: Conjugación o fusión de los materiales del suelo junto con materiales de préstamo. Según la MTC 2014, el suelo actual se desagregará a una profundidad de 15 cm y se colocará el material de préstamo. Se fucionaran ambos se humedecerán hasta alcanzar la humedad adecuada para compactación, eliminando previamente partículas de más de 75 mm. Luego, se mezclarán ambos suelos y se compactarán hasta el nivel de la subrasante especificada.
- C. Estabilización con cal: Implica la mezcla íntima de suelo y cal. Se emplea cal viva o anhídrido cal apagada o hidratada, ambas de naturaleza aérea, ya que fraguan en contacto con el aire al mezclarse con agua. Dado que la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminosilicatos, agregar cal viva o apagada junto con agua en proporciones adecuadas brinda las propiedades deseadas del suelo. [19].
- D. Estabilización con cemento: “se logra mediante la fusión completa de un suelo previamente desintegrado con cemento, agua y posibles aditivos adicionales, seguida de una adecuada compactación y proceso de curado.” [19].
- E. Estabilización con cloruro de sodio: La sal, un estabilizador natural, se destaca por su capacidad de aspirar la humedad del entorno, incluyendo el aire y los materiales circundantes, lo que conlleva a una mejora en la cohesión del suelo.

**Clasificación de suelos (SUCS):** Como se menciona en la tabla 1, este sistema de clasificación categoriza los suelos en tres tipos de suelos: suelos de grano grueso, fino y orgánicos de gran medida, de los cuales solo se hará referencia a los dos primeros. Luego subdivididas en un total de 15 grupos de suelo. [8].

Tabla 1: Clasificación de suelos según SUCS.

GRUPOS		SÍMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE GRANO GRUESO (más del 50% es retenido en el tamiz N° 200)	GRAVAS (más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	GW Grava bien gradada
			GP Grava pobremente gradada
		Gravas con finos (más de 12% de finos)	GM Grava limosa
			GC Grava arcillosa
			GC-GM Grava limosa arcillosa
	Gravas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	GW-GM Grava bien gradada con limo	
		GW-GC Grava bien gradada con arcilla	
		GP-GM Grava pobremente gradada con limo	
		GP-GC Grava pobremente gradada con arcilla	
ARENAS (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4)	Arenas Limpias (poco o ningún fino)	SW Arena bien gradada	
		SP Arena pobremente gradada	
	Arenas con finos (más de 12% de finos)	SM Arena limosa	
		SC Arena arcillosa	
		SC-SM Arena limosa arcillosa	
	Arenas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	SW-SM Arena bien gradada con limo	
		SW-SC Arena bien gradada con arcilla	
		SP-SM Arena pobremente gradada con limo	
		SP-SC Arena pobremente gradada con arcilla	
SUELOS DE GRANO FINO (50% o más pasa el tamiz N° 200)	LIMOS Y ARCILLAS (Limite Líquido <50%)	CL Arcilla de baja plasticidad	
		ML Limo	
		CL-ML Arcilla limosa	
		OL Arcilla o Limo orgánica	
	LIMOS Y ARCILLAS (Limite Líquido ≥50%)	CH Arcilla de alta plasticidad	
		MH Limo Elástico	
OH Arcilla o Limo orgánico			

**Arena de mar:** Resulta de la descomposición y la erosión a largo plazo de las olas y las rocas que rodean cada playa, por lo que se puede decir que cada playa tiene su propia formación de arena única. Los granos son acarreados por el agua y el viento, y dependiendo de cómo se acumulen, pueden formar dunas. La arena de la mayoría de las playas está hecha de sílice.[9]. Los investigadores logran identificar las características mineralógicas de la arena de la playa, estimar el tipo de formación rocosa que le dio origen y establecer si esos sedimentos fueron transportados por el viento, los ríos o arrastrados por las corrientes oceánicas [25]. Las arenas de playa suelen originarse en fuentes continentales, al igual que en áreas con sedimentos provenientes de sistemas fluviales o corrientes marinas [30]

**Propiedades mecánicas de la arena de mar:** Los ecosistemas de playas arenosas ofrecen hábitat para la macrofauna bentónica y son sistemas dinámicos caracterizados principalmente por la variabilidad en la acción de las olas, el régimen de vientos, las mareas y las corrientes. Estos factores, a su vez, provocan alteraciones en las propiedades del sedimento [29]. Entre las características más relevantes son las siguientes: coeficiente de uniformidad, coeficiente de curvatura, módulo de finura, contenido de humedad, gravedad específica y porcentaje de absorción. [4]

A continuación, se presentan las tablas 2 y 3, en las cuales se destacan los resultados obtenidos de la investigación de Morales et al (2023), en base a la comparación de las propiedades anteriormente mencionadas y granulometría de cinco playas de la Región de Manabi del país vecino de Ecuador.

Tabla 3: Caracterización de arenas de playas de Manabi.

	Puerto Cayo	Manta	Bahia de Caráquez	Jama	Pedernales
<b>Coefficiente de Uniformidad</b>	1.96	2.50	-	2.24	2.47
<b>Coefficiente de Curvatura</b>	1.09	1.23	-	0.82	1.35
<b>Módulo de Finura</b>	2.19	1.61	0.76	1.52	1.80
<b>% de Humedad Natural</b>	2.68	1.85	1.08	0.41	4.92
<b>Gravedad Especifica</b>	2.20	2.77	2.69	2.52	2.64
<b>Porcentaje de Absorción</b>	0.29	0.80	1.40	5.39	2.03

Tabla 2: Granulometría de arenas de playas de Manabi.

		Puerto Cayo	Manta	Bahia de Caráquez	Jama	Pedernales
Tamiz	mm	% que pasa				
3/8	4.75	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
N°8	2.36	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
N° 16	1.18	98.80	99.85	99.97	99.90	98.55
N°30	0.6	93.82	99.75	99.92	99.89	96.35
N°50	0.3	74.13	99.60	99.89	97.66	90.22
N°100	0.15	12.32	31.88	97.29	44.05	28.49
N°200	0.074	1.67	8.11	26.96	6.40	6.45
<b>Pasa 200</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Propiedades físicas de la arena de mar:** La influencia del sustrato en la distribución de diversas especies en las playas se debe, en gran medida, al tamaño de las partículas y la clasificación de los sedimentos. Estos factores afectan la porosidad y la capacidad de retención de agua del medio, lo cual, entre otras cosas, determina el nivel de humedad [26]. Un análisis granulométrico mediante tamizado se lleva a cabo utilizando una cantidad específica de suelo seco, previamente pulverizado, y pasándolo a través de una serie de tamices con mallas de menor tamaño, con una bandeja en el fondo para recoger el material [27]. De acuerdo a Sierra et al (2005), resaltan que la granulometría dependerá exclusivamente del tamaño de partículas y del grado de saturación de las mismas, ya que no es lo mismo determinar las curvas granulométricas de arenas de mar superficialmente seca, donde las partículas son más finas, mientras que si se toman muestras de arena de mar húmedas, estas generalmente se encuentran reagrupadas, lo que conlleva a tener granos mucho más homogéneos y milimétricamente más grandes, teniendo un mejor comportamiento, puesto que las partículas húmedas otorgan curvas granulométricas más uniformes y menos pronunciadas que las arenas de mar secas. Se muestran los resultados granulométricos del estudio [5]:

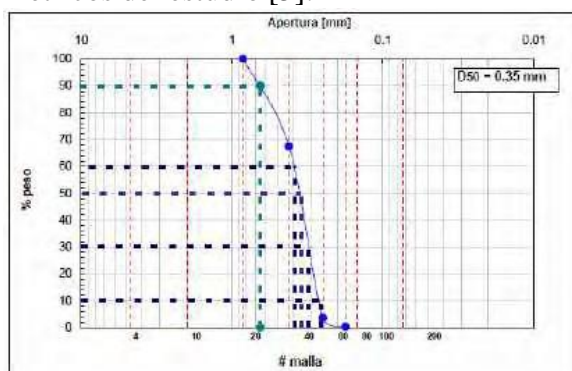


Figura 1: Muestra de la zona seca, estación E1.

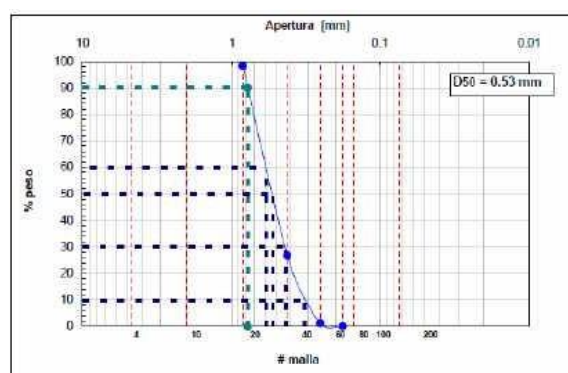


Figura 2: Muestra de la zona húmeda, estación E2.

La densidad de la arena varía de una playa a otra, las cuales tienen características diferentes como la fuente del material, forma, esfericidad, composición y porosidad. Se determina por vía seca o húmeda, dependiendo si esta está totalmente seca o saturada de agua.

Tabla 4: Análisis de densidades de la arena de Cancún (2005).

Región	Zona	D <sub>50</sub>	Densidad (g/ml)	Media (Mz)	Desviación Estándar ( $\sigma_p$ )	Asimetría (Sk <sub>p</sub> )	Kurtosis (Kg)
Central E4	Seca	0.45	2.77	0.49	0.18	0.30	0.81
	Húmeda	0.57	2.79	0.59	0.14	0.11	0.85
Sur E1	Seca	0.35	2.73	0.39	0.14	0.54	1.28
	Húmeda	0.53	2.72	0.54	0.17	0.07	0.84

**Resistencia mecánica:** Básicamente la resistencia al corte, que depende del porcentaje de humedad y sales que cada playa alberga y del fondo de extracción, tendrán características de corte alrededor de  $2 \times 10^3 - 6 \times 10^3$  KN/m<sup>3</sup> de fondo para  $\phi$  no mayores a 4°. [5]

**Características de la arena de mar como material de construcción:** Podemos destacar su capacidad para comprimirse fácilmente, por lo tanto, es un material ideal para mejoramiento de suelos pobres, pero su uso en la producción de concreto para cualquier tipo de elemento estructural aún no es definido en su totalidad, puesto que deben cumplir con muchas exigencias de las normas vigentes, principalmente en el contenido de sales, el cual no debe ser menor al 10%. [10]

**Composición de la arena de mar:** La composición de los sedimentos litorales y su variación textural, composicional y geoquímica está controlada por diversos factores como las olas, el viento y las corrientes costeras, el relieve climático y la composición de las fuentes [28]. Están compuestas principalmente por granos de cuarzo con otros minerales como feldespato y carbonatos, a su vez, contienen una gran cantidad de sílice, glauconita y hierro. Además de estas, también presentan algunos fragmentos de caparzones de organismos marinos. Esta mezcla de ingredientes le da los tonos marrones que todos reconocemos. [11].

**Propiedades químicas (contenido de cloruros, sulfatos y sales solubles):** Es importante determinar el contenido de cloruros, sulfatos y sales solubles en los agregados finos, con la finalidad de conocer en que proporciones se encuentran y si estas son nocivas para el suelo. Los iones de cloruro afectan sobre la calidad del suelo, directamente, en su capacidad de soporte. Por su parte, los sulfatos intervienen en la expansión que incrementan el volumen del suelo. Las sales solubles generan cristalizaciones que pueden fisurar y agrietar las capas del suelo.

Tabla 5: Límites de cloruros, sulfatos y sales en suelos.

Características	Límites
Cloruros (%)	98.00 - 99.70
Ion sulfato (5)	0.125 - 0.355
Sales (kN/m <sup>3</sup> )	0.5 - 0.8

Fuente: Manual de carreteras.

**Tipos de estabilización:** Existen básicamente dos tipos de estabilizaciones: las estabilizaciones químicas por medio de materiales convencionales como la ceniza de la cáscara de arroz, cal, etc. Las estabilizaciones con nanotecnología, el cual emplea una amplia gama de nanomateriales en la recuperación y mejoramiento de suelos pobres. Por último, están las estabilizaciones con agregados de procedencia conocida, como es el caso de la arena de mar, cuyagranulometría y propiedades físico mecánicas siguen siendo investigadas [12].

**Arena de mar estabilizado:** Para realizar este proceso, se tener en cuenta que el material debe estar totalmente limpio, libre de cualquier impureza orgánica y residuos, sean plásticos u otro tipo. También amerita conocer el nivel de profundidad del estrato para la extracción de muestras, para determinar el comportamiento en cuanto a grado de compactación, humedad y sales.

Se sabe que, si la capacidad de soporte de una subrasante es inferior al 6%, estas implican estabilizarlas por cualquier vía, sea natural, químico o nanotecnológico. Para suelos estabilizados con arena de mar, deberán tener una adición considerable que contrarreste los porcentajes bajos de sales, el cual es muy importante, ya que se ha comprobado por muchas investigaciones, que son las sales de la arena que dan mayores capacidades de corte y compresión a un suelo pobre, puesto que tienen características de absorción cuando entran en contacto directo con la napa freática.

## **Materiales y métodos**

### **Tipo y nivel de investigación**

La metodología fue experimental, fundamentándose en la observación, ya que las características de un suelo dependerán de las condiciones naturales a la que se encuentre expuesta, como, por ejemplo, nivel freático, humedad, sales, capilaridad, etc., lo cual repercute en los resultados de una estabilización de suelo convencional como modificada.

Se realizó un estudio cuantitativo y experimental en el laboratorio USAT de Chiclayo. Los resultados fueron comparados entre las condiciones iniciales del suelo y bajo ciertas proporciones de arena de mar.

Se evaluó la estabilización del suelo convencional y modificado en función al tipo de suelo, la cual fue clasificada, de la misma manera se conoció el comportamiento físico – mecánico de las muestras estabilizadas tanto tradicionales como experimentales determinándose la humedad, peso unitario, granulometría y límites de Atterberg, los cuales se obtuvieron mediante ensayos en laboratorio, y en lo que respecta al grado de compactación de las muestras estabilizadas ante deformaciones permanentes, se realizaron ensayos de proctor modificado y CBR respectivamente.

Respecto a los ensayos químicos de la arena de mar, la determinación de sales fue realizada en el laboratorio USAT, mientras que los sulfatos y cloruros fueron determinados externamente en el laboratorio de la FIQIA de la UNPRG. Cabe precisar, que la concentración química total de la arena de mar, puede influir de manera positiva o negativa a la masa combinada de suelo y arena de mar, ya que el valor de la sumatoria por efectos de partículas por millón (ppm) de este insumo, afectará directamente sobre la disminución o aumento de la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa de la Av. Huáscar (N° 08, N°10, N° 12).

La presente investigación fue aplicada, puesto que se llevó a cabo una serie de ensayos experimentales que demostraron la notable utilidad de la arena de mar al convertirse en estabilizante de suelo.

En la evaluación de la estabilización del suelo, se tomaron cuatro grupos de muestras que permitió mejorar las propiedades físico - mecánicas del suelo. El primer grupocuantificó los resultados convencionales, mientras que los otros tres grupos dieron a conocerindependientemente, los datos experimentales de acuerdo a las tres dosificaciones que se tomaron para incorporar la arena de mar en el suelo. Como también, esta fue seleccionada cuidadosamente, con el fin de eliminar cualquier contenido malicioso que afecte los resultados.

### **Diseño de investigación**

El estudio fue de enfoque cuantitativo, ya que utilizó herramientas estadísticas para analizar los resultados obtenidos en laboratorio, calculando en los ensayos repetitivos previamente descritos, cuyos resultados permitieron determinar el mejor comportamiento del material constituyente a evaluar.

### **Población, muestra, muestreo**

#### **Población**

Se aplicó una población probabilística por muestreo aleatorio simple para la selección de la arena de mar, con el fin de realizar un estudio para los distintos porcentajes que se emplearon en los ensayos de laboratorio. De acuerdo a las especificaciones generales de construcción (EG 2013), se deben considerar dosificaciones nomenores a 1% de adición para cualquier proceso modificado, siendo de libre elección del investigador la toma de los porcentajes de adición. A continuación, en la tabla 6 se presentan las adiciones de arena de mar.

Tabla 6: Adiciones según % de arena de mar.

<b>Adición</b>	<b>Arena de mar</b>
1 <sup>era</sup> adición	15.00%
2 <sup>da</sup> adición	20.00%
3 <sup>era</sup> adición	25.00%

Fuente: Elaboración propia.

El propósito fue evaluar la estabilización del suelo teniendo en cuenta el aumento de la capacidad de soporte, por el cual, se empleó la arena de mar. Es por ello, que se efectuaron determinadas probetas de suelos estabilizados con arena de mar, cuyos resultados sirvieron como parámetro de comparación entre las muestras estabilizadas convencionales.

En cuanto a la muestra para los ensayos de estabilización, tanto convencional como experimental, se definió una población de 72 muestras para el ensayo de proctor modificado en la Av. Huáscar cuerdas N° 08, N° 10 y N° 12 del DJLO. Así mismo, para el ensayo de CBR, se definió 72 muestras en total, como se visualiza en la tabla 7.

Tabla 7: Población para estabilización.

Grupo	Tipo	Arena de mar	Proctor modificado	CBR	Población
1	Convencional	-	18.00	18.00	36.00
2	1 <sup>era</sup> adición	15.00%	18.00	18.00	36.00
3	2 <sup>da</sup> adición	20.00%	18.00	18.00	36.00
4	3 <sup>era</sup> adición	25.00%	18.00	18.00	36.00
					<b>144.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la población para los ensayos químicos de la arena de mar y suelo, se establecieron 6 especímenes respectivamente, como se visualiza en la tabla 8.

Tabla 8: Población para ensayos químicos.

Tipo	Arena de mar	Sales	Sulfatos	Cloruros	Total de especímen
Convencional	-				
1 <sup>era</sup> adición	15.00%	2.00	2.00	2.00	6.00
2 <sup>da</sup> adición	20.00%				
3 <sup>era</sup> adición	25.00%				
					<b>6.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Muestra

Según lo establecido por la NTP E.050 y la NTP CE.010 en cuanto al número mínimo de calicatas, se ejecutaron 3 calicatas por km modificado en la Av. Huáscar del DJLO y de acuerdo con la estratigrafía del suelo, se seleccionaron 6 especímenes de suelo estabilizado convencional para determinar el proctor modificado y CBR.

Para las tres adiciones presentes en este estudio, se consideró 6 especímenes modificadas con arena de mar para cada calicata, 18 convencionales y 54 modificadas para la estabilización del suelo, visualizándose en las tablas 9 y 10.

Tabla 9: Muestreo para proctor modificado.

<b>Proctor modificado</b>					
<b>Tipo</b>	<b>Arena de mar</b>	<b>Calicata N° 01</b>	<b>Calicata N° 01</b>	<b>Calicata N° 01</b>	<b>Total de especímen</b>
Convencional	-	6.00	6.00	6.00	18.00
1 <sup>era</sup> adición	15.00%	6.00	6.00	6.00	18.00
2 <sup>da</sup> adición	20.00%	6.00	6.00	6.00	18.00
3 <sup>era</sup> adición	25.00%	6.00	6.00	6.00	18.00
					<b>72.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

<b>CBR</b>					
<b>Tipo</b>	<b>Arena de mar</b>	<b>Calicata N° 01</b>	<b>Calicata N° 01</b>	<b>Calicata N° 01</b>	<b>Total de especímen</b>
Convencional	-	6.00	6.00	6.00	18.00
1 <sup>era</sup> adición	15.00%	6.00	6.00	6.00	18.00
2 <sup>da</sup> adición	20.00%	6.00	6.00	6.00	18.00
3 <sup>era</sup> adición	25.00%	6.00	6.00	6.00	18.00
					<b>72.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Muestreo para CBR.

Del mismo modo, para los ensayos de sales, sulfatos y cloruros, se consideró 2 especímenes para cada ensayo mencionado, tal y como se muestran en las tablas 11, 12 y 13.

Tabla 11: Muestreo para sales en arena de mar y suelo.

<b>Tipo</b>	<b>Arena de mar</b>	<b>Sales</b>
Convencional	-	2.00
1 <sup>era</sup> adición	15.00%	
2 <sup>da</sup> adición	20.00%	
3 <sup>era</sup> adición	25.00%	
Fuente: Elaboración propia.		<b>2.00</b>

Tabla 13: Muestreo para sulfatos en arena de mar y suelo.

<b>Tipo</b>	<b>Arena de mar</b>	<b>Sulfatos</b>
Convencional	-	2.00
1 <sup>era</sup> adición	15.00%	
2 <sup>da</sup> adición	20.00%	
3 <sup>era</sup> adición	25.00%	
Fuente: Elaboración propia.		<b>2.00</b>

Tabla 12: Muestreo para cloruros en arena de mar y suelo.

<b>Tipo</b>	<b>Arena de mar</b>	<b>Cloruros</b>
Convencional	-	2.00
1 <sup>era</sup> adición	15.00%	
2 <sup>da</sup> adición	20.00%	
3 <sup>era</sup> adición	25.00%	
Fuente: Elaboración propia.		<b>2.00</b>

### **Criterios de selección**

La arena de mar fue adquirida de la playa del balneario Pimentel, Distrito de Pimentel.

Las muestras de suelo fueron tomadas de las calicatas realizadas, cuya procedencia fue en las cuadradas N° 08, N° 10 y N° 12 de la Av. Huáscar del DJLO.

Según NTP E.050 y NTP CE.0.10: La toma de muestras de suelo para estabilización se llevó a cabo a una profundidad mínima de 1.50 m, con dimensiones de 1,00 m de ancho por 1,00 de largo. La estabilización estuvo regida de acuerdo a la NTP CE.020.

### **Operacionalización de variables**

#### **Variable independiente**

Arena de mar.

#### **Variable dependiente**

Subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte.

Tabla 14: Operacionalización de variables.

Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	índice	Rangos
<b>Variable independiente</b>  (Arena de mar)	Dosificación de la arena de mar	Porcentaje de arena de mar	Cantidad de arena de mar	Balanza digital	% en peso	15%, 20%, 25%
	Caracterización de la arena de mar	Análisis químico	Contenido de sulfatos	ASTM D-516	%	-
			Contenido de cloruros	ASTM D-512	%	-
			Contenido de sales solubles totales	MTC E-219	%	-
Propiedades físicas	Granulometría	Peso unitario	MTC E-107	kg	-	
			MTC E-117	kg/m <sup>3</sup>	-	
<b>Variable dependiente</b>  (Subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte)	Caracterización de la subrasante arcillosa	Propiedades físicas	Granulometría	MTC E-107	kg	-
			Contenido de humedad	MTC E-108	%	-
			Ensayo de límite líquido/límite plástico e índice de plasticidad	MTC E-110, MTC E-111	%	-
			Peso unitario	MTC E-117	kg/m <sup>3</sup>	-
	Dosificaciones experimentales	Propiedades mecánicas	Ensayo de proctor modificado	MTC E-115	%	-
Ensayo de CBR			MTC E-132	%	-	
Análisis químico		Contenido de sulfatos	Contenido de cloruros	ASTM D-516	%	-
	Contenido de sales solubles totales		ASTM D-512	%	-	
			MTC E-219	%	-	

Fuente: Elaboración propia.

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Técnicas

Este estudio se fundamentó en los ensayos de laboratorio, los cuales fueron principalmente evaluados y analizados visualmente en lo que respecta a la homogeneidad y trabajabilidad de las muestras de suelo convencional y modificado.

Los resultados fueron de carácter cuantitativo, por lo que se elaboran formatos de control que facilitan la interpretación ordenada de los datos, diseñados específicamente para cada ensayo realizado. Esto permitió un análisis detallado de los resultados de las muestras estabilizadas tanto convencionales como experimentales.

### **Instrumentos**

Se emplearon los siguientes:

- **Programas de cómputo**

Word, excel, power point, S10, AutoCAD.

- **Laboratorio de mecánica de suelos**

**Granulometría:** ASTM D422

Tiene como propósito determinar el porcentaje de suelo que pase por los tamices hasta el N°200 (74 mm) [21].

Equipos: Balanza, cucharas, horno, tamices,  
pala. Und: %

**Contenido de humedad:** ASTM D2216

Determina el contenido de humedad de un suelo [21]. Equipos:

Taras, balanza, espátulas, horno de secado, cucharas.  
Und: %.

**Sales:** ASTM D2216

Equipos: Badilejo, tamices, vaso precipitador, horno de secado, cucharas.  
Und: %.

**Límites de Atterberg:** ASTM D431

Equipos: Cucharas, taras, copa Casagrande, horno de secado, ranurador, balanza, espátulas, superficie de rodadura, calibrador.

Und: %.

**Proctor modificado:** ASTM D1557

Tiene como propósito obtener una curva de compactación entre la relación entre el Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco de los suelos [21].

Equipos: Horno, balanza, espátulas, molde cilíndrico, cucharas, martillo metálico, tamices.

Und:  $\text{gr/cm}^3$ , %.

**Ensayo de CBR:** NTP 339.145.

Tiene como propósito determinar la resistencia de los suelos en base a condiciones establecidas de humedad y densidad [21].

## Procedimientos

Para la realización de la estabilización convencional y experimental, es necesario describir los siguientes procedimientos en base al estudio de mecánica de suelos, tanto en campo como en laboratorio:

1. **Realización de calicatas:** De acuerdo a la E.050 se ejecutaron 3 calicatas por km lineal y estas tuvieron las dimensiones mínimas reglamentarias de  
1.00 m x  
1.00 m x 1.50 m.

2. **Clasificación de muestras de suelos:** Una vez realizadas las calicatas, se procedió a tomar muestras de suelos en su estado natural, considerando la textura y el color.
3. **Clasificación de la arena de mar:** Se inspeccionó el área de muestreo teniendo en cuenta si la arena está totalmente seca o saturada; y en función a ello, se extrajo las muestras de arena de mar, cuyas muestras extraídas fueron de la Playa del Balneario de Pimentel, los cuales fueron ensayados en laboratorio.

En cuanto a la determinación de las propiedades químicas, se ensayó una muestra de 2 kg en el laboratorio de la FIQIA de la UNPRG, mientras que la determinación de las propiedades físicas fue obtenida en el laboratorio de la EICA de la USAT, cuya muestra para la granulometría fue de 500 g, el cual fue tamizado desde la malla de  $\frac{1}{2}$ " al N° 200. En lo que respecta al contenido de humedad, se tomó una muestra representativa de 1.10 kg. A su vez, se determinó los límites de Atterberg, teniendo en cuenta la influencia de la arena de mar sobre el suelo de la subrasante arcillosa, para un muestreo relativo de 200 g.

4. **Estabilización del suelo convencional:** Se procedió a realizar los ensayos de proctor modificado y CBR para las muestras de suelos convencionales teniendo en cuenta su clasificación (SUCS). En lo que concierne al proctor modificado, se tomó una muestra promedio de 6 kg, mientras que, para el CBR, se empleó una muestra de 12 kg. Para la realización del proctor modificado, se mezcló suelo más agua, cuya muestra húmeda se colocó en un molde llenándose una quinta parte de su volumen, para posteriormente compactarla secuencialmente con 60 golpes de manera uniforme y distribuida, cuyo muestreo fue repetitivo para 4 especímenes, donde los resultados permitieron obtener la MDS y el OCH de ensayo. Referente al CBR, se sumergen las muestras de suelo en agua, aplicándose cargas de punzonamiento, cuyas lecturas fueron anotadas según diales por un período de 5 días, para posteriormente realizar los cálculos

correspondientes de la determinación de la capacidad de soporte (CBR al 95%), teniendo en cuenta las resultantes de la MDS y OCH.

5. **Estabilización del suelo experimental:** Se ejecutó los ensayos de proctor modificado y CBR, para las muestras de suelo experimental teniendo en cuenta su clasificación (SUCS) y las adiciones combinadas correspondientes al 15 %, 20% y 25% de arena de mar. Del mismo modo, se tuvo en cuenta una muestra representativa de 6 kg de suelo y de 0.80 kg de arena de mar para la realización de los proctor modificados experimentales.

Mientras que, para los CBR experimentales, un muestreo promedio de 12 kg de suelo y de 0.90 kg de arena de mar. Ambos ensayos, se ejecutaron bajo los mismos lineamientos de los ensayos convencionales de acuerdo a norma.

6. **Rentabilidad:** De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio tanto para las muestras convencionales y experimentales, se compararon de acuerdo a un análisis técnico y económico para determinar la respuesta estructural en base al mejor comportamiento físico-mecánico que otorgaron las muestras experimentales respecto a la convencional.
7. **Tramo de prueba:** De acuerdo a la obtención del mayor CBR experimental según calicata, se comprobó el resultado de laboratorio en campo, mediante la aplicación de un tramo de prueba, cuyas dimensiones específicas del área fueron de 4.00 m<sup>2</sup>.

### **Matriz de consistencia**

Tabla 15: Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores
¿Cuál es la influencia al adicionar arena de mar en la estabilización de subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) caracterizar el suelo arcilloso de la subrasante.</p> <p>b) Determinar las propiedades de la arena de mar.</p> <p>c) evaluar la influencia de la arena de mar en distintas dosificaciones sobre la subrasante arcillosa, eligiendo el porcentaje óptimo de arena de playa que brinde el máximo CBR.</p> <p>d) analizar la rentabilidad técnica y económica de la presente propuesta de estabilización.</p> <p>e) validar ensayos de laboratorio mediante mediciones en un tramo experimental de 2.00 m x 2.00 m con la mezcla óptima compactada.</p>	La arena de mar logrará desarrollar capacidades estabilizantes que aumentarían las propiedades físico-mecánicas y la capacidad de soporte de suelo arcilloso.	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Caracterización de la arena de mar</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Caracterización de la subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte y dosificaciones experimentales</p>

Fuente: Elaboración propia.

### Consideraciones éticas

Los datos recopilados son auténticos y no han sido modificados, ya que este proyecto tenía como objetivo ser utilizado como referencia, teniendo en cuenta el uso de la arena de mar para la estabilización de suelos arcilloso con baja capacidad de soporte, las cuales permitan mejorar las propiedades físicas – mecánicas del suelo mismo.

En cuanto a los resultados de proctor modificado y CBR, fueron obtenidos mediante formatos de ensayos ya establecidos. Del mismo modo, los ensayos de mecánica de suelos son legítimos y confiables, ya que fueron elaborados en el laboratorio de suelos de la EICA de la USAT, y los ensayos químicos de la arena de mar (cloruros y sulfatos) fueron obtenidos en el laboratorio de la FIQIA de la UNPRG.

El proyecto del uso de la arena de la mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte, tuvo la aprobación de la USAT.

El proyecto contribuyó al desarrollo sostenible y aportó nuevos conocimientos en cuanto a nuevas estabilizaciones de suelos.

## **Resultados**

### **Mecánica de suelos**

El objetivo de este estudio fue determinar las propiedades físicas - mecánicas del suelo de las cuadras N° 08, 10 y 12 de la Av. Huáscar del DJLO, y a su vez, entregar recomendaciones técnicas que resulten convenientes para la estabilización de su subrasante, en base a los resultados encontrados que contempla el presente proyecto.

### **Ubicación de calicatas**



Figura 3: Localización de calicatas.

Se efectuaron 3 calicatas considerando para el análisis de las muestras de suelo estabilizadas convencionales y modificadas, se determinó las propiedades físicas - mecánicas, siguiendo los lineamiento normativos establecidos para cada ensayo realizado en este estudio, tanto para la parte convencional como experimental.

## Muestras convencionales

### Calicata 1

Sur: 6° 45' 17.3" - Oeste: 79° 50' 17.83".

Tabla 16: Características físicas calicata 1.

Calicata N° 01		
Ensayos	Muestra 1	Muestra 2
Clasificación SUCS	CH	CL
Límite líquido (%)	53	35
Límite plástico (%)	13	13
índice de plasticidad (%)	40	22
Contenido de humedad (%)	10.89	12.78
Contenido de sales (%)	0.18	0.15

Fuente: Elaboración propia.



**Muestra 1:** El perfil del suelo se encuentra representado por arcilla de altaplasticidad, clasificado en el sistema SUCS como suelos CH, con un LL de 53%, un LP de 13%, un IP de 40%, una humedad de 10.89% y sales de 0.18%.

**Muestra 2:** El perfil del suelo se encuentra representado por arcilla de bajaplasticidad, clasificado en el sistema SUCS como suelos CL, con un LL de 35%, un LP de 13%, un IP de 22%, una humedad de 12.78% y sales de 0.15%.

### Calicata 2

Sur: 6° 45' 10.26" - Oeste: 79° 50' 16.55".

Tabla 17: Características físicas calicata 2.

Calicata N° 02		
Ensayos	Muestra 1	Muestra 2
Clasificación SUCS	CH	CL
Límite líquido (%)	54	35
Límite plástico (%)	13	13
índice de plasticidad (%)	41	22
Contenido de humedad (%)	10.91	12.78
Contenido de sales (%)	0.17	0.17

Fuente: Elaboración propia.



**Muestra 1:** El perfil se encuentra representado por arcilla de alta plasticidad, clasificado en el sistema SUCS como suelos CH, con un LL de 54%, un LP de 13%, un IP de 41%, una humedad de 10.91% y sales de 0.17%.

**Muestra 2:** El perfil del suelo se encuentra representado por arcilla de bajaplasticidad, clasificado en el sistema SUCS como suelos CL, con un LL de 35%, un LP de 13%, un IP de 22%, una humedad de 12.78% y sales de 0.17%.

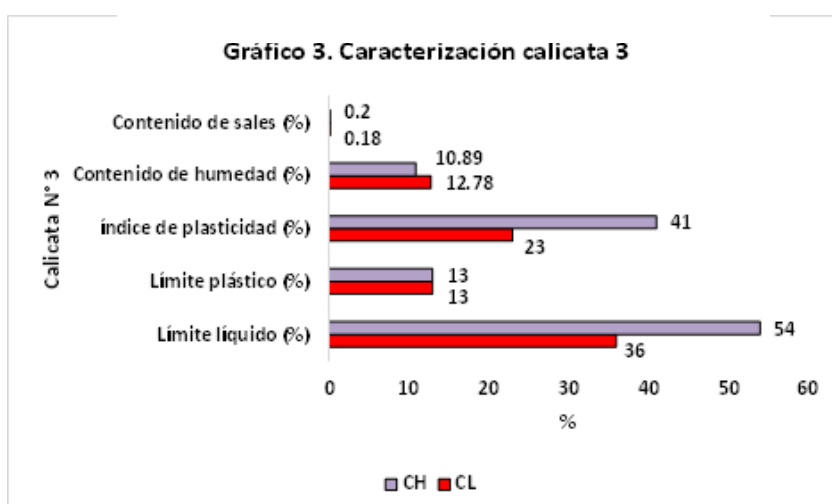
### Calicata 3

Sur: 6° 45' 07.41" - Oeste: 79° 50' 16.69".

Calicata N° 03		
Ensayos	Muestra 1	Muestra 2
Clasificación SUCS	CL	CH
Límite líquido (%)	36	54
Límite plástico (%)	13	13
índice de plasticidad (%)	23	41
Contenido de humedad (%)	12.78	10.89
Contenido de sales (%)	0.18	0.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Características físicas calicata 3.



**Muestra 1:** El perfil del suelo se encuentra representado por arcilla de bajaplasticidad, clasificado en el sistema SUCS como suelos CL, con un LL de 36%, un LP de 13%, un IP de 23%, una humedad de 12.78% y sales de 0.18%.

**Muestra 2:** El perfil del suelo se encuentra representado por arcilla de altaplasticidad, clasificado en el sistema SUCS como suelos CH, con un LL de 54%, un LP de 13%, un IP de 41%, una humedad de 10.89% y sales de 0.20%.

Tabla 19: Caracterización de la arena de mar.

Arena de mar	
Ensayos	Muestra
Clasificación SUCS	SP
Límite líquido (%)	-
Límite plástico (%)	-
Índice de plasticidad (%)	-
Contenido de humedad (%)	0.91
Contenido de sales (%)	0.60

Fuente: Elaboración propia.



La muestra de arena de mar extraída del Balneario de Pimentel se encuentra representado por arena pobremente graduada, clasificado en el sistema SUCS como suelo SP, con un contenido de humedad de 0.91% y un contenido de sales de 0.60%.

### Ensayos químicos

Las resultantes de este acápite fueron obtenidas de manera secuencial, los cuales influyen en las adiciones a incorporar. Como se sabe, toda reacción química genera cambios en la masa molecular de un determinado material, es por ello, que se consideró la realización de estos ensayos, con el fin de obtener la variación de los porcentajes de partículas por millón (ppm) para masas concentradas.

Los ensayos de sales para la arena de mar, realizada en el laboratorio de nuestra casa edil, para las 3 adiciones contempladas, arrojaron un valor promedio de 6000 ppm, que en porcentaje promedio en gramos es de 0.60%. En cuanto a los ensayos de sulfatos y cloruros, estos fueron realizados externamente en el laboratorio de la FIQIA de la UNPRG.

De acuerdo al informe emitido por los responsables de dicho laboratorio, se consignó valores de concentración de sulfatos de 68.59 mg/kg y de cloruros de 439.52 mg/kg respectivamente. Los valores generales se muestran en la tabla 20.

Tabla 20: Resultados de ensayos químicos de la arena de mar.

Arena de mar		
Sales	60.00	mg/kg
Sulfatos	68.59	mg/kg
Cloruros	439.52	mg/kg

Fuente: Laboratorio EICA (USAT) y FIQIA (UNPRG)



Como se puede apreciar, los resultados químicos de la arena de mar son positivos, y de acuerdo a la ley de la conservación de la materia, en toda reacción química, la masa se conserva siempre y cuando sean positivos, es decir que la materia consumida en el proceso, es igual a la masa que resulta de los productos formados.

En este caso, el uso de la arena de mar sobre suelo arcilloso para la obtención de una estabilización nueva, bajo los distintos enfoques técnicos establecidos por norma, influirá de manera positiva sobre las propiedades mecánicas de las mismas.

Los resultados obtenidos de sales, cloruros y sulfatos de la arena de mar, sirvieron de base para la cuantificación de las cantidades de materiales de los ensayos experimentales bajo las 3 adiciones descritas con anterioridad, en cuanto a la determinación del grado de compactación, MDS y OCH, puesto que el suelo debe alcanzar un grado de estabilidad adecuado ante las deformaciones que originan las cargas vehiculares sobre la superficie de una determinada subrasante.

A su vez, dichos resultados sirven como parámetros de durabilidad, ya que con el tiempo, la estabilización de un suelo cuando entra en marcha operativa, sufre cambios significativos sobre su superficie, y como se sabe muy bien, todo material está expuesto ante agentes externos (temperatura, fricción, sales, cloruros, sulfatos, abrasión, etc.), que en efecto, para el estudio de estabilización de suelo arcilloso de baja capacidad de soporte; las sales, cloruros y sulfatos, por el mismo tipo de suelo, pueden generar contracciones que generan secuelas de fisuramiento, agrietamiento y ondulación, repercutiendo sobre la durabilidad de la misma, y por ende, sobre el nivel de servicio de la vía en estudio.

Según EG – 2013, los límites permisibles para el empleo de materiales finos en cuanto a resultados de ensayos de sales, se describen en la tabla 21.

Tabla 21: Tabla 301.D-01. Características del NaCl (EG 2013).

Características	Límites
Cloruro de sodio, %	98.00 - 99.70
Humedad, %	2.00 - 3.60
Material insoluble, %	0.007 - 0.175
Ion calcio, %	0.035 - 0.910
Ion magnesio, %	0.002 - 0.074
Ion sulfato, %	0.125 - 0.355
Tamiz 4.75 mm (Nº 4)	20 - 55%
Tamiz 1.18 mm (Nº 16)	50 - 70%
% pasa tamiz 1.18 mm (Nº 16)	13% máx.

Normalmente la cantidad de sal está comprendida entre 0.5 y 0.8 KN/m<sup>3</sup> (50 y 80 kg/m<sup>3</sup>) de suelo a estabilizar. No obstante, la cantidad adecuada de sal depende de los resultados que se obtengan del tramo de prueba.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos químicos de la arena de mar, se puede observar que el contenido de sales de 60 mg/kg = 0.06% cumple con el rango límite de 0.035 – 0.910.

En cuanto al contenido de sulfatos de  $68.59 \text{ mg/kg} = 0.069\%$ , esta se encuentra por debajo de los valores límites de  $0.125 - 0.355\%$ , mientras que el contenido de cloruros determinado de  $439.52 \text{ mg/kg} = 0.44\%$  se encuentra igualmente por debajo del rango límite de  $98.00 - 99.70\%$ .

A pesar que los valores de sulfatos y cloruros son inferiores a los valores permisibles dados por la EG 2013, se intuye que la arena de mar extraída del Balneario de la Playa de Pimentel, es apta para estabilización de suelos.

La arena de mar tiene un beneficio particular, el cual es la de otorgar mayor resistencia al corte ante el efecto del desplazamiento de partículas finas y gruesas que arrastran los ejes vehiculares, como también, se comporta como capa anti filtrante que se adhiere con las partículas de mayor consistencia, evitando que la napa freática suba por ascensión capilar, por lo que garantiza que la superficie de la subrasante perdure y permanezca lisa, siendo esta la mayor ventaja que otorga la arena de mar sobre estabilizaciones de suelos, generando un aporte significativo sobre la resistencia, durabilidad, costos de producción y operación de una vía en específico.

## **Estabilización convencional**

### **Muestras convencionales**

#### **Calicata 1**

**Muestra 2:** La MDS fue de  $1.81 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de  $17.70\%$  y el CBR al  $95\%$  de  $4.93\%$ .

### Calicata 2

**Muestra 2:** La MDS fue de 1.71 g/cm<sup>3</sup>. El OCH de 18.22% y el CBR al95% de 4.73%.

### Calicata 3

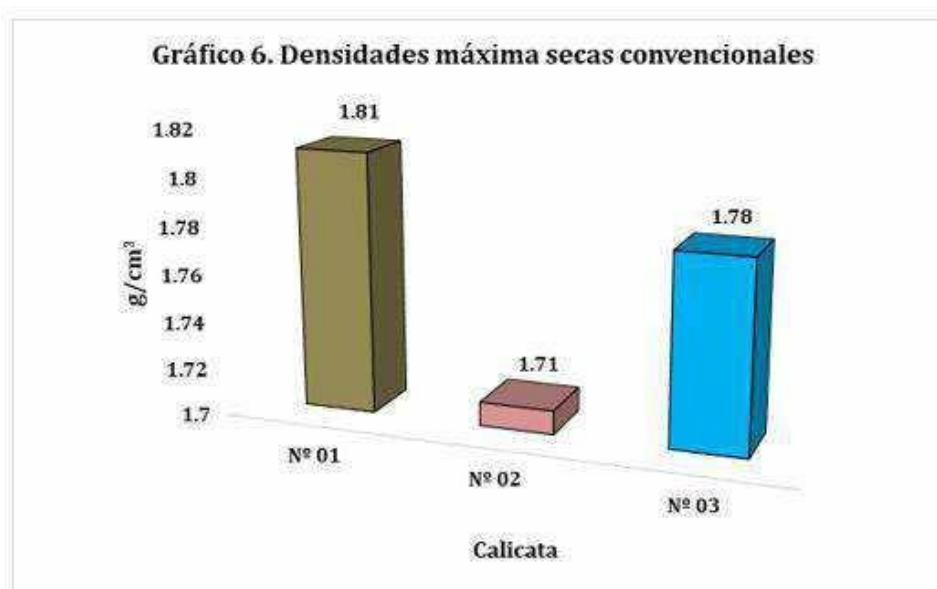
**Muestra 2:** La MDS fue de 1.78 g/cm<sup>3</sup>. El OCH de 16.92% y el CBR al95% de 4.17%.

En resumen, se presentan los resultados generales de proctor modificado y CBR convencional, en las tablas 22 y 23.

Tabla 22: Proctor modificado convencional.

Proctor modificado convencional		
Calicata	DMS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
Nº 01	1.81	17.70
Nº 02	1.71	18.22
Nº 03	1.78	16.92

Fuente: Elaboración propia.



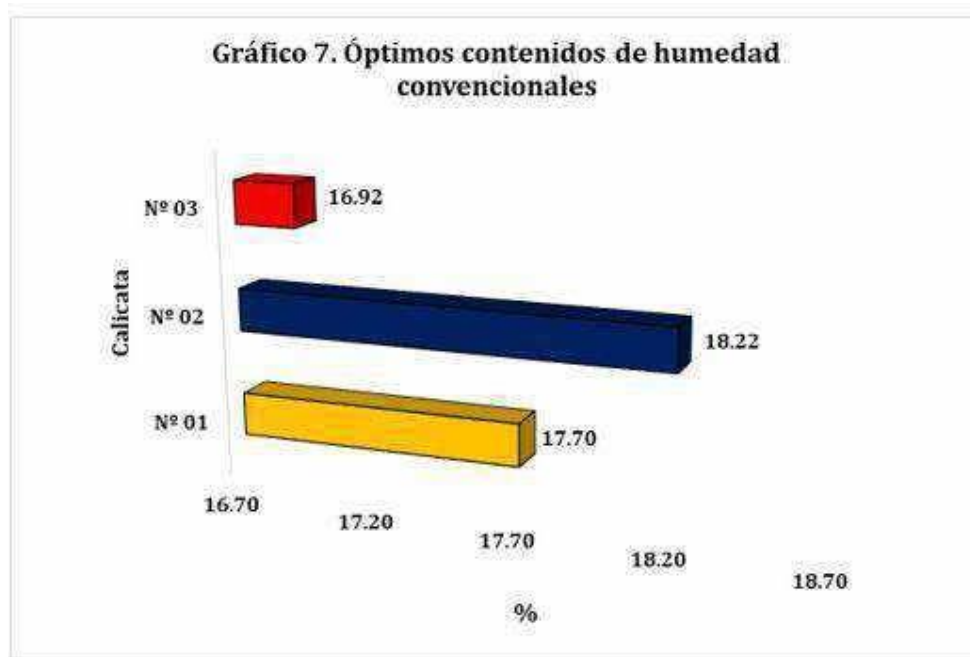


Tabla 23: CBR convencional.

CBR (95%) convencional	
Calicata	CBR (95%)
Nº 01	4.93
Nº 02	4.73
Nº 03	4.17

Fuente: Elaboración propia.



En base al CBR (95%) obtenido del suelo de la subrasante de la Av. Huáscar, se precisa que el suelo requiere estabilizarla, puesto que la capacidad de soporte promedio determinada es de 4.61%, el cual es inferior al 6% por norma.

Si la capacidad de soporte hubiese sido mayor al 6%, el suelo no requeriría de estabilización, pero en este caso, los resultados fueron desfavorables, por lo que se adicionó la arena de mar para la evaluación respectiva de la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa de la avenida mencionada.

### Límites de Atterberg experimental

Tabla 24: Límites de Atterberg experimental.

Adición	Calicata 1			Calicata 2			Calicata 3		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1A	30.16	19.92	10.24	33.08	23.24	9.84	41.42	17.73	23.69
2A	30.88	14.36	16.51	36.09	22.86	13.22	36.32	19.11	17.21
3A	51.10	36.56	14.54	41.63	29.92	11.71	34.18	17.79	16.39

Fuente: Elaboración propia

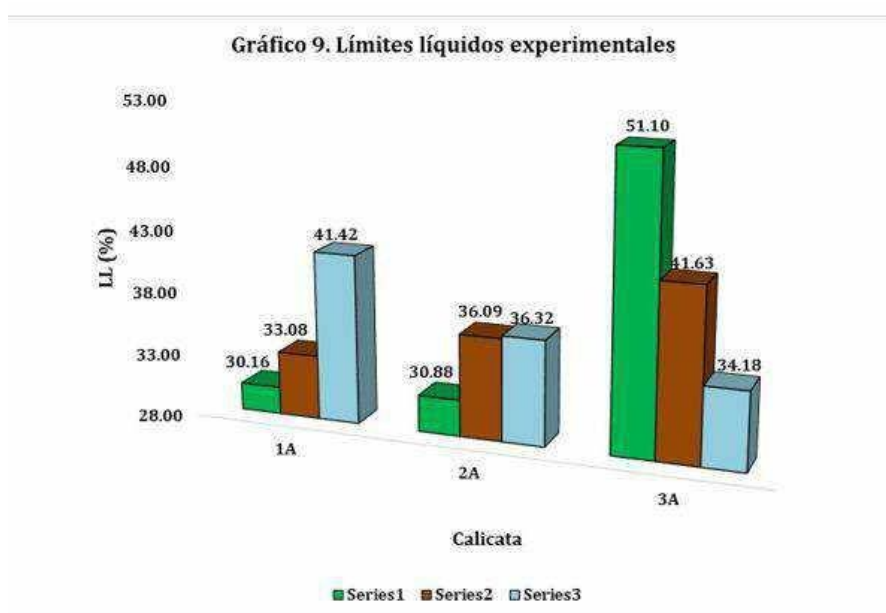


Gráfico 10. Límites plásticos experimentales

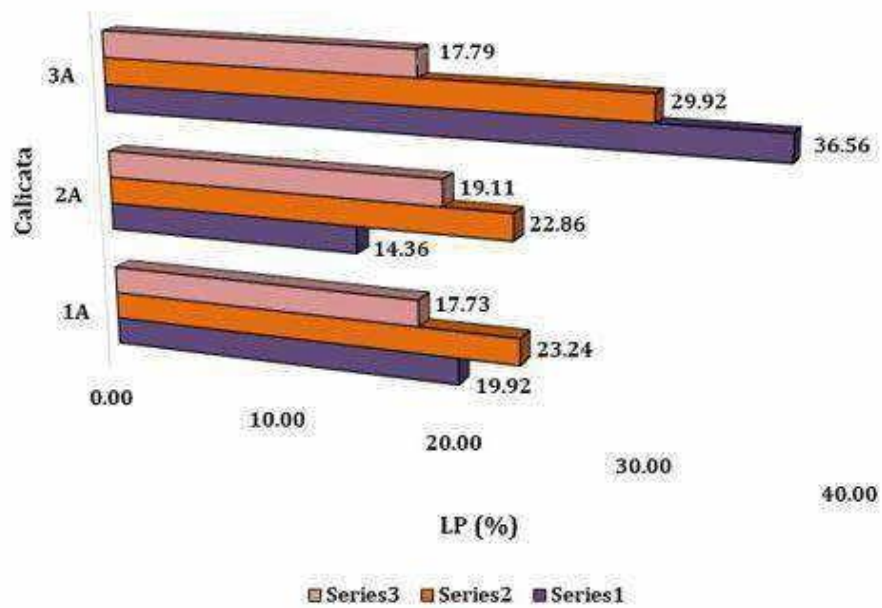
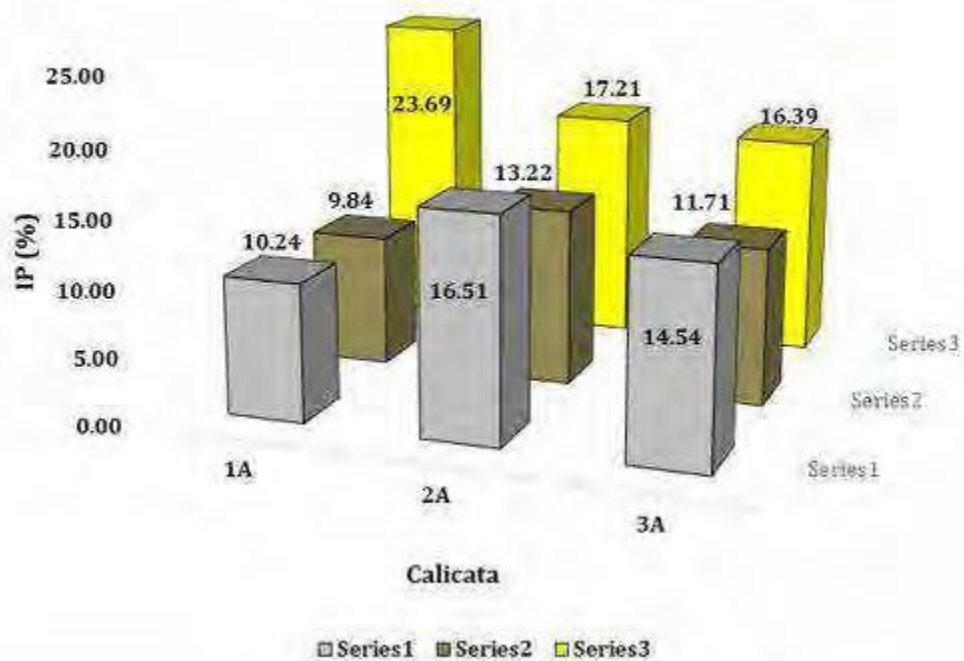


Gráfico 11. Índices de plasticidad experimentales



De acuerdo a los resultados de la tabla 25, el mínimo valor del LL determinado es de 30.16% en la muestra 2 de la calicata 1 (1<sup>era</sup> ad.), mientras que su máximo valor es de 51.10% en la muestra 2 de la calicata 1 (3<sup>era</sup> ad.). El mínimo valor del LP se da en la muestra 2 de la calicata 1 (2<sup>da</sup> ad.) con 14.36%, y el máximo valor en la muestra 2 de la calicata 1 (3<sup>era</sup> ad.) con 36.56%. Por último, el mínimo valor del IP se da en la muestra 2 de la calicata 2 (1<sup>era</sup> ad.) con 9.84%, mientras que el máximo valor se da en la muestra 2 de la calicata 3 (2<sup>da</sup> ad.) con 17.21%.

Tabla 25: Clasificación SUCS experimental.

Adición	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
1A	CL	CL	CL
2A	CL	CL	CL
3A	MH	ML	CL

Fuente: Elaboración propia

Podemos notar que las adiciones de arena mar en las subrasantes arcillosas influye considerablemente, a tal grado de cambiar el tipo de suelo, mejorando sus características físicas, tal y como se observa en la tabla 25.

Dicha variación de suelo corresponde a CL, MH y ML, las cuales tienen un mejor comportamiento mecánico de soporte que las CH.

### **Estabilización experimental**

De manera general, en las tablas 26 y 27 se detallan los resultados de las estabilizaciones experimentales de las 3 adiciones de arena de mar, tanto de proctor modificado como de CBR al 95% de compactación respectivamente.

Tabla 26: Proctor modificado experimental

Proctor modificado experimental						
Muestra	Calicata N° 01		Calicata N° 02		Calicata N° 03	
	DMS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	DMS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	DMS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
1A	1.85	16.25	1.86	16.13	1.84	16.86
1A	1.97	17.49	1.86	16.07	1.63	16.22
1A	1.92	16.04	1.89	18.75	2.05	16.79
2A	1.89	16.08	1.90	15.87	1.91	16.46
2A	2.03	16.58	2.04	16.43	1.93	16.04
2A	1.79	16.51	1.92	17.34	1.95	16.47
3A	1.92	16.56	1.93	16.73	2.06	6.60
3A	2.02	15.87	2.04	14.51	2.12	15.90
3A	2.01	13.26	2.20	15.96	2.08	15.41

Fuente: Elaboración propia.

### Muestras modificadas (1<sup>era</sup> ad.: 15% de arena de mar)

#### Calicata 1

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de 1.91 g/cm<sup>3</sup>. El OCH de 16.59%.

El CBR al 95% de 8.67%.

#### Calicata 2

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de 1.87 g/cm<sup>3</sup>. El OCH de 16.98%.

El CBR al 95% de 7.33%.

#### Calicata 3

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de 1.84 g/cm<sup>3</sup>. El OCH de 16.62%.

El CBR al 95% de 6.33%.

**Muestras modificadas (2da ad.: 20% de arena de mar)****Calicata 1**

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de  $1.90 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de 16.39%.

El CBR al 95% de 9.67%.

**Calicata 2**

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de  $1.96 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de 16.55%.

El CBR al 95% de 6.83%.

**Calicata 3**

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de  $1.93 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de 16.32%.

El CBR al 95% de 7.83%.

**Muestras modificadas (3era ad.: 25% de arena de mar)****Calicata 1**

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de  $1.99 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de 15.23%, 15.87% y 13.26%. El CBR al 95% de 10.33%.

**Calicata 2**

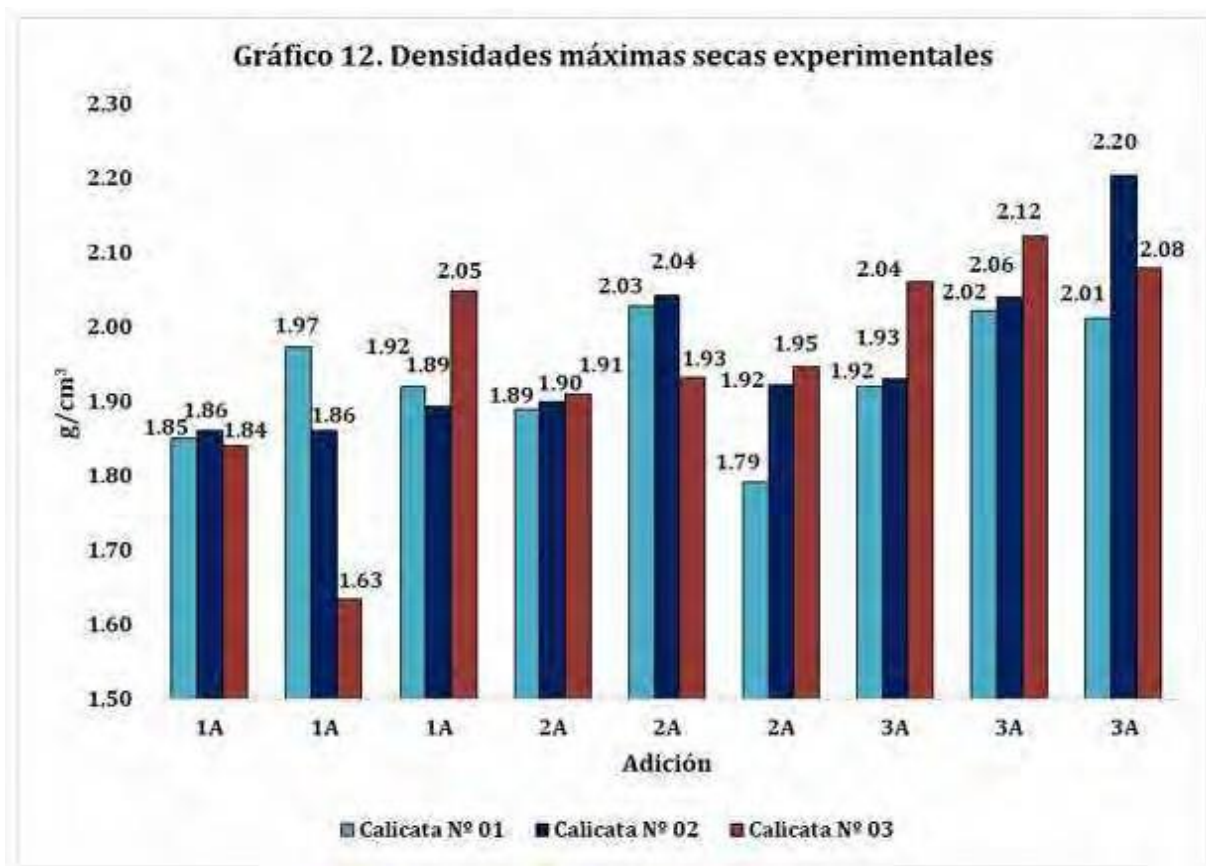
**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de  $2.06 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de 15.73%.

El CBR al 95% de 7.83%.

### Calicata 3

**Muestra 2:** En promedio, la MDS fue de  $2.09 \text{ g/cm}^3$ . El OCH de 12.64%.

El CBR al 95% de 8.33%.



De acuerdo a los resultados del proctor modificado experimental, podemos observar un aumento significativo de la MDS y OCH en la 3<sup>era</sup> ad. con DMS =

$2.20 \text{ g/cm}^3$  y OCH = 18.75% en la 1<sup>era</sup> ad. A su vez, la disminución de los valores se da en la 1<sup>era</sup> ad. con DMS =  $1.63 \text{ g/cm}^3$  y OCH = 6.60% en la 3<sup>era</sup> ad. Siendo la 3<sup>era</sup> ad. la más óptima.

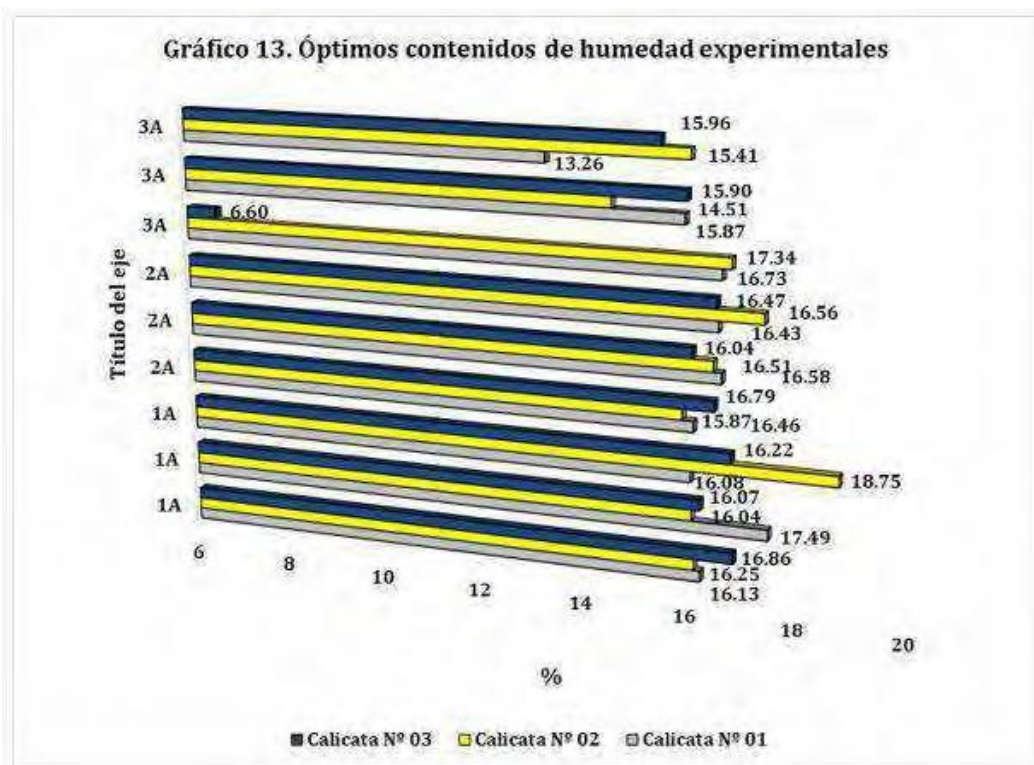
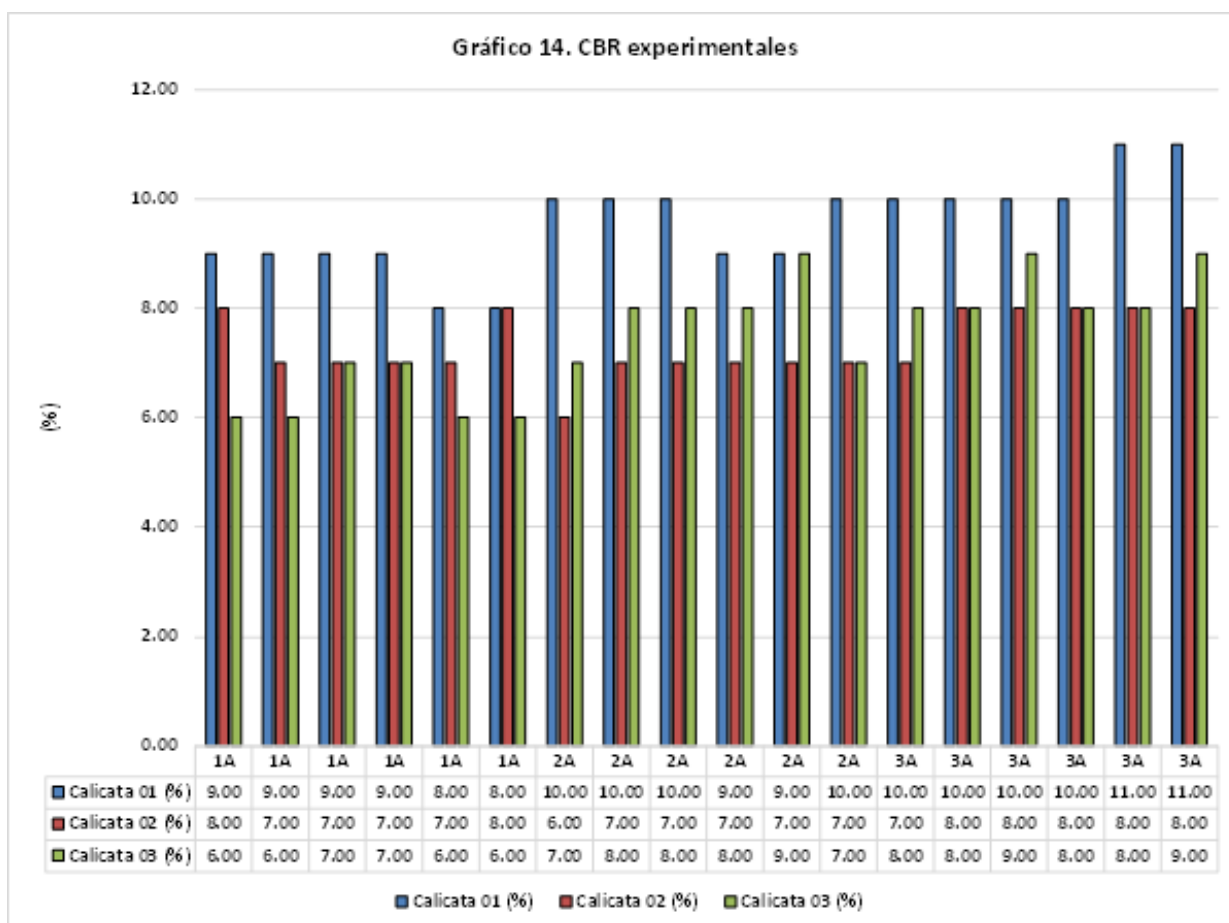


Tabla 27: CBR (95%) experimental.

CBR(95%) experimental			
Muestra	Calicata 01 (%)	Calicata 02 (%)	Calicata 03 (%)
1A	9.00	8.00	6.00
1A	9.00	7.00	6.00
1A	9.00	7.00	7.00
1A	9.00	7.00	7.00
1A	8.00	7.00	6.00
1A	8.00	8.00	6.00
2A	10.00	6.00	7.00
2A	10.00	7.00	8.00
2A	10.00	7.00	8.00
2A	9.00	7.00	8.00
2A	9.00	7.00	9.00
2A	10.00	7.00	7.00
3A	10.00	7.00	8.00
3A	10.00	8.00	8.00
3A	10.00	8.00	9.00
3A	10.00	8.00	8.00
3A	11.00	8.00	8.00
3A	11.00	8.00	9.00

Fuente: Elaboración propia.



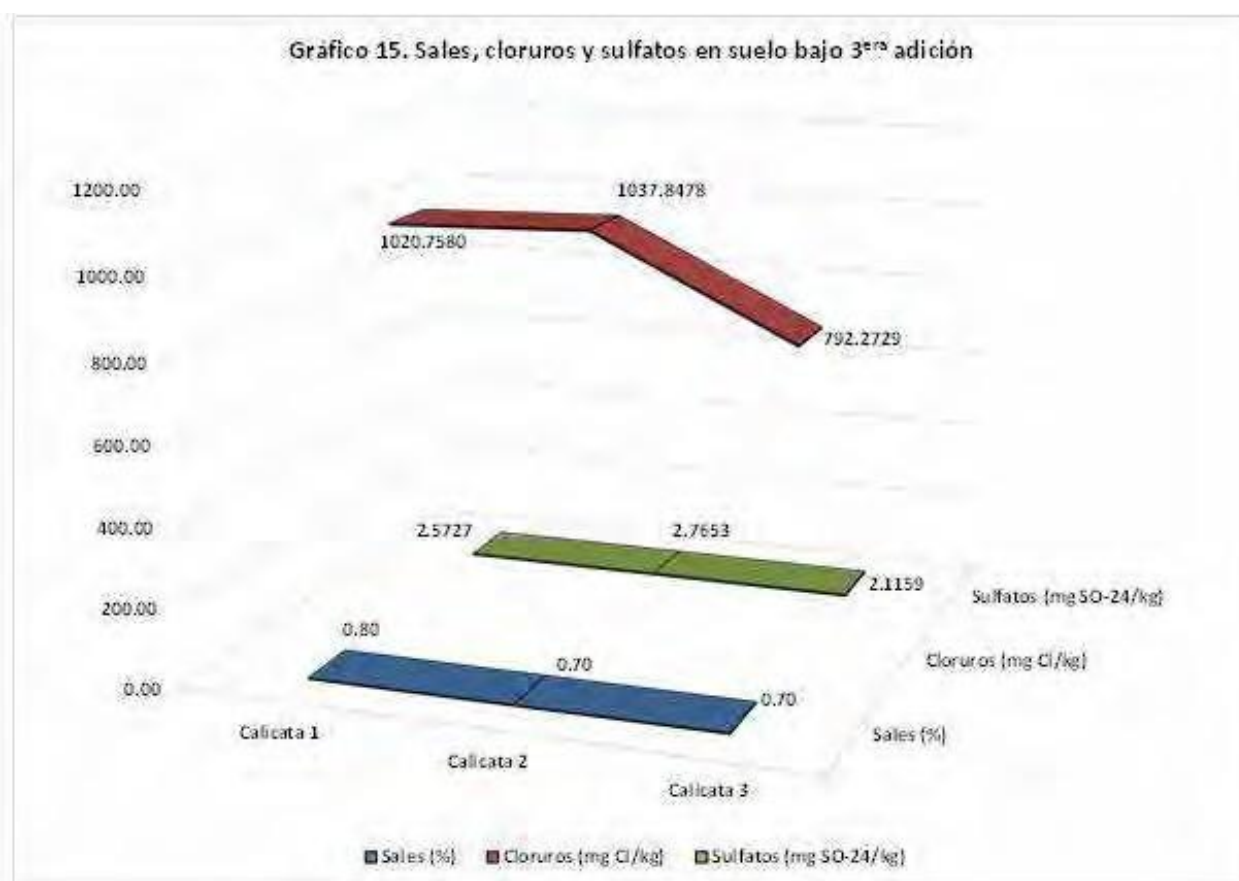
En función a los resultados del CBR (95%) experimental, podemos observar un aumento significativo de la capacidad de soporte en la 3<sup>era</sup> ad. con 11.00%, Como también, el valor más bajo se da en la 1<sup>era</sup> ad. con 6.00%. Siendola 3<sup>era</sup> adición la más óptima.

Podemos mencionar que, a mayor densidad máxima y menor óptimo contenido de humedad, el valor de la capacidad de soporte CBR (95%) aumenta; mientras que, si el valor de la MDS es menor y el OCH es mayor, el valor del CBR disminuye.

Tabla 28: Sales, cloruros y sulfatos en suelos bajo 3era ad.

Parámetro	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
Sales (%)	0.80	0.70	0.70
Cloruros (mg Cl/kg)	1020.7580	1037.8478	792.2729
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg)	2.5727	2.7653	2.1159

Fuente: FIQIA - UNPRG.



Conforme a la 3<sup>era</sup> adición, se determinó una concentración de sales en las 3 calicatas de 0.80, 0.70 y 0.70%. A su vez, de cloruros de 1020.76, 1037.85 y 792.27 mg Cl/kg. Mientras que, de sulfatos: 2.57, 2.77 y 2.12 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/kg.

## Influencia técnica

Según los resultados obtenidos de la estabilización convencional del suelo, se concluye que la vía en estudio necesita estabilización, ya que su capacidad de soporte promedio es de 4.61%, siendo inferior al 6%. En cuanto a las adiciones experimentales, el valor de soporte promedio para la 1<sup>era</sup> ad. es de 7.44%, para la 2<sup>da</sup> ad. es de 8.11% y para la 3<sup>era</sup> ad., 8.83%. Se observa que todas las adiciones experimentales superan el 6% del CBR, siendo la 3<sup>era</sup> ad. la que ofrece mayor capacidad de soporte.

## Influencia económica

Se han tenido presente las variables técnicas y económicas en base a los resultados obtenidos en el laboratorio y a los precios actuales de mano de obra (hora hombre), materiales y equipos/herramientas (hora equipo), considerándose un factor de compactación de 9% y dedesperdicio del 5%.

De acuerdo al análisis de costos unitarios, se han determinado los siguientes montos:

### Costo convencional

1.1 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA							
m <sup>2</sup> /DÍA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>			1.28
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
TOPÓGRAFO		hh	1.0000	0.0100	16.74	0.17	
OFICIAL		hh	2.0000	0.0200	13.18	0.26	
PEÓN		hh	4.0000	0.0400	11.96	0.48	
Total mano de obra (\$/.)						0.91	
<b>Materiales</b>							
YESO DE 28 Kg		BOL	-	0.0100	10.00	0.10	
WINCHA		und	-	0.0020	3.00	0.01	
ESTACA DE MADERA		p2	-	0.0100	2.00	0.02	
Total materiales (\$/.)						0.13	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0300	0.91	0.03	
TEODOLITO		HE	1.0000	0.0100	12.00	0.12	
NIVEL		HE	1.0000	0.0100	10.00	0.10	
Total equipos/herramientas (\$/.)						0.25	

1.2 CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA						
m <sup>2</sup> /DÍA	350.0000	EQ.	350.0000	Costo unitario directo por: m <sup>3</sup>	6.21	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ		hh	0.5000	0.0114	18.41	0.21
PEÓN		hh	1.0000	0.0229	11.96	0.27
Total mano de obra (\$/.)						0.48
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0900	0.48	0.01
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP		hm	1.0000	0.0229	250.00	5.71
Total equipos/herramientas (\$/.)						5.73

1.3 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE						
m <sup>2</sup> /DÍA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>	3.57	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0007	18.41	0.01
PEÓN		hh	2.0000	0.0133	11.96	0.16
Total mano de obra (\$/.)						0.17
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0030	0.17	0.001
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.		hm	1.0000	0.0067	130.00	0.867
RODILLO LISO VIBR. AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	1.0000	0.0067	160.00	1.067
MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0067	220.00	1.467
Total equipos/herramientas (\$/.)						3.40

1.4 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE						
m <sup>2</sup> /DÍA	335.0000	EQ.	335.0000	Costo unitario directo por: m <sup>3</sup>	12.23	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
PEÓN		hh	1.0000	0.0239	11.96	0.29
Total mano de obra (\$/.)						0.29
<b>Equipos</b>						
CAMION VOLQUETE 10 M <sup>3</sup>		hm	2.0000	0.0478	150.00	7.16
CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	1.0000	0.0239	200.00	4.78
Total equipos/herramientas (\$/.)						11.94

1.5 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO						
m <sup>2</sup> /DÍA	3,500.0000	EQ.	3,500.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>	1.15	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0023	16.74	0.04
PEON		hh	7.0000	0.0160	11.96	0.19
Total mano de obra (\$/.)						0.24
<b>Equipos</b>						
CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS)		hm	1.0000	0.0023	100.00	0.23
RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0023	80.00	0.18
MOTONIVELADORA DE 130-135 HP		hm	1.0000	0.0023	220.00	0.50
Total equipos/herramientas (\$/.)						0.91

1.6 CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE							
m <sup>2</sup> /DÍA	1,380.0000	EQ.	1,380.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>			19.11
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0058	18.41	0.11	
PEÓN		hh	6.0000	0.0348	11.96	0.42	
Total mano de obra (\$/.)						0.52	
<b>Materiales</b>							
PIEDRA OVER		m3	-	1.14	13.65	15.56	
AGUA		m3	-	0.0177	3.00	0.05	
Total materiales (\$/.)						15.61	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0300	0.52	0.02	
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.		km	1.0000	0.0058	130.00	0.75	
RODILLO LISO VIBR. AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		km	1.0000	0.0058	160.00	0.93	
MOTONMELADORA DE 125 HP		km	1.0000	0.0058	220.00	1.28	
Total equipos/herramientas (\$/.)						2.97	

Costo de producción de estabilización de suelo convencional por m<sup>2</sup> = S/. 43.56

### Costo experimental (3<sup>era</sup> ad.)

2.1 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA							
m <sup>2</sup> /DÍA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>			1.28
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
TOPÓGRAFO		hh	1.0000	0.0100	16.74	0.17	
OFICIAL		hh	2.0000	0.0200	13.18	0.26	
PEÓN		hh	4.0000	0.0400	11.96	0.48	
Total mano de obra (\$/.)						0.91	
<b>Materiales</b>							
YESO DE 28 Kg		BOL	-	0.0100	10.00	0.10	
WINCHA		und	-	0.0020	3.00	0.01	
ESTACA DE MADERA		p2	-	0.0100	2.00	0.02	
Total materiales (\$/.)						0.13	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0300	0.91	0.03	
TEODOLITO		HE	1.0000	0.0100	12.00	0.12	
NIVEL		HE	1.0000	0.0100	10.00	0.10	
Total equipos/herramientas (\$/.)						0.25	

2.2 CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA							
m <sup>2</sup> /DÍA	350.0000	EQ.	350.0000	Costo unitario directo por: m <sup>3</sup>			6.21
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.5000	0.0114	18.41	0.21	
PEÓN		hh	1.0000	0.0229	11.96	0.27	
Total mano de obra (\$/.)						0.48	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0300	0.48	0.01	
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP		hm	1.0000	0.0229	250.00	5.71	
Total equipos/herramientas (\$/.)						5.73	

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE							
m <sup>2</sup> /DÍA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>			3.57
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0007	18.41	0.01	
PEÓN		hh	2.0000	0.0133	11.96	0.16	
Total mano de obra (\$/.)						0.17	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0030	0.17	0.001	
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.		hm	1.0000	0.0067	130.00	0.867	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	1.0000	0.0067	160.00	1.067	
MOTONVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0067	220.00	1.467	
Total equipos/herramientas (\$/.)						3.40	

2.4 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE							
m <sup>2</sup> /DÍA	335.0000	EQ.	335.0000	Costo unitario directo por: m <sup>3</sup>			12.23
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
PEÓN		hh	1.0000	0.0239	11.96	0.29	
Total mano de obra (\$/.)						0.29	
<b>Equipos</b>							
CAMION VOLQUETE 10 M3		hm	2.0000	0.0478	150.00	7.16	
CARGADOR S/LANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	1.0000	0.0239	200.00	4.78	
Total equipos/herramientas (\$/.)						11.94	

2.5 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO							
m <sup>2</sup> /DÍA	3,500.0000	EQ.	3,500.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>			1.15
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.0023	16.74	0.04	
PEON		hh	7.0000	0.0160	11.96	0.19	
Total mano de obra (\$/.)						0.24	
<b>Equipos</b>							
CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS)		hm	1.0000	0.0023	100.00	0.23	
RODILLO USO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0023	80.00	0.18	
MOTONVELADORA DE 130-135 HP		hm	1.0000	0.0023	220.00	0.50	
Total equipos/herramientas (\$/.)						0.91	

1.6 CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE						
m <sup>2</sup> /DÍA	1,380.0000	EQ.	1,380.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>	12.76	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0058	18.41	0.11
PEÓN		hh	6.0000	0.0348	11.96	0.42
Total mano de obra (\$/.)						0.52
<b>Materiales</b>						
ARENA DE MAR		m <sup>3</sup>	-	1.09	8.45	9.21
AGUA		m <sup>3</sup>	-	0.0177	3.00	0.05
Total materiales (\$/.)						9.26
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	-	0.0300	0.52	0.02
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.		hm	1.0000	0.0058	130.00	0.75
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	1.0000	0.0058	160.00	0.93
MOTONVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0058	220.00	1.28
Total equipos/herramientas (\$/.)						2.97

Costo de producción de estabilización de suelo experimental (3<sup>era</sup> ad.: 25% arena de mar) por m<sup>2</sup> = S/. 37.21

Tabla 29: Costos de estabilización convencional y experimental.

Estabilización	P.U (\$/.)	Und
Convencional	43.56	m <sup>2</sup>
3 <sup>era</sup> adición	37.21	m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Se puede visualizar en la tabla 29, que el costo de estabilización de suelo experimental (3<sup>era</sup> ad.) es más bajo, debido a que las características específicas de la vía en estudio presenta una baja capacidad de soporte, aunque no obstante se contempló la estabilización experimental con el fin de determinar su costo.

Dicho esto, el monto es inferior a una estabilización convencional en 1.17%, siendo la 3<sup>era</sup> ad., más económica.

## Rentabilidad

Para el análisis de este apartado, se ha asignado un porcentaje del 60% como adelantado de obra y un 40% de saldo pendiente por concepto de liquidación, entrega y recepción de la misma, con un costo financiero por del 10% por concepto de interes. En consecuente, se presenta el cálculo para la determinación de la rentabilidad de la estabilización experimental (3<sup>era</sup> ad.) respecto a la estabilización convencional.

Tabla 30: Rentabilidad experimental (3era ad.).

Rentabilidad del proyecto	Participación	Rentabilidad de la inversión			
Valor inicial = S/ 43.56	60.00%	Adelanto =	S/ 26.13	Valor final =	S/ 37.21
Valor final = S/ 37.21	40.00%	Saldo =	S/ 17.42	Costo oferta saldo =	S/ 1.74
	100.00%	Inversión total =	S/ 43.56	Valor final neto =	S/ 18.04

Costo financiero [%] =	10%
Rentabilidad de la inversión =	44,96%

Rentabilidad del proyecto =	17.07%
-----------------------------	--------

La rentabilidad de la estabilización experimental (3<sup>era</sup> ad.) para la Av. Huáscar del DJLO, es de 17.07%, cuyo valor final neto es de S/. 18.04.

## Respuesta estructural

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, para condiciones naturales, la muestra 2 de la calicata 3 determinado como arcilla de alta plasticidad (CH), alcanza un CBR de 4.17%, la cual, al ser evaluada bajo la influencia de la arena de mar, estalogra desarrollar un CBR (al 95%) de 10.33%, bajo la 3<sup>era</sup> ad. de 0.25% en la calicata 1, siendo esta, la adición más óptima que mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo descrito de la Av. Huáscar del DJLO. En general, la arena de mar puede lograr aumentar el CBR del suelo en estudio hasta en un 11.11%.

### Tramo de prueba

Se efectuó la verificación de los datos experimentales de laboratorio en la calicata 1 bajo la 3<sup>era</sup> ad. (Av. Huáscar cuadra N° 08), el cual fue el que mayor CBR otorgó. Dicho procedimiento fue realizado mediante ensayo estándar para la densidad y compactación in situ, según cono de arena, el cual está regido por los lineamientos normados de la NTP 339.143 y ASTM D1556, en base a 5 puntos para 4 m<sup>2</sup>, a nivel de subrasante. A continuación, se muestran los valores correspondientes a este acápite:

- ✓ MDS promedio experimental: 1.92 g/cm<sup>3</sup>.
- ✓ OCH promedio experimental: 16.56%
- ✓ Grado de compactación mínimo: 95%.
- ✓ MDS promedio in situ: 1.58 g/cm<sup>3</sup>.
- ✓ OCH promedio in situ: 11.40%
- ✓ Grado de compactación in situ: 84.40%.

Se precisa que el control de calidad no cumplió con los requerimientos mínimos de estudio, ya que la MDS, OCH y grado de compactación de campo es inferior al de laboratorio.

## Discusión

**De los ensayos químicos:** Se precisó las propiedades químicas de la arena de mar, en cuanto a concentración de sales, cuyo valor fue 6000 ppm (0.60%), cloruros de 439.52 mg/kg y sulfatos de

68.59 mg/kg. Dichos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles. Cabe indicar que la arena de mar procedente del Balneario de Pimentel, arroja valores positivos, por lo que ha influido de manera significativa en el mejoramiento de las propiedades del suelo.

**Del EMS:** La vía presenta 2 tipos de arcillas, las cuales fueron clasificadas como CL (50%) y CH(50%). De la caracterización física, se halló una humedad mínima de 10.89% y un máximo de 12.78%. Del mismo modo, sales de 0.15% y 0.20%, LL de 35% y 54.00%, LP de 13% y IP fue 22% y 41%. A su vez, se deja manifestado que no se encontró napa freática, cuya vía no está pavimentada y presenta poco tránsito.

**De la estabilización del suelo:** La NTP CE.020, establece que un suelo no requiere estabilizarla, siempre y cuando el valor promedio de CBR sea mayor a 6.00%, y conforme a lo obtenido, la vía en estudio necesita ser estabilizada, ya que los CBR fueron 4.93%, 4.73% y 4.17%, cuyo promedio de 4.61% es menor a 6.00%. Experimentalmente según la 1<sup>era</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>era</sup> ad., se determinaron CBR(95%) de 8.67%, 9.67% y 10.33% (punto 1). En el punto 2 de 7.33%, 6.83% y 7.83%. En cuanto al punto 3, de 6.33%, 7.83% y 8.33%, cuyo aumento es progresivo cuando se aumenta el porcentaje de arena de mar, los cuales varían en 1.30%, 1.27% y 1.02%. La mínima MDS fue de 1.63 g/cm<sup>3</sup> (1<sup>era</sup> ad.), y una máxima de 2.20 g/cm<sup>3</sup> (3<sup>era</sup> ad.). El mínimo OCH de 6.60% (3<sup>era</sup> adición) y el máximo de 18.75% (1<sup>era</sup> adición).

Según MTC EM132, el valor mínimo aceptable para CBR a nivel de subrasante es de 6%, cuya condición experimental es regular, correspondiendo al rango de 6% a 10%. Cabe mencionar que la vía es de baja transitabilidad, por lo que los CBR cumplen con los lineamientos normados.

Concerniente a la influencia de la arena de mar en arcillas, de acuerdo a las adiciones estudiadas, se determinaron CBR (95.00%) en la calicata 1 de 8%, 9%, 10% y 11%. En la calicata 2: 6%, 7%

y 8%, mientras que en la calicata 3: 6%, 7%, 8% y 9.00%, cuya comparativa con los CBR convencionales de 4.93%, 4.73% y 4.17%, mejoran en promedio en 1.61%, 1.76%, y 1.92%, cuyo valor máximo promedio hallado fue de 10.33%, respecto al CBR inicial promedio de 4.61%, variando positivamente en 1.41%.

Endaryanta & Wibowo (2023), lograron aumentar el CBR en 7.3, 9.6, 11.8%, bajo la mezcla de arena de mar con arcilla con dosificaciones de 60, 70 y 80%, los cuales son cercanos a los obtenidos con las adiciones de estudio en 1.02, 1.18 y 1.34%. Del mismo modo, Memudu et al (2018), aumentaron el CBR en 34.85% con dosis de 15% de arena de mar, cuyo valor es superior en 3.37%. Por su parte, Morales et al (2023), aumentaron el CBR del material en 33.2% empleando 10% de arena de mar con 10% cemento, siendo superior en 3.21%. En cambio, Humicorp (2014), aumentaron el CBR en 13.13%, mediante combinación de arena de mar con rotowator, cuyo valores próximo en 1.27%.

**De la densidad in situ:** Se determinó el mínimo CBR (95.00%) de 6% (1<sup>era</sup> y 2<sup>da</sup> ad.) y un máximo de 10.33% (1<sup>era</sup> ad.). Con ese último valor de CBR se efectuó el tramo de prueba, cuya MDS fue de 1.92 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 16.56%. La comprobación experimental se realizó de acuerdo a un control de calidad, bajo el método del cono de arena, obteniéndose in situ una MDS de 1.58 g/cm<sup>3</sup>, un OCH de 11.40%, y una compactación de 84.40%, el cual no logró superar la especificación mínima de 95%, según NTP 339.141, ASTM D6938 y MTC EM115, variando en 1.26%. La MDS fue inferior en 1.21% (0.34 g/cm<sup>3</sup>). De igual forma, el OCH disminuye 5.16%, por lo que la medición de densidad de campo, no cumplió con las resultantes de la adición óptima. Es importante enfatizar, que pese al deficiente nivel de servicio de la vía, la arena de mar otorga un buen comportamiento mecánico.

**De la rentabilidad:** Respecto al costo de estabilización tradicional por m<sup>2</sup> fue de S/. 43.56, mientras que para la 3<sup>era</sup> ad., de S/. 37.21, cuyo valor neto calculado fue de S/. 18.04, con una tasa de 17.07%, siendo rentable respecto a una estabilización convencional, por lo que su uso justifica una reducción de los costos de construcción.

## Conclusiones

De la extracción de muestras de suelo, se obtuvo una clasificación SUCS de CH y CL, cuyo LL mínimo fue de 30% y un máximo de 51%. Del mismo modo, un LP de 14% y 15% y un IP de 16% y 36%, sales de 0.15% y 0.17%. A su vez, una humedad de 10.89% y 12.78%. Las MDS obtenidas fueron de 1.81, 1.71 y 1.78 g/cm<sup>3</sup>, un OCH de 17.70, 18.22 y 16.92% y CBR al 95% de 4.93, 4.73 y 4.17%, cuyo promedio fue de 4.61%, siendo inferior al mínimo de 6%, el cual justifica su estabilización.

Según la caracterización física y química de la arena de mar, esta estuvo clasificada mediante SUCS como arena mal gradada (SP), cuya concentración de sales fue de 0.60%, cloruros de 439.52 mg/kg, sulfatos de 68.59 mg/kg y una humedad de 0.91%,

De acuerdo a la caracterización mecánica experimental, según adiciones de arena de mar, se obtuvo en promedio para la 1<sup>era</sup> ad., una MDS de 1.88 g/cm<sup>3</sup>, 16.73% de OCH y un CBR al 95% de 7.44%. En la 2<sup>da</sup> a., una MDS de 1.93 g/cm<sup>3</sup>, 16.42% de OCH y un CBR al 95% de 8.11%. Mientras que en la 3<sup>era</sup> ad., una MDS de 2.04 g/cm<sup>3</sup>, 14.53% de OCH y un CBR al 95% de 8.83%, siendo la 3<sup>era</sup> ad., la más óptima, mejorando en 11% la capacidad de soporte de la vía en estudio.

En base al precio por m<sup>2</sup> de estabilización convencional y experimental, se obtuvo un valor neto de S/.18.04, cuya tasa de rentabilidad experimental (3<sup>era</sup> ad.) es de 17.07%.

Del tramo de prueba experimental para 4 m<sup>2</sup>, bajo la 3<sup>era</sup> adición en la calicata 1, se determinó in situ una MDS de 1.58 g/cm<sup>3</sup>, un OCH de 11.40% y una compactación de 84.40%, los cuales difieren de los obtenidos en el laboratorio en 1.21%, 1.45% y 1.13%, los cuales, según parámetros de las normas, son inaceptables.

## **Recomendaciones**

Los materiales y muestras a utilizar, deberán ser hallados de forma apropiada en el laboratorio y no empíricamente, puesto que esto incide sobre la determinación de las propiedades del suelo y pueden afectar directamente la resistencia y durabilidad de la misma.

Efectuar ensayos químicos de diferentes muestras de arena de mar, con el fin de determinar sus propiedades que pueden otorgar o no mejorías sobre el aumento del CBR en subrasantes arcillosas.

Profundizar los estudios de estabilización con arena de mar mayores al 25%, para que se puedan determinar los comportamientos mecánicos de mejora o disminución de la capacidad de soporte en arcillas con napa freática alta.

Verificar las resultantes obtenidas, dado que la concentración de sales, cloruros y sulfatos de la arena de mar es variable, los cuales pueden diferir de los valores presentados.

## Referencias

- [1] Endaryanta y DE Wibowo. “Fortalecimiento y apoyo de los esfuerzos para reducir el hinchamiento del suelo mediante el uso de arena de playa a través de la prueba CBR”. 2023.
- [2] Memudu Quadri<sup>1</sup>, Oluwatosin Alao, Oluwaseun Akindipe y Olufikayo Aderinlewo. “Evaluación de la arena de playa como estabilizador de suelos lateríticos”. 2018.
- [3] Fiestas Pazo Katia Valeria y Montero Ruiz Roman. “Effect of dune sand on the stabilization of clay soils on the nueva esperanza highway – Los Pocitos, Sechura, Piura”, Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Universidad César Vallejo. Piura, 2020.
- [4] Morales Hidalgo Johanna Patricia, Ortiz Hernández Eduardo Humberto, Intriago Álava Carlos Igor. “Improvement of granular material with MH type cement and fine aggregates of beach sand from the coast in the province of manabi”. Departamento de Construcciones Civiles – Universidad Técnica de Manabi. Ecuador, 2023.
- [5] Eduardo Sierra Carrascal, Rodolfo Silva Casarín, Edgar Mendoza Baldwin. “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la arena de Cancún”, Desarrollo costero sustentable. México, 2005.
- [6] Humicorp Nanopolimetos S.L. “¿La arena de playa se puede estabilizar con Corpi Seal?”. Costa Verde – Lima. Perú, 2014. <https://www.humicorp.com/la-arena-de-playa-se-puede-estabilizar-con-corpi-seal/>
- [7] Rucks, García, Kaplán, Ponce de León & Hill. “Propiedades físicas del suelo”, Universidad de la República - Facultad de agronomía. Uruguay, 2004.
- [8] NTP 339.134. “Clasificación de suelos SUCS”, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI. Perú, 1999.
- [9] Sanjuan, L. M. ¿Cómo se generan las playas? ¿Cuál es el proceso y por qué la arena es tan fina? AS Actualidad. 2021.

- [10] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. “Especificaciones Generales para la Construcción”, MTC. Perú, 2013.
- [11] Julio Rodríguez Lázaro. “¿De qué está hecha la arena de mar? – Cuaderno de cultura científica”, Departamento de Geología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU. 2009.
- [12] Crespo Villalaz, C. “Mecánica de Suelos y Cimentaciones – 5ta Edición”, LIMUSA. México 2004.
- [13] «Pavement Repair Strategies for Selected Distresses in FM Roadways», Texas A&M Transportation Institute, junio de 2012. [En línea]. Disponible en: <https://tti.tamu.edu/tti-publication/pavement-repair-strategies-for-selected-distresses-in-fm-roadways/>
- [14] A. C. Gil, “Comportamiento del suelo tropical peruano”, vol. 12. pp. 27–35, Aug. 29, 2017. [En línea ]. Disponible en: [https://doi.org/10.31381/perfiles\\_ingenieria.v12i12.809](https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v12i12.809)
- [15] National Institute of civil defense, “ Disaster Prevention Plan: Land use and mitigation measures “, national Civil Defense system, Perú, report, 2003 [Online].  
Disponible en: <https://bit.ly/39k18vY>
- [16] Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, Conociendo los suelos de Moquegua, Moquegua:Predes. Centro de Estudios y Prevención de Desastres, 2004.
- [17] M. D. Braja, «Fundamentos de ingeniería geotécnica,» de Fundamentos de ingeniería geotécnica, Cuarta ed., México, Cengage learning, 2015.
- [18] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma CE.010: Pavimentos Urbanos,» Sencico, Lima, Perú, 2010.
- [19] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de carreteras: suelos geología,geotécnia y pavimentos,» Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, 2014.
- [20] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, «Norma CE.020: Suelos y taludes,»Sencico, Lima, 2010.
- [21] Ministerio de transportes y Comunicaciones, Manual de ensayos de materiales, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3r3RBjc>

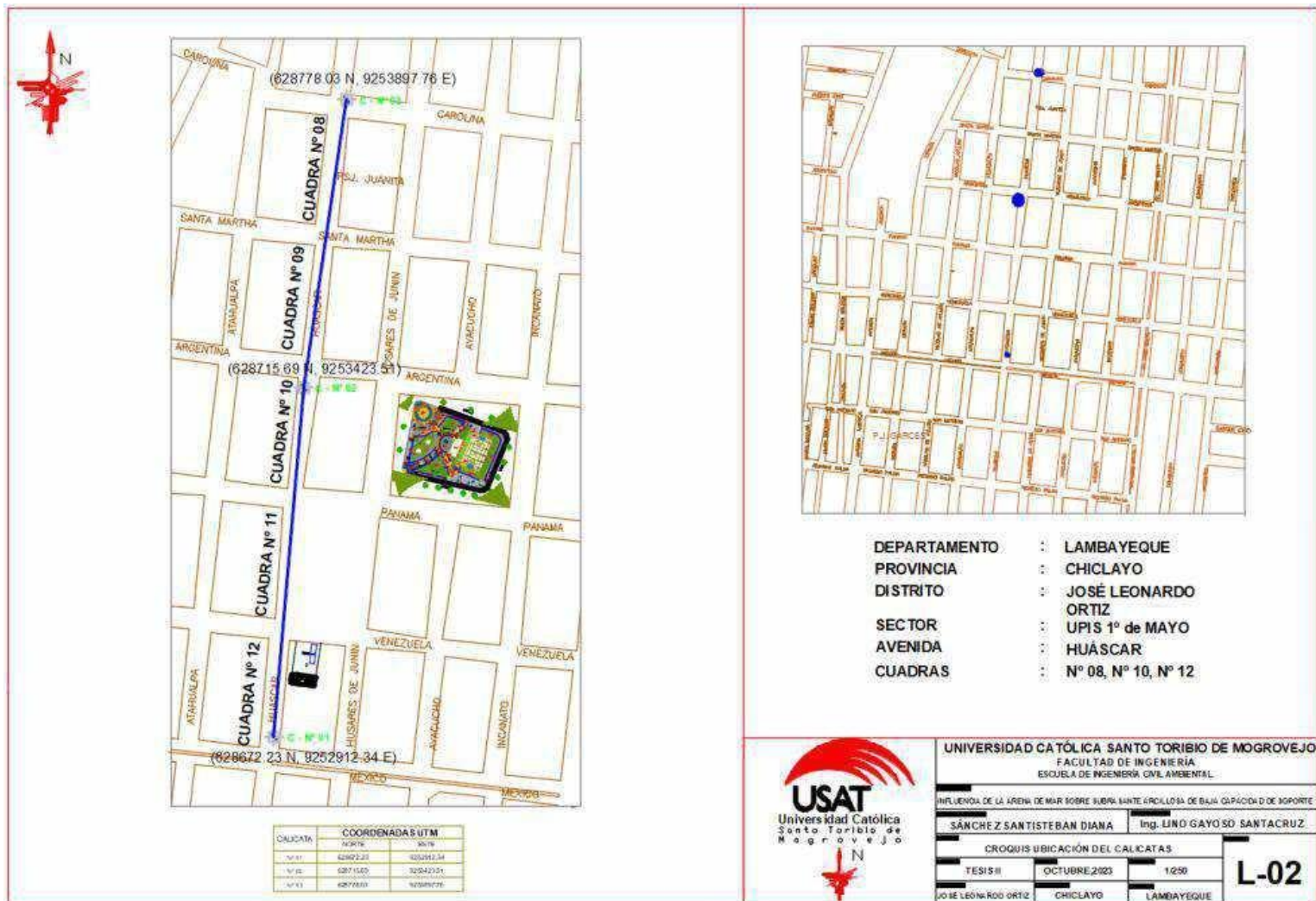
- [22] NEC, Geotecnia y cimentaciones Construcción NEdI, Quito: MIDUVI, 2014.
- [23] T. W. Lambe y R. V. Whitman, «Mecánica de suelos,» de Mecánica de suelos, México, Noriega editores, 2004, pp. 41-52.
- [24] E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos: Fundamentos de la Mecánica de suelos, México: Limusa Noriega editores, 2005, pp. 75-92.
- [25] G. Girardi “De dónde viene la arena de las playas : Revista Pesquisa Fapesp.” [Online]. Available: <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/de-donde-viene-la-arena-de-las-playas/>
- [26] L. G. Laiton and A. L. Polo, “Evaluación de la calidad de la arena de las playas de sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar; pertenecientes al Municipio de Puerto Colombia, Atlántico”. Sep. 14, 2016. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/b741f36e7a5f7f1ab50c2df22d54892a114a25a5>
- [27] B. M. Das, Fundamentos de ingeniería geotécnica (4a. ed.). 2015. [Online]. Available: [http://books.google.com/books?id=1V63AQAACAAJ&dq=FUNDAMENTOS+DE+INGENIER+C3%8DA+GEOT+C3%89CNICA&hl=&source=gbs\\_api](http://books.google.com/books?id=1V63AQAACAAJ&dq=FUNDAMENTOS+DE+INGENIER+C3%8DA+GEOT+C3%89CNICA&hl=&source=gbs_api)
- [28] A. Carranza-Edwards, J. J. Kasper-Zubillaga, L. Rosales-Hoz, E. M. D. L. Garza, and R. L. Cruz, “Beach sand composition and provenance in a sector of the southwestern Mexican Pacific”, Revista Mexicana De Ciencias Geológicas, vol. 26. Revista Mexicana De Ciencias Geológicas, pp. 433–447, Aug. 01, 2009. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/e8f9ef0cf486a251acf6160f7945881110e7e52d>
- [29] S. R. Tumbes et al., “INSTITUTO DEL MAR DEL PERU”. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/4212c56c9a9098af33cbf4464eefbd3bcf90c49c>
- [30] P. D. Komar, Beach Processes and Sedimentation. 1998. [Online]. Available: [http://books.google.com/books?id=DyJgQgAACAAJ&dq=Beach+processes+and+sedimentation&hl=&source=gbs\\_api](http://books.google.com/books?id=DyJgQgAACAAJ&dq=Beach+processes+and+sedimentation&hl=&source=gbs_api)

# Anexos

## Anexo 1. Plano de ubicación del proyecto



Anexo 2. Plano de ubicación de calicatas



DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE  
 PROVINCIA : CHICLAYO  
 DISTRITO : JOSÉ LEONARDO ORTIZ  
 SECTOR : UPIS 1° de MAYO  
 AVENIDA : HUÁSCAR  
 CUADRAS : N° 08, N° 10, N° 12



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

INFLUENCIA DE LA ARENA DE MAR SOBRE SUBRA BANTE APLICADORA DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE  
 SÁNCHEZ SANTISTEBAN DIANA Ing. LIND GAYOSO SANTACRUZ

CROQUIS UBICACIÓN DEL CALICATAS  
 TESIS II OCTUBRE 2023 1250 L-02  
 JOSE LEONARDO ORTIZ CHICLAYO LAMBAYEQUE

### Anexo 3. Memoria fotográfica



Figura 4: Calicata 1



Figura 5: Calicata 2



Figura 6: Calicata 3



Figura 7: Extracción de muestras de suelo



Figura 8: Muestras de suelo convencional.



Figura 9: Muestras saturadas convencionales.



Figura 10: Realización del ensayo límite de Atterberg.



Figura 11: Copa Casagrande con la muestra.



Figura 12: Pesos secos de muestras para límite líquido - límite plástico.



Figura 13: Muestras secas para humedad.



Figura 14: Tamizado por granulometría.



Figura 15: Ensayo de gravedad específica.



Figura 16: Medición de diámetro de briqueta.



Figura 17: Realización del ensayo de Proctor



Figura 18: Moldes de CBR en agua



Figura 19: Mezclando muestra natural+arena de mar para CBR



Figura 20: Realización del ensayo Densidad de campo.



Figura 21: Compactación por capas del suelo natural + arena de mar

INFORME N° LEM USAT 023-2024-1

FECHA: 21 de Mayo 2024

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Sánchez Santisteban Diana Carolina


**TITULO DE LA TESIS:** Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte, 2023

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, 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
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Gravedad Específica
- Sales Solubles
- Ensayo de Proctor
- Ensayo de Cbr
- Cloruros
- Sulfatos
- Densidad de Campo

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

  
Henry Rivadeneyra Oblitas  
Téc. Laboratorio  
USAT  


Henry Rivadeneyra Oblitas  
Responsable de Lab. Ing. Civil Ambiental  
USAT



**Tesista** Sanchez Santisteban Diana Carolina

**Faculta** : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

**Tesis** . Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte

**Lugar** Distrito, Jose Leonardo Ortiz-Lambayeque

**Fecha de emisión** 20 de Agosto del 2023

**Ensayo** : Contenido de humedad

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.127

I.- Datos		C-01
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	886.5
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	12.80

I.- Datos		C-02
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	886.5
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0
D.- Contenido de humedad	(%)	12.80

I.- Datos		C-03
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	901.7
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	10.90

  
Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



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

**Tesista** : Sanchez Santisteban Diana Carolina

**Faculta** : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

**Tesis.** Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte

**Lugar** : Distrito, Jose Leonardo Ortiz-Lambayeque

**Fecha de emisión** : 20 de Agosto del 2023

**Ensayo** : Contenido de humedad

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.127

I.- Datos		C-01
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	886.5
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	12.80

I.- Datos		C-02
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	886.5
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0
D.- Contenido de humedad	(%)	12.80

I.- Datos		C-03
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	901.7
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	10.90



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

**USAT**



TÉCNICO DE LABORATORIO

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

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Sanchez Santisteban, Diana Carolina  
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis :

"Influencia de la arena de mar en subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte )

Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra ARENA DE MAR  
 Lugar : Distrito de Pimentel, Lambayeque

Muestra usada: 50 g  
 Agua destilada: 250 ml

I - DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	32.02	32
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	32.08	32.06
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.06	0.06
7	Constituyentes de sales solubles totales ((6)*(1000000)/(4))*(5)	ppm	6000	6000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (7)/10000	%	0.60%	0.60%
		PROMEDIO ppm	6000	
		PROMEDIO (%)	0.60%	

  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS**



**REPORTE DE ANÁLISIS N° 91 – 2023 – FIQIA**

1. CLIENTE : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 2. RUC : 72730009

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

- Número de muestras : 01  
 - Cantidad : 2 kg.  
 - Fecha de monitoreo : 13/09/2023  
 - Muestra : arena de mar

**2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
Sulfatos	mg/kg.	68.59
Cloruros	mg/kg.	439.52

**3. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos fueron realizados en el Laboratorio de Investigación y Servicios Técnicos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, siguiendo estrictos estándares de calidad.

Firma		Firma	
Analista	Ing. Marilyn Catherine Quinteros Vilchez	V°B°	Dr. César Augusto Monteza Arbulú
Fecha del Análisis		20 de Setiembre del 2023	

Henry Rivas  
 Obiata  
 Tac. Laboratorio USAT  
 USAT  
 Universidad Católica del Perú





## REPORTE DE ANÁLISIS N° 043 - FIQIA

### 1. DATOS DE CLIENTE:

- a) Nombre : DIANA CAROLINA SÁNCHEZ SANTISTEBAN  
b) DNI : 72730009  
c) Proyecto :  
Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte

### 2. DATOS DE LA MUESTRA

- Número de muestras : 03
- Tipo de muestra : SUELOS
- Fecha de monitoreo : 07/05/2024

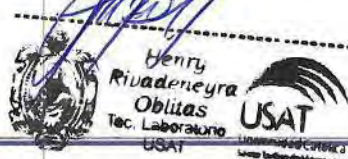
### 3. RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÀMETRO	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
Cloruros (mg Cl/ Kg)	1020.7580	1037.8478	792.2729
Sulfatos (mg SO <sup>-2</sup> / Kg)	2.5727	2.7653	2.1159

### 4. Alcances

- Las tres muestras (CALICATA 1, CALICATA 2 y CALICATA 3) fueron tamizadas a maya 100, para su posterior tratamiento y desarrollo del análisis.
- El análisis para la determinación de cloruros se realizó por método volumétrico según NTP 339.177. (NORMA TECNICA PERUANA – 2015)
- El análisis para la determinación de sulfatos fue por método gravimétrico según NTP 339.178. (NORMA TECNICA PERUANA – 2015)
- Las muestras de CALICATA 1, 2 y 3, contienen 25% de arena de mar.

Firma		Firma	 Cristian David Visconde Beltrán INGENIERO QUÍMICO REG CIP 111172
Analista	Marilyn Catherine Quinteros Vilchez	V°B°	Ing. Cristian David Visconde Beltrán
Fecha de Reporte	09 de mayo del 2024		





**Tesista** Sanchez Santisteban Diana Carolina

**Faculta** : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

**Tesis.** Influencia de la arena en subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte

**Lugar** Dist. Jose leonardo ortiz , Prov. Chichayo, Reg. Lambayeque.

**Fecha de emisión** 10 de Diciembre del 2023

**Ensayo** : Contenido de humedad

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.127

I.- Datos		C-01
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	991
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.91



Henry  
Ruedenebra  
Obitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
USAT



TELÉFONO 051 071 4221111

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

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Sanchez Santisteban, Diana Carolina  
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis :

"Influencia de la arena de mar en subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte )

Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra : C-02-Muestra natural+25% de arena de mar  
 Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque

**Muestra usada:** 50 g  
**Agua destilada:** 250 ml

I.- DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	30.92	30.9
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	30.99	30.97
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.07	0.07
7	Constituyentes de sales solubles totales ((6)*(1000000))/(4)*(5)	ppm	7000	7000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (7)/10000	%	0.70%	0.70%
			PROMEDIO ppm	7000
			PROMEDIO (%)	0.70%

  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  



  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TECNICO DE LABORATORIO

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

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Sanchez Santisteban, Diana Carolina  
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis :

"Influencia de la arena de mar en subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte )

Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra : C-01-Muestra natural+25% de arena de mar  
 Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque

Muestra usada: 50 g  
 Agua destilada: 250 ml

I. - DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	30.71	30.7
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	30.79	30.78
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.08	0.08
7	Constituyentes de sales solubles totales ((6)*(1000000))/(4)*(5)	ppm	8000	8000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (7)/10000	%	0.80%	0.80%
			PROMEDIO ppm	8000
			PROMEDIO (%)	0.80%

  
 Henry Ryadeviera Obliuas  
 Tec. Laboratorio USAT  


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

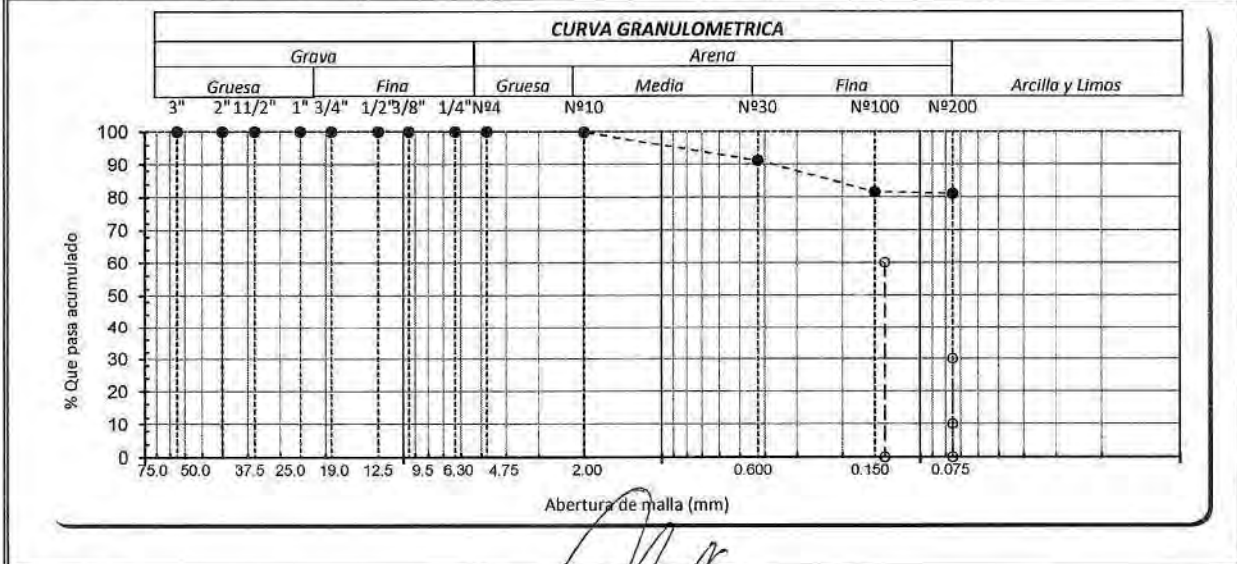
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999

Muestra: Arena de mar

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 500.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 483.00 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 500.00 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO : %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : SP
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS : SP
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO : Arcilla de baja plasticidad con arena
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.0	Ensayo Malla Nº200
Nº10	2.360	0.00	0.0	0.0	100.0	P.S. Seco P.S. Lav (%) 200
Nº20	1.180	0.00	0.0	0.0	100.0	
N40	0.600	11.31	2.3	2.3	97.7	% HUMEDAD P.S.H P.S.S. (%) Hum.
Nº60	0.250	169.12	33.8	36.1	63.9	
Nº140	0.106	286.90	57.4	93.5	6.5	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	13.58	2.7	96.2	3.8	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	2.09	0.4	96.6	3.4	Coef. Curvatura



Observaciones:

*[Handwritten Signature]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribero de Chiclayo

LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
 USAT  
*[Handwritten Signature]*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



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



Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Dist. José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

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

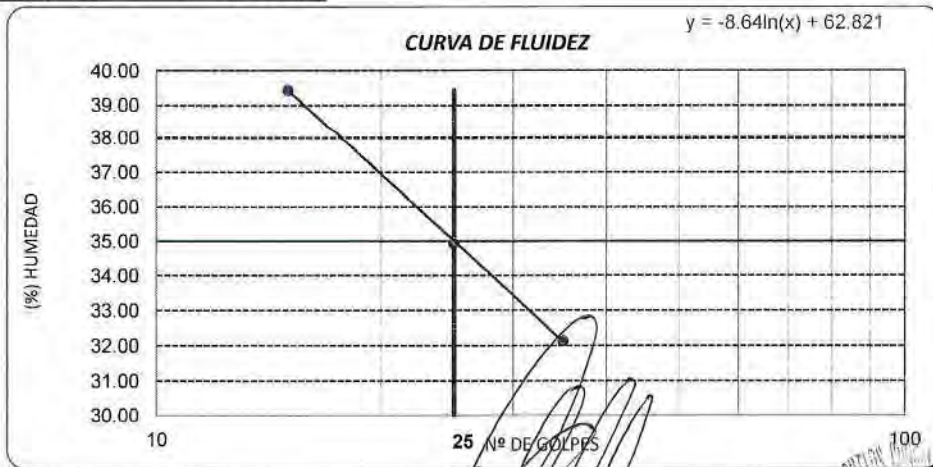
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata C-01 Muestra: M-2 Profundidad: 0.0m - 1.50 m

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de tarro	22	19	9	7		
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	50.46	34.42	40.09	46.24		
Tarro + suelo seco	47.49	31.02	34.77	45.49		
Agua	2.97	3.4	5.32	0.75		
Peso del tarro	38.25	21.29	21.28	39.75		
Peso del suelo seco	9.24	9.73	13.49	5.74		
Porcentaje de humedad	32.14	34.94	39.44	13.07		

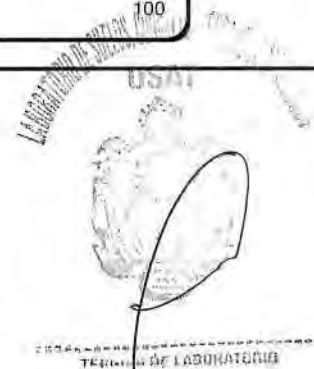
CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	35.01
Límite Plástico	13.07
Índice de Plasticidad	21.94



Observaciones:

Henry Rivadeneira Obitas  
 Tec. Laboratorio USAT





Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Dist. José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

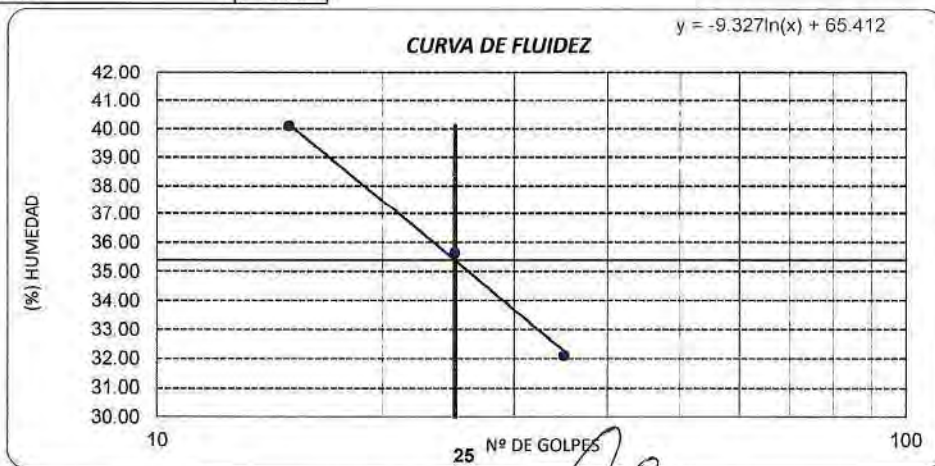
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata C-02 Muestra: M-2 Profundidad: 0.0m - 1.50 m

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	22	19	9	7	
N° de tarro	22	19	9	7	
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	50.39	34.42	40.11	46.24	
Tarro + suelo seco	47.44	30.97	34.72	45.49	
Agua	2.95	3.45	5.39	0.75	
Peso del tarro	38.25	21.29	21.28	39.75	
Peso del suelo seco	9.19	9.68	13.44	5.74	
Porcentaje de humedad	32.10	35.64	40.10	13.07	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	35.39
Límite Plástico	13.07
Índice de Plasticidad	22.32



Observaciones:

Henry  
Fundadora  
Cebitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
USAT



Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Dist. José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo - Departamento de 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

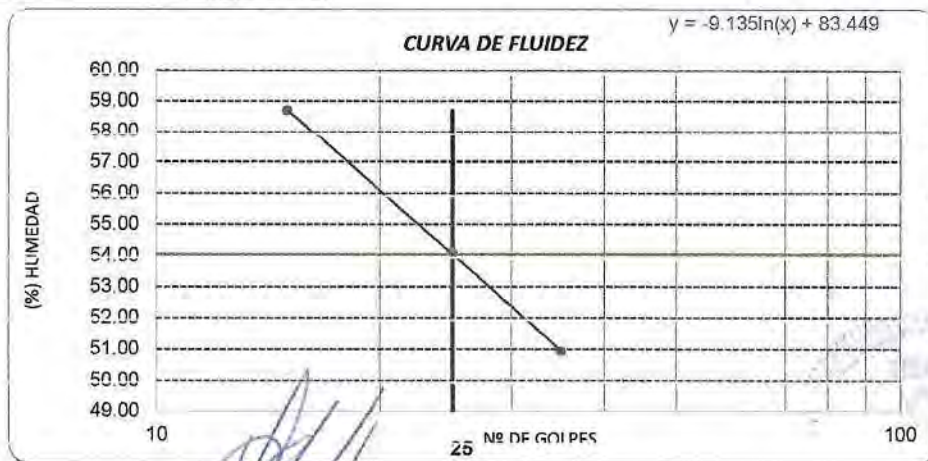
Muestra: M-2

Profundidad: 0.0m - 1.50 m

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	22	19	9	7	
N° de tarro	22	19	9	7	
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	50.38	51.45	50.86	46.24	
Tarro + suelo seco	36.65	36.71	35.47	45.49	
Agua	13.73	14.74	15.39	0.75	
Peso del tarro	9.69	9.47	9.25	39.75	
Peso del suelo seco	26.96	27.24	26.22	5.74	
Porcentaje de humedad	50.93	54.11	58.70	13.07	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	54.04
Límite Plástico	13.07
Índice de Plasticidad	40.98



Observaciones.



Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
Tesis: Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación: Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque

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

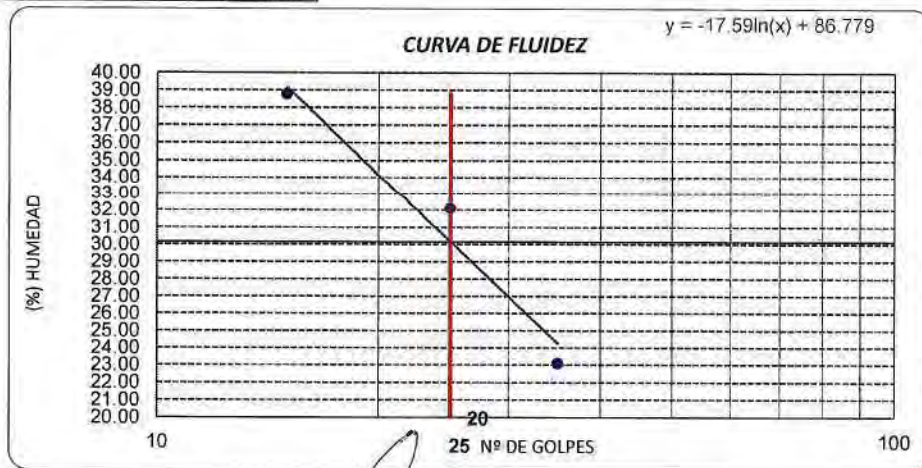
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata C1+15% Arena de mar  
M2

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	L11	L12	L13		
N° de tarro					
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	48.02	33.71	33.19	15.91	
Tarro + suelo seco	43.87	29.91	28.95	14.48	
Agua	4.15	3.8	4.24	1.43	
Peso del tarro	25.88	18.07	18.01	7.30	
Peso del suelo seco	17.99	11.84	10.94	7.18	
Porcentaje de humedad	23.07	32.09	38.76	19.92	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	30.16
Límite Plástico	19.92
Índice de Plasticidad	10.24




Observaciones:

Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



USAT





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



Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque

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

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

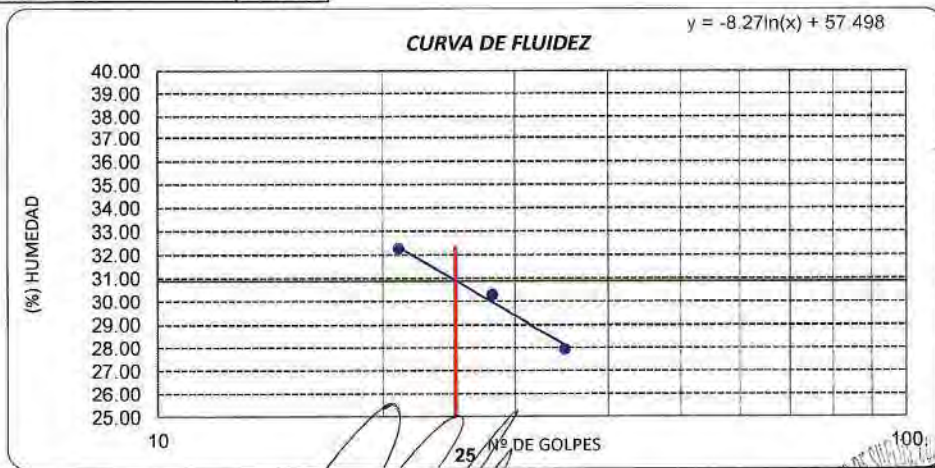
Calicata C1+20% de arena de mar

M2

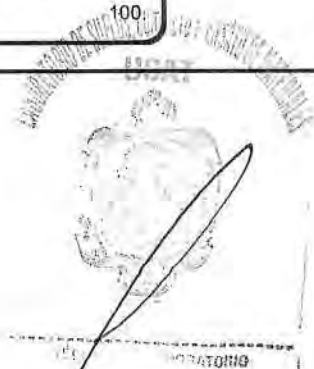
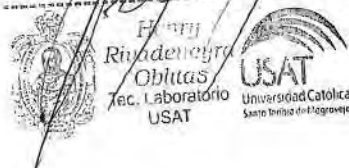
Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico		
	12	15	16			
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	35	28	21			
Tarro + suelo húmedo	49.78	48.75	48.65	15.02		
Tarro + suelo seco	40.91	39.61	38.75	14.23		
Agua	8.87	9.14	9.9	0.79		
Peso del tarro	9.13	9.41	8.05	8.73		
Peso del suelo seco	31.78	30.2	30.7	5.5		
Porcentaje de humedad	27.91	30.26	32.25	14.36		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	30.88
Límite Plástico	14.36
Índice de Plasticidad	16.51



Observaciones:





Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de 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

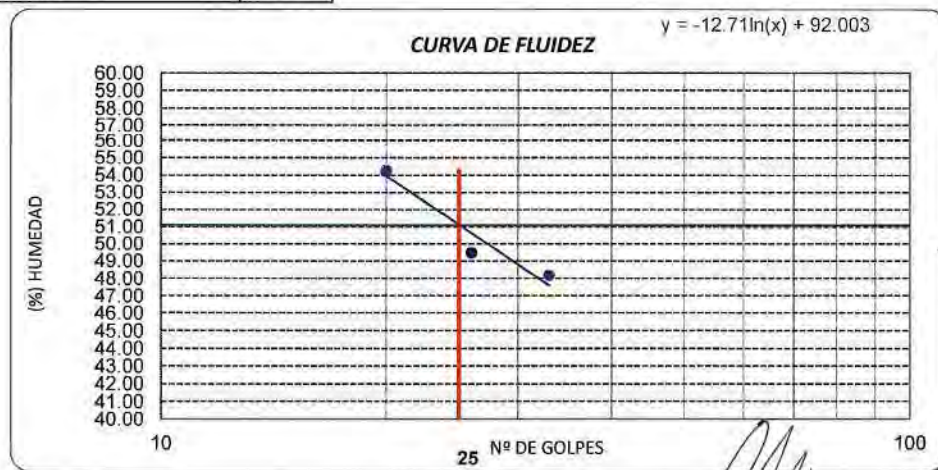
Calicata C1 + 25% Dde arena de mar

M2

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16			
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	33	26	20			
Tarro + suelo húmedo	50.41	51.67	49.59	14.81		
Tarro + suelo seco	36.91	37.69	35.34	13.11		
Agua	13.5	13.98	14.25	1.7		
Peso del tarro	8.88	9.43	9.05	8.46		
Peso del suelo seco	28.03	28.26	26.29	4.65		
Porcentaje de humedad	48.16	49.47	54.20	36.56		


CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	51.10
Límite Plástico	36.56
Índice de Plasticidad	14.54



Observaciones:

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





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



Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque

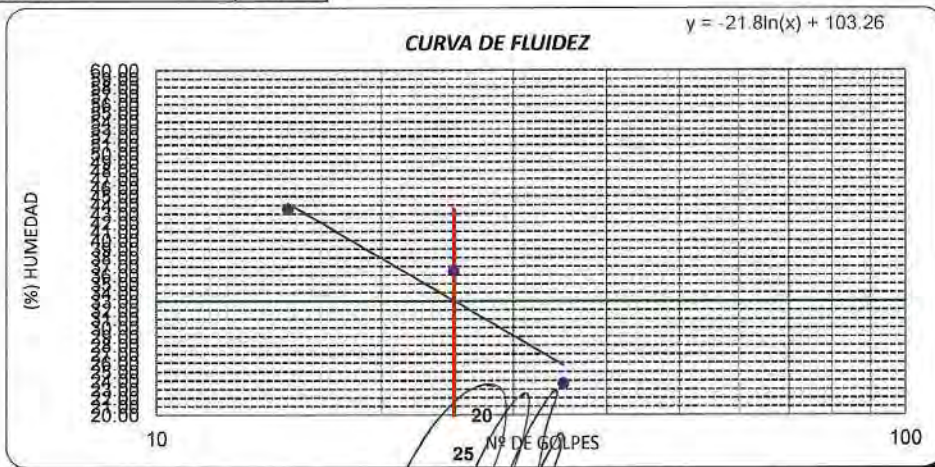
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata C2 + 10% Dde arena de mar  
 M2

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16			
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	32.58	31.05	35.61	14.37		
Tarro + suelo seco	29.79	27.47	30.49	13.05		
Agua	2.79	3.58	5.12	1.32		
Peso del tarro	18.01	17.66	18.73	7.37		
Peso del suelo seco	11.78	9.81	11.76	5.68		
Porcentaje de humedad	23.68	36.49	43.54	23.24		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.08
Límite Plástico	23.24
Índice de Plasticidad	9.84



Observaciones:

Henry Ruedeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USA



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



Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de 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

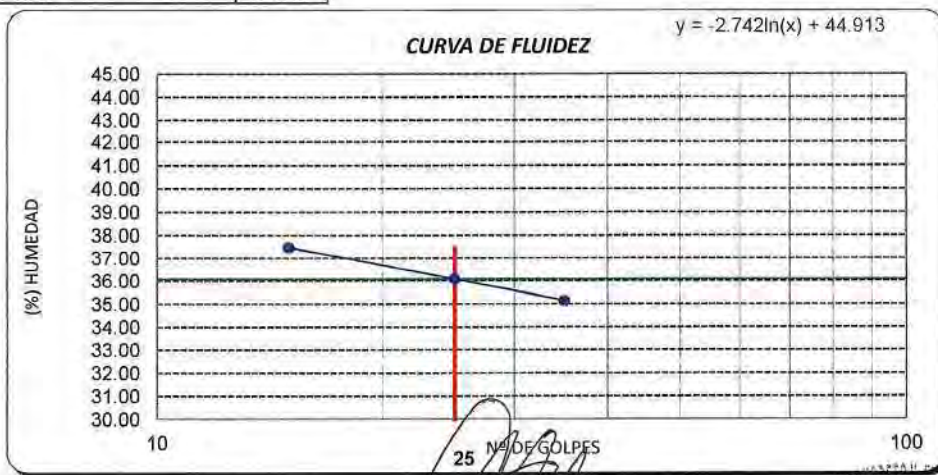
Calicata: C2 +20% de arena de mar

M2

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	12	15	16		
N° de tarro	12	15	16		
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	35.85	37.29	39.17	22.85	
Tarro + suelo seco	31.21	32.08	33.66	21.62	
Agua	4.64	5.21	5.51	1.23	
Peso del tarro	18.01	17.65	18.96	16.24	
Peso del suelo seco	13.2	14.43	14.7	5.38	
Porcentaje de humedad	35.15	36.11	37.48	22.86	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	36.09
Límite Plástico	22.86
Índice de Plasticidad	13.22



Observaciones:

Hecho en Chiclayo, Lambayeque, el día 14 de mayo del 2010.  
 Obtuvo: [Signature]  
 Tel: Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 [Signature]



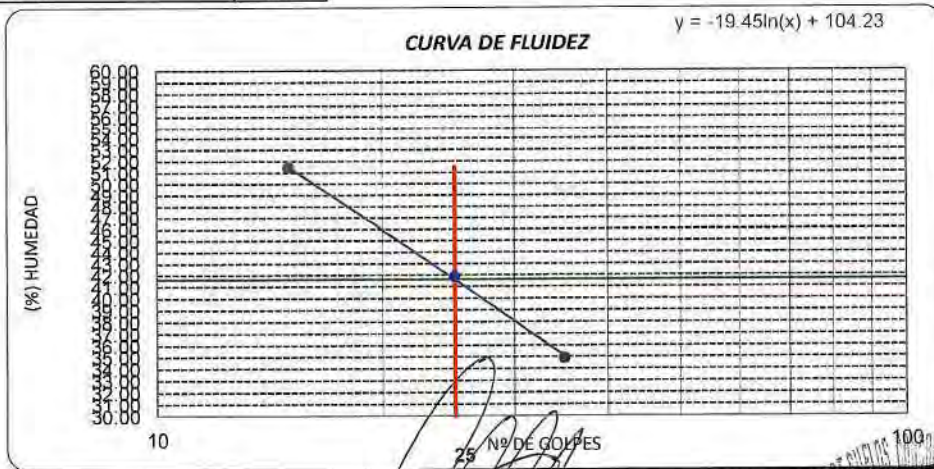
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque

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 C2 + 25% de arena de mar  
 M2

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16			
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	35.8	40.42	37.87	15.24		
Tarro + suelo seco	32.05	36.04	32.75	13.43		
Agua	3.75	4.38	5.12	1.81		
Peso del tarro	21.31	25.59	22.81	7.38		
Peso del suelo seco	10.74	10.45	9.94	6.05		
Porcentaje de humedad	34.92	41.91	51.51	29.92		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	41.63
Límite Plástico	29.92
Índice de Plasticidad	11.71



Observaciones:

Henry Rivas Obulua  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



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



Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de 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 C3 + 15 % de arena de mar

M2

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16			
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	32.85	33.97	35.11	20.07		
Tarro + suelo seco	28.65	29.21	30.07	18.15		
Agua	4.2	4.76	5.04	1.92		
Peso del tarro	17.8	17.72	19	7.32		
Peso del suelo seco	10.85	11.49	11.07	10.83		
Porcentaje de humedad	38.71	41.43	45.53	17.73		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	41.42
Límite Plástico	17.73
Índice de Plasticidad	23.69



Observaciones:

Henry  
 Rivalde Obitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo



LABORATORIO



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



Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de 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

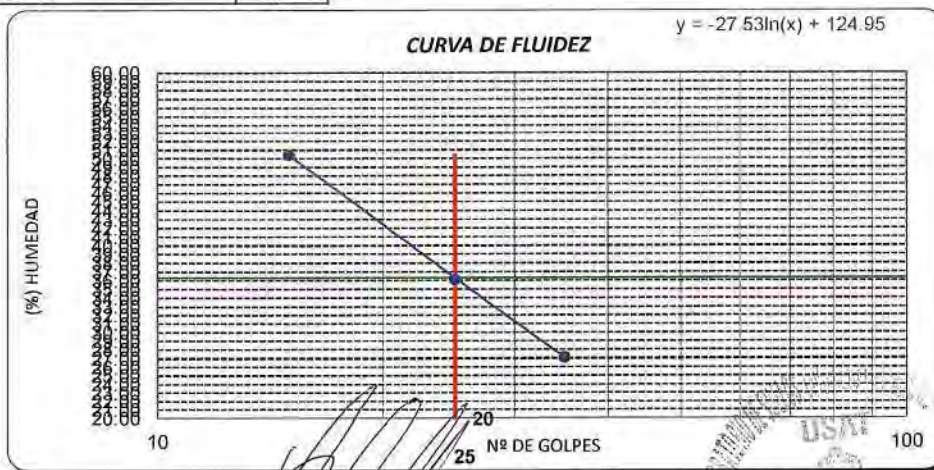
Calicata C3 + 20% de arena de mar

M2

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16			
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	35	25	15			
Tarro + suelo húmedo	48.92	39.61	37.58	13.56		
Tarro + suelo seco	44	33.89	31.01	12.53		
Agua	4.92	5.72	6.57	1.03		
Peso del tarro	25.89	18.06	17.98	7.14		
Peso del suelo seco	18.11	15.83	13.03	5.39		
Porcentaje de humedad	27.17	36.13	50.42	19.11		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	36.32
Límite Plástico	19.11
Índice de Plasticidad	17.21



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Obitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 LABORATORIO



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



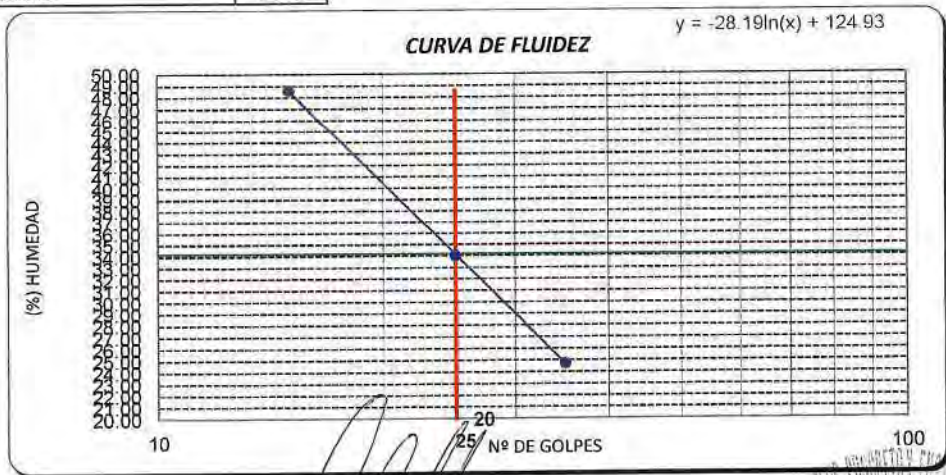
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista: Diana Carolina Sanchez Santisteban  
 Tesis: : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación: : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque

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 C3+25% de arena de mar  
 M2

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	12	15	16		
N° de tarro	12	15	16		
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	50.32	49.14	41.49	14.87	
Tarro + suelo seco	43.86	42.43	36.46	13.71	
Agua	6.46	6.71	5.03	1.16	
Peso del tarro	17.76	22.74	26.11	7.19	
Peso del suelo seco	26.1	19.69	10.35	6.52	
Porcentaje de humedad	24.75	34.08	48.60	17.79	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	34.18
Límite Plástico	17.79
Índice de Plasticidad	16.39



Observaciones:

*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Sanchez Santisteban, Diana Carolina  
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis :

"Influencia de la arena de mar en subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte )

Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra C03- Suelo patron  
 Lugar : Distrito de Pimentel, Lambayeque

Muestra usada: 50 g  
 Agua destilada: 250 ml

I.- DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	30	30.01
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	30.03	30.02
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.03	0.01
7	Constituyentes de sales solubles totales $((6) * (1000000) / (4)) * (5)$	ppm	3000	1000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco $(7) / 10000$	%	0.30%	0.10%
PROMEDIO ppm			2000	
PROMEDIO (%)			0.20%	

  
 Henry Obilias  
 Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Torivio de Mogrovejo

  
 Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Torivio de Mogrovejo

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

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Sanchez Santisteban, Diana Carolina  
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis : "Influencia de la arena de mar en subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte )

Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

Referencia : NTP 339,152

Muestra : C-03-Muestra natural+25% de arena de mar  
 Lugar : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque

Muestra usada: 50 g  
 Agua destilada: 250 ml

I.- DATOS

1	Número de beaker	-	1	2
2	Peso de beaker	gr	30.9	30.89
3	Peso de beaker + residuo de sales	gr	30.97	30.96
4	Volumen de solución evaluado	ml	50	50
5	Relación mezcla suelo - agua destilada	-	5	5
6	Residuo de sales (3)-(2)	gr	0.07	0.07
7	Constituyentes de sales solubles totales ((6)*(1000000)/(4))*(5)	ppm	7000	7000
8	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (7)/10000	%	0.70%	0.70%
			PROMEDIO ppm	7000
			PROMEDIO (%)	0.70%

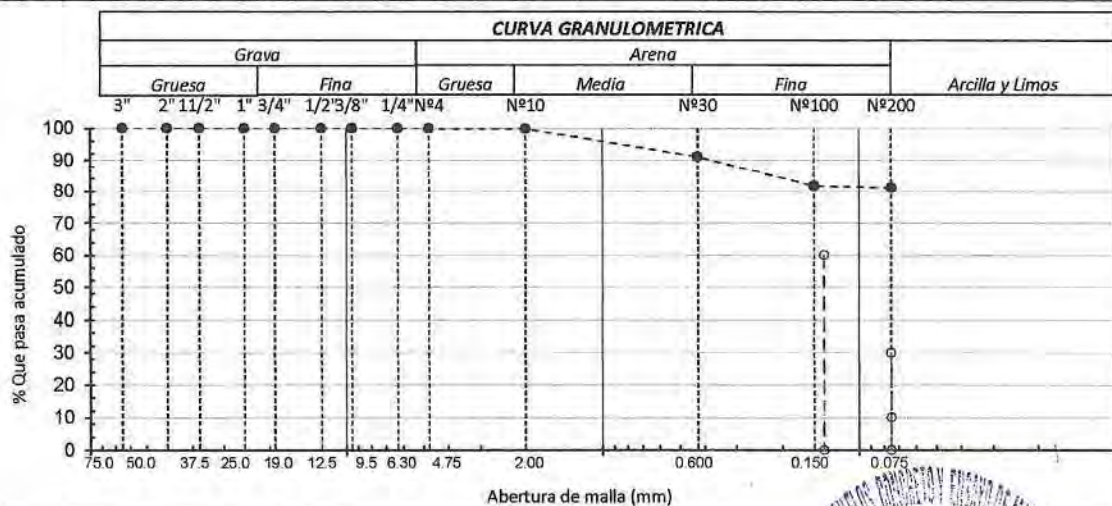
  
 Henry Rivas Oblias  
 Tec. Laboratorio USAT  


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

## Método de ensayo para el análisis granulométrico

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Tesis :  
 Ubicación : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque  
 Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 Norma de referencia : NTP 339.128:1999 SUELOS. Métodos de ensayo para el análisis granulométrico  
 Calicata: C-03 Muestra: M-2 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 500.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 97.00 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 500.00 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 54.04 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO : 13.07 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : 40.98 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : A-7-6 (14)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS : CH
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.00	<b>Arcilla de baja plasticidad con arena</b>
Nº10	2.360	0.54	0.1	0.1	99.90	Ensayo Malla Nº200
Nº20	1.180	10.48	2.1	2.2	97.80	P.S. Seco 500 P.S. Lav 97 (% ) 200 80.6
N40	0.600	32.89	6.6	8.8	91.20	% HUMEDAD P.S.H P.S.S. (% ) Hum.
Nº60	0.250	15.54	3.1	11.9	88.10	
Nº140	0.106	31.57	6.3	18.2	81.80	MODULO DE FINEZA 0.600
Nº200	0.075	3.19	0.6	18.8	81.20	Coef. Uniformidad 2.1
< Nº 200	FONDO	345.79	69.2	88.0		Coef. Curvatura 0.6



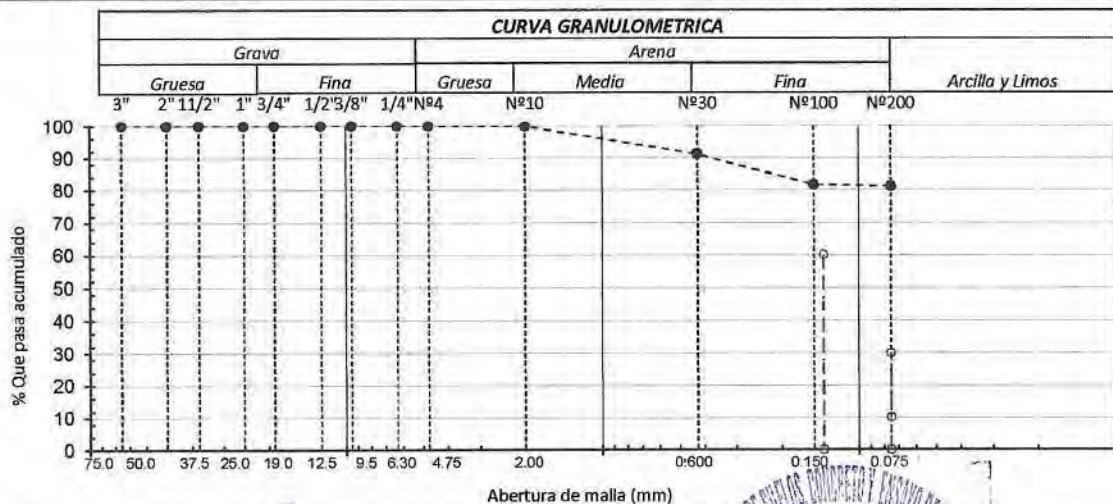
  
 Henry Ribadeneyra Obliuas  
 Tec. Laboratorio USAT  




## Método de ensayo para el análisis granulométrico

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Tesis :  
 Ubicación : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 : Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque  
 Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 Norma de referencia : NTP 339.128:1999 SUELOS. Métodos de ensayo para el análisis granulométrico  
 Calicata: C-01 Muestra: M-2 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 500.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 98.82 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 500.00 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 35.01 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO : 13.07 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : 21.94 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : A-6 (11)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS : CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.00	<b>Arcilla de baja plasticidad con arena</b>
Nº10	2.360	0.31	0.1	0.1	99.90	Ensayo Malla Nº200
Nº20	1.180	10.22	2.0	2.1	97.90	P.S.Seco 500 P.S.Lav 99 (%) 200
N40	0.600	32.98	6.6	8.7	91.30	% HUMEDAD P.S.H P.S.S. (%) Hum.
Nº60	0.250	15.63	3.1	11.8	88.20	
Nº140	0.106	31.34	6.3	18.1	81.90	MODULO DE FINEZA 0.596
Nº200	0.075	3.45	0.7	18.8	81.20	Coef. Uniformidad 2.1
< Nº 200	FONDO	346.07	69.2	88.0		Coef. Curvatura 0.6



## ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental

Tesista : Sanchez Santisteban Diana Carolina

Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Calicata: C-03 Muestra: M-3 Profundidad: 0.20m. - 1.70m.

		C-03
1. N° de fiola		F-1
2. Peso de la fiola		g. 94
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g. 50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)		g. 144.0
5. Peso de la muestra + Fiola + agua		g. 375.0
6. Peso de la fiola + peso de agua		g. 344.0
7. Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ ) (3)/((3+6)-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.63



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CIMENTACIÓN  
USAT  
TÉCNICO DE LABORATORIO

## ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental

Tesista : Sanchez Santisteban Diana Carolina

Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Calicata: C-03 Muestra: M-2 Profundidad: 0.20m. - 1.70m.

			C-03
1. N° de fiola			F-1
2. Peso de la fiola		g.	91
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g.	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	(2+3)	g.	141.0
5. Peso de la muestra + Fiola + agua		g.	370.0
6. Peso de la fiola + peso de agua		g.	338.4
7. Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	$(3)/((3+6)-5)$	$g/cm^3$	2.72




Henry Rivadeneyra  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo



## ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Sanchez Santisteban Diana Carolina  
 Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de  
 ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )  
 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854  
 Calicata: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.20m. - 1.70m.

		C-03
1. N° de fiola		F-1
2. Peso de la fiola		g. 92.5
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g. 50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	(2+3)	g. 142.5
5. Peso de la muestra + Fiola + agua		g. 372.0
6. Peso de la fiola + peso de agua		g. 340.2
7. Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	(3)/((3+6)-5)	g/cm <sup>3</sup> 2.75



Henry  
 Rueda de  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

## ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental

Tesista : Sanchez Santisteban Diana Carolina

Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Calicata: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.20m. - 1.70m.

			C-03
1. N° de fiola			F-1
2. Peso de la fiola		g.	92.5
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g.	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	(2+3)	g.	142.5
5. Peso de la muestra + Fiola + agua		g.	372.0
6. Peso de la fiola + peso de agua		g.	340.2
7. Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	$(3)/((3+6)-5)$	$g/cm^3$	2.75



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT




LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIAS

USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS - USAT**

**ESCUELA** : Ingeniería Civil Ambiental  
**TESISTA** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**TESIS** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**UBICACIÓN** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque - Perú  
**CALICATA** : N° 03 **NIVEL FREÁTICO** : No encontrado  
**UBICACIÓN** : Av. Huáscar cuadra N° 12  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 m - 1.50 m  
**FECHA** : 22/08/2023

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad		Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.0	(m)					
0.2	0.20	A	M - 1		<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad con arena
0.4						Límite Líquido = 36.27% Índice de Plasticidad = 13.07% Contenido de Humedad = 23.21%
0.5		C I E L O	M - 2		<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad con arena
0.6						Límite Líquido = 54.04% Índice de Plasticidad = 13.07% Contenido de Humedad = 40.98%
0.8	0.80	A B I E R T O				
1.0						
1.2						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata

Henry Rivas Obiñas  
 Tec. Laboratorio USAT



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS - USAT**

**ESCUELA** : Ingeniería Civil Ambiental  
**TESISTA** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**TESIS** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**UBICACIÓN** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque - Perú  
**CALICATA** : N° 02 **NIVEL FREÁTICO** : No encontrado  
**UBICACIÓN** : Av. Huáscar cuadra N° 10  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 m - 1.50 m  
**FECHA** : 22/08/2023

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad 0.0 (m)		Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.2	0.20	A C I E L O	M - 1		<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad con arena
0.4						Límite Líquido = 53.86% Índice de Plasticidad = 13.07% Contenido de Humedad = 40.79%
0.5	0.60	A B I E R T O	M - 2		<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad con arena
0.6						
0.8						
1.0						
1.2						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Inc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ESCUDO DE BARRILES  
**USAT**  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS - USAT**

**ESCUELA** : Ingeniería Civil Ambiental  
**TESISTA** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**TESIS** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**UBICACIÓN** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque - Perú  
**CALICATA** : N° 01 **NIVEL FREÁTICO** : No encontrado  
**UBICACIÓN** : Av. Huáscar cuadra N° 08  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 m - 1.50 m  
**FECHA** : 22/08/2023

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.2	A C I E L O	M - 1		<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad con arena
0.4					Límite Líquido = 53.44% Índice de Plasticidad = 13.07% Contenido de Humedad = 40.37%
0.5	A B I E R T O	M - 2		<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad con arena
0.6					Límite Líquido = 35.01% Índice de Plasticidad = 13.07% Contenido de Humedad = 21.94%
0.8					
1.0					
1.2					
1.4					
1.5	1.50				
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0					
2.1					
2.2					
2.3					
2.4					
2.5					
2.6					
2.7					
2.8					
2.9					
3.0					

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata

Henry Rivas de neyra  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 Laboratorio de Concreto, Suelos y Pavimentos - USAT  
  
 YESSIE  
 TORIBIO

**INFORME DE ENSAYO N° 1502**

Expediente N° : 1400 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : DIANA CAROLINA SANCHEZ SANTISTEBAN  
 Escuela : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Proyecto/Tesis : "INFLUENCIA DE LA ARENA DE MAR SOBRE SUBRASANTE ARCILLOSA DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE, 2023"  
 Ubicación : DIST. JOSE LEONARDO ORTIZ, PROV. CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Mayo del 2024

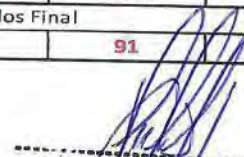

ENSAYO : SUELOS, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo In-Situ mediante el cono de arena.  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.143 ASTM D-1556

I.- Ubicación y/o Descripción de Prueba						
Nº de Prueba / Nº Base	D - 01	D - 02	D - 03	D - 04	D - 05	
Cono	2	2	2	2	2	
Placa	B	B	B	B	B	
II.- Datos de Campo y de Laboratorio						
1.-Peso de frasco + arena calibrada	g.	7439	7362	7320	7308	7240
2.-Peso de frasco + arena que queda	g.	2608	3001	2921	3338	3472
3.-Peso de la arena en el cono	g.	1628	1628	1628	1628	1628
4.-Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
5.-Volumen del material extraído	cm <sup>3</sup>	2373	2024	2053	1735	1585
6.-Peso del material + recipiente	g.	4423	3693	3945	2822	2550
7.-Peso del recipiente	g.	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
8.-Peso del material retenido 3/4"	g.	0	0	0	0	0
9.-Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41
10.-Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
11.-Peso de finos	g.	4414	3684	3936	2813	2541
12.-Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	2373	2024	2053	1735	1585
13.-Densidad natural húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.860	1.820	1.918	1.621	1.603
III.- Contenido de Humedad						
14.-Nº de la tara		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
15.-Peso del suelo Húmedo + tara	g.	522.9	548.5	592.1	520.8	557.9
16.-Peso del suelo seco + tara	g.	462.1	489.2	543.8	477.5	508.5
17.-Peso de la tara	g.	36.4	34.1	33	35.8	34.6
18.-Peso del agua	g.	60.8	59.3	48.3	43.3	49.4
19.-Peso suelo seco	g.	425.7	455.1	510.8	441.7	473.9
20.-Humedad (Horno)	(%)	14.3	13.0	9.5	9.8	10.4
21.-Densidad natural seca	g/cm <sup>3</sup>	1.628	1.610	1.752	1.477	1.452
IV.- Resultados de Laboratorio (Proctor Modificado)						
22.-MÁXIMA DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.922	1.92	1.92	1.81	1.81
23.-OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.56	16.56	16.56	17.70	17.70
V.- Resultados Final						
24.-GRADO DE COMPACTACIÓN	(%)	85	84	91	82	80

- D - 01 MUESTRA NATURAL + 25% DE ARENA DE MAR
- D - 02 MUESTRA NATURAL + 25% DE ARENA DE MAR
- D - 03 MUESTRA NATURAL + 25% DE ARENA DE MAR
- D - 04 MUESTRA NATURAL
- D - 05 MUESTRA NATURAL

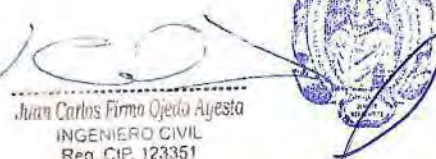
**OBSERVACIONES:**

- Ensayo realizado : Chiclayo, 18 de Mayo del 2024
- Identificación y Ubicación de pruebas designadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 Henry Rivadeneira Obliuas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie·lb/ft<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-01**

MUESTRA :

PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

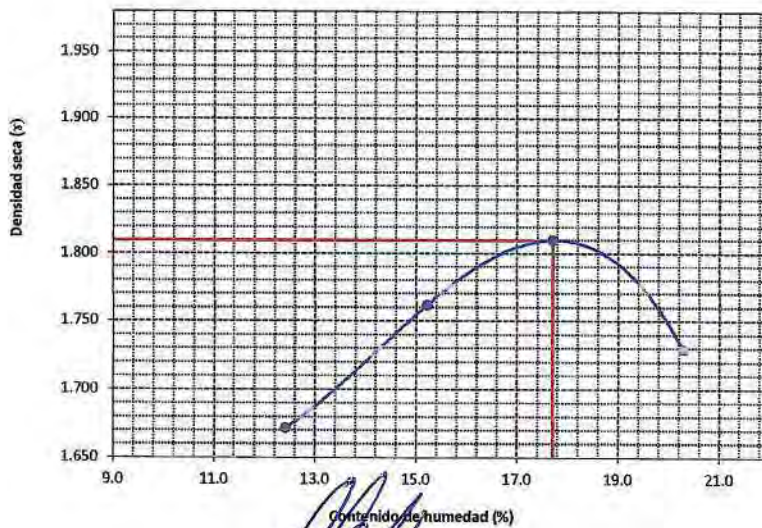
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	<b>5917</b>	<b>6056</b>	<b>6149</b>	<b>6102</b>
Peso del molde	g.	<b>4180</b>	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1737	1876	1969	1922
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	<b>924.2</b>	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.879	2.030	2.130	2.080

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	<b>84.67</b>	<b>83.97</b>	<b>89.32</b>	<b>91.01</b>
Peso del suelo seco + tara	g.	<b>77.81</b>	<b>75.85</b>	<b>79.34</b>	<b>79.40</b>
Peso de tara	g.	<b>22.56</b>	<b>22.48</b>	<b>22.96</b>	<b>22.17</b>
Peso de agua	g.	6.86	8.12	9.98	11.61
Peso de suelo seco	g.	55.25	53.37	56.38	57.23
Contenido de agua	%	12.4	15.2	17.7	20.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.672	1.762	1.810	1.729

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.810</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.70</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**Henry M. Vadeneyra Obliuas**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12420		12509		12258		12356		12404		12503		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8606		8606		
Peso del suelo húmedo (g)		4417		4506		4255		4353		3798		3897		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2129		2129		2112		2112		
Densidad húmeda (g/cc)		2.096		2.139		1.999		2.045		1.798		1.845		
% de humedad		16.07		18.12		16.29		18.63		18.11		20.76		
Densidad seca (g/cc)		1.806		1.810		1.719		1.723		1.523		1.528		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		80.1		80.1		4506		4506		87.1		87.1		
Tarro + Suelo seco (gr.)		72.1		72.1		4417		4417		78.0		78.0		
Peso del Agua (gr.)		8.0		8.0		89.0		89.0		9.1		9.1		
Peso del tarro (gr.)		22.03		22.03		0		0		22.14		22.14		
Peso del suelo seco (gr.)		50.0		50.0		4338.6		4338.6		55.9		55.9		
% de humedad		16.07		16.07		18.12		18.12		16.29		16.29		
Promedio de Humedad (%)		16.07		18.12		16.29		16.29		18.63		18.63		
18.11		18.11		20.76		20.76								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	3.00	0.075		3.25	0.081		3.4	0.085				
11/05/2023	10.2	48	4.15	0.104		4.30	0.108		5.2	0.130				
12/05/2023	10.2	72	4.90	0.123		5.40	0.135		6	0.150				
13/05/2023	10.2	96	5.20	0.130		5.90	0.148		6.7	0.168				
			4.57	total	2.85	4.57	total	3.23	4.57	total	3.67			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	44	19			28.0	13		18	9			
1.270	0.050	1'00"	76	31			48.0	20		27	12			
1.910	0.075	1'30"	100	40			72.0	29		49	21			
2.540	0.100	2'00"	145	58	49.7	5.0	111.0	44	43.6	4.4	82	33	33.1	3.3
3.810	0.150	3'00"	220	86			159.0	62			102	45		
5.080	0.200	4'00"	255	99	95.4	6.4	202.0	79	79.4	5.3	122	60		3.9
6.350	0.250	5'00"	341	121			250.0	97			175	78		
7.620	0.300	6'00"	398	140			297.0	116			206	81		
10.160	0.400	8'00"	597	156			327.0	128			222	87		
12.700	0.500	10'00"	777	188			420.0	164			303	118		

Henry Obilias  
Téc. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

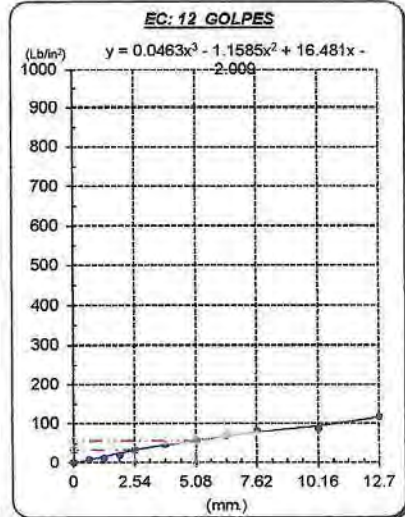
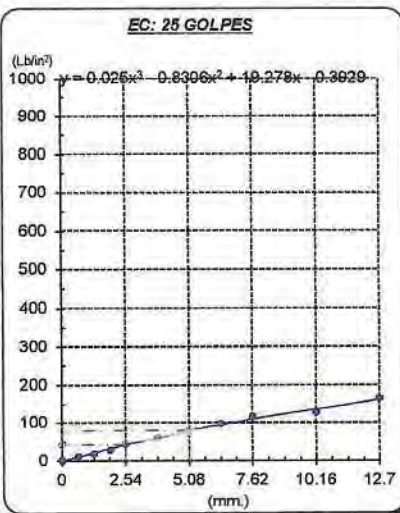
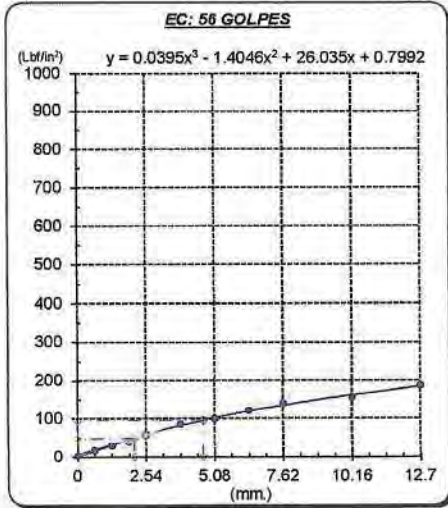
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
USAT  
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



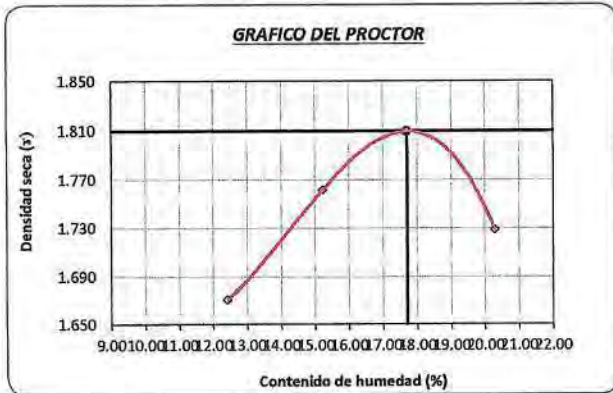
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.810 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g./cm <sup>3</sup>	1.62907
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.70 %	

**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



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01

MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12418		12509		12208		12316		12184		12233			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8606		8606			
Peso del suelo húmedo (g)		4415		4506		4205		4313		3578		3627			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2112		2112			
Densidad húmeda (g/cc)		2.095		2.139		1.996		2.047		1.694		1.717			
% de humedad		15.86		17.95		16.28		18.89		16.83		18.22			
Densidad seca (g/cc)		1.809		1.813		1.716		1.722		1.450		1.453			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		102.3	102.3	4506	4506	97.2	97.2	4313	4313	98.5	98.5	3627.0	3627.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		93.5	93.5	4415	4415	86.7	86.7	4205	4205	88.4	88.4	3578.0	3578.0		
Peso del Agua (gr.)		8.8	8.8	91.0	91.0	10.5	10.5	108.0	108.0	10.1	10.1	49.0	49.0		
Peso del tarro (gr.)		38	38	0	0	22.14	22.14	0	0	28.4	28.4	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		55.5	55.5	4336.6	4336.6	64.5	64.5	4134.0	4134.0	60.0	60.0	3526.9	3526.9		
% de humedad		15.86	15.86	17.95	17.95	16.28	16.28	18.89	18.89	16.83	16.83	18.22	18.22		
Promedio de Humedad (%)		15.86		17.95		16.28		18.89		16.83		18.22			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	3.40	0.065		3.80	0.095		4	0.100					
11/05/2023	10.2	48	4.80	0.113		4.80	0.120		5.2	0.130					
12/05/2023	10.2	72	5.80	0.145		5.90	0.148		6.14	0.154					
13/05/2023	10.2	96	6.80	0.170		7.20	0.180		7.4	0.185					
			4.57	total	3.72	4.57	total	3.94	4.57	total	4.05				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		41	18			29.0	13			20	10		
1.270	0.050	1'00"		85	34			47.0	20			30	14		
1.910	0.075	1'30"		111	44			70.0	29			52	22		
2.540	0.100	2'00"	1000	145	57	50.0	5.0	108.0	43	42.9	4.3	81	33	33.1	3.3
3.810	0.150	3'00"		218	85			154.0	60			120	47		
5.080	0.200	4'00"	1500	261	102	96.1	6.4	199.0	78	78.4	5.2	154	60	57.8	3.9
6.350	0.250	5'00"		309	120			252.0	98			176	69		
7.620	0.300	6'00"		362	141			295.0	115			205	80		
10.160	0.400	8'00"		405	158			320.0	125			230	89		
12.700	0.500	10'00"		471	185			415.0	155			300	117		

Henry Rivadeneira Obliús  
 Tec. Laboratorio USAT

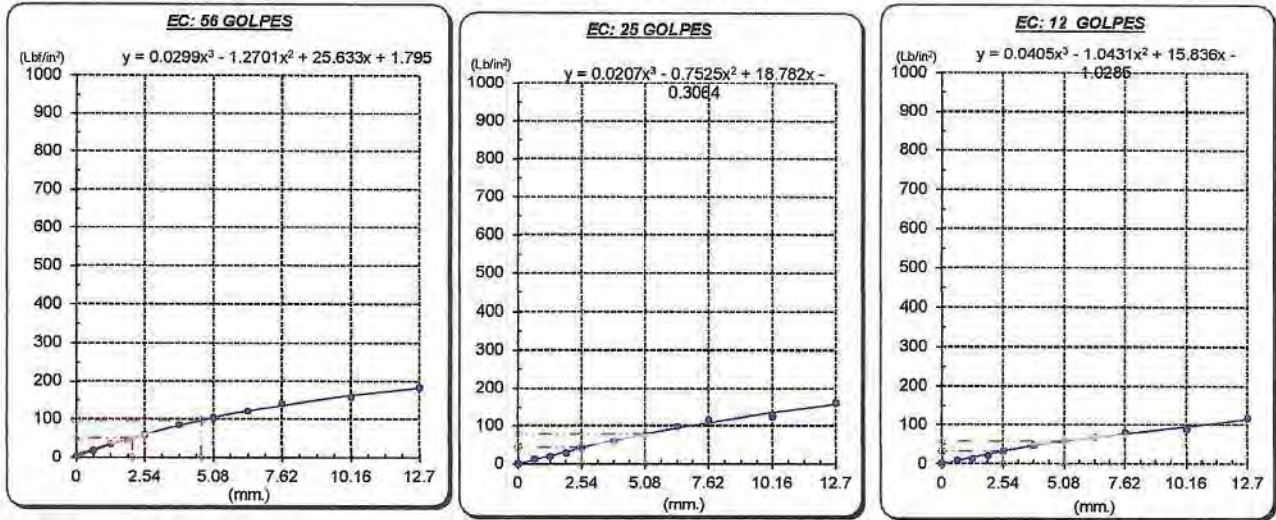
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.810 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g./cm <sup>3</sup>	1.62907
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.70 %	

**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 %



*[Signature]*  
**Henry Rivadeneira Oblias**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Lambayeque

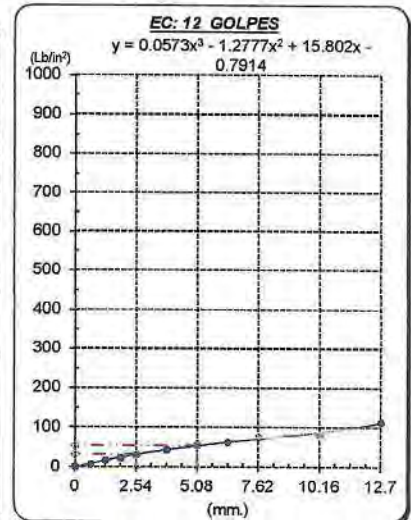
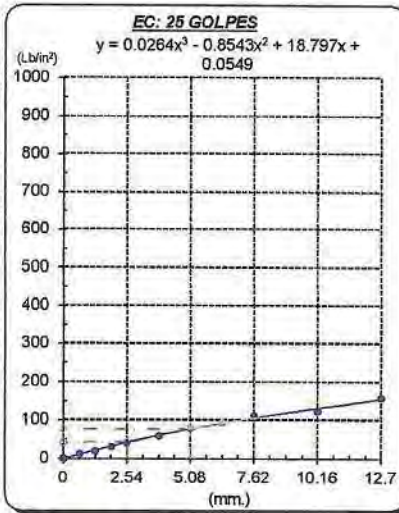
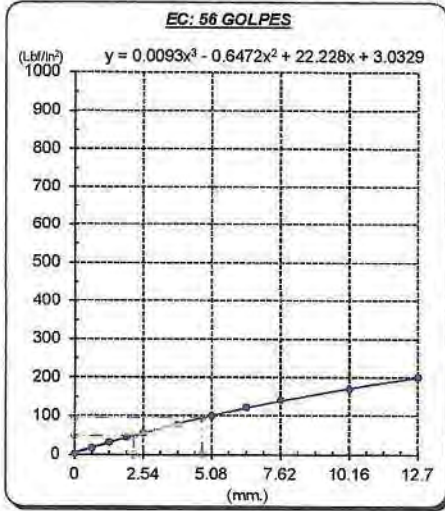
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
  
*[Signature]*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.779 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.690 g/cm <sup>3</sup>	1.60086
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.92 %	

**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**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12853		13006		12396		12498		11727		11831			
Peso de molde (g)		8796		8796		8395		8395		8003		8003			
Peso del suelo húmedo (g)		4057		4210		4001		4103		3724		3828			
Volumen del molde (cc)		2065		2065		2116		2116		2107		2107			
Densidad húmeda (g/cc)		1.965		2.039		1.891		1.939		1.767		1.817			
% de humedad		10.51		14.35		11.95		14.54		13.05		15.88			
Densidad seca (g/cc)		1.778		1.783		1.689		1.693		1.563		1.568			
HUMEDAD															
Tarro N°															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		141.9		4210		155.6		4103		183.3		3828.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		133.4		4057		142.0		4001		165.4		3724.0			
Peso del Agua (gr.)		8.5		153.0		13.6		102.0		17.9		104.0			
Peso del tarro (gr.)		52.5		0		28.2		0		28.2		0			
Peso del suelo seco (gr.)		80.9		3986.1		113.8		3934.5		137.2		3666.7			
% de humedad		10.51		14.35		11.95		14.54		13.05		15.88			
Promedio de Humedad (%)		10.51		14.35		11.95		14.54		13.05		15.88			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	4.00	0.100		4.20	0.105		5	0.125					
11/05/2023	10.2	48	4.10	0.103		4.50	0.113		5.1	0.128					
12/05/2023	10.2	72	4.50	0.113		5.40	0.135		6.2	0.155					
13/05/2023	10.2	96	5.10	0.128		5.90	0.148		7.1	0.178					
			4.57	total	2.79	4.57	total	3.23	4.57	total	3.89				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		45	19			20.0	10			19	9		
1.270	0.050	1'00"		81	33			40.0	17			37	16		
1.910	0.075	1'30"		115	46			72.0	29			53	22		
2.540	0.100	2'00"	1000	152	60	49.9	5.0	102.0	41	40.7	4.1	76	31	29.9	3.0
3.810	0.150	3'00"		200	78			145.0	57			91	36		
5.080	0.200	4'00"	1500	264	103	97.0	6.5	198.0	77	75.4	5.0	152	60	57.5	3.8
6.350	0.250	5'00"		321	125			251.0	90			189	74		
7.620	0.300	6'00"		370	144			291.0	113			221	86		
10.160	0.400	8'00"		430	168			312.0	122			231	90		
12.700	0.500	10'00"		500	197			407.0	159			269	105		

Henry Rivedeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

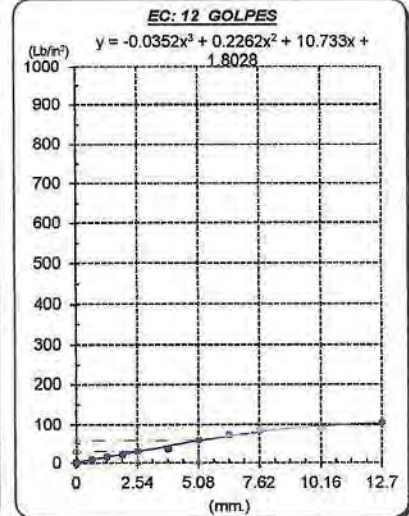
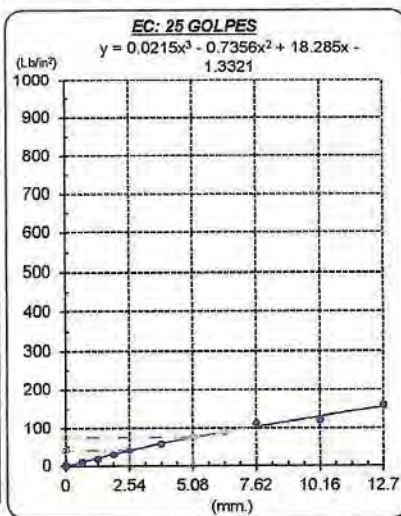
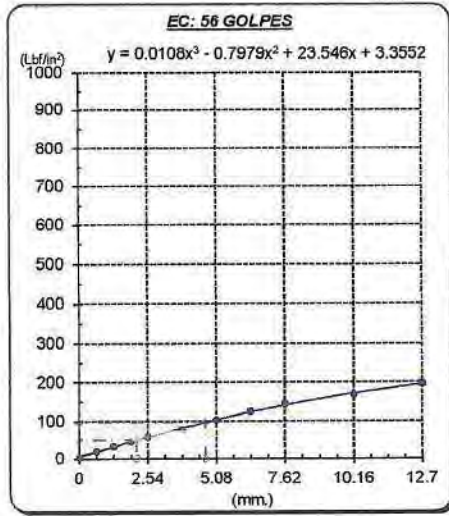
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



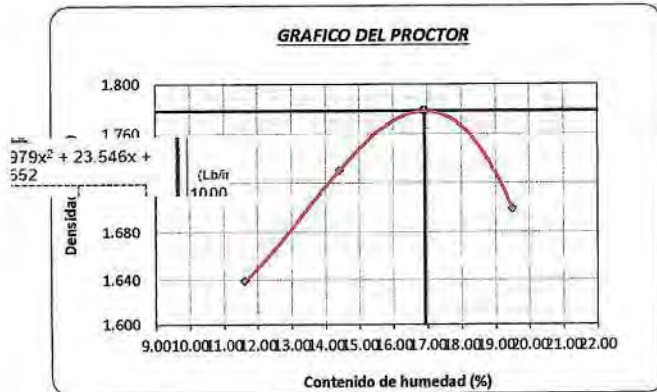
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.779 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.690 g/cm <sup>3</sup>	1.80086
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.92 %	

**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 Rivadeneira Oblias  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 USAT  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosos de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12848		12952		12779		12847		12629		12963			
Peso de molde (g)		8796		8796		8806		8806		8806		8806			
Peso del suelo húmedo (g)		4052		4156		3973		4041		3823		4157			
Volumen del molde (cc)		2065		2065		2118		2118		2118		2118			
Densidad húmeda (g/cc)		1.962		2.013		1.876		1.908		1.805		1.963			
% de humedad		11.10		13.71		13.46		13.84		14.59		15.29			
Densidad seca (g/cc)		1.766		1.770		1.653		1.676		1.575		1.702			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		135.5	135.5	4156	4156	185.0	185.0	135.2	135.23	203.5	203.5	153.7	153.7		
Tarro + Suelo seco (gr.)		124.8	124.8	4052	4052	166.4	166.4	120.3	120.3	181.2	181.2	127.4	127.4		
Peso del Agua (gr.)		10.7	10.7	104.0	104.0	18.6	18.6	14.9	14.9	22.3	22.3	26.3	26.3		
Peso del tarro (gr.)		28.4	28.4	0	0	28.2	28.2	0	0	28.4	28.4	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		96.4	96.4	3981.7	3981.7	138.2	138.2	3908.4	3908.4	152.8	152.8	3763.7	3763.7		
% de humedad		11.10	11.10	13.71	13.71	13.46	13.46	13.84	13.84	14.59	14.59	15.29	15.29		
Promedio de Humedad (%)		11.10		13.71		13.46		13.84		14.59		15.29			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	2.10	0.053		2.40	0.060		2.6	0.065					
11/05/2023	10.2	48	2.70	0.068		2.80	0.070		3	0.075					
12/05/2023	10.2	72	4.30	0.123		5.10	0.128		5.2	0.130					
13/05/2023	10.2	96	5.20	0.130		5.30	0.133		5.5	0.138					
			4.57	total	2.85	4.57	total	2.90	4.57	total	3.01				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25				
			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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2				
0.640	0.025	0'30"	62	26			34.0	15		22	11				
1.270	0.050	1'00"	100	40			62.0	26		46	20				
1.910	0.075	1'30"	122	48			93.0	37		88	35				
2.540	0.100	2'00"	1000	182	71	50.7	5.1	133.0	52	46.9	4.7	102	41	35.4	3.5
3.810	0.150	3'00"		234	91			163.0	64			105	42		
5.080	0.200	4'00"	1500	274	107	98.7	6.6	208.0	81	56.8	5.6	171	67	68.2	4.5
6.350	0.250	5'00"		310	121			247.0	96			204	80		
7.620	0.300	6'00"		374	146			310.0	121			274	107		
10.160	0.400	8'00"		418	164			348.0	145			304	118		
12.700	0.500	10'00"		467	183			390.0	145			333	130		

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

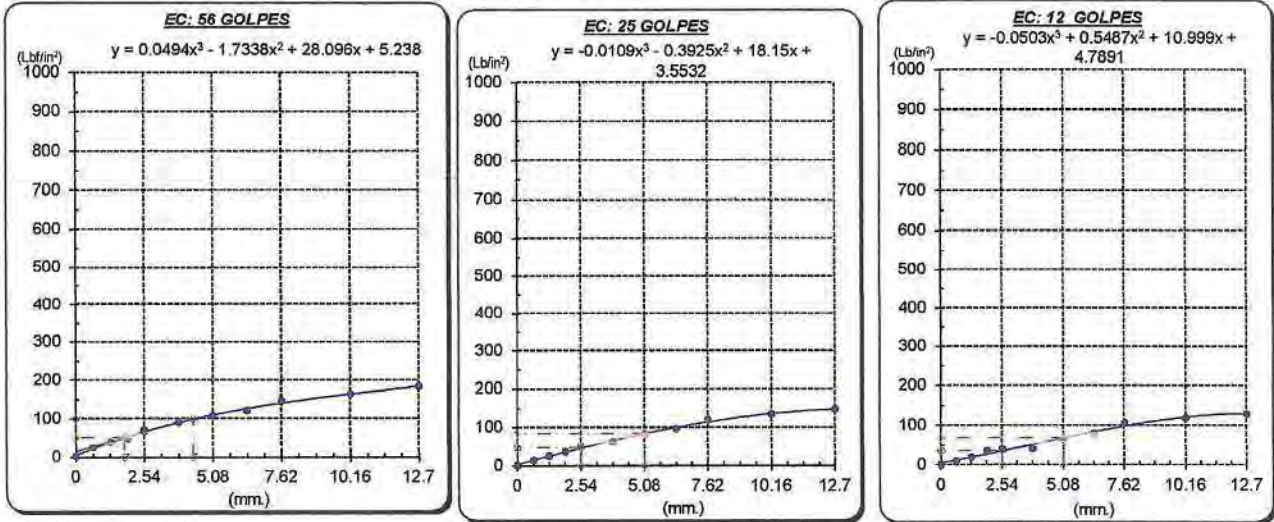
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.779 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.690 g./cm <sup>3</sup>	1.60086
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.92 %	

**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.	5 %	6 %		



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

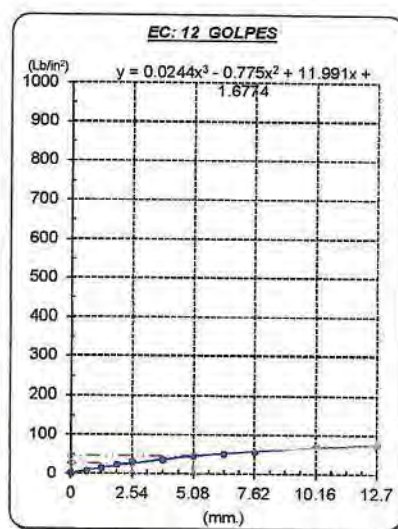
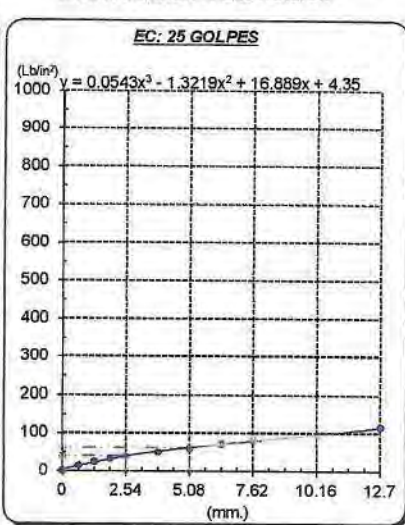
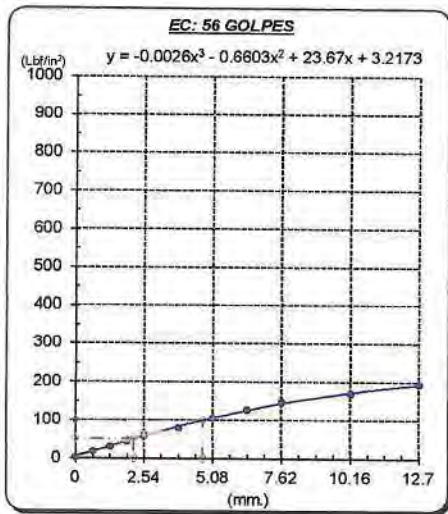
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



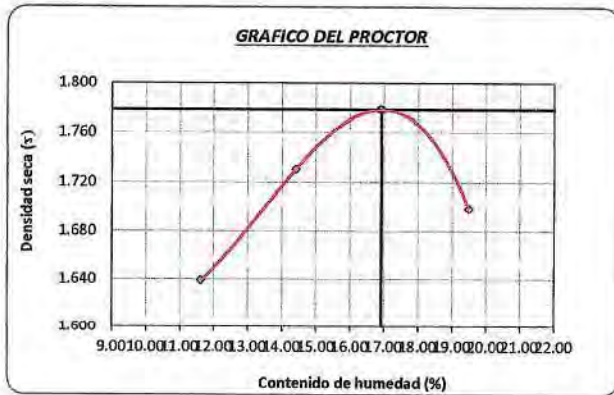
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.779 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.690 g./cm <sup>3</sup>	1.60086
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.92 %	

**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  
 @blitas  
 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 AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



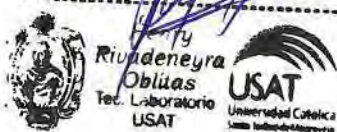
**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12695		12745		12540		12636		11368		11425		
Peso de molde (g)		8395		8395		8395		8395		7481		7481		
Peso del suelo húmedo (g)		4300		4350		4145		4241		3887		3944		
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2112		2112		2104		2104		
Densidad húmeda (g/cc)		2.036		2.060		1.963		2.008		1.847		1.875		
% de humedad		15.63		16.82		16.63		18.98		19.05		20.54		
Densidad seca (g/cc)		1.761		1.763		1.683		1.688		1.552		1.555		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		128.9	128.9	4350	4350	97.2	97.2	4241	4241	128.5	128.5	3944	3944	
Tarro + Suelo seco (gr.)		115.3	115.3	4300	4300	86.5	86.5	4145	4145	112.5	112.5	3887	3887	
Peso del Agua (gr.)		13.6	13.6	50.0	50.0	10.7	10.7	96.0	96.0	16.1	16.1	57.0	57.0	
Peso del tarro (gr.)		28.3	28.3	0	0	22.14	22.14	0	0	28.2	28.2	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		87.0	87.0	4225.6	4225.6	64.4	64.4	4076.4	4076.4	84.3	84.3	3827.6	3827.6	
% de humedad		15.63	15.63	16.82	16.82	16.63	16.63	18.98	18.98	19.05	19.05	20.54	20.54	
Promedio de Humedad (%)		15.63		16.82		16.63		18.98		19.05		20.54		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10/05/2023	10.2	24	2.90	0.073		3.15	0.079		3.5	0.088				
11/05/2023	10.2	48	4.10	0.103		4.40	0.110		5.1	0.128				
12/05/2023	10.2	72	4.90	0.120		5.50	0.138		6.9	0.148				
13/05/2023	10.2	96	5.20	0.130		6.00	0.150		6.4	0.160				
			4.57	total	2.85	4.57	total	3.28	4.57	total	3.50			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"	49	21			21.0	10			14	8		
1.270	0.050	1'00"	78	32			48.0	20			31	14		
1.910	0.075	1'30"	100	40			70.0	29			59	24		
2.540	0.100	2'00"	122	48	34.9	3.5	88.0	36	33.4	3.3	81	33	32.7	3.3
3.810	0.150	3'00"	142	56			128.0	50			126	50		
5.080	0.200	4'00"	195	76	69.6	4.6	167.0	65	66.8	4.5	152	60	59.3	4.0
6.350	0.250	5'00"	245	95			207.0	81			180	70		
7.620	0.300	6'00"	282	110			243.0	93			205	80		
10.160	0.400	8'00"	390	149			350.0	137			250	97		
12.700	0.500	10'00"		170			395.0	143			290	113		



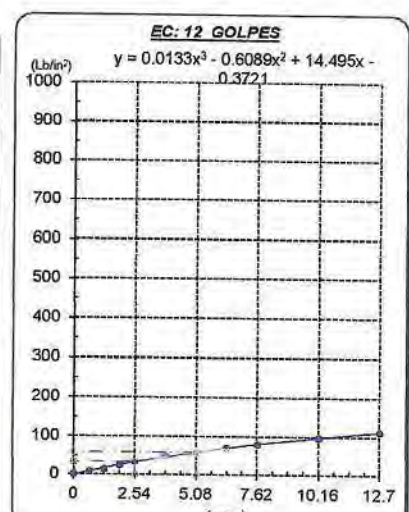
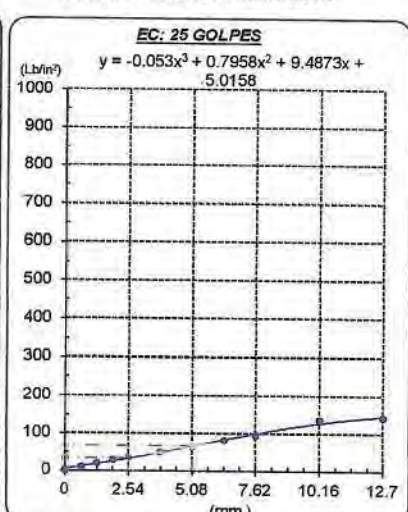
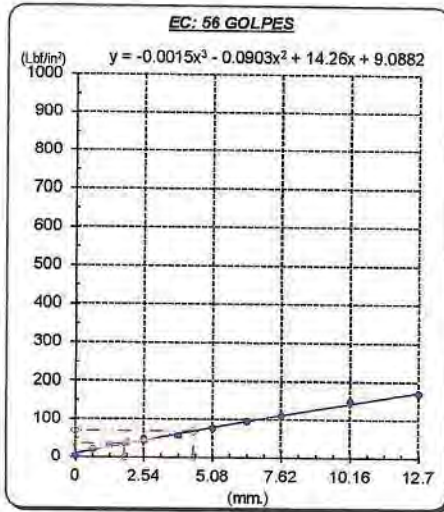
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



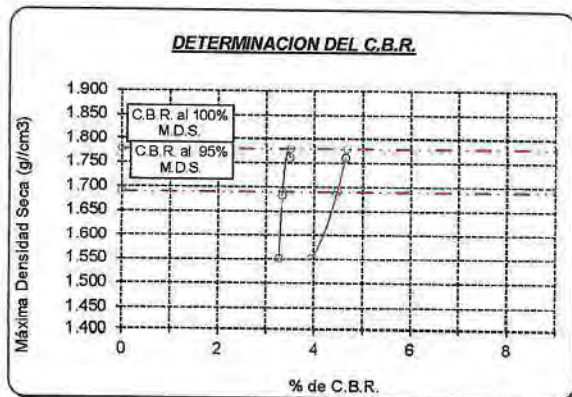
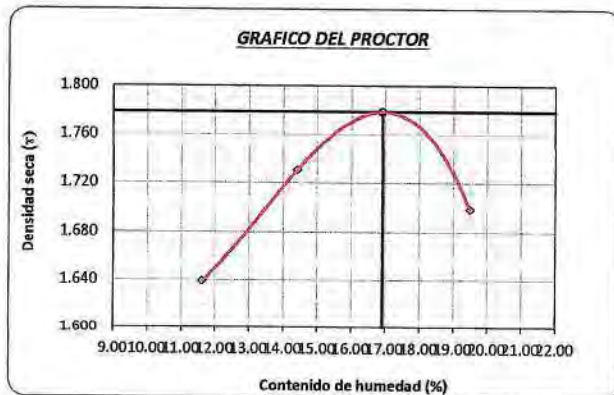
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.779 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.690 g/cm <sup>3</sup>	1.60086
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.92 %	

**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 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


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



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCATA : C-03  
 MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12724		12810		12498		12548		12641		12766		
Peso de molde (g)		8395		8395		8395		8395		8796		8796		
Peso del suelo húmedo (g)		4329		4415		4103		4153		3845		3970		
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2112		2112		2065		2065		
Densidad húmeda (g/cc)		2.050		2.090		1.943		1.966		1.862		1.923		
% de humedad		15.58		17.60		16.37		17.61		17.16		20.46		
Densidad seca (g/cc)		1.773		1.778		1.669		1.672		1.589		1.596		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		145.7		145.7		164.2		164.2		138.2		138.2		
Tarro + Suelo seco (gr.)		129.9		129.9		145.1		145.1		121.4		121.4		
Peso del Agua (gr.)		15.8		15.8		19.1		19.1		16.8		16.8		
Peso del tarro (gr.)		28.2		28.2		0		0		23.5		23.5		
Peso del suelo seco (gr.)		101.7		101.7		116.9		116.9		97.9		97.9		
% de humedad		15.58		15.58		17.60		17.60		17.16		17.16		
Promedio de Humedad (%)		15.58		17.60		16.37		17.61		17.16		20.46		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	3.10	0.078		3.20	0.080		3.3	0.083				
11/05/2023	10.2	48	4.30	0.108		4.50	0.113		5.1	0.128				
12/05/2023	10.2	72	5.90	0.123		5.30	0.133		5.9	0.148				
13/05/2023	10.2	96	6.40	0.135		5.80	0.145		6.8	0.170				
			4.57	total	2.96	4.57	total	3.18	4.57	total	3.72			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0.0	2				
0.640	0.025	0'30"	40	17					20.0	10				
1.270	0.050	1'00"	75	30					45.0	19				
1.910	0.075	1'30"	119	47					50.0	25				
2.540	0.100	2'00"	158	62	51.9	5.2			58.0	28	32.8	3.3		
3.810	0.150	3'00"	205	80					120.0	47				
5.080	0.200	4'00"	272	106	100.4				135.0	53	56.0	3.7		
6.350	0.250	5'00"	320	125					150.0	59				
7.620	0.300	6'00"	380	148					190.0	68				
10.160	0.400	8'00"	432	169					205.0	80				
12.700	0.500	10'00"	485	191					225.0	88				

Henry Rivaucneyra Obillas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica

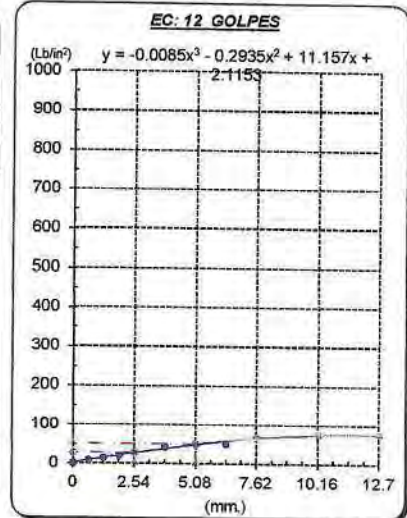
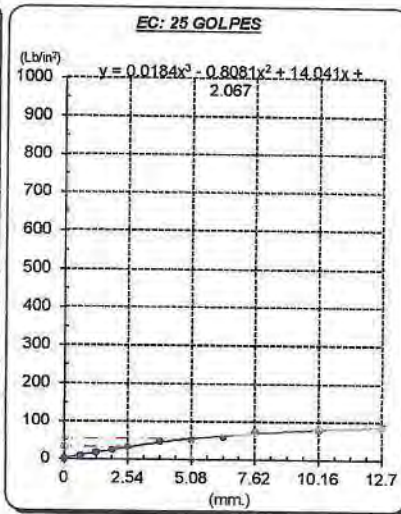
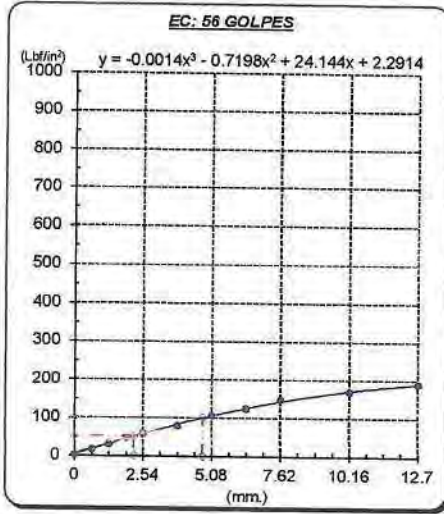
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



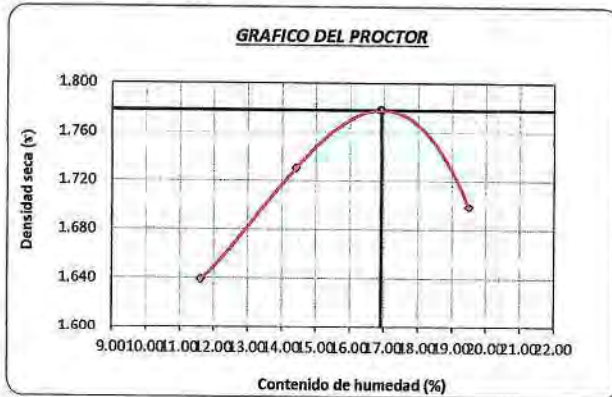
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.779 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.690 g/cm <sup>3</sup>	1.80086
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.92 %	

**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 %



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
**USAT**  
  
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12343		12418		12217		12322		12069		12273			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4340		4415		4214		4319		3769		3973			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.060		2.095		2.000		2.050		1.774		1.870			
% de humedad		13.08		14.84		13.49		16.02		13.16		18.66			
Densidad seca (g/cc)		1.822		1.825		1.762		1.767		1.567		1.576			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		80.5	80.5	4415	4415	87.8	87.8	4319	4319	73.2	73.2	3973.0	3973.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		73.6	73.6	4340	4340	80.0	80.0	4214	4214	67.2	67.2	3769.0	3769.0		
Peso del Agua (gr.)		6.8	6.8	75.0	75.0	7.8	7.8	105.0	105.0	6.0	6.0	204.0	204.0		
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	21.96	21.96	0	0	21.49	21.49	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		52.4	52.4	4262.4	4262.4	58.1	58.1	4141.0	4141.0	45.7	45.7	3710.8	3710.8		
% de humedad		13.08	13.08	14.84	14.84	13.49	13.49	16.02	16.02	13.16	13.16	18.66	18.66		
Promedio de Humedad (%)		13.08		14.84		13.49		16.02		13.16		18.66			
EXPANSIÓN															
FECHA		HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
				Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%
09/05/2023		10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/05/2023		10.2	24	1.00	0.025	1.20	0.030	1.4	0.035						
11/05/2023		10.2	48	2.20	0.055	2.50	0.063	3.2	0.080						
12/05/2023		10.2	72	2.90	0.073	3.20	0.080	4.5	0.113						
13/05/2023		10.2	96	3.20	0.080	3.90	0.098	4.8	0.123						
				4.57	total 1.75	4.57	total 2.13	4.57	total 2.68						
PENETRACION															
PENETRACION		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
mm.	pulg.			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		79	32			57.0	24			33	15		
1.270	0.050	1'00"		165	65			121.0	48			73	30		
1.910	0.075	1'30"		240	94			175.0	68			106	42		
2.540	0.100	2'00"	1000	316	123	106.8	10.7	229.0	89	87.8	8.8	138	54	53.2	5.3
3.810	0.150	3'00"		394	154			286.0	111			171	67		
5.080	0.200	4'00"	1500	541	213	204.4	13.6	456.0	185	180.5	12.0	279	109	107.4	7.2
6.350	0.250	5'00"		675	268			592.0				355	139		
7.620	0.300	6'00"		744	297			686.0	273				161		
10.160	0.400	8'00"		805	322			715.0	286				169		
12.700	0.500	0'00"		940	381			735.0	294			445	174		

Henry Rivadeneira Obillas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

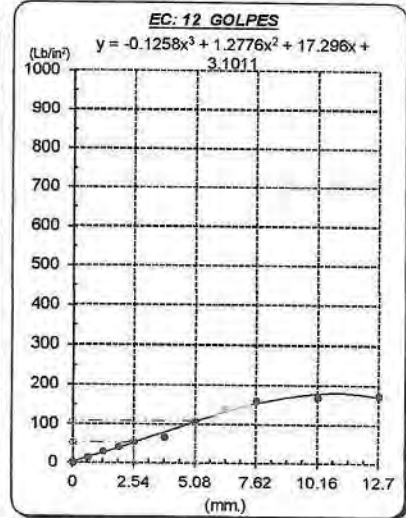
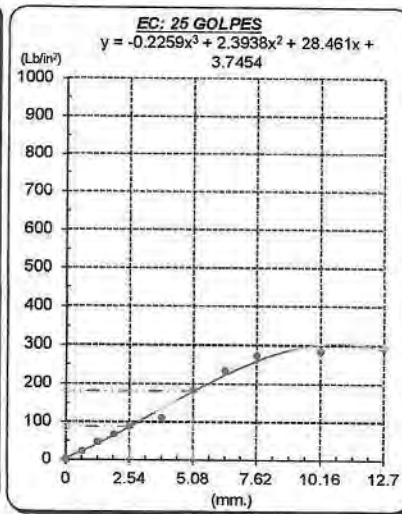
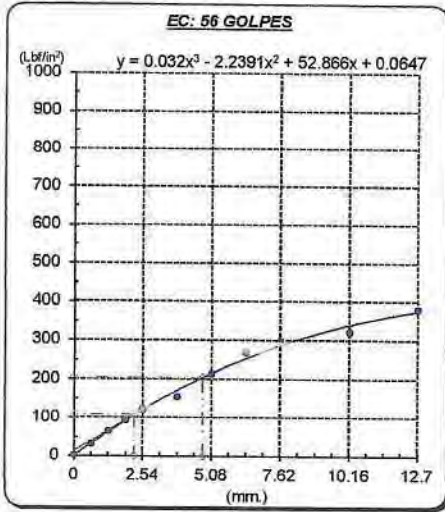
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



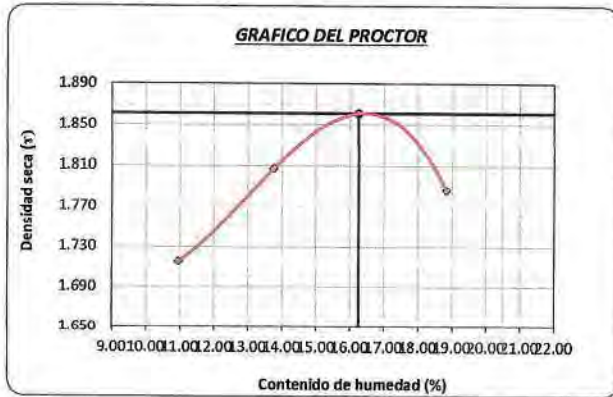
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.861 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g./cm <sup>3</sup>	1.67534
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.25 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %		15 %	
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %		12 %	

**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**



Henry Rivadeneyra Obllas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/ pie<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

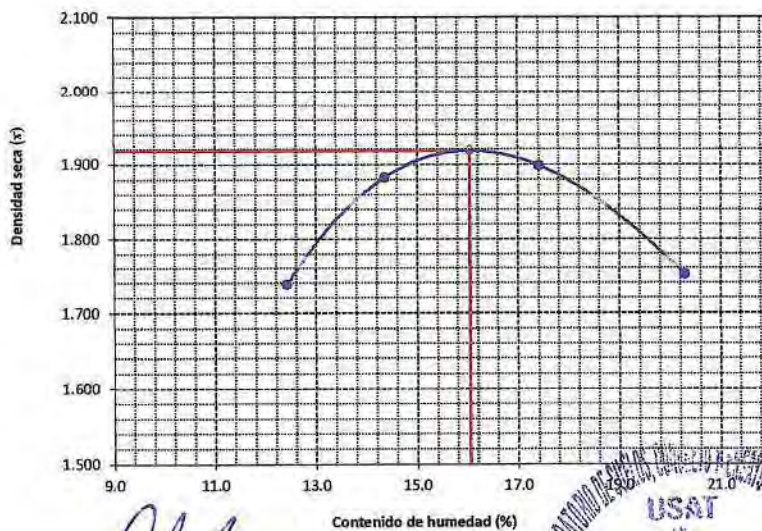
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5986	6170	6240	6128
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1806	1990	2060	1948
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.954	2.153	2.229	2.108

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	84.67	83.97	89.32	91.01
Peso del suelo seco + tara	g.	77.81	76.25	79.48	79.40
Peso de tara	g.	22.56	22.48	22.96	22.17
Peso de agua	g.	6.86	7.72	9.84	11.61
Peso de suelo seco	g.	55.25	53.77	56.52	57.23
Contenido de agua	%	12.4	14.4	17.4	20.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.738	1.883	1.898	1.752

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.919	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.043	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Mivadenebra Obiñas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-01**  
MUESTRA : **15% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

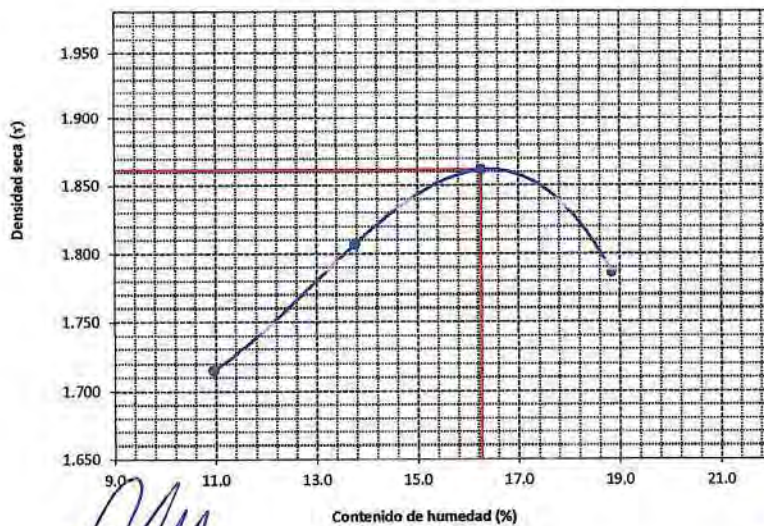
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5939	6080	6180	6142
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1759	1900	2000	1962
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.903	2.056	2.164	2.123

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	77.20	76.29	81.33	83.82
Peso del suelo seco + tara	g.	71.59	69.50	72.82	73.80
Peso de tara	g.	20.36	20.15	20.46	20.59
Peso de agua	g.	5.61	6.79	8.51	10.02
Peso de suelo seco	g.	51.23	49.35	52.36	53.21
Contenido de agua	%	11.0	13.8	16.3	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.715	1.807	1.861	1.787

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.861	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.25	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneyra Obliuas*  
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

*[Firma]*  
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01

MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	A-23				A-24				A-25						
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	12400	12504	12209	12300	12328	12420									
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8606	8606									
Peso del suelo húmedo (g)	4397	4501	4206	4297	3722	3814									
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2112	2112									
Densidad húmeda (g/cc)	2.087	2.136	1.996	2.039	1.762	1.806									
% de humedad	15.44	17.85	16.21	18.42	16.94	19.45									
Densidad seca (g/cc)	1.808	1.813	1.718	1.722	1.507	1.512									
HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	150.2	150.2	4501	4501	180.0	180.0	4297	4297	142.3	142.3	3814.0	3814.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	134.5	134.5	4397	4397	158.8	158.8	4206	4206	125.7	125.7	3722.0	3722.0			
Peso del Agua (gr.)	15.7	15.7	104.0	104.0	21.2	21.2	91.0	91.0	16.6	16.6	92.0	92.0			
Peso del tarro (gr.)	32.8	32.8	0	0	28.2	28.2	0	0	28	28	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)	101.7	101.7	4318.9	4318.9	130.6	130.6	4135.0	4135.0	97.7	97.7	3666.7	3666.7			
% de humedad	15.44	15.44	17.85	17.85	16.21	16.21	18.42	18.42	16.94	16.94	19.45	19.45			
Promedio de Humedad (%)	15.44		17.85		16.21		18.42		16.94		19.45				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	3.00	0.075	3.25	0.081	3.4	0.085							
11/05/2023	10.2	48	4.15	0.104	4.30	0.108	5.2	0.130							
12/05/2023	10.2	72	4.90	0.123	5.40	0.135	6	0.150							
13/05/2023	10.2	96	5.20	0.130	5.90	0.148	6.7	0.168							
			4.57	total	2.85	4.57	total	3.23	4.57	total	3.67				
PENETRACION															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
				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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		49	21			31.0	14			25	12		
1.270	0.050	1'00"		81	36			51.0	21			41	18		
1.910	0.075	1'30"		128	50			78.0	32			59	24		
2.540	0.100	2'00"	1000	168	66	55.9	5.6	111.0	44	44.7	4.5	82	33	34.0	3.4
3.810	0.150	3'00"		245	95			159.0	62			118	47		
5.080	0.200	4'00"	1500	301	117	107.0	7.1	204.0	80	80.0	5.3	145	57	57.4	3.8
6.350	0.250	5'00"		336	131			250.0	97			174	68		
7.620	0.300	6'00"		392	153			299.0	117			210	82		
10.160	0.400	8'00"		442	173			322.0	126			225	86		
12.700	0.500	10'00"		504	188			417.0	163			308	120		

**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

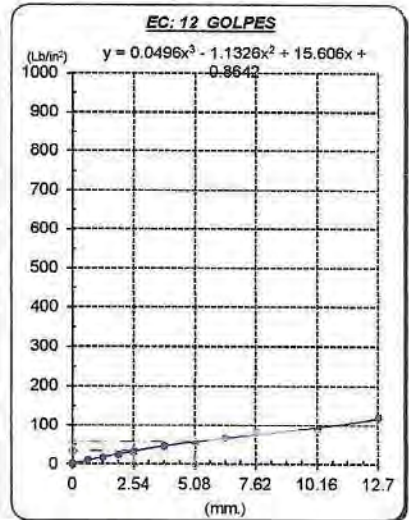
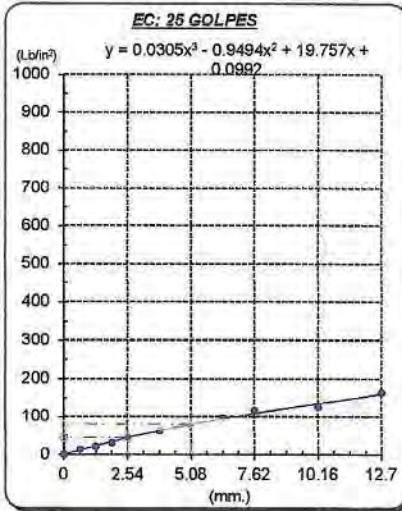
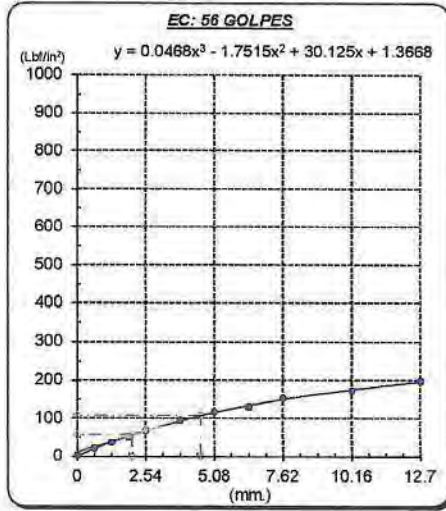
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



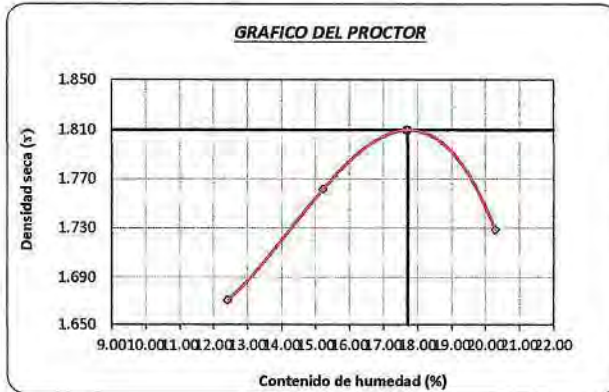
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.810 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g/cm <sup>3</sup>	1.62907
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.70 %	

**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 Rivadeneira Obliús**  
 Tec. Laboratorio USAT

**USAT**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01

MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12790		12870		12590		12657		12230		12322		
Peso de molde (g)		8395		8395		8395		8395		8606		8606		
Peso del suelo húmedo (g)		4395		4475		4195		4262		3624		3716		
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2107		2107		1950		1950		
Densidad húmeda (g/cc)		2.081		2.119		1.991		2.023		1.858		1.906		
% de humedad		15.63		17.48		16.25		17.88		16.53		19.11		
Densidad seca (g/cc)		1.800		1.804		1.713		1.716		1.595		1.600		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		157.7		157.7		4475		4475		125.3		125.3		
Tarro + Suelo seco (gr.)		140.2		140.2		4395		4395		110.3		110.3		
Peso del Agua (gr.)		17.5		17.5		80.0		80.0		15.0		15.0		
Peso del tarro (gr.)		28.2		28.2		0		0		18		18		
Peso del suelo seco (gr.)		112.0		112.0		4317.3		4317.3		92.3		92.3		
% de humedad		15.63		15.63		17.48		17.48		16.25		16.25		
Promedio de Humedad (%)		15.63		15.63		17.48		17.48		16.25		16.25		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	2.00	0.050		2.30	0.058		2.5	0.063				
11/05/2023	10.2	48	2.60	0.065		2.70	0.068		2.8	0.073				
12/05/2023	10.2	72	4.90	0.123		5.00	0.125		5.1	0.128				
13/05/2023	10.2	96	5.10	0.128		5.20	0.130		5.4	0.135				
			4.57	total	2.79	4.57	total	2.85	4.57	total	2.96			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0.00	2				
0.640	0.025	0'30"	45	19					20	10				
1.270	0.050	1'00"	80	32					33	15				
1.910	0.075	1'30"	109	43					59	24				
2.540	0.100	2'00"	151	59	49.7	5.0			82	37	35.8	3.6		
3.810	0.150	3'00"	220	86					120	47				
5.080	0.200	4'00"	268	101	95.5	6.4			162	63	59.3	4.0		
6.350	0.250	5'00"	310	121					174	68				
7.620	0.300	6'00"	360	141					208	81				
10.180	0.400	8'00"	400	156					220	86				
12.700	0.500	10'00"	480	188					310	121				

Henry Rivadeneyra Obliuas  
USAT  
Tec. Laboratorio  
USAT

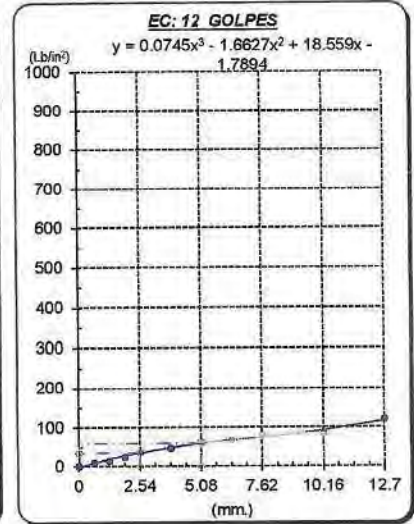
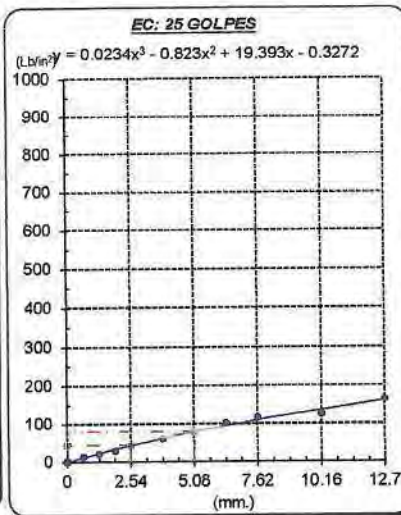
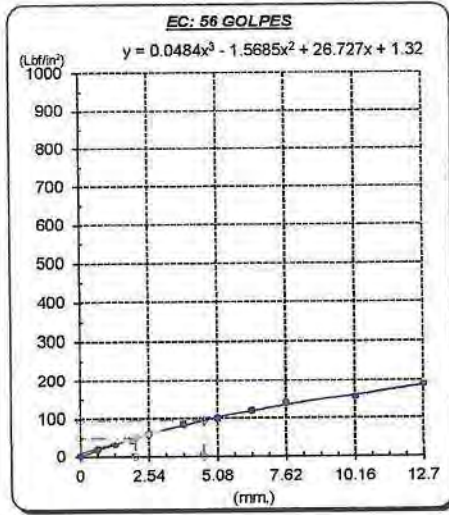
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosos de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



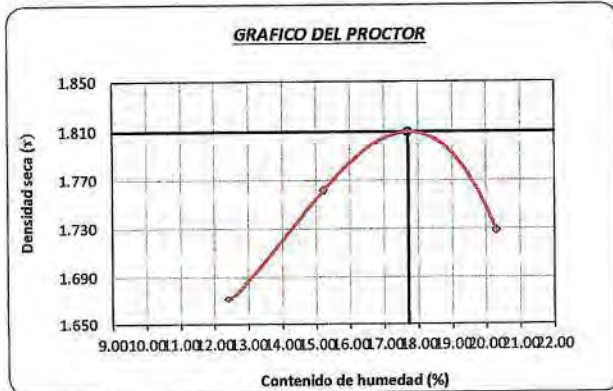
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.810 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g/cm <sup>3</sup>	1.62907
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.70 %	

**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 %

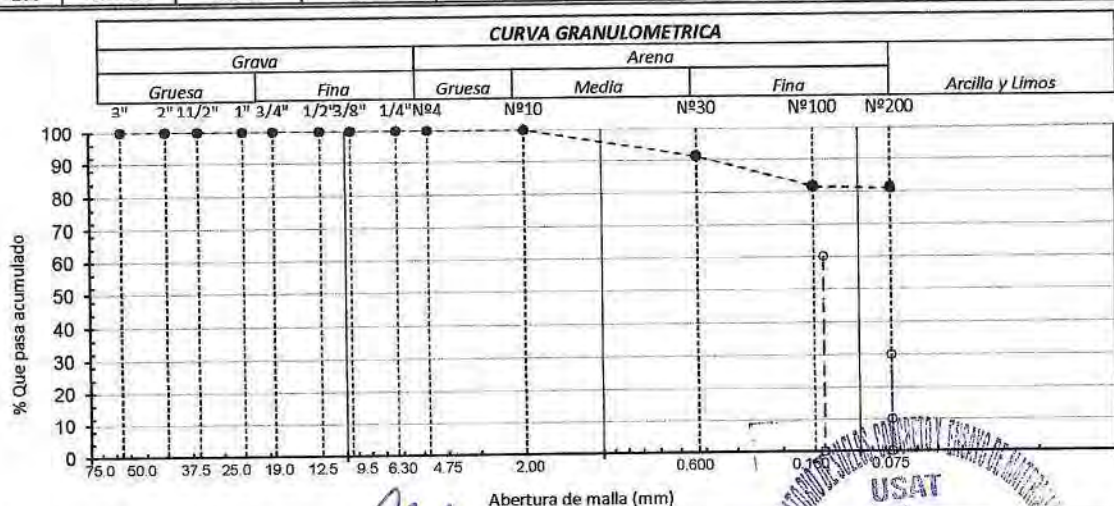


  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
**USAT**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
  
 TECNICO DE LABORATORIO

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque  
 Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 Norma de referencia : NTP 339.128:1999 SUELOS. Métodos de ensayo para el análisis granulométrico  
 Calicata: C-02 Muestra: M-2 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 500.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 91.17 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 500.00 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 35.39 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO : 13.07 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : 22.32 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : A-6 (11)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS : CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO : <i>Arcilla de baja plasticidad con arena</i>
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.00	Ensayo Malla Nº200
Nº10	2.360	0.31	0.1	0.1	99.90	
Nº20	1.180	10.22	2.0	2.1	97.90	% HUMEDAD
N40	0.600	32.98	6.6	8.7	91.30	
Nº60	0.250	15.63	3.1	11.8	88.20	MODULO DE FINEZA 0.408
Nº140	0.106	31.34	6.3	18.1	81.90	Coef. Uniformidad 2.1
Nº200	0.075	3.45	0.7	18.8	81.20	Coef. Curvatura 0.6
< Nº 200	FONDO	346.07	69.2	88.0		



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS PLASTICAS  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12684		12765		12498		12558		12202		12325		
Peso de molde (g)		8395		8395		8395		8395		8606		8606		
Peso del suelo húmedo (g)		4289		4370		4103		4163		3596		3719		
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2112		2112		1950		1950		
Densidad húmeda (g/cc)		2.031		2.069		1.943		1.971		1.844		1.907		
% de humedad		12.42		14.34		13.64		15.12		14.06		17.54		
Densidad seca (g/cc)		1.806		1.810		1.710		1.712		1.617		1.623		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		150.2	150.2	4370	4370	180.0	180.0	4163	4163	132.2	132.2	3719	3719	
Tarro + Suelo seco (gr.)		136.5	136.5	4289	4289	163.2	163.2	4103	4103	119.5	119.5	3596	3596	
Peso del Agua (gr.)		13.7	13.7	81.0	81.0	16.8	16.8	60.0	60.0	12.7	12.7	123.0	123.0	
Peso del tarro (gr.)		26.2	26.2	0	0	40	40	0	0	29.2	29.2	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		110.3	110.3	4212.9	4212.9	123.2	123.2	4034.0	4034.0	90.3	90.3	3538.8	3538.8	
% de humedad		12.42	12.42	14.34	14.34	13.64	13.64	15.12	15.12	14.06	14.06	17.54	17.54	
Promedio de Humedad (%)		12.42		14.34		13.64		15.12		14.06		17.54		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	3.00	0.075		3.50	0.088		4	0.100				
11/05/2023	10.2	48	4.00	0.100		5.00	0.125		6	0.150				
12/05/2023	10.2	72	6.00	0.150		6.50	0.163		7	0.175				
13/05/2023	10.2	96	6.90	0.173		7.20	0.180		7.5	0.188				
			4.57	total	3.78	4.57	total	3.94	4.57	total	4.11			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	41	18			32.0	14		21	10			
1.270	0.050	1'00"	84	34			56.0	23		39	17			
1.910	0.075	1'30"	115	46			67.0	27		61	25			
2.540	0.100	2'00"	158	62	50.6	5.1	111.0	44	43.7	4.4	95	38	37.1	3.7
3.810	0.150	3'00"	219	85			150.0	59		131	52			
5.080	0.200	4'00"	261	102	97.1	6.5	199.0	78	78.9	5.3	160	63	61.2	4.1
6.350	0.250	5'00"	315	123			260.0	101		179	70			
7.620	0.300	6'00"	370	144			297.0	116		212	83			
10.160	0.400	8'00"	410	160			318.0	124		231	90			
12.700	0.500	10'00"	499	196			329.0	168		315	123			

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

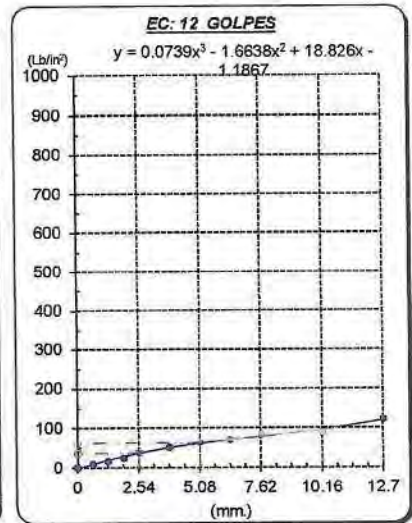
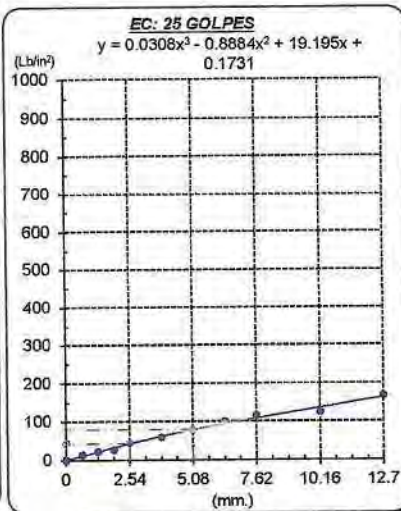
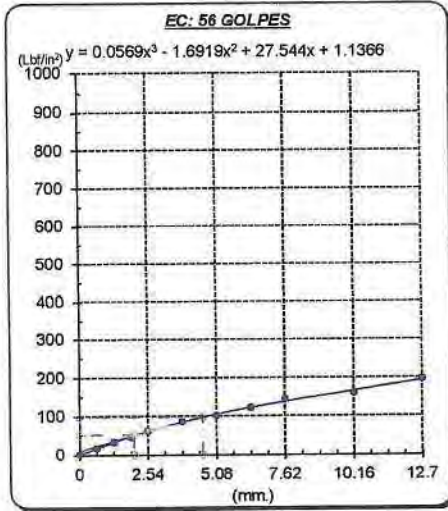
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



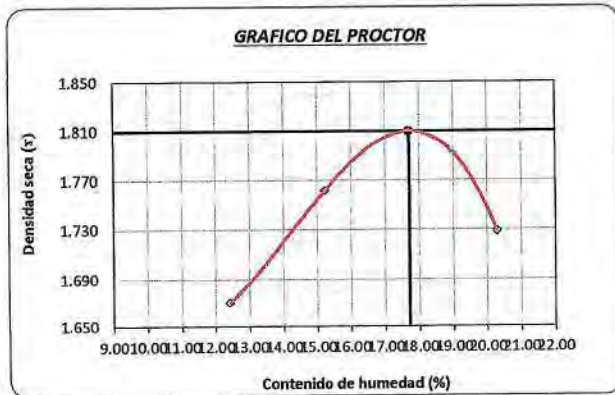
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.810 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g/cm <sup>3</sup>	1.62907
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.70 %	

**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  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

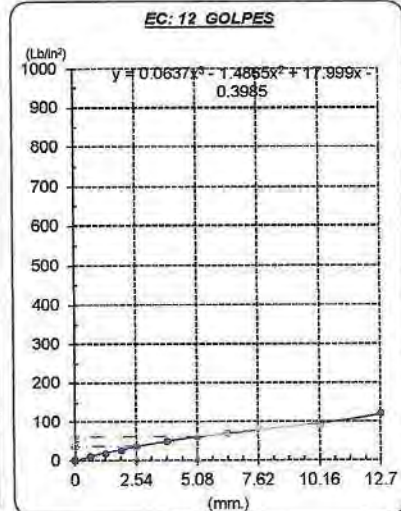
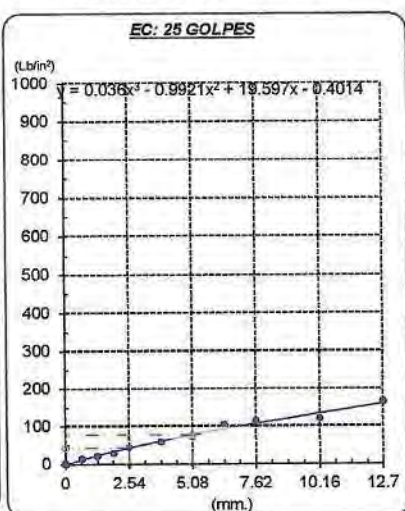
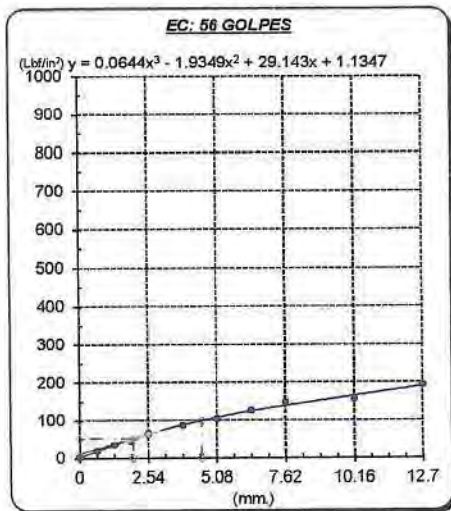
COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12734	12845	12526	12620	12082	12125								
Peso de molde (g)		8395	8395	8395	8395	8606	8606								
Peso del suelo húmedo (g)		4339	4450	4131	4225	3476	3519								
Volumen del molde (cc)		2112	2112	2112	2112	1950	1950								
Densidad húmeda (g/cc)		2.054	2.107	1.956	2.000	1.783	1.805								
% de humedad		13.67	16.27	14.31	16.62	15.24	16.49								
Densidad seca (g/cc)		1.807	1.812	1.711	1.715	1.547	1.549								
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		141.3	141.3	4450	4450	179.2	179.2	4225	4225	131.3	131.3	3519	3519		
Tarro + Suelo seco (gr.)		127.7	127.7	4339	4339	160.3	160.3	4131	4131	117.8	117.8	3476	3476		
Peso del Agua (gr.)		13.6	13.6	111.0	111.0	18.9	18.9	94.0	94.0	13.5	13.5	43.0	43.0		
Peso del tarro (gr.)		28.2	28.2	0	0	28.2	28.2	0	0	29.2	29.2	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		99.5	99.5	4262.0	4262.0	132.1	132.1	4061.5	4061.5	88.6	88.6	3423.0	3423.0		
% de humedad		13.67	13.67	16.27	16.27	14.31	14.31	16.62	16.62	15.24	15.24	16.49	16.49		
Promedio de Humedad (%)		13.67	16.27	14.31	16.62	15.24	16.49								
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	6.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	3.50	0.088	3.80	0.095	4	0.100							
11/05/2023	10.2	48	4.20	0.105	4.50	0.113	5.8	0.145							
12/05/2023	10.2	72	4.80	0.120	5.80	0.145	6.9	0.170							
13/05/2023	10.2	96	6.50	0.163	7.00	0.175	7.2	0.180							
			4.57	total	3.56	4.57	total	3.83	4.57	total	3.94				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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	2			0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	43.0	18			31.0	14			22	11			
1.270	0.050	1'00"	91.0	36			60.0	21			41	18			
1.910	0.075	1'30"	118.0	47			69.0	28			65	27			
2.540	0.100	2'00"	1000	168.0	66	51.8	5.2	112.0	44	43.6	4.4	92	37	36.8	3.7
3.810	0.150	3'00"	1500	222.0	87			150.0	59			127	50		
5.080	0.200	4'00"	1500	267.0	104	99.3	6.6	190.0	74	78.3	5.2	158	62	61.0	4.1
6.350	0.250	5'00"		322.0	126			205.0	83			180	70		
7.620	0.300	6'00"		400.0	148			295.0	115			215	84		
10.160	0.400	8'00"		402.0	157			310.0	121			230	90		
12.700	0.500	10'00"		492.0	193			425.0	166			310	121		

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.810 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g./cm <sup>3</sup>	1.62907
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.70 %	

**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 Rivadeneira Obliús  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12854		12920		12780		12902		12328		12420		
Peso de molde (g)		8796		8796		8806		8806		8806		8806		
Peso del suelo húmedo (g)		4058		4124		3974		4096		3522		3614		
Volumen del molde (cc)		2065		2065		2118		2118		2118		2118		
Densidad húmeda (g/cc)		1.965		1.997		1.876		1.934		1.663		1.708		
% de humedad		15.63		17.28		15.68		18.80		16.23		18.88		
Densidad seca (g/cc)		1.700		1.703		1.622		1.628		1.431		1.435		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		217.7		217.7		185.0		185.0		203.5		203.5		
Tarro + Suelo seco (gr.)		200.2		200.2		170.5		170.5		187.4		187.4		
Peso del Agua (gr.)		17.5		17.5		14.5		14.5		16.1		16.1		
Peso del tarro (gr.)		88.2		88.2		78		78		88.2		88.2		
Peso del suelo seco (gr.)		112.0		112.0		92.5		92.5		99.2		99.2		
% de humedad		15.63		15.63		15.68		15.68		16.23		16.23		
Promedio de Humedad (%)		15.63		17.28		15.68		18.80		16.23		18.88		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	4.50	0.113	5.10	0.128	5.5	0.138						
11/05/2023	10.2	48	4.80	0.120	5.40	0.135	5.8	0.145						
12/05/2023	10.2	72	5.00	0.125	5.90	0.148	5.2	0.155						
13/05/2023	10.2	96	5.50	0.138	6.10	0.153	6.5	0.163						
			4.57	total	3.01	4.57	total	3.34	4.57	total	3.56			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"	41	18			32.0	14			23	11		
1.270	0.050	1'00"	80	32			54.0	23			36	17		
1.910	0.075	1'30"	121	48			78.0	32			59	24		
2.540	0.100	2'00"	167	65	51.2	5.1	123.0	49	42.3	4.2	94	38	34.2	
3.810	0.150	3'00"	226	88			142.0	56			112	44		
5.080	0.200	4'00"	264	103	97.9	6.5	205.0	80	80.5	5.4	152	60	58.0	
6.350	0.250	5'00"	310	121			250.0	97			173	68		
7.620	0.300	6'00"	358	140			309.0	114			201	78		
10.160	0.400	8'00"	395	154			345.0	135			230	90		
12.700	0.500	10'00"	451	177			376.0	144			291	113		

RIVADENEYRA  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**

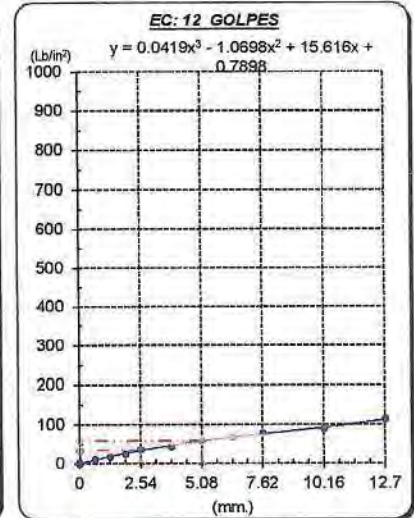
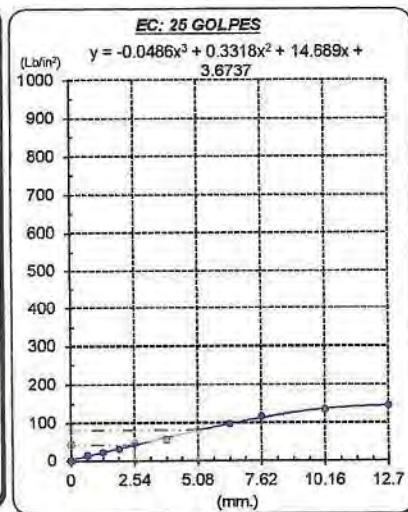
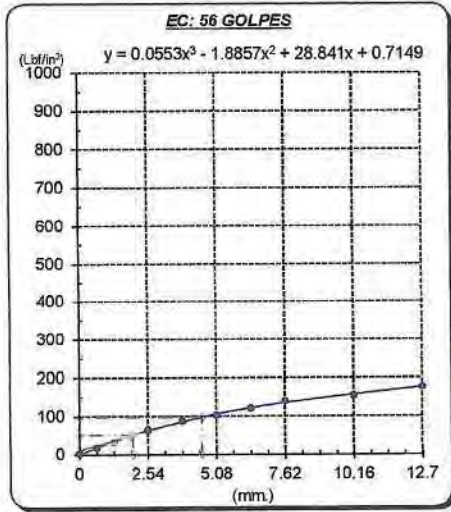


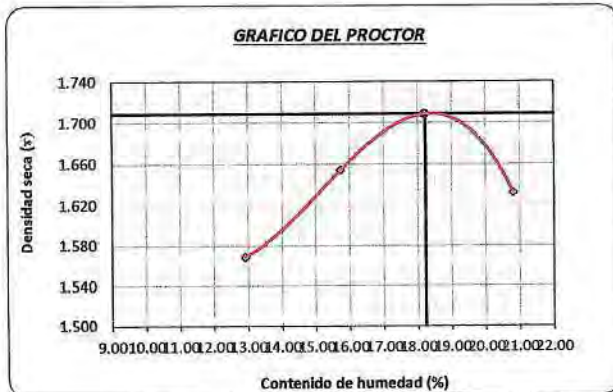
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.709 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm <sup>3</sup>	1.53791
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.22 %	

**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 Universidad Católica del Perú

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





**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12792		12882		12698		12778		12528		12610		
Peso de molde (g)		8796		8796		8806		8806		8806		8806		
Peso del suelo húmedo (g)		3996		4086		3892		3972		3722		3804		
Volumen del molde (cc)		2065		2065		2118		2118		2118		2118		
Densidad húmeda (g/cc)		1.935		1.979		1.838		1.875		1.757		1.796		
% de humedad		13.73		16.02		14.12		16.21		15.59		17.83		
Densidad seca (g/cc)		1.701		1.705		1.610		1.614		1.520		1.524		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		116.4		116.4		4086		4086		127.0		127.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		105.1		105.1		3996		3996		114.1		114.1		
Peso del Agua (gr.)		11.3		11.3		90.0		90.0		12.9		12.9		
Peso del tarro (gr.)		22.8		22.8		0		0		22.8		22.8		
Peso del suelo seco (gr.)		82.3		82.3		3929.1		3929.1		91.3		91.3		
% de humedad		13.73		13.73		16.02		16.02		14.12		14.12		
Promedio de Humedad (%)		13.73		13.73		16.02		16.02		14.12		14.12		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	4.80	0.120		5.90	0.125		5.2	0.130				
11/05/2023	10.2	48	5.50	0.138		5.20	0.130		5.5	0.138				
12/05/2023	10.2	72	5.80	0.145		5.50	0.138		5.8	0.145				
13/05/2023	10.2	96	6.50	0.163		6.90	0.173		7.2	0.180				
			4.57	total	3.56	4.57	total	3.78	4.57	total	3.94			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"	30	14			22.0	11			12	7		
1.270	0.050	1'00"	69	28			42.0	18			25	12		
1.910	0.075	1'30"	110	44			65.0	27			49	20		
2.540	0.100	2'00"	186	61	50.1	5.0	112.0	44	37.9	3.8	82	33	29.7	3.0
3.810	0.150	3'00"	215	84			131.0	52			100	40		
5.080	0.200	4'00"	253	99	95.1	6.3	195.0	76	75.7		140	55	53.1	3.5
6.350	0.250	5'00"	299	117			238.0	93			163	64		
7.620	0.300	6'00"	347	135			298.0	113			200	74		
10.160	0.400	8'00"	384	150			332.0	130			215	84		
12.700	0.500	10'00"	440	172			359.0	140			274	107		

  
**Henry Ribadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


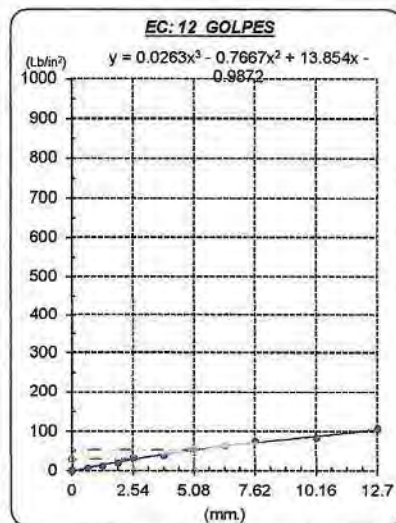
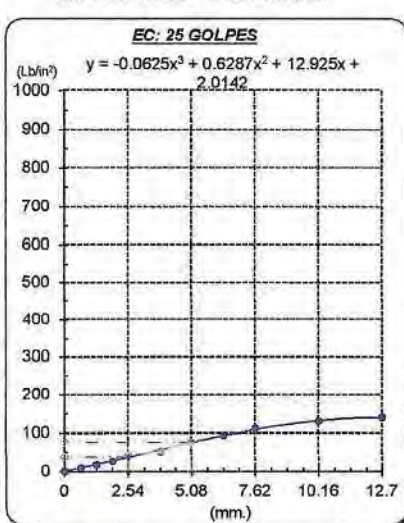
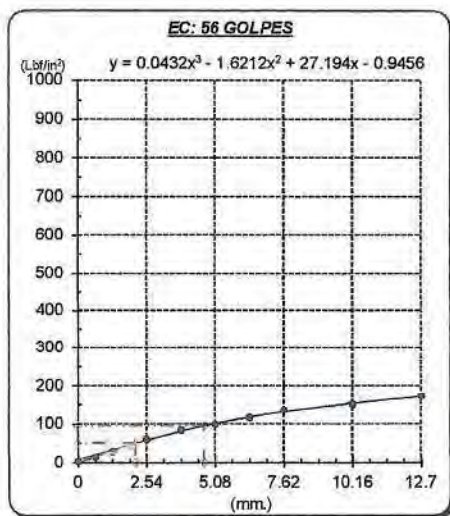
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



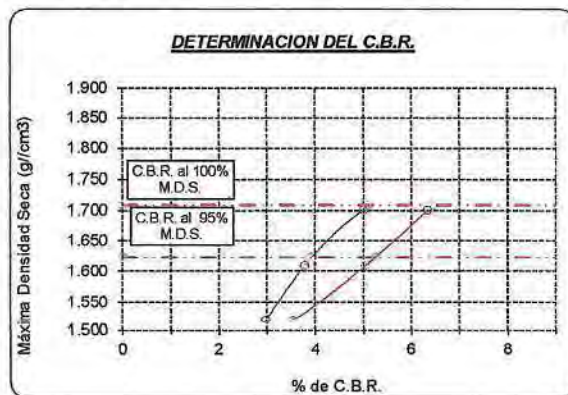
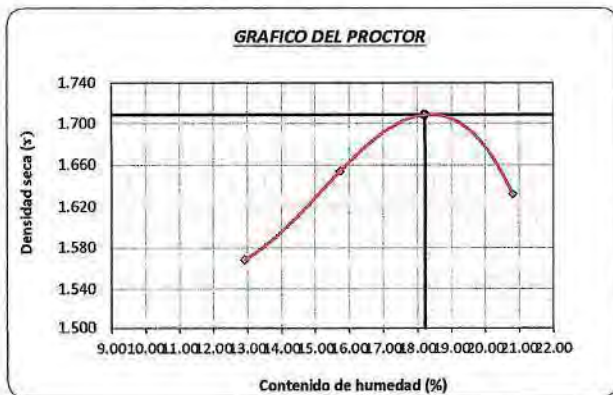
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.709 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm <sup>3</sup>	1.53791
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.22 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

2.54 cm.	5 %	6 %
5.08 cm.	4 %	5 %



*[Signature]*

**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
 Universidad Católica del Perú

*[Signature]*

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02

MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12988		13093		12812		12951		11170		11245		
Peso de molde (g)		8806		8806		8806		8806		7903		7903		
Peso del suelo húmedo (g)		4182		4287		4006		4145		3267		3342		
Volumen del molde (cc)		2118		2118		2118		2118		2119		2119		
Densidad húmeda (g/cc)		1.975		2.024		1.891		1.957		1.542		1.577		
% de humedad		16.63		19.19		16.81		20.33		17.16		19.48		
Densidad seca (g/cc)		1.693		1.698		1.619		1.626		1.316		1.320		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		153.8		4287		97.2		4145		155.6		3342		
Tarro + Suelo seco (gr.)		136.5		4182		86.4		4006		136.9		3267		
Peso del Agua (gr.)		17.3		105.0		10.8		139.0		18.7		75.0		
Peso del tarro (gr.)		32.5		0		22.14		0		27.9		0		
Peso del suelo seco (gr.)		104.0		4112.4		64.3		3942.2		109.0		3224.6		
% de humedad		16.63		19.19		16.81		20.33		17.16		19.48		
Promedio de Humedad (%)		16.63		19.19		16.81		20.33		17.16		19.48		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	4.00	0.100		4.00	0.120		5	0.125				
11/05/2023	10.2	48	4.90	0.123		5.30	0.133		5.5	0.138				
12/05/2023	10.2	72	7.30	0.183		7.70	0.193		8.3	0.208				
13/05/2023	10.2	96	9.20	0.230		9.70	0.243		10.2	0.255				
			4.57	total	5.04	4.57	total	5.31	4.57	total	5.58			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	50	21			28.0	13		12	7			
1.270	0.050	1'00"	82	33			45.0	19		28	13			
1.910	0.075	1'30"	111	44			72.0	29		55	23			
2.540	0.100	2'00"	132	52	44.9	4.5	110.0	44	39.5	3.9	84	34	30.5	3.1
3.810	0.150	3'00"	170	67			139.0	55		110	44			
5.080	0.200	4'00"	253	99	88.3	5.9	169.0	66	66.9	4.5	130	51	51.8	3.5
6.350	0.250	5'00"	288	112			210	77		151	59			
7.620	0.300	6'00"	345	135			223.0	103		169	66			
10.160	0.400	8'00"	391	153			245.0	118		200	78			
12.700	0.500	10'00"	424	166			302.0	118		230	90			

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica del Perú

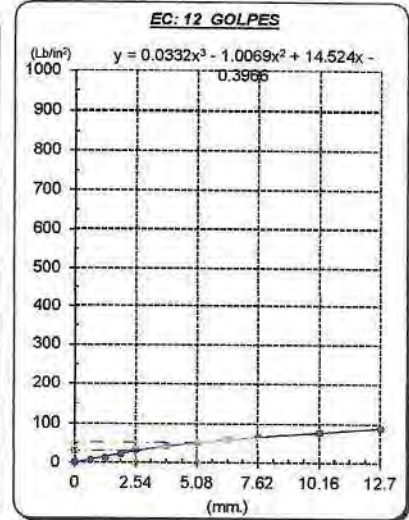
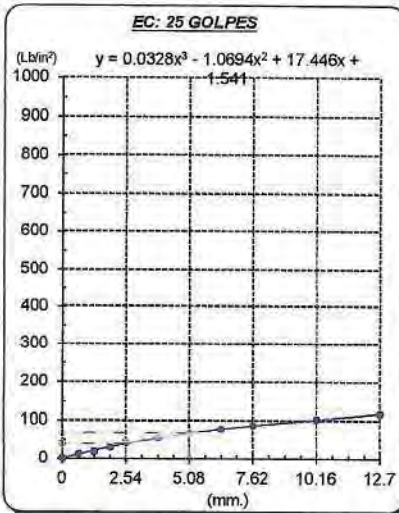
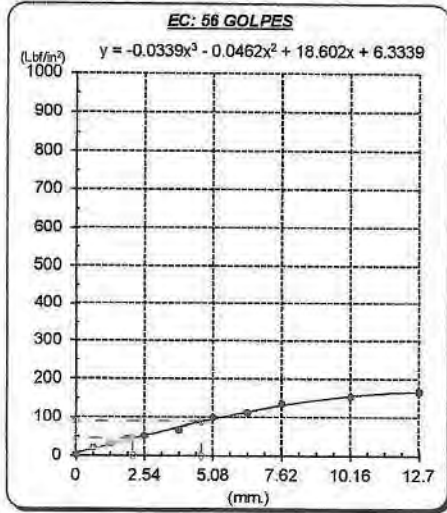
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
TECNICOS DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.709 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm <sup>3</sup>	1.53791
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.22 %	

**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  


  
 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 AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02

MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		13002		13096		12810		12905		12654		12642		
Peso de molde (g)		8806		8806		8806		8806		8796		8796		
Peso del suelo húmedo (g)		4196		4290		4004		4099		3758		3846		
Volumen del molde (cc)		2118		2118		2118		2118		2119		2119		
Densidad húmeda (g/cc)		1.981		2.025		1.890		1.935		1.773		1.815		
% de humedad		16.55		18.82		16.63		19.04		16.70		19.08		
Densidad seca (g/cc)		1.700		1.705		1.621		1.626		1.520		1.524		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		150.3	150.3	4290	4290	97.2	97.2	4099	4099	139.6	139.6	3846	3846	
Tarro + Suelo seco ( gr. )		132.1	132.1	4196	4196	86.5	86.5	4004	4004	123.7	123.7	3758	3758	
Peso del Agua ( gr. )		18.2	18.2	94.0	94.0	10.7	10.7	95.0	95.0	15.9	15.9	88.0	88.0	
Peso del tarro ( gr. )		22.1	22.1	0	0	22.14	22.14	0	0	28.5	28.5	0	0	
Peso del suelo seco ( gr. )		110.0	110.0	4125.9	4125.9	64.4	64.4	3940.1	3940.1	95.2	95.2	3701.7	3701.7	
% de humedad		16.55	16.55	18.82	18.82	16.63	16.63	19.04	19.04	16.70	16.70	19.08	19.08	
Promedio de Humedad (%)		16.55		18.82		16.63		19.04		16.70		19.08		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	5.00	0.125		5.20	0.130		5.8	0.145				
11/05/2023	10.2	48	5.20	0.130		5.80	0.145		5.9	0.148				
12/05/2023	10.2	72	5.84	0.139		6.00	0.150		6.4	0.160				
13/05/2023	10.2	96	6.42	0.153		6.45	0.161		6.8	0.170				
			4.57	total	3.35	4.57	total	3.53	4.57	total	3.72			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	49	21			20.0	10		13	7			
1.270	0.050	1'00"	85	34			48.0	20		22	11			
1.910	0.075	1'30"	109	43			70.0	29		59	24			
2.540	0.100	2'00"	130	51	47.0	4.7	100.0	40	37.8	3.8	81	33	30.5	3.0
3.810	0.150	3'00"	171	67			132.0	52		115	46			
5.080	0.200	4'00"	250	97	93.1	6.2	165.0	67	66.6	4.4	132	52	52.5	3.5
6.350	0.250	5'00"	285	111			204.0	78		150	59			
7.620	0.300	6'00"	350	137			232.0	90		175	68			
10.160	0.400	8'00"	388	152			270.0	105		208	81			
12.700	0.500	10'00"	430	168			310.0	121		238	93			

Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

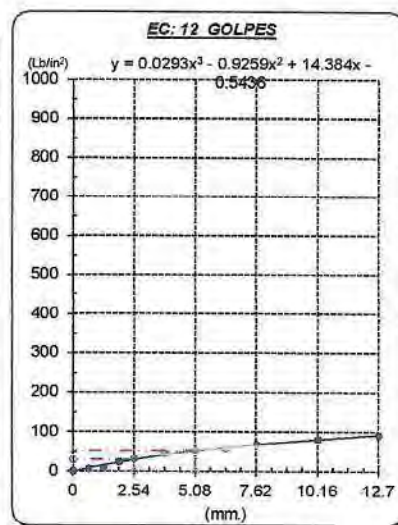
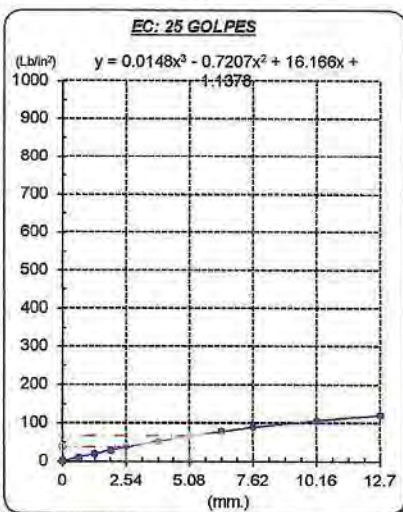
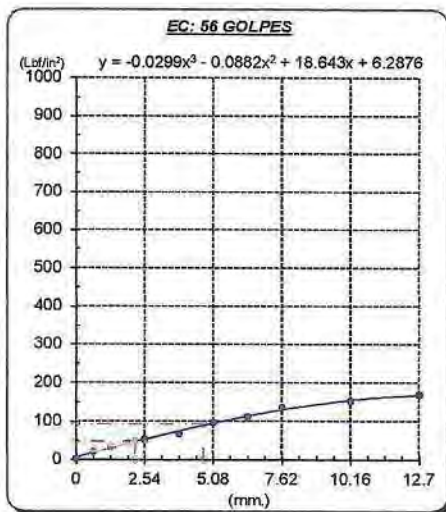
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



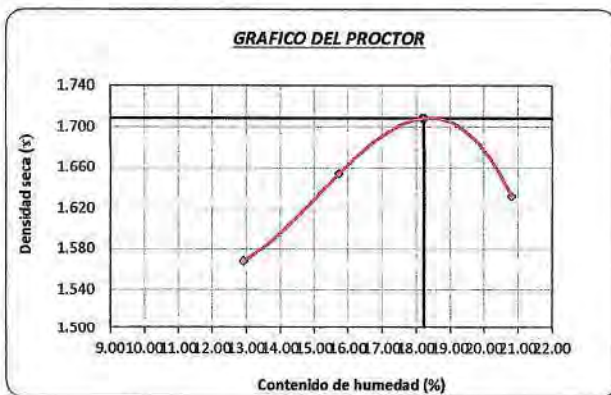
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.709 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm <sup>3</sup>	1.53791
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.22 %	

**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 Rivas Obilias  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
  
 TECNICO LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12965		13076		12838		12950		12441		12516		
Peso de molde (g)		8806		8806		8806		8806		8796		8796		
Peso del suelo húmedo (g)		4159		4270		4032		4144		3645		3720		
Volumen del molde (cc)		2118		2118		2143		2143		2065		2065		
Densidad húmeda (g/cc)		1.964		2.016		1.881		1.934		1.765		1.801		
% de humedad		15.16		17.87		16.04		18.86		16.88		18.97		
Densidad seca (g/cc)		1.705		1.710		1.621		1.627		1.510		1.514		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		145.2		145.2		4270		4270		175.1		175.1		
Tarro + Suelo seco (gr.)		129.8		129.8		4159		4159		154.1		154.1		
Peso del Agua (gr.)		15.4		15.4		111.0		111.0		21.1		21.1		
Peso del tarro (gr.)		28.2		28.2		0		0		22.8		22.8		
Peso del suelo seco (gr.)		101.6		101.6		4089.3		4089.3		131.3		131.3		
% de humedad		15.16		15.16		17.87		17.87		16.04		16.04		
Promedio de Humedad (%)		15.16		15.16		17.87		17.87		16.04		16.04		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	4.50	0.113		4.60	0.115		4.7	0.118				
11/05/2023	10.2	48	4.90	0.120		5.00	0.125		5.1	0.128				
12/05/2023	10.2	72	4.90	0.123		5.30	0.133		5.5	0.138				
13/05/2023	10.2	96	5.90	0.136		5.60	0.140		6.5	0.163				
			4.57	total	3.01	4.57	total	3.07	4.57	total	3.56			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	45	19			30.0	14		23	11			
1.270	0.050	1'00"	88	35			59.0	24		45	19			
1.910	0.075	1'30"	122	48			90.0	36		67	27			
2.540	0.100	2'00"	163	60	44.7	4.5	115.0	46	41.3	4.1	80	36	31.2	3.1
3.810	0.150	3'00"	175.0	68			122	48		100	40			
5.080	0.200	4'00"	240.0	94	87.4	5.8	152	60	62.0	4.1	112	44	49.7	3.3
6.350	0.250	5'00"	290.0	113			174	66		134	53			
7.620	0.300	6'00"	345.0	135			207	81		184	72			
10.160	0.400	8'00"	391.0	153			223	87		200	78			
12.700	0.500	10'00"	445.0	174			302	118		258	101			

Henry Rivadeneira Obliuas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

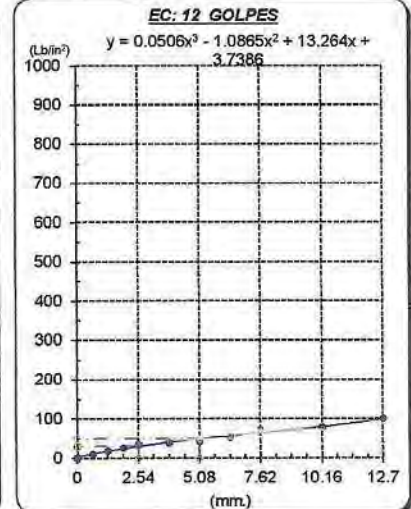
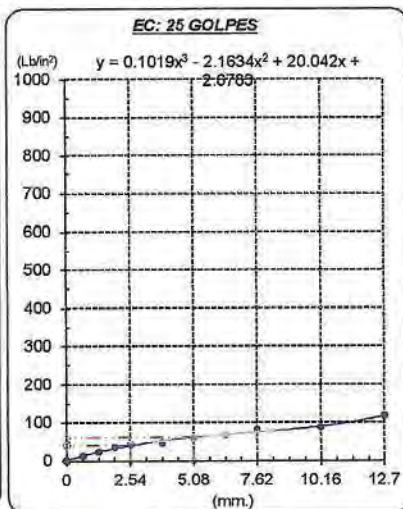
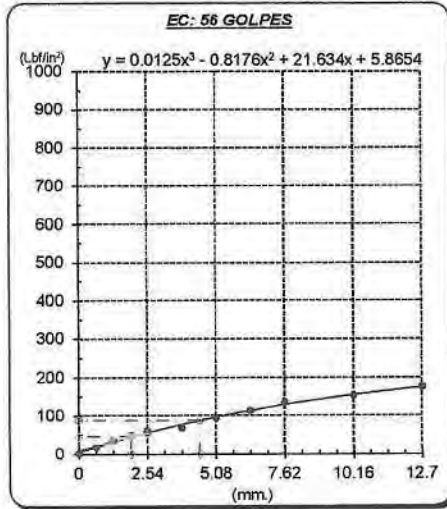
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



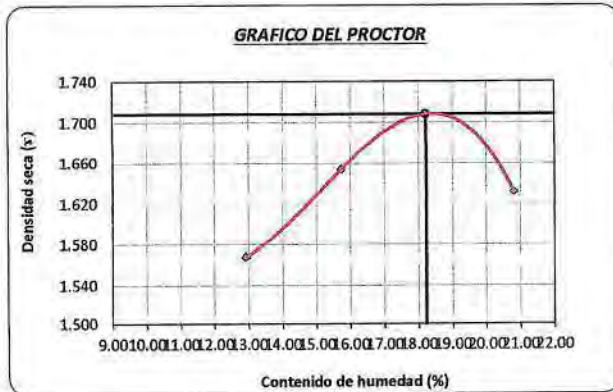
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.709 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm <sup>3</sup>	1.53791
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.22 %	

**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 Rivadeneira 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12968		13070		12776		12880		11587		11691			
Peso de molde (g)		8806		8806		8806		8806		7903		7903			
Peso del suelo húmedo (g)		4162		4264		3970		4074		3684		3788			
Volumen del molde (cc)		2118		2118		2118		2118		2119		2119			
Densidad húmeda (g/cc)		1.985		2.013		1.874		1.924		1.739		1.788			
% de humedad		15.49		17.98		15.57		18.23		16.33		19.19			
Densidad seca (g/cc)		1.701		1.706		1.622		1.627		1.495		1.500			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		134.8	134.8	4264	4264	104.6	104.6	4074	4074	125.4	125.4	3788.0	3788.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		120.1	120.1	4162	4162	93.6	93.6	3970	3970	111.4	111.4	3684.0	3684.0		
Peso del Agua (gr.)		14.7	14.7	102.0	102.0	11.0	11.0	104.0	104.0	14.0	14.0	104.0	104.0		
Peso del tarro (gr.)		25.2	25.2	0	0	22.8	22.8	0	0	25.8	25.8	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		94.9	94.9	4092.4	4092.4	70.8	70.8	3906.6	3906.6	85.6	85.6	3629.8	3629.8		
% de humedad		15.49	15.49	17.98	17.98	15.57	15.57	18.23	18.23	16.33	16.33	19.19	19.19		
Promedio de Humedad (%)		15.49		17.98		15.57		18.23		16.33		19.19			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	4.00	0.100		4.20	0.105		5	0.125					
11/05/2023	10.2	48	4.10	0.103		4.30	0.108		5.2	0.130					
12/05/2023	10.2	72	5.00	0.125		5.40	0.135		6	0.150					
13/05/2023	10.2	96	5.80	0.138		5.80	0.145		6.5	0.163					
			4.57	total	3.01	4.57	total	3.18	4.57	total	3.56				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		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			0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	44	19			30.0	14			23	11			
1.270	0.050	1'00"	75	30			50.0	21			38	17			
1.910	0.075	1'30"	110	44			84.0	34			57	24			
2.540	0.100	2'00"	152	60	49.4	4.9	111.0	44	43.3	4.3	80	32	32.7	3.3	
3.810	0.150	3'00"	200	78			150.0	59			112	44			
5.080	0.200	4'00"	268	104	94.5	6.3	200.0	78	76.4	5.1	145	57	54.9	3.7	
6.350	0.250	5'00"	308	120							160	63			
7.620	0.300	6'00"	357	139			278.0	108			200	78			
10.160	0.400	8'00"	388	152			343.0	122			225	88			
12.700	0.500	10'00"	470	184			385.0	150			310	121			

Henry Rivadeneira Obillos  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

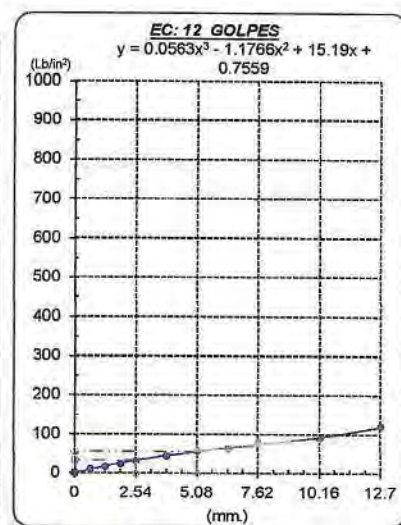
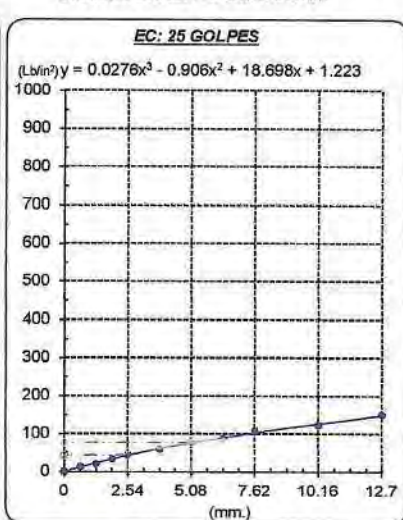
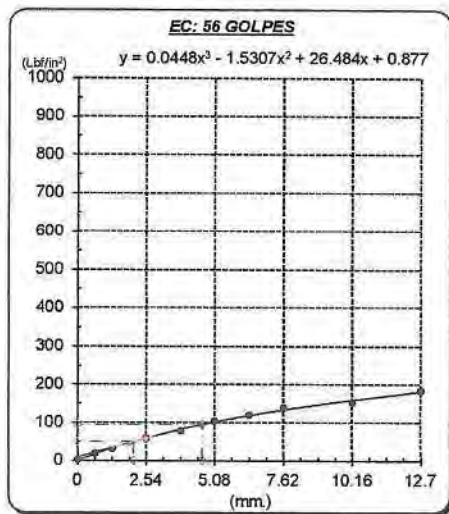
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
CHICLAYO, PERÚ  
MAYO 2024

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.709 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.623 g/cm <sup>3</sup>	1.53791
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.22 %	

**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 %	



*[Signature]*  
Henry  
Rivadeneira  
Obiias  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Luis Valdez Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
USAT  
*[Signature]*  
TECNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Diana Carolina Sanchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

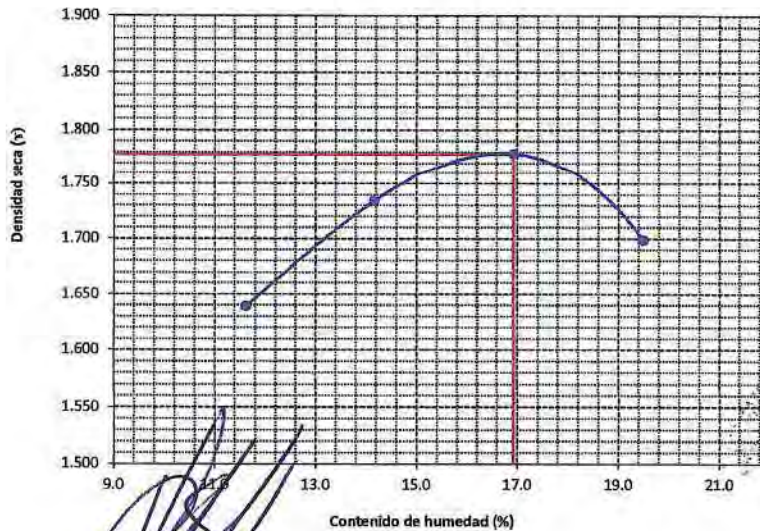
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5871	6010	6102	6056
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1691	1830	1922	1876
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.830	1.980	2.080	2.030

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	69.64	68.95	73.52	75.57
Peso del suelo seco + tara	g.	64.51	62.95	65.86	66.58
Peso de tara	g.	20.36	20.59	20.58	20.45
Peso de agua	g.	5.13	6	7.66	8.99
Peso de suelo seco	g.	44.15	42.36	45.28	46.13
Contenido de agua	%	11.6	14.2	16.9	19.5
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.639	1.734	1.779	1.699

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.779	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.92	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Andeneyra Obitas*  
 Ing. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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

TECNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA :

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12688		12799		12504		12670		12239		12336			
Peso de molde (g)		8395		8395		8395		8395		8806		8806			
Peso del suelo húmedo (g)		4293		4404		4109		4275		3433		3530			
Volumen del molde (cc)		2112		2112		2112		2112		1950		1950			
Densidad húmeda (g/cc)		2.033		2.085		1.946		2.024		1.761		1.810			
% de humedad		14.82		17.46		15.17		19.28		16.50		19.37			
Densidad seca (g/cc)		1.770		1.775		1.689		1.697		1.511		1.517			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		82.7	82.7	4404	4404	89.4	89.4	4275	4275	75.4	75.4	3530.0	3530.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		74.8	74.8	4293	4293	80.4	80.4	4109	4109	68.0	68.0	3433.0	3433.0		
Peso del Agua ( gr. )		7.9	7.9	111.0	111.0	9.0	9.0	166.0	166.0	7.4	7.4	97.0	97.0		
Peso del tarro ( gr. )		21.45	21.45	0	0	21.25	21.25	0	0	23.1	23.1	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		53.4	53.4	4218.3	4218.3	59.2	59.2	4040.7	4040.7	44.9	44.9	3381.9	3381.9		
% de humedad		14.82	14.82	17.46	17.46	15.17	15.17	19.28	19.28	16.50	16.50	19.37	19.37		
Promedio de Humedad (%)		14.82		17.46		15.17		19.28		16.50		19.37			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	3.00	0.075		3.25	0.081		3.4	0.085					
11/05/2023	10.2	48	4.15	0.104		4.30	0.108		5.2	0.130					
12/05/2023	10.2	72	4.90	0.123		5.40	0.135		6	0.150					
13/05/2023	10.2	96	5.20	0.130		5.90	0.148		6.7	0.168					
			4.57	total	2.85	4.57	total	3.23	4.57	total	3.67				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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.														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2				
0.640	0.025	0'30"	40	17			28.0	13		13	7				
1.270	0.050	1'00"	78	32			47.0	20		38	17				
1.910	0.075	1'30"	110	44			78.0	32		56	23				
2.540	0.100	2'00"	141	55	48.5	4.8	105.0	42	42.7	4.3	78	32	32.0	3.2	
3.810	0.150	3'00"	195	76			150.0	59		110	44				
5.080	0.200	4'00"	255	99	94.5	6.3	200.0	78	77.0	5.1	141	55	54.0	3.6	
6.350	0.250	5'00"	314	122			240.0	94		160	63				
7.620	0.300	6'00"	362	141			285.0			194	76				
10.160	0.400	8'00"	432	189			315.0	123		210	82				
12.700	0.500	10'00"	510	201			403.0	158		280	113				

Henry Rivadeneira Oblitas  
Téc. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		13144		13242		12985		13085		12805		13008			
Peso de molde (g)		8706		8706		8706		8706		8806		8806			
Peso del suelo húmedo (g)		4438		4536		4279		4379		3999		4202			
Volumen del molde (cc)		2113		2113		2113		2113		2118		2118			
Densidad húmeda (g/cc)		2.100		2.147		2.025		2.072		1.888		1.984			
% de humedad		13.46		15.71		14.86		17.23		14.12		19.28			
Densidad seca (g/cc)		1.851		1.855		1.763		1.768		1.654		1.663			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		79.4	79.4	4536	4536	86.9	86.9	4379	4379	72.4	72.4	4202.0	4202.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		72.5	72.5	4438	4438	78.5	78.5	4279	4279	66.1	66.1	3999.0	3999.0		
Peso del Agua (gr.)		6.9	6.9	98.0	98.0	8.4	8.4	100.0	100.0	6.3	6.3	203.0	203.0		
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	21.96	21.96	0	0	21.49	21.49	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		51.3	51.3	4357.3	4357.3	56.5	56.5	4204.9	4204.9	44.6	44.6	3933.9	3933.9		
% de humedad		13.46	13.46	15.71	15.71	14.86	14.86	17.23	17.23	14.12	14.12	19.28	19.28		
Promedio de Humedad (%)		13.46		15.71		14.86		17.23		14.12		19.28			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.20	0.030		1.40	0.035		1.6	0.040					
11/05/2023	10.2	48	2.40	0.060		2.60	0.065		3.1	0.078					
12/05/2023	10.2	72	3.10	0.078		3.30	0.083		4.3	0.108					
13/05/2023	10.2	96	3.50	0.088		3.80	0.095		4.5	0.113					
			4.57	total	1.92	4.57	total	2.08	4.57	total	2.46				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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			0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	80	32			35.0	15			28	13			
1.270	0.050	1'00"	117	46			97.0	39			85	34			
1.910	0.075	1'30"	245	95			164.0	64			119	47			
2.540	0.100	2'00"	325	127	98.2	9.8	224.0	87	86.5	8.7	152	60	59.8	6.0	
3.810	0.150	3'00"	347	135			292.0	114			214	83			
5.080	0.200	4'00"	507	199	189.0	12.6	415.0	162	158.1	10.5	265	103	103.0	6.9	
6.350	0.250	5'00"	551	221			450.0	176			308	120			
7.620	0.300	6'00"	762	305			630.0	246			344	134			
10.160	0.400	8'00"	754	302			804.0	198			412	161			
12.700	0.500	10'00"	808	367			898.0	237			473	186			

Henry Rivas Obitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

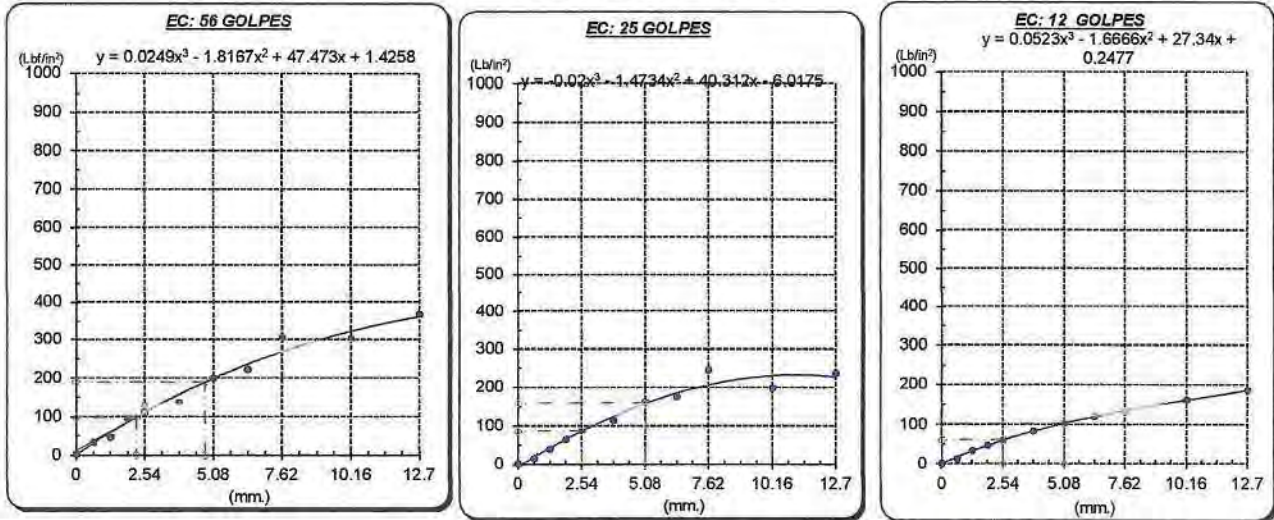
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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.**

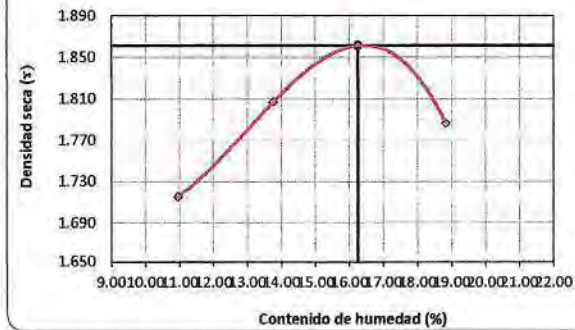
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.861 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g./cm <sup>3</sup>	1.67534
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.25 %	

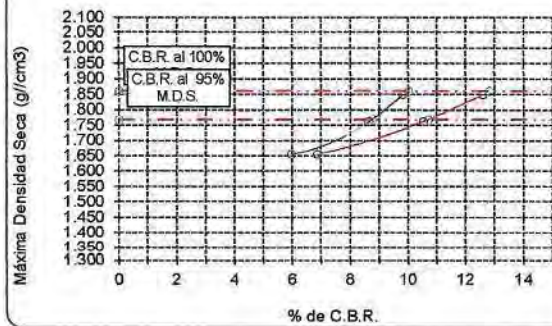
**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	11 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



  
 Henry Rivadeneyra Obulas  
 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 AMBIENTAL  
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

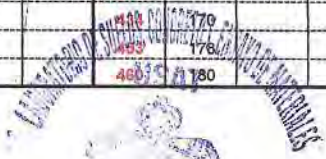
Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde		A-23				A-24				A-25						
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		13224		13315		12998		13122		12820		12922				
Peso de molde (g)		8706		8706		8706		8706		8806		8806				
Peso del suelo húmedo (g)		4518		4609		4292		4416		4014		4116				
Volumen del molde (cc)		2113		2113		2113		2113		2118		2118				
Densidad húmeda (g/cc)		2.138		2.181		2.031		2.090		1.895		1.943				
% de humedad		15.02		17.07		15.68		18.61		15.94		18.52				
Densidad seca (g/cc)		1.859		1.863		1.756		1.762		1.635		1.640				
HUMEDAD																
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		78.7		4609		86.9		4416		72.4		4116.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)		71.2		4518		78.1		4292		65.4		4014.0				
Peso del Agua (gr.)		7.5		91.0		8.8		124.0		7.0		102.0				
Peso del tarro (gr.)		21.25		0		21.96		0		21.49		0				
Peso del suelo seco (gr.)		50.0		4435.5		56.1		4217.9		43.9		3949.4				
% de humedad		15.02		17.07		15.68		18.61		15.94		18.52				
Promedio de Humedad (%)		15.02		17.07		15.68		18.61		15.94		18.52				
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0					
10/05/2023	10.2	24	3.00	0.075		3.20	0.080		3.3	0.083						
11/05/2023	10.2	48	3.50	0.088		3.60	0.090		3.7	0.093						
12/05/2023	10.2	72	3.60	0.090		4.00	0.100		4.25	0.106						
13/05/2023	10.2	96	3.80	0.095		4.20	0.105		4.47	0.112						
			4.57	total	2.08	4.57	total	2.30	4.57	total	2.45					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25				
				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.	Lbf/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2				
0.640	0.025	0'30"	64	26			52.0	22			40	17				
1.270	0.050	1'00"	150	59			116.0	46			80	32				
1.910	0.075	1'30"	224	87			170.0	67			122	48				
2.540	0.100	2'00"	301	117	105.5	10.5	221.0	86	84.7	8.5	165	61	59.5	6.0		
3.810	0.150	3'00"	379	148			275.0	107			193	75				
5.080	0.200	4'00"	525	207	203.1	13.5	455.0	178	176.1	11.7	301	117	116.4	7.8		
6.350	0.250	5'00"	659	262			581.0	230			377	147				
7.620	0.300	6'00"	738	295			675.0	268			448	170				
10.180	0.400	8'00"	797	320			706.0	281			493	176				
12.700	0.500	10'00"	894	361			726.0	290			460	180				

Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

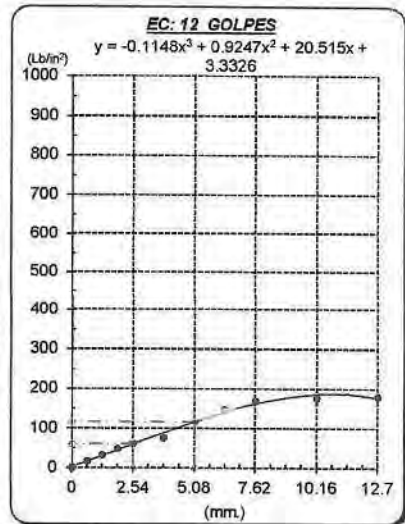
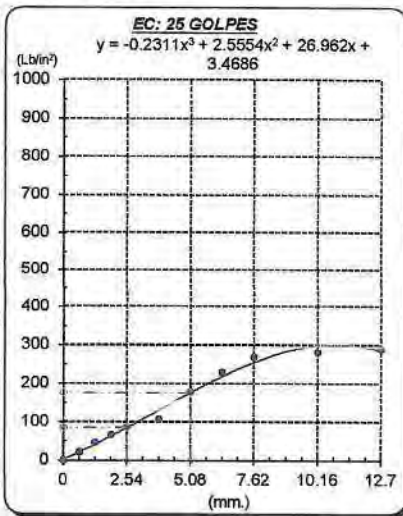
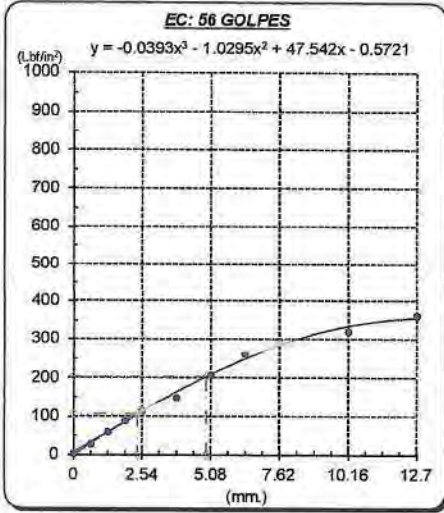


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.861 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g/cm <sup>3</sup>	1.67534
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.25 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	12 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblias  
 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12427		12532		12180		12286		12032		12238		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300		
Peso del suelo húmedo (g)		4424		4529		4177		4283		3732		3938		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.100		2.150		1.982		2.033		1.756		1.853		
% de humedad		12.96		15.38		13.23		15.82		13.36		18.96		
Densidad seca (g/cc)		1.859		1.863		1.751		1.755		1.549		1.558		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		81.4	81.4	4529	4529	88.7	88.7	4283	4283	74.1	74.1	3938.0	3938.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		74.5	74.5	4424	4424	80.9	80.9	4177	4177	67.9	67.9	3732.0	3732.0	
Peso del Agua (gr.)		6.9	6.9	105.0	105.0	7.8	7.8	106.0	106.0	6.2	6.2	206.0	206.0	
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	21.96	21.96	0	0	21.49	21.49	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		53.3	53.3	4343.3	4343.3	58.9	58.9	4105.1	4105.1	46.4	46.4	3675.1	3675.1	
% de humedad		12.96	12.96	15.38	15.38	13.23	13.23	15.82	15.82	13.36	13.36	18.96	18.96	
Promedio de Humedad (%)		12.96		15.38		13.23		15.82		13.36		18.96		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10/05/2023	10.2	24	2.90	0.073		2.92	0.073		3.02	0.076				
11/05/2023	10.2	48	3.00	0.075		3.15	0.079		3.2	0.080				
12/05/2023	10.2	72	3.25	0.081		3.56	0.084		3.6	0.085				
13/05/2023	10.2	96	3.32	0.083		3.45	0.086		3.65	0.091				
			4.57	total	1.82	4.57	total	1.89	4.57	total	2.00			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"	68	28			46.0	20			22	11		
1.270	0.050	1'00"	154	60			110.0	44			62	26		
1.910	0.075	1'30"	229	89			164.0	64			95	38		
2.540	0.100	2'00"	305	119	105.4	10.5	218.0	85	83.4	8.3	127	50	42.5	4.2
3.810	0.150	3'00"	383	150			275.0	107			160	63		
5.080	0.200	4'00"	530	209	201.7	13.4	455.0	178	175.6	11.7	168	86	98.8	6.3
6.350	0.250	5'00"	664	264			581.0	230			344	134		
7.620	0.300	6'00"	735	293			675.0	268			400	157		
10.160	0.400	8'00"	792	318			750.0	281			423	164		
12.700	0.500	10'00"	928	376			790.0	289			433	170		

Henry Rivadeneira Obiñas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

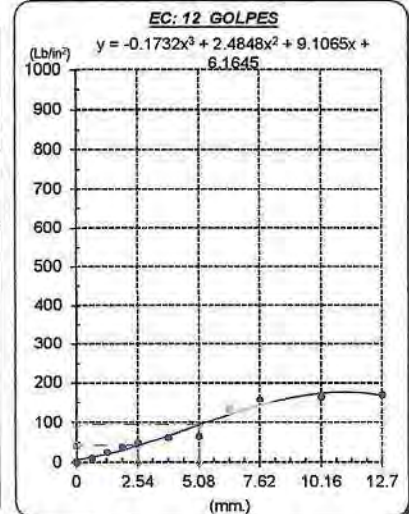
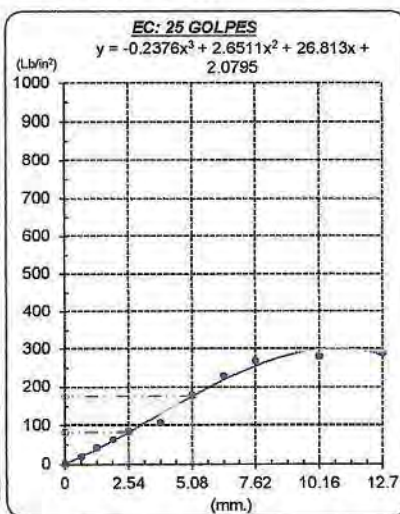
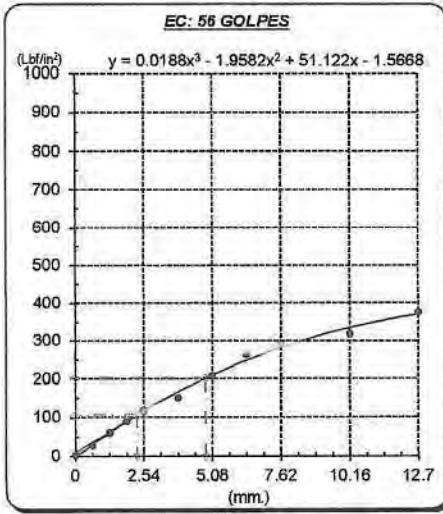
USAT  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.861 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g/cm <sup>3</sup>	1.67534
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.25 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %		13 %	
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %		12 %	



  
**Henry Rivadeneyra Obitas**  
 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12410		12502		12221		12306		12173		12277			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4407		4499		4218		4303		3873		3977			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.092		2.135		2.002		2.042		1.823		1.872			
% de humedad		12.56		14.68		13.26		15.31		13.78		16.51			
Densidad seca (g/cc)		1.858		1.862		1.768		1.771		1.602		1.606			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		81.3	81.3	4499	4499	88.6	88.6	4303	4303	74.0	74.0	3977.0	3977.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		74.6	74.6	4407	4407	80.8	80.8	4218	4218	67.7	67.7	3873.0	3873.0		
Peso del Agua (gr.)		6.7	6.7	92.0	92.0	7.8	7.8	85.0	85.0	6.4	6.4	104.0	104.0		
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	21.96	21.96	0	0	21.49	21.49	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		53.4	53.4	4326.6	4326.6	58.8	58.8	4144.7	4144.7	46.2	46.2	3811.9	3811.9		
% de humedad		12.56	12.56	14.68	14.68	13.26	13.26	15.31	15.31	13.78	13.78	16.51	16.51		
Promedio de Humedad (%)		12.56		14.68		13.26		15.31		13.78		16.51			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	3.10	0.078		3.12	0.078		3.16	0.079					
11/05/2023	10.2	48	3.24	0.081		3.28	0.082		3.3	0.083					
12/05/2023	10.2	72	3.60	0.088		3.60	0.090		3.8	0.095					
13/05/2023	10.2	96	4.00	0.100		4.12	0.103		4.46	0.111					
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.26	4.57	total	2.44				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25				
			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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2					0.00	2					
0.640	0.025	0'30"	56	24				36.0	16			12	7		
1.270	0.050	1'00"	144	57				100.0	40			52	22		
1.910	0.075	1'30"	219	85				154.0	60			85	34		
2.540	0.100	2'00"	1000	295	115	104.1	10.4	208.0	81	78.5	7.9	117	46	45.6	4.6
3.810	0.150	3'00"		373	146			265.0	103			159	59		
5.080	0.200	4'00"	1500	520	205	199.3	13.3	445.0	174	168.6	11.2	286	101	97.9	6.5
6.350	0.250	5'00"		664	260			541.0	213			334			
7.620	0.300	6'00"		723	289			666.0	264			381			
10.160	0.400	8'00"		782	314			695.0	277			409	160		
12.700	0.500	10'00"		919	372			714.0	285			452	177		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

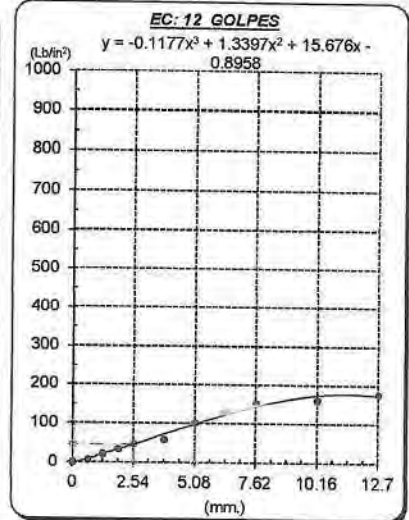
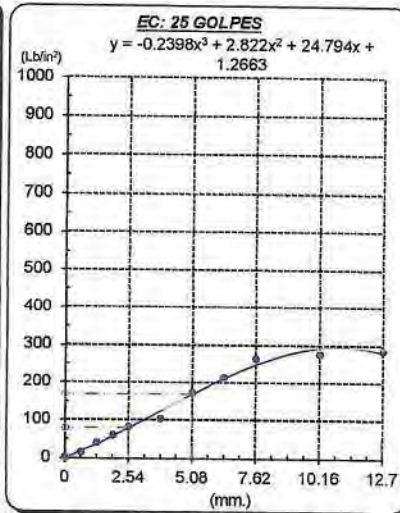
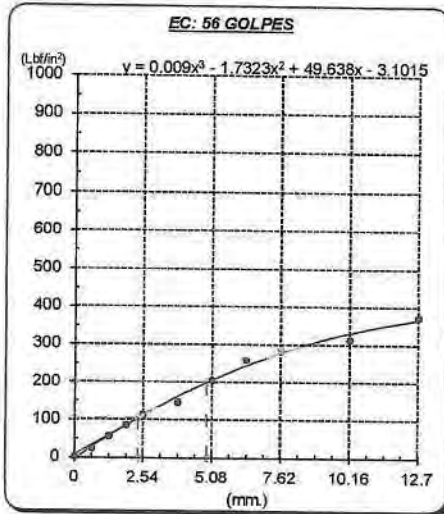
USAT  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.861 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g/cm <sup>3</sup>	1.67534
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.25 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	11 %



*Henry Riva*  
 Henry Riva  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12430		12504		12203		12305		12155		12261		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300		
Peso del suelo húmedo (g)		4427		4501		4200		4302		3855		3961		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.101		2.136		1.993		2.042		1.814		1.864		
% de humedad		12.99		14.69		13.05		15.52		13.07		15.86		
Densidad seca (g/cc)		1.860		1.863		1.783		1.767		1.604		1.609		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		81.2	81.2	4501	4501	87.8	87.8	4302	4302	74.0	74.0	3961.0	3961.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		74.3	74.3	4427	4427	80.2	80.2	4200	4200	68.0	68.0	3855.0	3855.0	
Peso del Agua (gr.)		6.9	6.9	74.0	74.0	7.6	7.6	102.0	102.0	6.1	6.1	106.0	106.0	
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	21.96	21.96	0	0	21.49	21.49	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		53.1	53.1	4346.2	4346.2	58.2	58.2	4127.2	4127.2	46.5	46.5	3794.1	3794.1	
% de humedad		12.99	12.99	14.69	14.69	13.05	13.05	15.52	15.52	13.07	13.07	15.86	15.86	
Promedio de Humedad (%)		12.99		14.69		13.05		15.52		13.07		15.86		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10/05/2023	10.2	24	2.00	0.050	2.50	0.063	2.8	0.070						
11/05/2023	10.2	48	2.30	0.058	3.00	0.075	3.5	0.088						
12/05/2023	10.2	72	3.50	0.088	3.20	0.080	4.5	0.113						
13/05/2023	10.2	96	3.90	0.098	4.50	0.113	5	0.125						
			4.57	total	2.13	4.57	total	2.46	4.57	total	2.74			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	49	21			27.0	12		13	7			
1.270	0.050	1'00"	135	53			91.0	36		43	18			
1.910	0.075	1'30"	210	82			145.0	57		76	31			
2.540	0.100	2'00"	286	111	92.9	9.3	199.0	78	75.8	7.6	108	43	41.8	4.2
3.810	0.150	3'00"	364	142			256.0	100		141	55			
5.080	0.200	4'00"	511	201	169.3	11.3	436.0	171	167.1	11.1	249	97	94.4	6.3
6.350	0.250	5'00"	645	256			562.0	222		326	127			
7.620	0.300	6'00"	714	285			656.0	261		382	149			
10.160	0.400	8'00"	773	310			685.0	273		399	156			
12.700	0.500	10'00"	899	360			750.0	280		412	161			

**Henry Rivaduneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

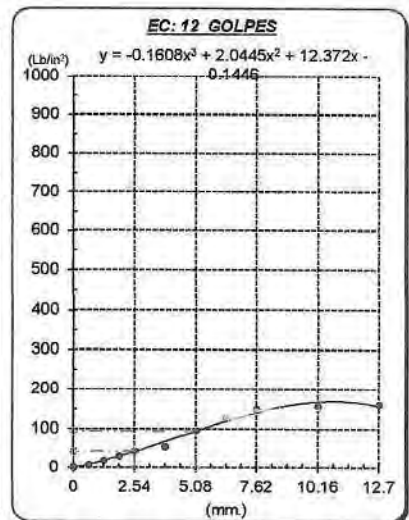
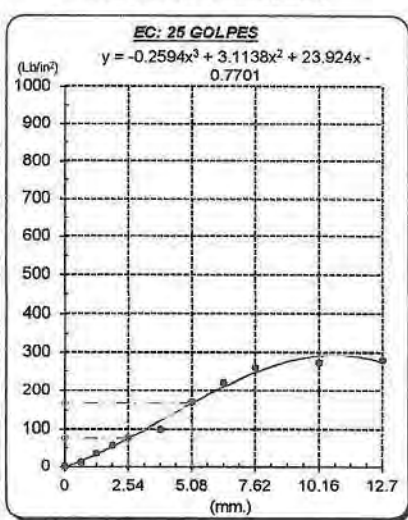
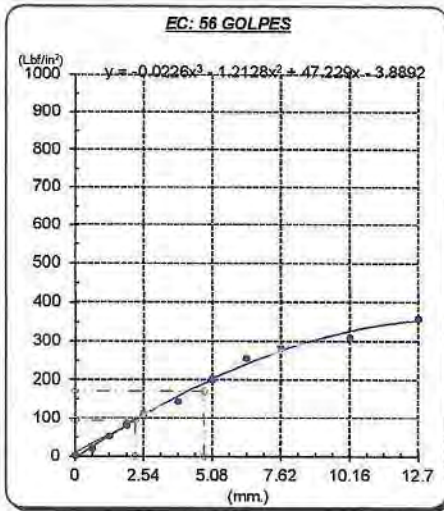
LABORATORIO USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



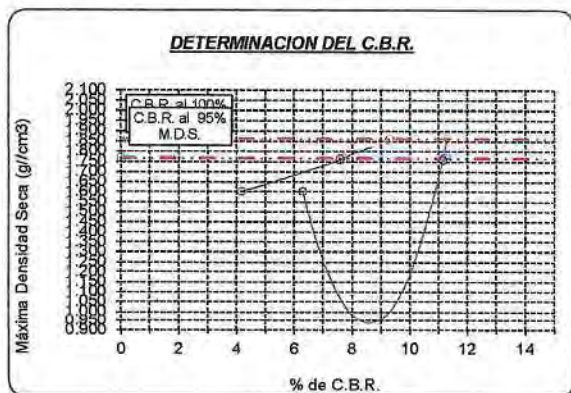
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.861 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.768 g/cm <sup>3</sup>	1.67534
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.25 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	11 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblias  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

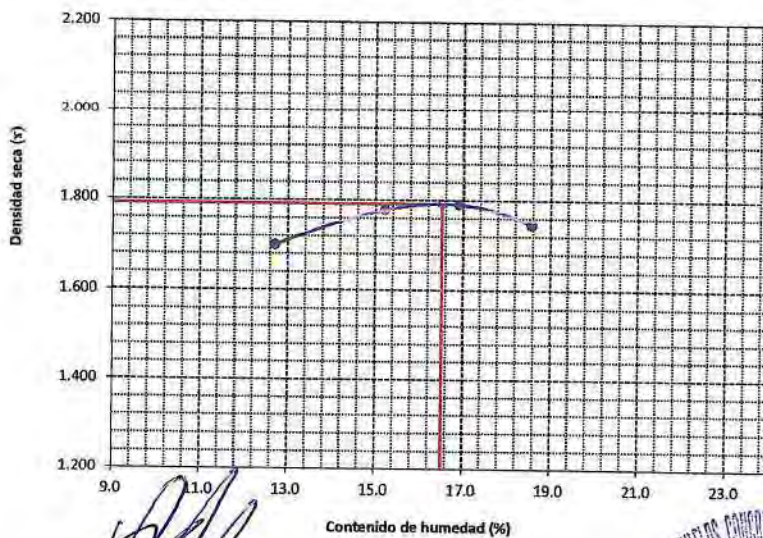
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5920	6040	6080	6060
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1740	1860	1900	1880
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.916	2.048	2.092	2.070

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	78.88	73.98	85.26	80.00
Peso del suelo seco + tara	g.	73.26	65.86	74.72	69.38
Peso de tara	g.	29.03	12.48	12.36	12.18
Peso de agua	g.	5.62	8.12	10.54	10.62
Peso de suelo seco	g.	44.23	53.38	62.36	57.2
Contenido de agua	%	12.7	15.2	16.9	18.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.700	1.778	1.790	1.746

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.791	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.514	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*[Firma]*  
**Henry Rivadeneyra Obiitas**  
 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 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/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-01**  
 MUESTRA : **20% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

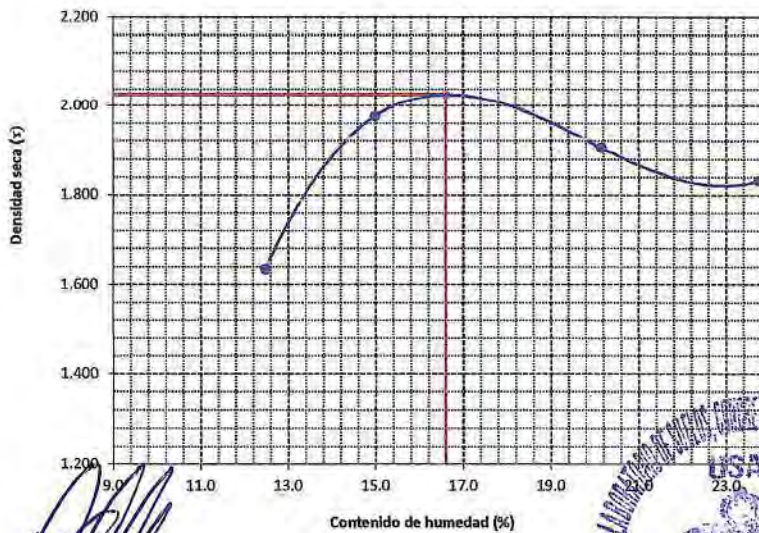
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5850	6244	6260	6238
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1670	2064	2080	2058
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.839	2.273	2.291	2.266


**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.89	75.42	77.22	77.24
Peso del suelo seco + tara	g.	67.04	68.98	67.94	69.71
Peso de tara	g.	28.16	25.99	21.87	37.99
Peso de agua	g.	4.85	6.44	9.2815	7.53
Peso de suelo seco	g.	38.88	42.99	46.0685	31.72
Contenido de agua	%	12.5	15.0	20.1	23.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.635	1.977	1.907	1.832

DENSIDAD MAXIMA SECA	<b>2.028</b>	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>16.584</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT  


**USAT**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-01**  
MUESTRA : **20% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

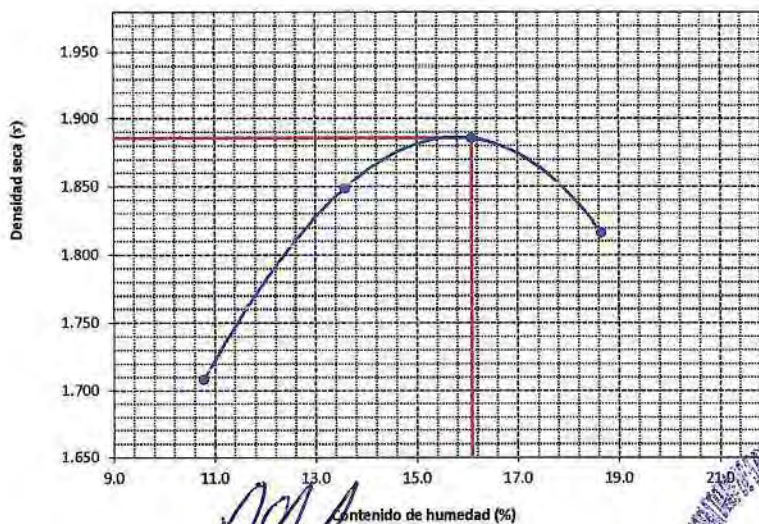
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5929	6121	6203	6172
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1749	1941	2023	1992
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.892	2.100	2.189	2.155

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.42	70.53	75.61	77.62
Peso del suelo seco + tara	g.	66.55	64.65	68.16	68.82
Peso de tara	g.	21.36	21.34	21.84	21.64
Peso de agua	g.	4.87	5.88	7.45	8.8
Peso de suelo seco	g.	45.19	43.31	46.32	47.18
Contenido de agua	%	10.8	13.6	16.1	18.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.708	1.849	1.886	1.817

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.886</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.08</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Obliuas*  
Tec. Laboratorio  
USAT





**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCATA : C-01  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde		A-23				A-24				A-25							
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		12495		12532		12251		12358		12094		12302					
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300					
Peso del suelo húmedo (g)		4492		4529		4248		4355		3794		4002					
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125					
Densidad húmeda (g/cc)		2.132		2.150		2.016		2.067		1.785		1.883					
% de humedad		14.00		14.84		14.58		17.14		15.74		21.31					
Densidad seca (g/cc)		1.870		1.872		1.760		1.764		1.543		1.553					
HUMEDAD																	
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		82.1	82.1	4529	4529	88.1	88.1	4355	4355	73.3	73.3	4002.0	4002.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)		74.6	74.6	4492	4492	79.5	79.5	4248	4248	66.1	66.1	3794.0	3794.0				
Peso del Agua (gr.)		7.5	7.5	37.0	37.0	8.6	8.6	107.0	107.0	7.2	7.2	208.0	208.0				
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	20.44	20.44	0	0	20.19	20.19	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)		53.4	53.4	4409.5	4409.5	59.1	59.1	4174.5	4174.5	45.9	45.9	3736.4	3736.4				
% de humedad		14.00	14.00	14.84	14.84	14.58	14.58	17.14	17.14	15.74	15.74	21.31	21.31				
Promedio de Humedad (%)		14.00		14.84		14.58		17.14		15.74		21.31					
EXPANSIÓN																	
FECHA		HORA		TIEMPO Hr.		DIAL		EXPANSIÓN Pulg		DIAL		EXPANSIÓN Pulg					
						%		%		DIAL		EXPANSIÓN Pulg					
09/05/2023		10.2		0		0.00		0		0		0					
10/05/2023		10.2		24		2.20		0.055		2.30		0.058					
11/05/2023		10.2		48		2.30		0.058		2.50		0.063					
12/05/2023		10.2		72		3.00		0.075		3.60		0.088					
13/05/2023		10.2		96		3.30		0.083		3.80		0.095					
						4.57		total 1.81		4.57		total 2.08					
										4.57		total 2.10					
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN		TIEMPO		CARGA STAND.		MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
				Lbf/in2		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.		pulg.				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	0.0	2			0.00	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		78	32	66.0	27			42	18			42	18		
1.270	0.050	1'00"		174	68	130.0	51			83	33			83	33		
1.910	0.075	1'30"		249	97	184.0	72			112	44			112	44		
2.540	0.100	2'00"	1000	325	127	236.0	93	107.4	10.7	147	58	50.2	5.0	147	58	50.2	5.0
3.810	0.150	3'00"		403	158	295.0	115			181	71			181	71		
5.080	0.200	4'00"	1500	550	217	475.0	186	205.5	13.7	186	73	102.5	6.8	186	73	102.5	6.8
6.350	0.250	5'00"		664	264	611.0	242			264	142			264	142		
7.620	0.300	6'00"		753	301	685.0	273			273	165			273	165		
10.160	0.400	8'00"		812	326	725.0	289			289	172			289	172		
12.700	0.500	10'00"		849	385	744.0	297			297	177			297	177		

Henry Rivadeneira Obiñas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

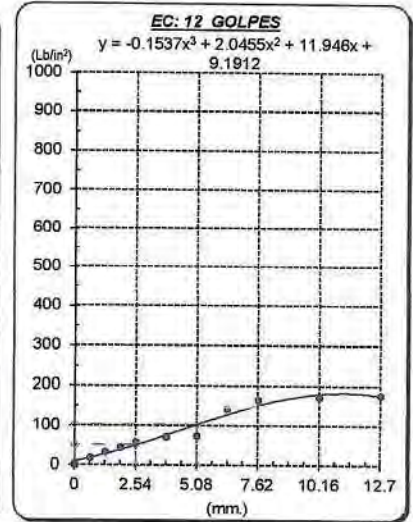
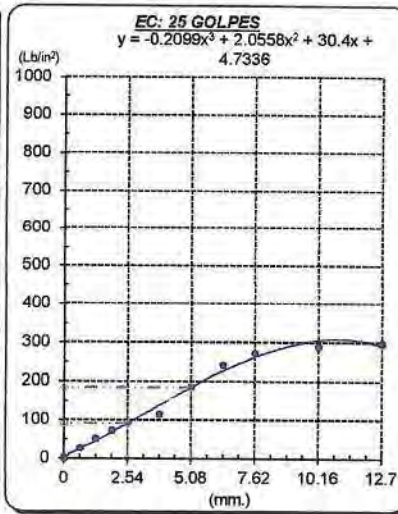
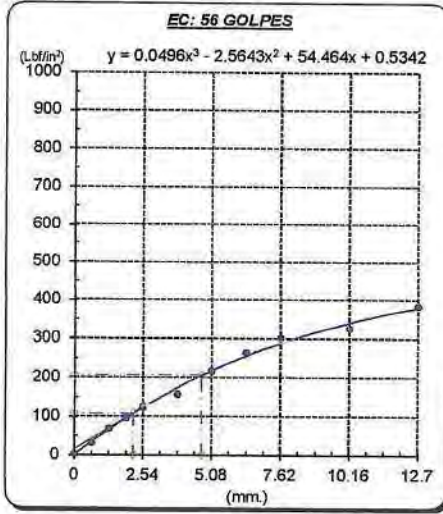
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



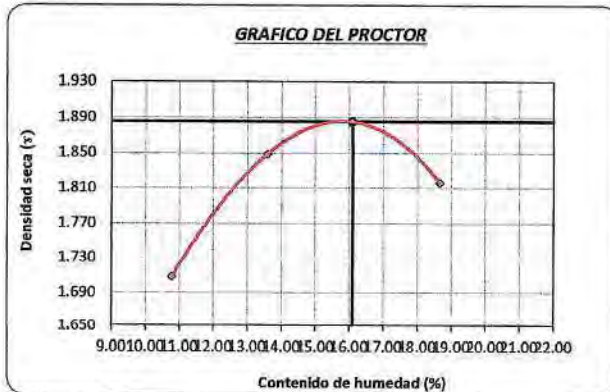
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.886 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g/cm <sup>3</sup>	1.69707
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.08 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	13 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 TECNICO DE LABORATORIO





**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12530		12613		12292		12399		12235		12343			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4527		4610		4289		4396		3935		4043			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.149		2.188		2.036		2.086		1.852		1.903			
% de humedad		14.07		15.93		14.37		16.90		15.05		17.84			
Densidad seca (g/cc)		1.884		1.887		1.780		1.785		1.610		1.615			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		89.0	89.0	4610	4610	95.0	95.0	4396	4396	80.2	80.2	4043.0	4043.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		81.5	81.5	4527	4527	86.5	86.5	4289	4289	73.3	73.3	3935.0	3935.0		
Peso del Agua ( gr. )		7.5	7.5	83.0	83.0	8.5	8.5	107.0	107.0	7.0	7.0	108.0	108.0		
Peso del tarro ( gr. )		28.2	28.2	0	0	27.34	27.34	0	0	27.09	27.09	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		53.3	53.3	4443.3	4443.3	59.2	59.2	4214.0	4214.0	46.2	46.2	3872.7	3872.7		
% de humedad		14.07	14.07	15.93	15.93	14.37	14.37	16.90	16.90	15.05	15.05	17.84	17.84		
Promedio de Humedad (%)		14.07		15.93		14.37		16.90		15.05		17.84			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	2.10	0.053	2.30	0.058	2.4	0.060							
11/05/2023	10.2	48	2.40	0.060	2.60	0.063	3.2	0.080							
12/05/2023	10.2	72	2.80	0.070	3.50	0.088	4.3	0.108							
13/05/2023	10.2	96	3.10	0.078	3.70	0.093	4	0.100							
			4.57	total	1.70	4.57	total	2.03	4.57	total	2.19				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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			0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	86	35			74.0	30			45	19			
1.270	0.050	1'00"	182	71			137.0	54			82	33			
1.910	0.075	1'30"	256	100			192.0	75			115	46			
2.540	0.100	2'00"	1000	332	129	107.4	10.7	240.0	94	94.6	9.5	148	58	51.3	5.1
3.810	0.150	3'00"		410	180			305.0	119			185	72		
5.080	0.200	4'00"	1500	558	220	205.5	13.7	483.0	180	188.1	12.5	198	77	104.7	7.0
6.350	0.250	5'00"		672	287			620.0	246			374	145		
7.620	0.300	6'00"		781	305			693.0	276			425	168		
10.160	0.400	8'00"		828	329			732.0	292			448	176		
12.700	0.500	10'00"		874	345			752.0	301			461	181		

  
**Herry Ribadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**

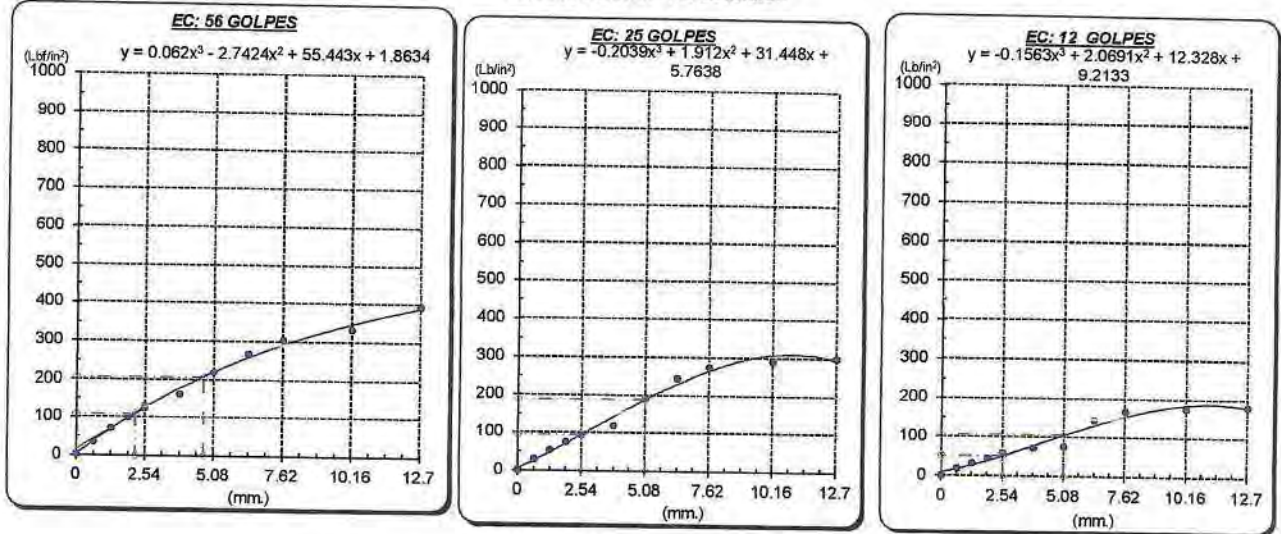


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

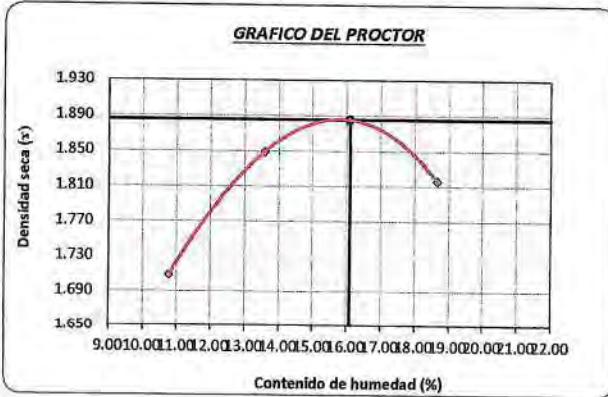
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.886 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g./cm <sup>3</sup>	1.69707
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.08 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	13 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES**  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tests : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR  
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	A-23				A-24				A-25						
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	12600	12715	12364	12441	12307	12419									
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8300	8300									
Peso del suelo húmedo (g)	4597	4712	4361	4438	4007	4119									
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2125	2125									
Densidad húmeda (g/cc)	2.182	2.238	2.070	2.106	1.886	1.938									
% de humedad	15.80	18.35	16.31	18.11	16.54	19.38									
Densidad seca (g/cc)	1.884	1.890	1.780	1.783	1.618	1.624									
HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	82.8	82.8	4712	4712	88.9	88.9	4438	4438	74.1	74.1	4119.0	4119.0			
Tarro + Suelo seco ( gr. )	74.4	74.4	4597	4597	79.3	79.3	4361	4361	66.5	66.5	4007.0	4007.0			
Peso del Agua ( gr. )	8.4	8.4	115.0	115.0	9.6	9.6	77.0	77.0	7.6	7.6	112.0	112.0			
Peso del tarro ( gr. )	21.25	21.25	0	0	20.44	20.44	0	0	20.19	20.19	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )	53.2	53.2	4512.0	4512.0	58.9	58.9	4284.8	4284.8	46.3	46.3	3943.2	3943.2			
% de humedad	15.80	15.80	18.35	18.35	16.31	16.31	18.11	18.11	16.54	16.54	19.38	19.38			
Promedio de Humedad (%)	15.80	18.35	16.31	18.11	16.54	19.38									
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	2.22	0.056		2.31	0.058		2.45	0.061					
11/05/2023	10.2	48	2.50	0.063		2.60	0.065		2.5	0.063					
12/05/2023	10.2	72	3.20	0.080		3.50	0.088		4	0.100					
13/05/2023	10.2	96	3.50	0.088		3.80	0.095		4.2	0.105					
			4.57	total	1.92	4.57	total	2.08	4.57	total	2.30				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
				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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		81	33			70.0	29			45	19		
1.270	0.050	1'00"		177	69			133.0	52			84	34		
1.910	0.075	1'30"		262	98			167.0	73			115	46		
2.540	0.100	2'00"	1000	328	128	108.3	10.8	241.0	94	92.9	9.3	150	59	51.2	5.1
3.810	0.150	3'00"		408	160			297.0	116			184	72		
5.080	0.200	4'00"	1500	556	219	207.3	13.8	478.0	188	186.0	12.4	191	75	103.9	6.9
6.350	0.250	5'00"		670	266			615.0	244			367	143		
7.620	0.300	6'00"		758	303			689.0	274			427	167		
10.160	0.400	8'00"		816	328			728.0	291			440	172		
12.700	0.500	10'00"		892	356			749.0	299			456	179		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

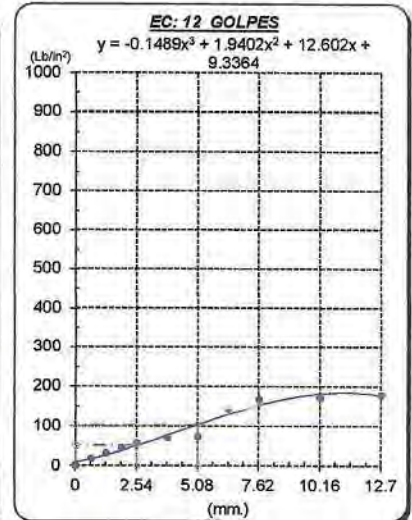
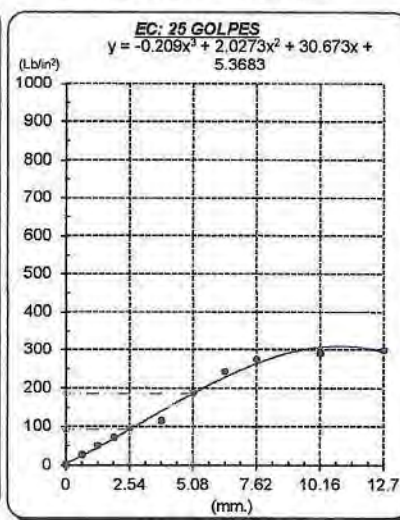
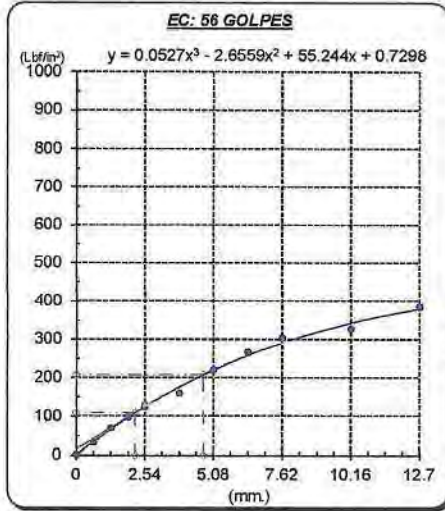
TECNICO LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



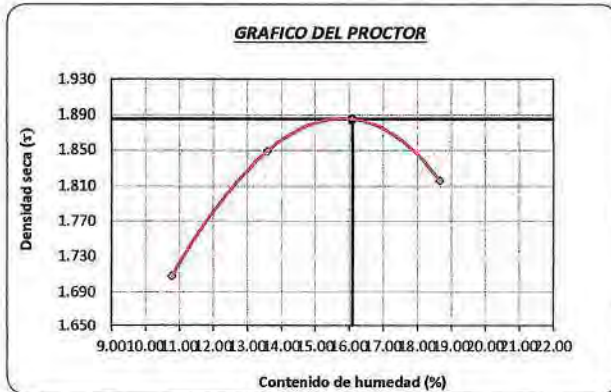
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.886 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g./cm <sup>3</sup>	1.69707
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.08 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	13 %



*[Signature]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR  
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12536		12606		12324		12410		12288		12355		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300		
Peso del suelo húmedo (g)		4533		4602		4321		4407		3988		4055		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.151		2.184		2.051		2.092		1.877		1.908		
% de humedad		14.20		15.75		14.67		16.69		14.79		16.50		
Densidad seca (g/cc)		1.884		1.887		1.788		1.792		1.635		1.638		
HUMEDAD														
Tarro N°														
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		81.5		81.5		4602		4602		87.6		87.6		
Tarro + Suelo seco (gr.)		74.0		74.0		4533		4533		79.0		79.0		
Peso del Agua (gr.)		7.5		7.5		69.0		69.0		8.6		8.6		
Peso del tarro (gr.)		21.25		21.25		0		0		20.44		20.44		
Peso del suelo seco (gr.)		52.8		52.8		4449.2		4449.2		58.6		58.6		
% de humedad		14.20		14.20		15.75		15.75		14.67		14.67		
Promedio de Humedad (%)		14.20		14.20		15.75		15.75		14.67		14.67		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.50	0.038	1.70	0.043	1.9	0.048	1.9	0.048	0.048			
11/05/2023	10.2	48	2.30	0.058	2.60	0.065	3.1	0.078	3.1	0.078	0.078			
12/05/2023	10.2	72	3.10	0.078	3.50	0.088	4.3	0.108	4.3	0.108	0.108			
13/05/2023	10.2	96	4.20	0.105	4.40	0.110	4.6	0.115	4.6	0.115	0.115			
			4.57	total	2.30	4.57	total	2.41	4.57	total	2.52			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	80	32			64.0	26		45	19			
1.270	0.050	1'00"	170	67			132.0	52		85	34			
1.910	0.075	1'30"	252	98			186.0	73		115	46			
2.540	0.100	2'00"	326	127	107.8	10.8	239.0	93	92.5	9.3	147	58	51.1	5.1
3.810	0.150	3'00"	405	158			288.0	116		185	72			
5.080	0.200	4'00"	552	218	206.3	13.8	477.0	187	185.8	12.4	191	75	103.9	6.9
6.350	0.250	5'00"	666	265			615.0	244		367	143			
7.620	0.300	6'00"	756	302			687.0	278		427	167			
10.160	0.400	8'00"	814	327			728.0	293		444	174			
12.700	0.500	10'00"	954	387			760.0	306		457	179			

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

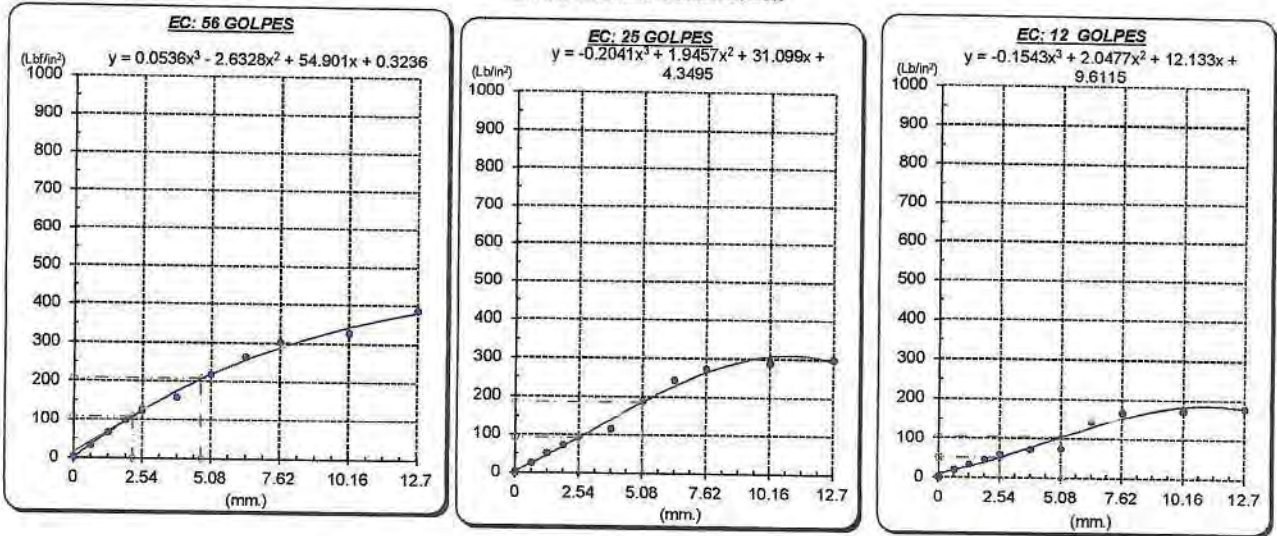
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.886 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g./cm <sup>3</sup>	1.69707
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.08 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	12 %



  
**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**



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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

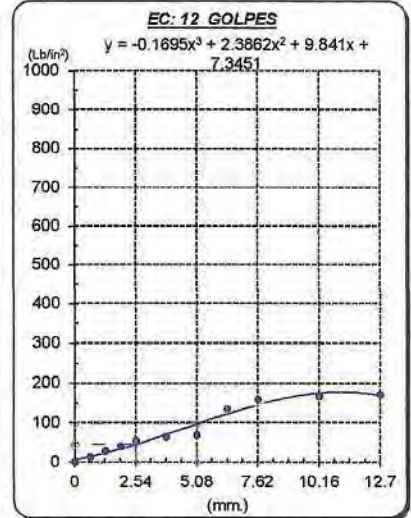
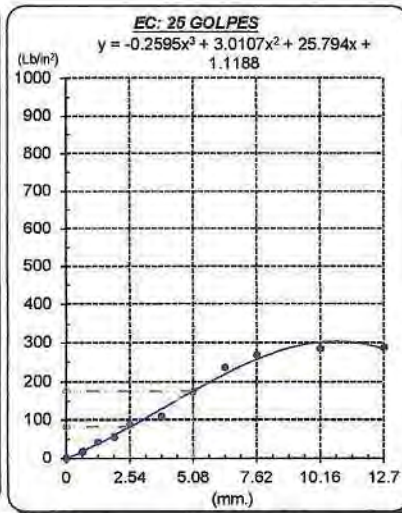
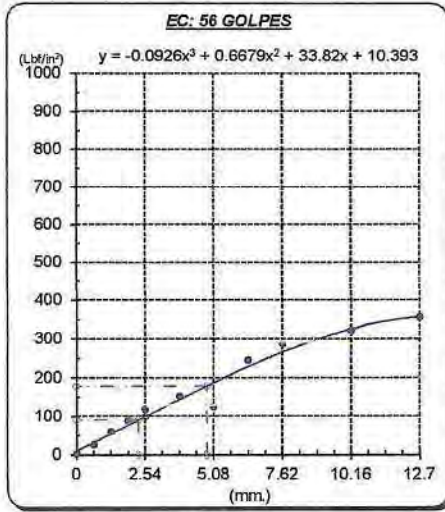
COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-23				A-24				A-25					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12428	12505	12284	12391	12127	12236								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8300	8300								
Peso del suelo húmedo (g)	4425	4502	4281	4388	3827	3936								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2125	2125								
Densidad húmeda (g/cc)	2.100	2.137	2.032	2.083	1.801	1.852								
% de humedad	14.21	15.98	15.05	17.59	15.98	18.87								
Densidad seca (g/cc)	1.839	1.842	1.766	1.771	1.553	1.558								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	133.2	133.2	4502	4502	139.1	139.1	4388	4388	124.2	124.2	3936.0	3936.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	125.6	125.6	4425	4425	130.2	130.2	4281	4281	117.1	117.1	3827.0	3827.0		
Peso del Agua (gr.)	7.6	7.6	77.0	77.0	8.9	8.9	107.0	107.0	7.1	7.1	109.0	109.0		
Peso del tarro (gr.)	72.1	72.1	0	0	71.21	71.21	0	0	72.59	72.59	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	53.5	53.5	4345.1	4345.1	59.0	59.0	4206.7	4206.7	44.5	44.5	3768.5	3768.5		
% de humedad	14.21	14.21	15.98	15.98	15.05	15.05	17.59	17.59	15.98	15.98	18.87	18.87		
Promedio de Humedad (%)	14.21		15.98		15.05		17.59		15.98		18.87			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%	Pulg	%		
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10/05/2023	10.2	24	1.98	0.050		2.05	0.051		2.1	0.053				
11/05/2023	10.2	48	2.10	0.053		2.22	0.056		2.32	0.058				
12/05/2023	10.2	72	2.75	0.069		3.05	0.076		3.33	0.083				
13/05/2023	10.2	96	2.90	0.073		3.12	0.078		3.8	0.098				
			4.57	total	1.59	4.57	total	1.71	4.57	total	2.13			
PENETRACION														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"	65	27			42.0	18			29	13		
1.270	0.050	1'00"	151	59			107.0	43			70	29		
1.910	0.075	1'30"	226	88			142.0	56			99	39		
2.540	0.100	2'00"	302	118	90.0	9.0	225.0	88	81.8	8.2	135	53	45.0 4.5	
3.810	0.150	3'00"	388	152			282.0	110			165	65		
5.080	0.200	4'00"	1500	321	125	178.6	11.9	442.0	173	175.8	11.7	175	69	96.7 6.4
6.350	0.250	5'00"		620	246			698.0	237			350	137	
7.620	0.300	6'00"		719	287			673.0	268			408	160	
10.160	0.400	8'00"		801	321			713.0	284			507	167	
12.700	0.500	10'00"		884	357			722.0	288			527	172	

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



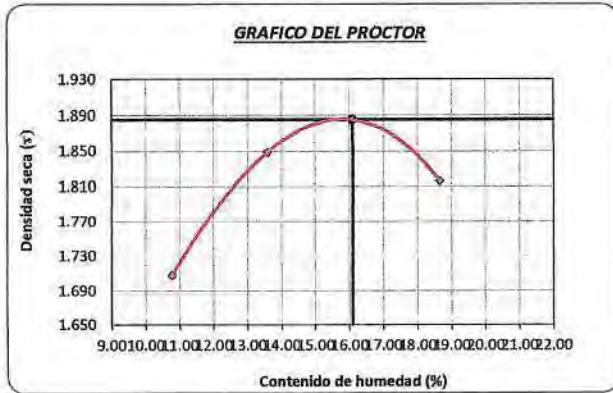
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.886 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g/cm <sup>3</sup>	1.69707
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.08 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	12 %



  
 Henry Rivadeneira Oblias  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12498		12568		12347		12454		12289		12398			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4495		4565		4344		4451		3989		4098			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.133		2.167		2.062		2.112		1.877		1.928			
% de humedad		14.04		15.63		15.18		17.68		15.23		18.01			
Densidad seca (g/cc)		1.871		1.874		1.790		1.795		1.629		1.634			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		83.4	83.4	4565	4565	89.4	89.4	4451	4451	74.6	74.6	4098.0	4098.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		75.9	75.9	4495	4495	80.5	80.5	4344	4344	67.6	67.6	3989.0	3989.0		
Peso del Agua (gr.)		7.5	7.5	70.0	70.0	8.9	8.9	107.0	107.0	7.0	7.0	109.0	109.0		
Peso del tarro (gr.)		22.5	22.5	0	0	21.7	21.7	0	0	21.5	21.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		53.4	53.4	4412.5	4412.5	58.8	58.8	4267.6	4267.6	46.1	46.1	3925.1	3925.1		
% de humedad		14.04	14.04	15.63	15.63	15.18	15.18	17.68	17.68	15.23	15.23	18.01	18.01		
Promedio de Humedad (%)		14.04		15.63		15.18		17.68		15.23		18.01			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.10	0.028		1.20	0.030		1.4	0.035					
11/05/2023	10.2	48	2.50	0.063		2.70	0.068		3.5	0.088					
12/05/2023	10.2	72	3.30	0.083		3.60	0.090		4.2	0.105					
13/05/2023	10.2	96	3.70	0.093		3.80	0.095		4.3	0.108					
			4.57	total	2.03	4.57	total	2.08	4.57	total	2.35				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		95	38			63.0	33			59	24		
1.270	0.050	1'00"		191	75			147.0	58			99	39		
1.910	0.075	1'30"		28	12			201.0	78			128	50		
2.540	0.100	2'00"	1000	341	133	108.1	10.8	255.0	99	98.6	9.9	163	64	56.6	5.7
3.810	0.150	3'00"		419	164			312.0	122			199	78		
5.080	0.200	4'00"	1500	527	208	211.7	14.1	492.0	193	192.3	12.8	203	79	109.4	7.3
6.350	0.250	5'00"		68	272			628.0	249			360	148		
7.620	0.300	6'00"		759	304			702.0	280			435	170		
10.160	0.400	8'00"		940	321			742.0	297			485	179		
12.700	0.500	10'00"		89	344			761.0	305			467	183		

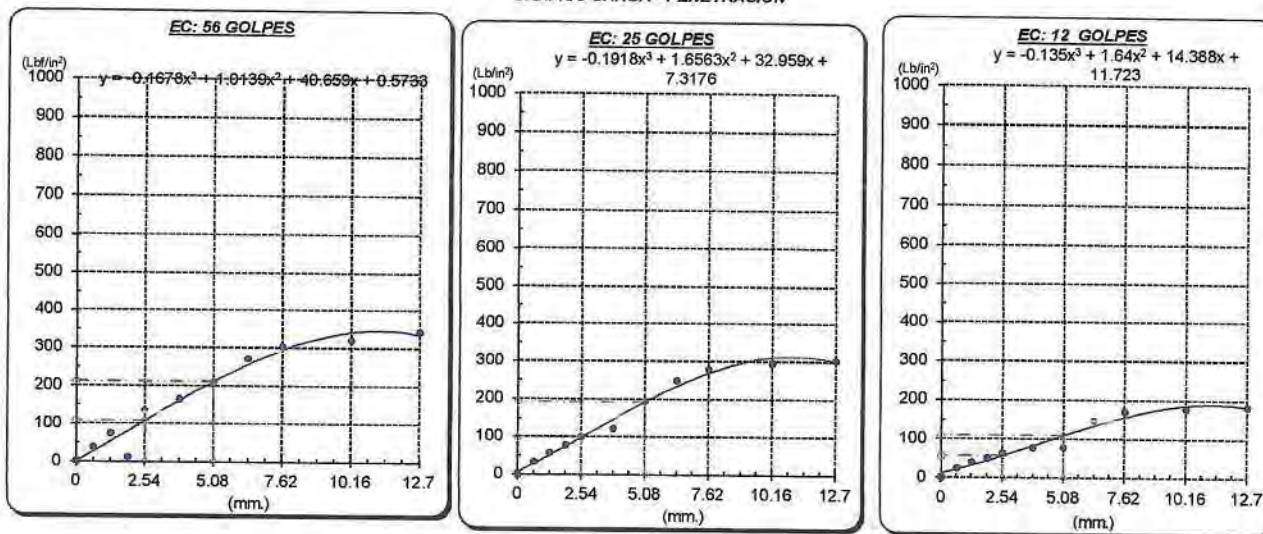
  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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

**GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.886 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g/cm <sup>3</sup>	1.69707
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.08 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	13 %



  
**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio Mogrovejo

  
**USAT**  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : 25% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

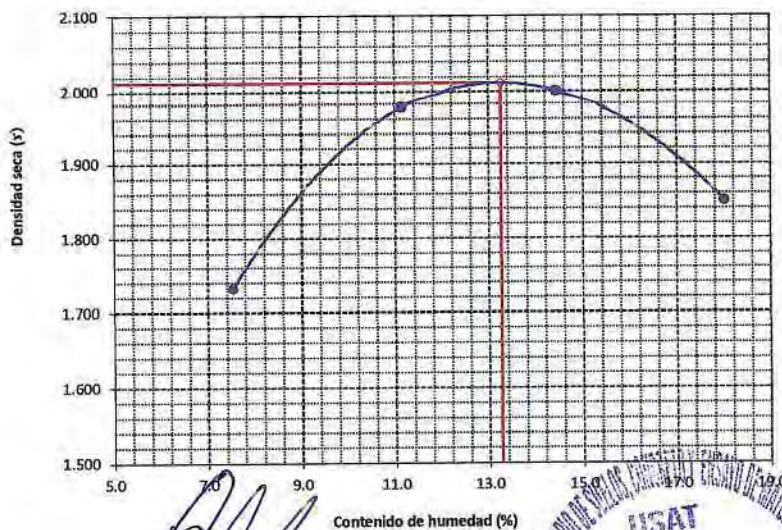
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5902	6210	6296	6198
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1722	2030	2116	2018
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.863	2.196	2.290	2.184

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.50	72.78	70.39	63.81
Peso del suelo seco + tara	g.	68.48	68.33	65.94	59.92
Peso de tara	g.	28.40	28.37	35.10	38.31
Peso de agua	g.	3.017	4.45	4.45	3.89
Peso de suelo seco	g.	40.083	39.96	30.84	21.61
Contenido de agua	%	7.5	11.1	14.4	18.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.733	1.976	2.001	1.850

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.012</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>13.257</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivudenyra 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 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/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-01**  
MUESTRA : **25% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

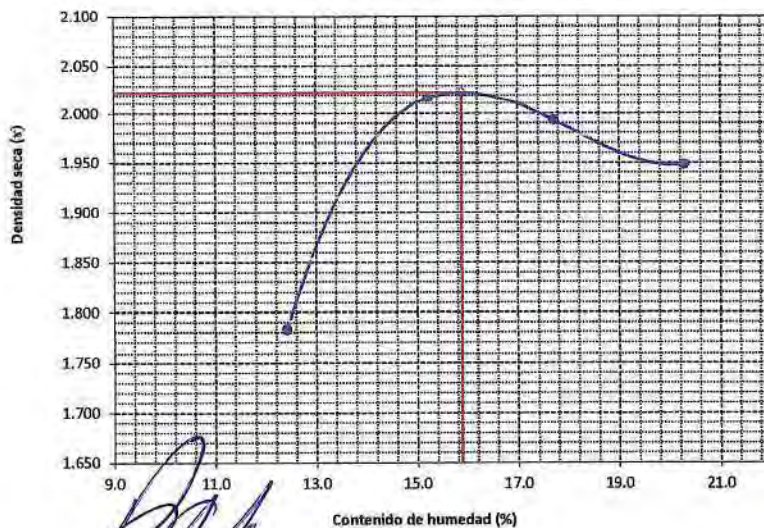
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6000	6290	6310	6308
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1820	2110	2130	2128
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.004	2.324	2.346	2.344

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	84.67	83.97	89.32	91.01
Peso del suelo seco + tara	g.	77.81	75.85	79.34	79.40
Peso de tara	g.	22.56	22.48	22.96	22.17
Peso de agua	g.	6.86	8.12	9.98	11.61
Peso de suelo seco	g.	55.25	53.37	56.38	57.23
Contenido de agua	%	12.4	15.2	17.7	20.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.783	2.017	1.993	1.948

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.023</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>15.870</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12589		12669		12407		12554		12386		12497		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300		
Peso del suelo húmedo (g)		4586		4666		4404		4551		4086		4197		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.177		2.215		2.090		2.160		1.923		1.975		
% de humedad		13.96		15.74		14.81		18.21		15.03		17.79		
Densidad seca (g/cc)		1.910		1.913		1.821		1.827		1.672		1.677		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		68.4		68.4		4666		4666		75.4		75.4		
Tarro + Suelo seco (gr.)		62.5		62.5		4586		4586		68.3		68.3		
Peso del Agua (gr.)		5.9		5.9		80.0		80.0		7.1		7.1		
Peso del tarro (gr.)		20.25		20.25		0		0		20.37		20.37		
Peso del suelo seco (gr.)		42.3		42.3		4500.1		4500.1		47.9		47.9		
% de humedad		13.96		13.96		15.74		15.74		14.81		14.81		
Promedio de Humedad (%)		13.96		13.96		15.74		15.74		18.21		18.21		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.60	0.038		1.70	0.043		1.9	0.048				
11/05/2023	10.2	48	1.80	0.045		1.90	0.048		2.15	0.054				
12/05/2023	10.2	72	2.10	0.053		2.20	0.055		2.45	0.061				
13/05/2023	10.2	96	2.90	0.073		3.05	0.076		3.45	0.086				
			4.57	total	1.59	4.57	total	1.67	4.57	total	1.89			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	101	40			81.0	33		64	26			
1.270	0.050	1'00"	190	74			153.0	60		106	42			
1.910	0.075	1'30"	273	106			207.0	81		136	54			
2.540	0.100	2'00"	348	136	110.2	11.0	261.0	102	100.8	10.1	168	66	59.4 5.9	
3.810	0.150	3'00"	426	167			318.0	124		206	80			
5.080	0.200	4'00"	572	226	211.6	14.1	498.0	196	195.1	13.0	212	83	112.7 7.5	
6.350	0.250	5'00"	686	273			635.0	252		387	151			
7.620	0.300	6'00"	779	312			687.0	282		445	174			
10.160	0.400	8'00"	914	336			790.0	308		464	182			
12.700	0.500	10'00"	976	397			774.0	309		479	188			

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

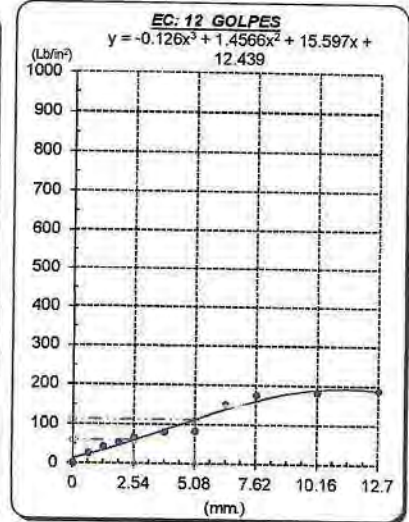
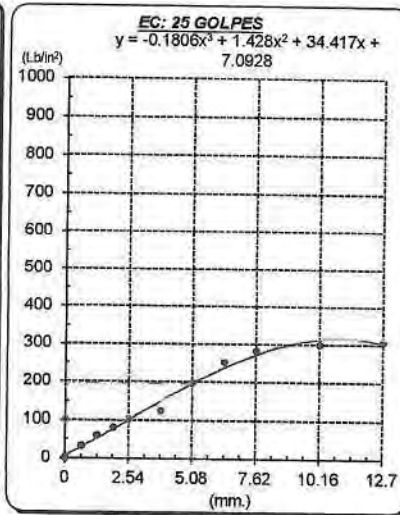
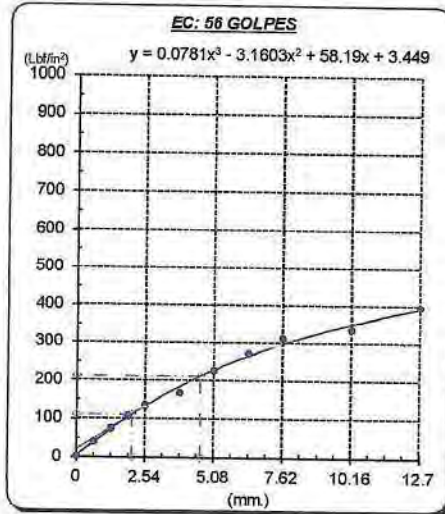
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



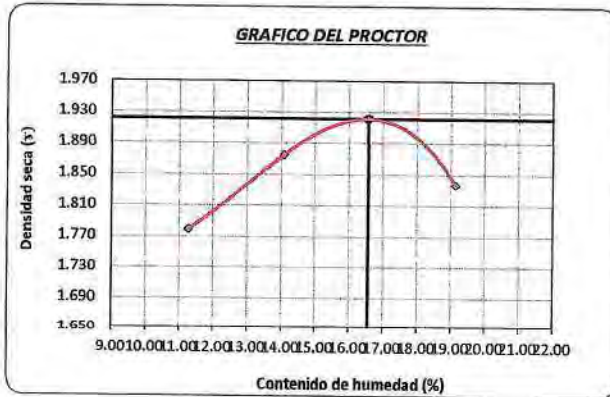
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.922 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.825 g/cm <sup>3</sup>	1.72935
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.56 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	13 %



Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 RIVADENEYRU  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12612		12709		12406		12572		12384		12515			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4609		4706		4403		4569		4084		4215			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.187		2.234		2.090		2.168		1.922		1.984			
% de humedad		13.91		16.06		14.81		18.65		15.37		18.63			
Densidad seca (g/cc)		1.920		1.925		1.820		1.828		1.666		1.672			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		77.9	77.9	4706	4706	84.9	84.9	4569	4569	70.8	70.8	4215.0	4215.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		72.0	72.0	4609	4609	77.8	77.8	4403	4403	65.4	65.4	4084.0	4084.0		
Peso del Agua (gr.)		5.9	5.9	97.0	97.0	7.1	7.1	166.0	166.0	5.4	5.4	131.0	131.0		
Peso del tarro (gr.)		29.75	29.75	0	0	29.87	29.87	0	0	30.41	30.41	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		42.3	42.3	4522.2	4522.2	47.9	47.9	4324.3	4324.3	35.0	35.0	4017.1	4017.1		
% de humedad		13.91	13.91	16.06	16.06	14.81	14.81	18.65	18.65	15.37	15.37	18.63	18.63		
Promedio de Humedad (%)		13.91		16.06		14.81		18.65		15.37		18.63			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.60	0.040		1.70	0.043		1.9	0.048					
11/05/2023	10.2	48	2.30	0.058		2.50	0.063		3.1	0.078					
12/05/2023	10.2	72	2.90	0.073		3.10	0.078		3.2	0.080					
13/05/2023	10.2	96	3.10	0.078		3.15	0.079		3.24	0.081					
			4.57	total	1.70	4.57	total	1.72	4.57	total	1.77				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		115	46			85.0	34			79	32		
1.270	0.050	1'00"		205	80			158.0	62			124	49		
1.910	0.075	1'30"		288	112			212.0	83			151	59		
2.540	0.100	2'00"	1000	363	142	112.1	11.2	245.0	95	95.1	9.5	183	72	66.0	6.6
3.810	0.150	3'00"		440	172			300.0	117			221	86		
5.080	0.200	4'00"	1500	588	232	215.9	14.4	413.0	162	171.7	11.4	229	89	120.6	8.0
6.350	0.250	5'00"		701	279			550.0				415	162		
7.620	0.300	6'00"		795	319			625.0	247			460	180		
10.160	0.400	8'00"		948	342			865.0	265			479	188		
12.700	0.500	10'00"		981	403			940.0	295			495	195		

Henry Rivadeneira Oblitas  
tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

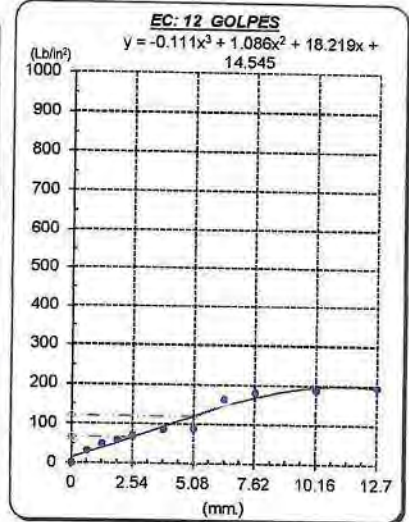
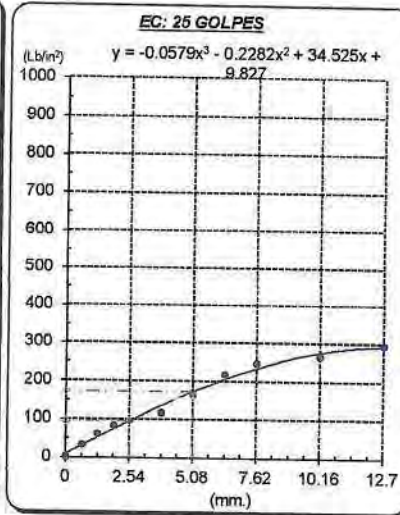
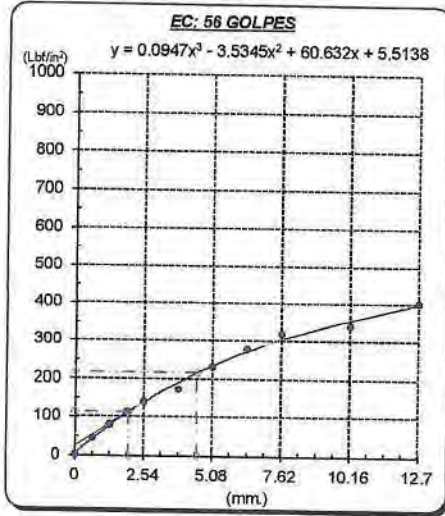
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



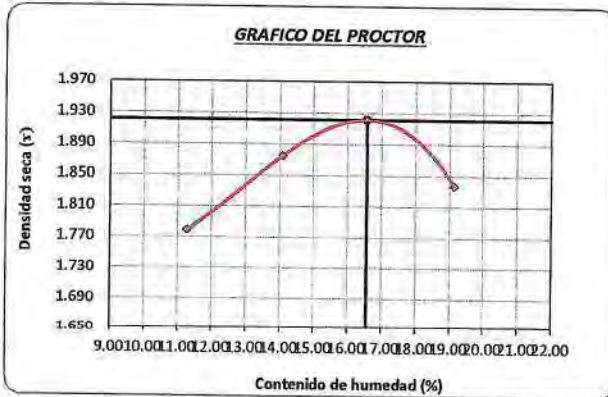
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.922 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.825 g./cm <sup>3</sup>	1.72935
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	18.56 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	12 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01

MUESTRA : 25% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12612		12705		12411		12569		12371		12511			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4609		4702		4408		4566		4071		4211			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.187		2.232		2.092		2.167		1.916		1.982			
% de humedad		13.97		16.03		14.81		18.46		14.89		18.39			
Densidad seca (g/cc)		1.919		1.923		1.822		1.829		1.667		1.674			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		69.3		4702		76.3		4566		62.2		4211.0			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		63.4		4609		69.2		4408		57.0		4071.0			
Peso del Agua ( gr. )		5.9		93.0		7.1		158.0		5.2		140.0			
Peso del tarro ( gr. )		21.15		0		21.25		0		21.92		0			
Peso del suelo seco ( gr. )		42.2		4522.2		47.9		4329.1		35.1		4004.2			
% de humedad		13.97		16.03		14.81		18.46		14.89		18.39			
Promedio de Humedad (%)		13.97		16.03		14.81		18.46		14.89		18.39			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.40	0.035		1.60	0.040		1.9	0.048					
11/05/2023	10.2	48	2.20	0.055		2.20	0.055		2.5	0.063					
12/05/2023	10.2	72	2.45	0.061		2.56	0.064		2.61	0.065					
13/05/2023	10.2	96	2.51	0.063		2.60	0.065		3.72	0.093					
			4.57	total	1.37	4.57	total	1.42	4.57	total	2.04				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		142	56			121.0	48			104	41		
1.270	0.050	1'00"		231	90			194.0	76			147	58		
1.910	0.075	1'30"		317	124			247.0	98			178	70		
2.540	0.100	2'00"	1000	390	152	98.3	9.8	298.0	117	102.7	10.3	210	82	75.6	7.6
3.810	0.150	3'00"		465	182			300.0	117			246	96		
5.080	0.200	4'00"	1500	513	202	195.1	13.0	435.0	170	183.7	12.2	268	99	190.8	8.7
6.350	0.250	5'00"		625	248			576.0	227			428	168		
7.620	0.300	6'00"		717	286			646.0	256			487	191		
10.160	0.400	8'00"		877	354			789.0	316			605	239		
12.700	0.500	10'00"		921	373			810.0	325			620	205		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

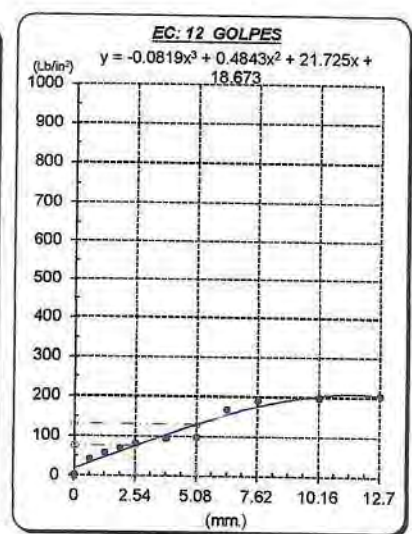
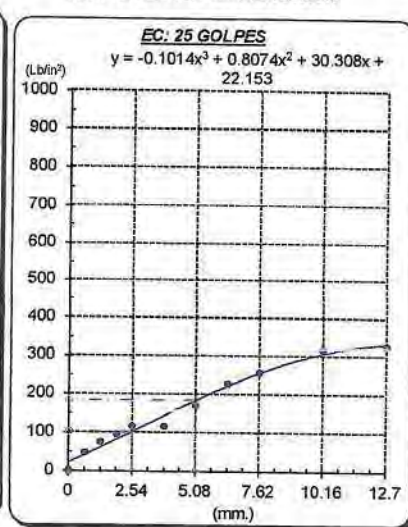
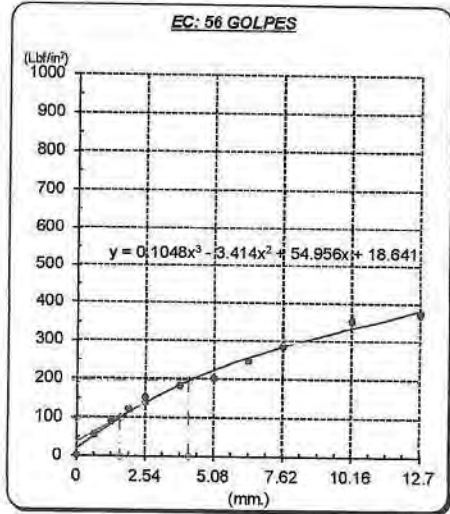
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



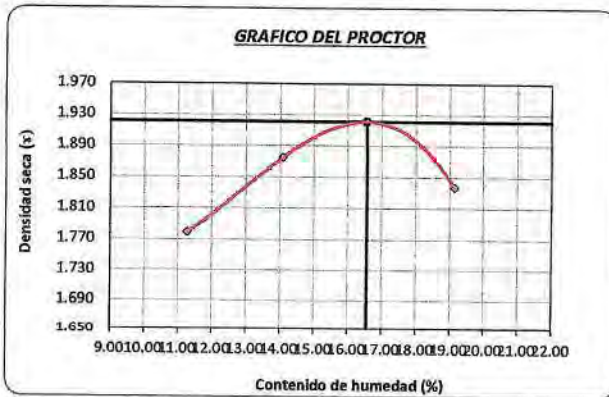
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.922 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.825 g/cm <sup>3</sup>	1.72935
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.56 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.		5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10	%	13	%
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10	%	12	%



Henry Rivudenyra Obliuas  
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12614		12717		12398		12485		12329		12481		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300		
Peso del suelo húmedo (g)		4611		4714		4395		4482		4029		4181		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.188		2.237		2.086		2.127		1.896		1.968		
% de humedad		13.94		16.22		14.70		16.72		14.85		18.68		
Densidad seca (g/cc)		1.921		1.925		1.819		1.822		1.651		1.658		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		71.0		4714		78.0		4482		63.9		4181.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		65.1		4611		71.0		4395		58.7		4029.0		
Peso del Agua ( gr. )		5.9		103.0		7.1		87.0		5.2		152.0		
Peso del tarro ( gr. )		22.8		0		22.8		0		23.6		0		
Peso del suelo seco ( gr. )		42.3		4524.1		48.2		4316.5		35.1		3963.6		
% de humedad		13.94		16.22		14.70		16.72		14.85		18.68		
Promedio de Humedad (%)		13.94		16.22		14.70		16.72		14.85		18.68		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.10	0.028		1.50	0.038		1.7	0.043				
11/05/2023	10.2	48	1.50	0.038		1.62	0.041		1.71	0.043				
12/05/2023	10.2	72	1.80	0.045		1.82	0.046		1.9	0.048				
13/05/2023	10.2	96	2.20	0.055		2.38	0.059		2.42	0.061				
			4.57	total	1.20	4.57	total	1.29	4.57	total	1.32			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0.00	2				
0.640	0.025	0'30"	117	46				87.0	35			89	36	
1.270	0.050	1'00"	207	81				157.0	62			131	52	
1.910	0.075	1'30"	290	113				202.0	79			161	63	
2.540	0.100	2'00"	364	142	111.9	11.2	264.0	103	96.8	9.7	193	75	69.3	6.9
3.810	0.150	3'00"	442	173			309.0	120			231	90		
5.080	0.200	4'00"	587	232	215.5	14.4	489.0	180	178.3	11.9	289.0	92	123.7	8.2
6.350	0.250	5'00"	700	279			554.0	217			412	161		
7.620	0.300	6'00"	795	319			623.0	247			470	184		
10.160	0.400	8'00"	845	340			726.0	290			489	192		
12.700	0.500	10'00"	991	403			747.0	299			505	199		

Henry Rivadeneira Obillos  
Ingeniero de Laboratorio  
USAT  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

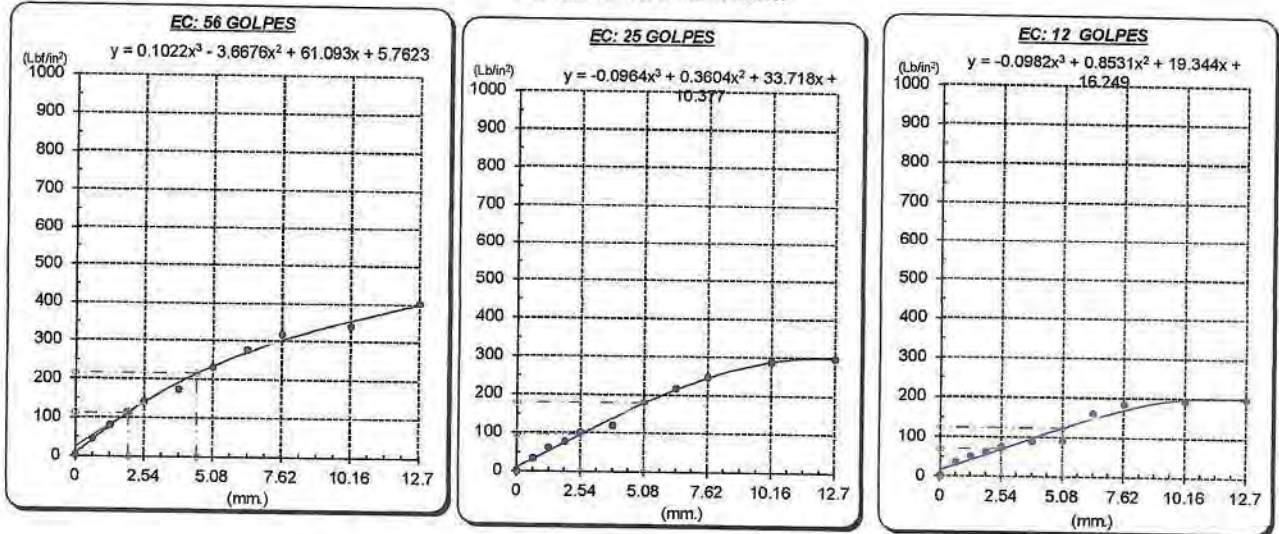
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
CHICLAYO, PERÚ

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



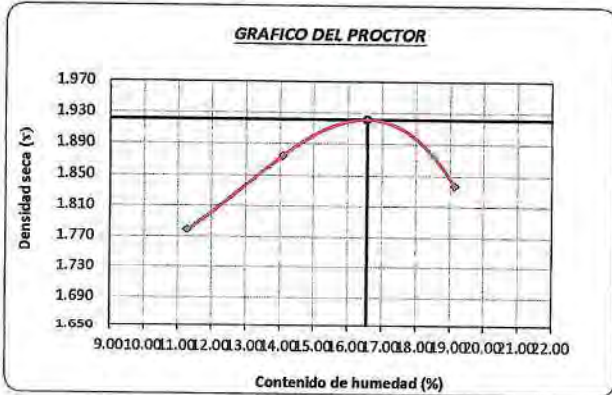
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.922 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.825 g/cm <sup>3</sup>	1.72935
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.56 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	12 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
  
 LABORATORIO

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

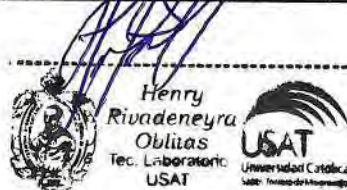



**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-01  
 MUESTRA : 25% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12590		12679		12400		12521		12325		12505			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)		4587		4676		4397		4518		4025		4205			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)		2.177		2.219		2.087		2.144		1.894		1.979			
% de humedad		13.30		15.27		14.40		17.20		14.78		19.33			
Densidad seca (g/cc)		1.922		1.925		1.824		1.830		1.650		1.658			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		67.8	67.8	4676	4676	74.8	74.8	4518	4518	62.2	62.2	4205.0	4205.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		62.2	62.2	4587	4587	68.0	68.0	4397	4397	56.9	56.9	4025.0	4025.0		
Peso del Agua (gr.)		5.6	5.6	89.0	89.0	6.8	6.8	121.0	121.0	5.3	5.3	180.0	180.0		
Peso del tarro (gr.)		20.25	20.25	0	0	20.37	20.37	0	0	20.97	20.97	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		42.0	42.0	4500.5	4500.5	47.6	47.6	4318.2	4318.2	35.9	35.9	3959.7	3959.7		
% de humedad		13.30	13.30	15.27	15.27	14.40	14.40	17.20	17.20	14.78	14.78	19.33	19.33		
Promedio de Humedad (%)		13.30		15.27		14.40		17.20		14.78		19.33			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.60	0.040		1.80	0.045		1.9	0.048					
11/05/2023	10.2	48	1.74	0.044		1.82	0.046		1.9	0.048					
12/05/2023	10.2	72	1.82	0.046		1.94	0.046		1.9	0.048					
13/05/2023	10.2	96	2.01	0.050		2.04	0.051		2.12	0.053					
			4.57	total	1.10	4.57	total	1.12	4.57	total	1.16				
PENETRACION															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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			0.0	2			0.00	2		
0.640	0.025	0'30"		134	53			113.0	45			95	38		
1.270	0.050	1'00"		222	87			185.0	72			139	55		
1.910	0.075	1'30"		306	119			240.0	94			170	67		
2.540	0.100	2'00"	1000	382	149	114.5	11.4	284.0	115	108.7	10.9	202	79	72.6	7.3
3.810	0.150	3'00"		459	180			350.0	137			240	94		
5.080	0.200	4'00"	1500	606	239	221.6	14.8	431.0	189	185.6	12.4	245	95	127.4	8.5
6.350	0.250	5'00"		717	286			567.0	224			320	164		
7.620	0.300	6'00"		817	326			640.0	254			378	188		
10.160	0.400	8'00"		966	349			683.0	272			497	195		
12.700	0.500	10'00"		1077	386			714.0	285			512	201		

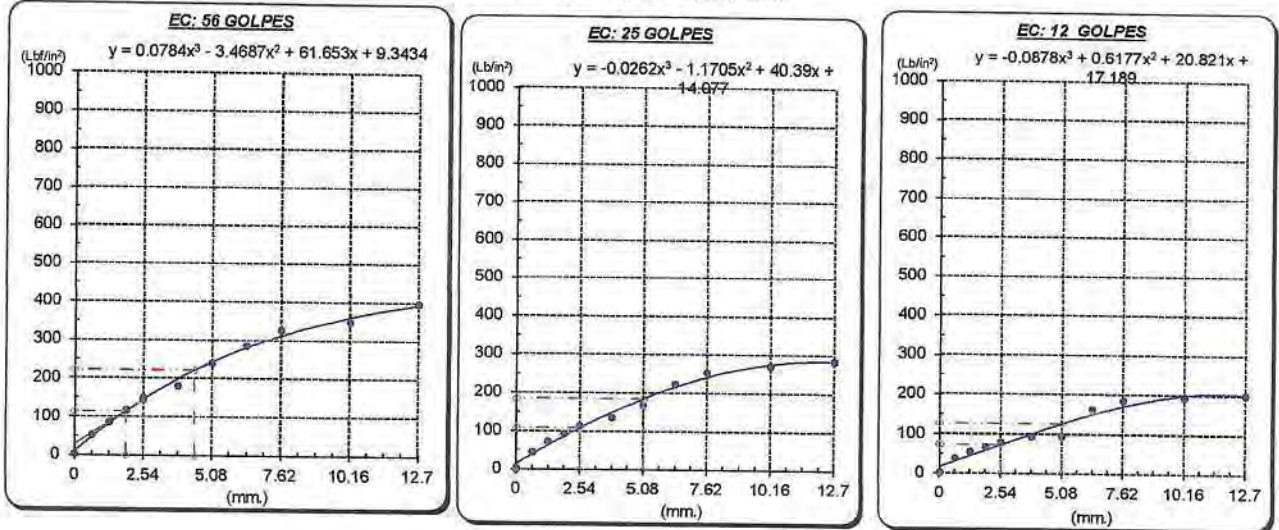
  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



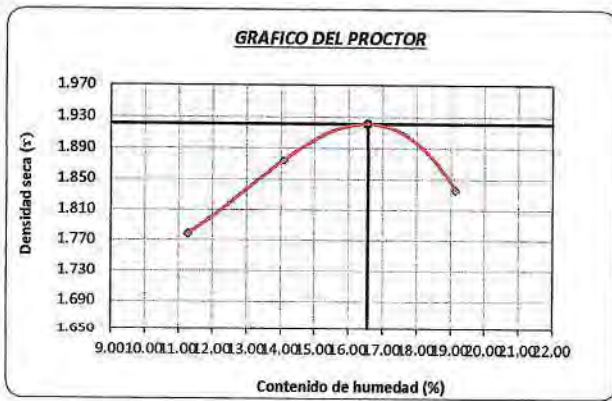
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.922 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.825 g/cm <sup>3</sup>	1.72935
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.56 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %		15 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %		12 %



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAICATA : C-01  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR  
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-23				A-24				A-25					
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	12590		12679		12400		12521		12325		12505			
Peso de molde (g)	8003		8003		8003		8003		8300		8300			
Peso del suelo húmedo (g)	4587		4676		4397		4518		4025		4205			
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2107		2107		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)	2.177		2.219		2.087		2.144		1.894		1.979			
% de humedad	13.30		15.27		14.40		17.20		14.78		19.33			
Densidad seca (g/cc)	1.922		1.925		1.824		1.830		1.650		1.658			
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	67.8	67.8	4676	4676	74.8	74.8	4518	4518	62.2	62.2	4205.0	4205.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.2	62.2	4587	4587	68.0	68.0	4397	4397	56.9	56.9	4025.0	4025.0		
Peso del Agua (gr.)	5.6	5.6	89.0	89.0	6.8	6.8	121.0	121.0	5.3	5.3	180.0	180.0		
Peso del tarro (gr.)	20.25	20.25	0	0	20.37	20.37	0	0	20.97	20.97	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	42.0	42.0	4500.5	4500.5	47.6	47.6	4318.2	4318.2	35.9	35.9	3959.7	3959.7		
% de humedad	13.30	13.30	15.27	15.27	14.40	14.40	17.20	17.20	14.78	14.78	19.33	19.33		
Promedio de Humedad (%)	13.30		15.27		14.40		17.20		14.78		19.33			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.60	0.040		1.80	0.045		1.9	0.048				
11/05/2023	10.2	48	1.74	0.044		1.82	0.046		1.9	0.048				
12/05/2023	10.2	72	1.82	0.046		1.84	0.046		1.9	0.048				
13/05/2023	10.2	96	2.01	0.050		2.04	0.051		2.12	0.053				
			4.57	total	1.10	4.57	total	1.12	4.57	total	1.16			
PENETRACION														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			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			0.0	2						
0.640	0.025	0'30"	134	53			113.0	45			95	38		
1.270	0.050	1'00"	222	87			185.0	72			139	55		
1.910	0.075	1'30"	306	119			240.0	94			170	67		
2.540	0.100	2'00"	382	149	114.5	11.4	284.0	115	108.7	10.9	202	79	72.6	7.3
3.810	0.150	3'00"	469	180			350.0	137			240	94		
5.080	0.200	4'00"	606	239	221.6	14.8	431.0	169	183.6	12.4	245	95	127.4	8.5
6.350	0.250	5'00"	717	286			567.0	224	200.0	12.0	240	94	164	
7.820	0.300	6'00"	812	326			640.0	254	200.0	12.0	240	94	188	
10.160	0.400	8'00"	966	349			683.0	273	200.0	12.0	240	94	195	
12.700	0.500	10'00"	972	395			714.0	285	200.0	12.0	240	94	201	

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**

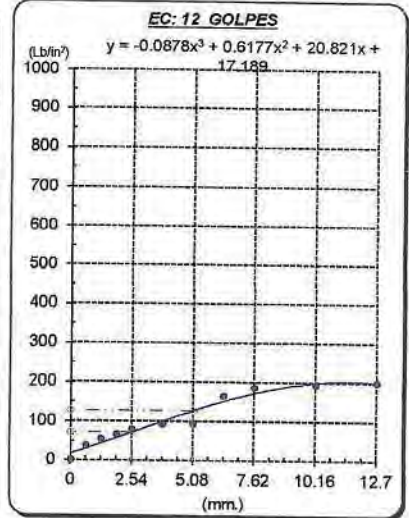
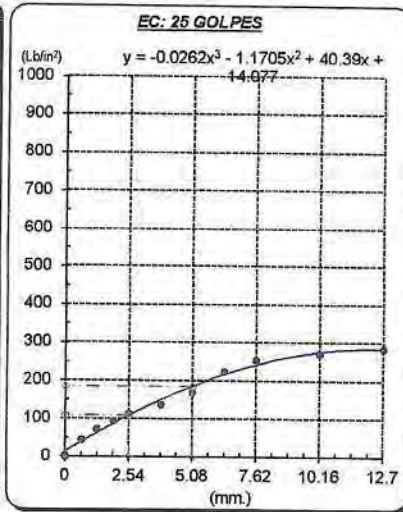
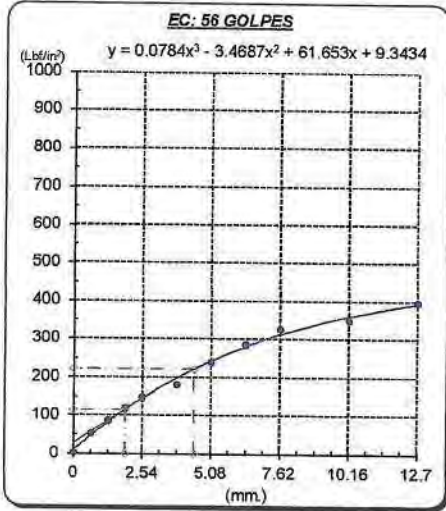


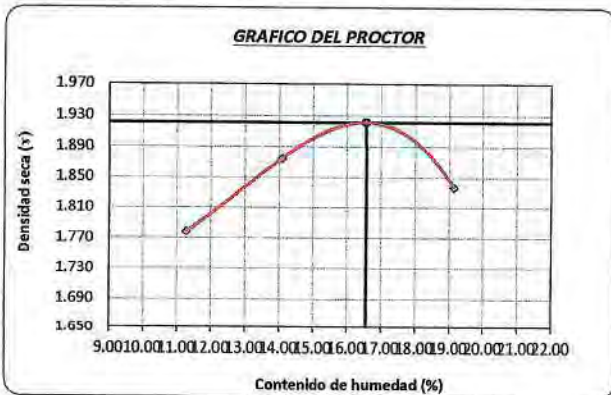
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.922 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.825 g./cm <sup>3</sup>	1.72935
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.56 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	15 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	12 %



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
  
 TECNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-02**  
 MUESTRA : **15% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

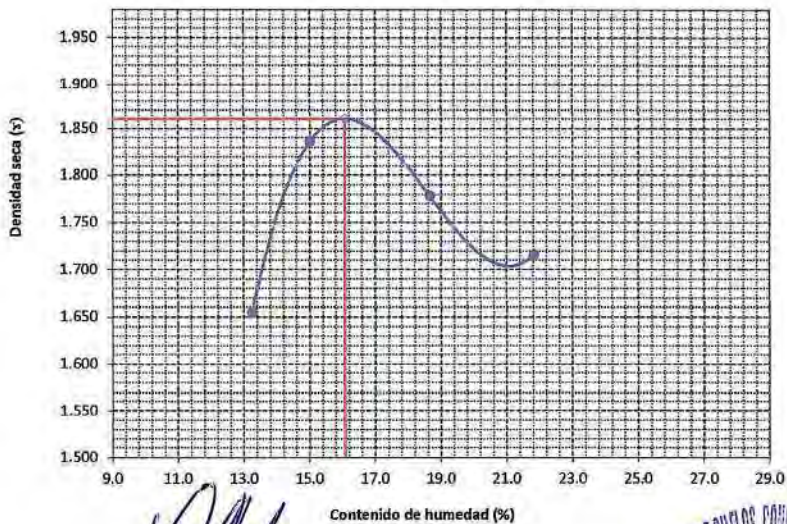
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5560	5780	5778	5760
Peso del molde	g.	3828	3828	3828	3828
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1732	1952	1950	1932
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.874	2.112	2.110	2.090

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	69.06	52.11	70.44	69.06
Peso del suelo seco + tara	g.	63.13	47.67	63.44	59.98
Peso de tara	g.	18.36	18.08	25.90	18.36
Peso de agua	g.	5.93	4.44	7	9.08
Peso de suelo seco	g.	44.77	29.59	37.54	41.62
Contenido de agua	%	13.2	15.0	18.6	21.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.655	1.837	1.778	1.716

DENSIDAD MAXIMA SECA	<b>1.861</b>	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>16.071</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  




**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-02**  
 MUESTRA : **15% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

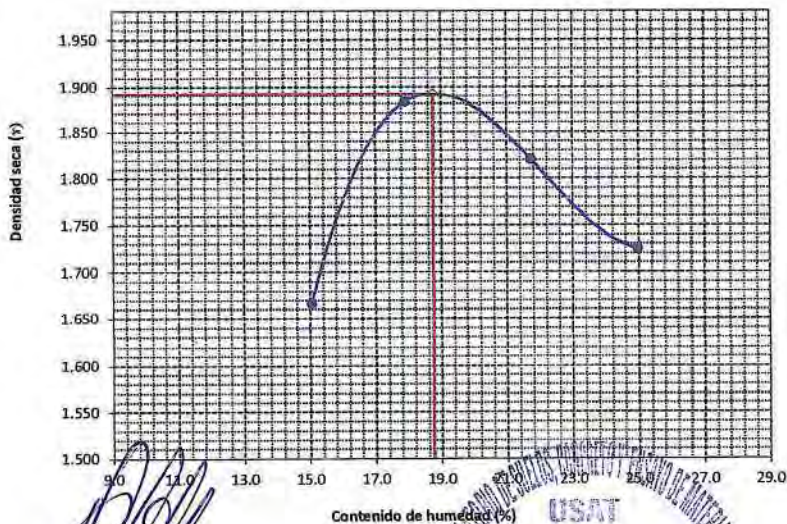
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5600	5880	5876	5820
Peso del molde	g.	3828	3828	3828	3828
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1772	2052	2048	1992
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.917	2.220	2.216	2.155

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	42.30	66.87	62.51	65.28
Peso del suelo seco + tara	g.	39.17	59.46	55.98	57.42
Peso de tara	g.	18.36	18.08	25.90	25.94
Peso de agua	g.	3.13	7.41	6.53	7.86
Peso de suelo seco	g.	20.81	41.38	30.08	31.48
Contenido de agua	%	15.0	17.9	21.7	25.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.667	1.883	1.821	1.725

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.893</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>18.749</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

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

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-02  
**MUESTRA** : 15% ARENA DE MAR **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

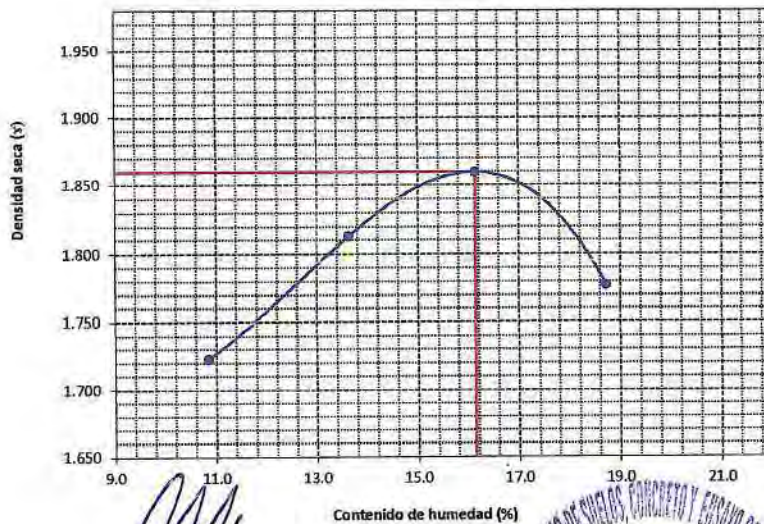
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5945	6084	6176	6130
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1765	1904	1996	1950
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.910	2.060	2.160	2.110

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	76.81	76.92	81.06	83.16
Peso del suelo seco + tara	g.	71.27	70.21	72.63	73.22
Peso de tara	g.	20.14	20.96	20.37	20.11
Peso de agua	g.	5.54	6.71	8.43	9.94
Peso de suelo seco	g.	51.13	49.25	52.26	53.11
Contenido de agua	%	10.8	13.6	16.1	18.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.723	1.813	1.860	1.777

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.860</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.13</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12452		12529		12265		12330		12266		12472		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8300		8300		
Peso del suelo húmedo (g)		4449		4526		4262		4327		3966		4172		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.112		2.148		2.023		2.054		1.866		1.963		
% de humedad		14.02		15.78		14.60		16.16		15.23		20.51		
Densidad seca (g/cc)		1.852		1.855		1.765		1.768		1.620		1.629		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		83.6		83.6		4526		4526		89.6		89.6		
Tarro + Suelo seco (gr.)		75.9		75.9		4449		4449		80.8		80.8		
Peso del Agua (gr.)		7.7		7.7		77.0		77.0		8.8		8.8		
Peso del tarro (gr.)		21.25		21.25		0		0		20.48		20.48		
Peso del suelo seco (gr.)		54.6		54.6		4368.1		4368.1		60.3		60.3		
% de humedad		14.02		14.02		15.78		15.78		14.60		14.60		
Promedio de Humedad (%)		14.02		14.02		15.78		15.78		14.60		14.60		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	2.50	0.063	2.80	0.070		3	0.075					
11/05/2023	10.2	48	3.00	0.075	3.10	0.078		3.4	0.085					
12/05/2023	10.2	72	3.30	0.083	3.50	0.088		3.8	0.095					
13/05/2023	10.2	96	4.00	0.100	4.20	0.105		4.5	0.113					
			4.57	total	2.19	4.57	total	2.30	4.57	total	2.46			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	57	24			35.0	15		11	6			
1.270	0.050	1'00"	145	57			99.0	39		51	21			
1.910	0.075	1'30"	218	85			152.0	60		85	34			
2.540	0.100	2'00"	296	115	103.9	10.4	206.0	80	78.9	7.9	115	46	38.2 3.8	
3.810	0.150	3'00"	372	145			264.0	103		150	59			
5.080	0.200	4'00"	521	205	200.3	13.4	445.0	174	170.7	11.4	157	62	89.1 5.9	
6.350	0.250	5'00"	652	259			571.0	226		332	129			
7.620	0.300	6'00"	791	288			684.0	264		390	152			
10.160	0.400	8'00"	1075	315			694.0	276		409	160			
12.700	0.500	10'00"	1475	370			712.6	284		429	165			

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

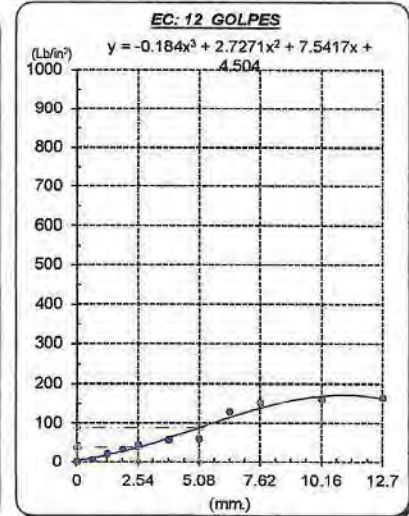
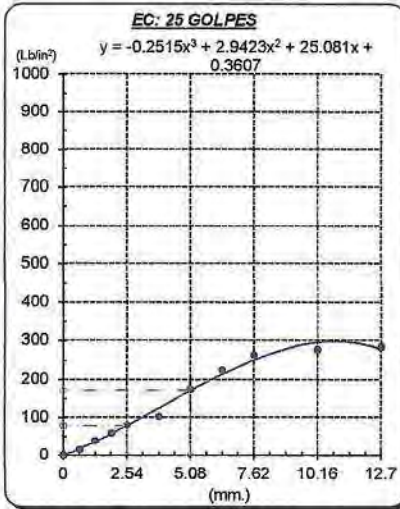
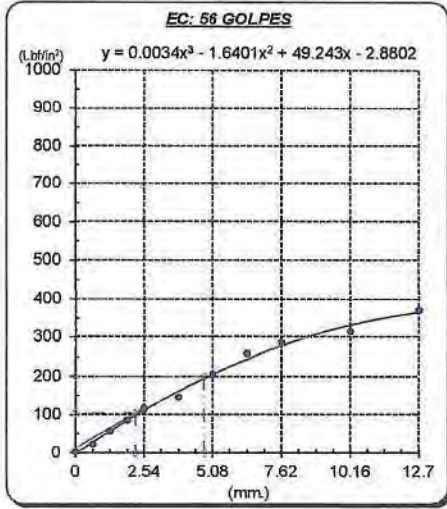


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.860 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.767 g/cm <sup>3</sup>	1.67375
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.13 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	11 %



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
  
 LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	A-23				A-24				A-25							
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	12565		12643		12240		12557		12279		12486					
Peso de molde (g)	8003		8003		8003		8003		8300		8300					
Peso del suelo húmedo (g)	4562		4640		4237		4554		3979		4186					
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2107		2107		2125		2125					
Densidad húmeda (g/cc)	2.165		2.202		2.011		2.161		1.872		1.970					
% de humedad	14.27		16.01		14.55		22.17		15.69		20.98					
Densidad seca (g/cc)	1.895		1.898		1.755		1.769		1.618		1.628					
HUMEDAD																
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	82.9	82.9	4640	4640	88.8	88.8	4554	4554	74.6	74.6	4186.0	4186.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	75.2	75.2	4562	4562	80.1	80.1	4237	4237	67.3	67.3	3979.0	3979.0				
Peso del Agua (gr.)	7.7	7.7	78.0	78.0	8.7	8.7	317.0	317.0	7.3	7.3	207.0	207.0				
Peso del tarro (gr.)	21.25	21.25	0	0	20.48	20.48	0	0	20.67	20.67	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	54.0	54.0	4477.2	4477.2	59.6	59.6	4163.9	4163.9	46.6	46.6	3915.6	3915.6				
% de humedad	14.27	14.27	16.01	16.01	14.55	14.55	22.17	22.17	15.69	15.69	20.98	20.98				
Promedio de Humedad (%)	14.27		16.01		14.55		22.17		15.69		20.98					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0					
10/05/2023	10.2	24	2.80	0.070		3.00	0.075		3		0.075					
11/05/2023	10.2	48	3.20	0.080		3.50	0.088		3.8		0.090					
12/05/2023	10.2	72	3.60	0.095		3.90	0.098		4.1		0.103					
13/05/2023	10.2	96	4.10	0.103		4.30	0.108		4.5		0.113					
			4.57	total	2.24	4.57	total	2.35	4.57	total	2.46					
PENETRACION																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25					
			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.	Lbf/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2					
0.640	0.025	0'30"	38	17			18.0	9		7	5					
1.270	0.050	1'00"	126	50			81.0	33		32	14					
1.910	0.075	1'30"	200	78			133.0	52		65	27					
2.540	0.100	2'00"	277	108	101.7	10.2	187.0	73	71.5	7.1	96	38	31.4	3.1		
3.810	0.150	3'00"	352	137			245.0	95		134	53					
5.080	0.200	4'00"	502	197	195.1	13.0	426.0	167	162.3	10.8	138	54	80.9	5.4		
6.350	0.250	5'00"	535	252			552.0	218		183	122					
7.620	0.300	6'00"	703	280			645.0	256			145					
10.160	0.400	8'00"	766	307			676.0	269			390	152				
12.700	0.500	10'00"	895	395			694.0	276			403	168				

  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  

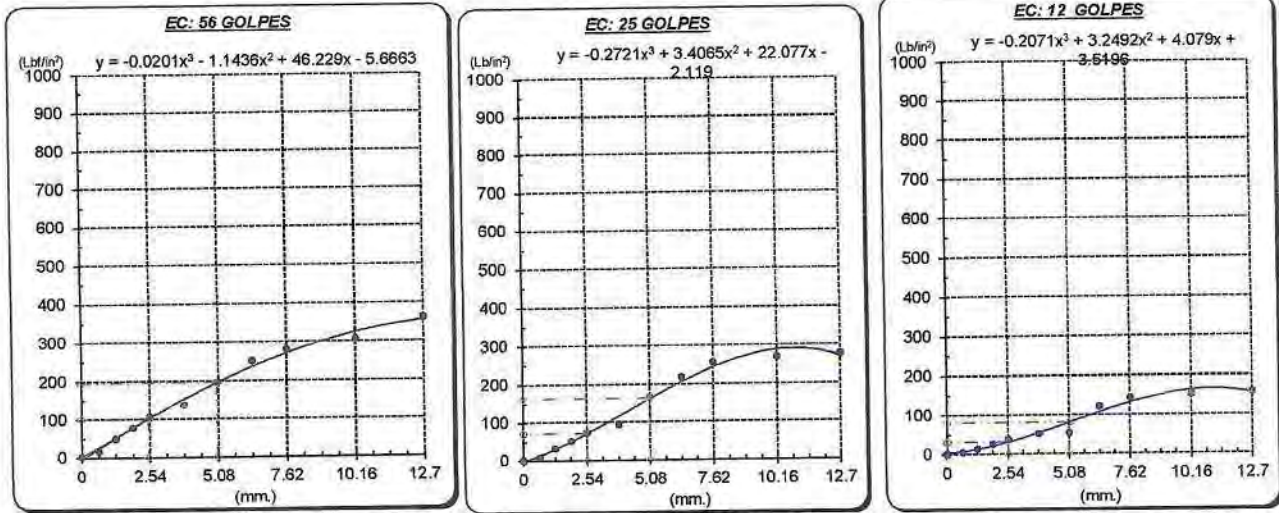



Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



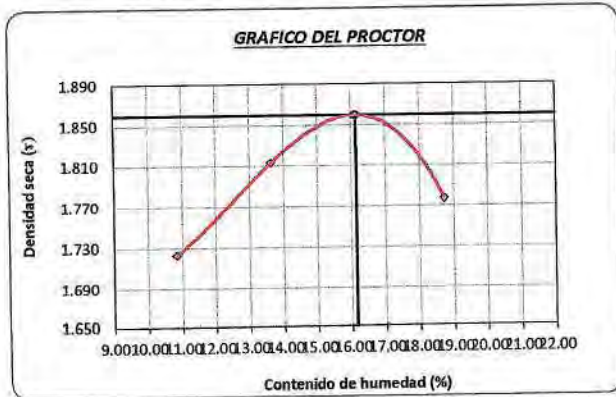
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.860 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.767 g/cm <sup>3</sup>	1.67375
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.13 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	11 %



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  




TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12436	12436	12558	12558	12204	12204	12319	12319	12724	12724	12810	12810		
Peso de molde (g)		8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8706	8706	8706	8706		
Peso del suelo húmedo (g)		4433	4433	4555	4555	4201	4201	4316	4316	4018	4018	4104	4104		
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2113	2113	2113	2113		
Densidad húmeda (g/cc)		2.104	2.104	2.162	2.162	1.994	1.994	2.048	2.048	1.902	1.902	1.942	1.942		
% de humedad		13.18	13.18	15.98	15.98	13.72	13.72	16.51	16.51	14.60	14.60	16.78	16.78		
Densidad seca (g/cc)		1.859	1.859	1.864	1.864	1.753	1.753	1.758	1.758	1.659	1.659	1.663	1.663		
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		84.1	84.1	4555	4555	90.1	90.1	4316	4316	76.5	76.5	4104.0	4104.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		76.8	76.8	4433	4433	81.7	81.7	4201	4201	69.6	69.6	4018.0	4018.0		
Peso del Agua (gr.)		7.3	7.3	122.0	122.0	8.4	8.4	115.0	115.0	6.9	6.9	86.0	86.0		
Peso del tarro (gr.)		21.25	21.25	0	0	20.48	20.48	0	0	22.5	22.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		55.6	55.6	4352.1	4352.1	61.2	61.2	4128.6	4128.6	47.1	47.1	3952.4	3952.4		
% de humedad		13.18	13.18	15.98	15.98	13.72	13.72	16.51	16.51	14.60	14.60	16.78	16.78		
Promedio de Humedad (%)		13.18	13.18	15.98	15.98	13.72	13.72	16.51	16.51	14.60	14.60	16.78	16.78		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	2.50	0.063		2.80	0.070		3	0.075					
11/05/2023	10.2	48	3.10	0.078		3.20	0.080		3.4	0.085					
12/05/2023	10.2	72	3.50	0.088		3.70	0.093		3.8	0.095					
13/05/2023	10.2	96	3.90	0.098		4.10	0.103		4.2	0.105					
			4.57	total	2.13	4.57	total	2.24	4.57	total	2.30				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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		0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"		29	13		15.0	8			12	7			
1.270	0.050	1'00"		120	47		79.0	32			41	18			
1.910	0.075	1'30"		169	66		150.0	59			122	48			
2.540	0.100	2'00"	1000	249	97	101.4	10.1	186.0	73	72.4	7.2	143	56	57.2	5.7
3.810	0.150	3'00"		352	137			244.0	95			205	80		
5.080	0.200	4'00"	1500	501	197	195.9	13.1	425.0	166	162.6	10.8	292	114	120.2	8.0
6.350	0.250	5'00"		632	251			551.0	217			425	166		
7.620	0.300	6'00"		701	279			644.0	256			455	182		
10.160	0.400	8'00"		765	306			674.0	268			485	191		
12.700	0.500	10'00"		895	362			692.0	276			550	217		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

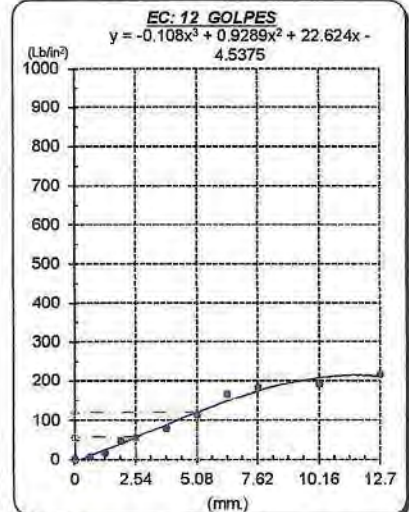
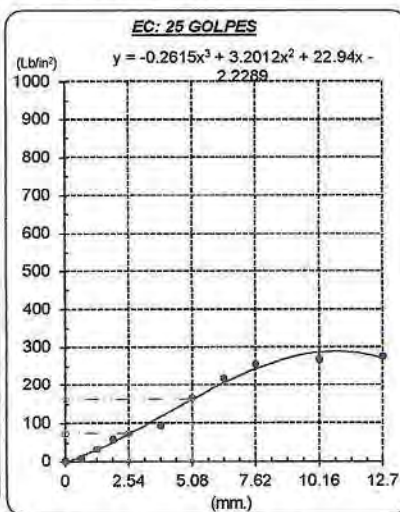
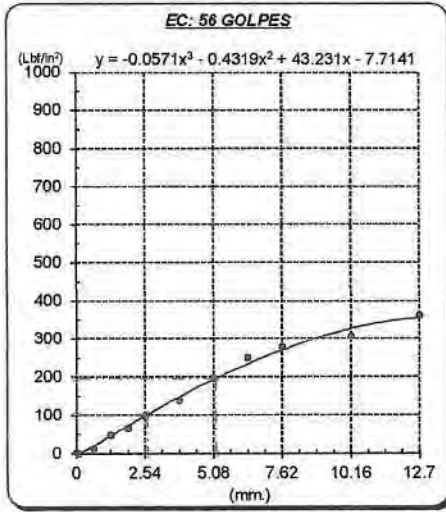


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.860 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.767 g./cm <sup>3</sup>	1.67375
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.13 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	11 %



  
 Henry Rivadeneyra Obliuas  
 Tec. Laboratorio USAT  


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

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12425		12511		12246		12348		12210		12379			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8706		8706			
Peso del suelo húmedo (g)		4422		4508		4243		4345		3504		3673			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		2.099		2.140		2.014		2.062		1.658		1.738			
% de humedad		13.31		15.29		14.36		16.81		14.68		19.57			
Densidad seca (g/cc)		1.852		1.856		1.761		1.765		1.446		1.454			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		162.5		152.5		4508		4508		154.8		154.8			
Tarro + Suelo seco (gr.)		137.9		137.9		4422		4422		138.9		138.9			
Peso del Agua (gr.)		14.6		14.6		86.0		86.0		15.9		15.9			
Peso del tarro (gr.)		28.2		28.2		0		0		28.2		28.2			
Peso del suelo seco (gr.)		109.7		109.7		4341.6		4341.6		110.7		110.7			
% de humedad		13.31		13.31		15.29		15.29		14.36		14.36			
Promedio de Humedad (%)		13.31		13.31		15.29		15.29		14.36		14.36			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
			Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%					
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10/05/2023	10.2	24	1.10	0.028			1.50	0.038			1.7	0.043			
11/05/2023	10.2	48	1.90	0.048			2.20	0.055			2.4	0.060			
12/05/2023	10.2	72	2.50	0.063			2.70	0.068			2.9	0.073			
13/05/2023	10.2	96	3.10	0.078			3.30	0.083			3.6	0.090			
			4.57	total	1.70		4.57	total	1.81		4.57	total	1.97		
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25				
			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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	44	19			29.0	13			12	7			
1.270	0.050	1'00"	94	38			51.0	21			38	17			
1.910	0.075	1'30"	149	59			89.0	36			55	23			
2.540	0.100	2'00"	1000	289	113	94.7	9.5	195.0	76	85.0	6.5	88	39	43.3	4.3
3.810	0.150	3'00"		382	149			210.0	82			178	70		
5.080	0.200	4'00"	1500	438	172	182.6	12.2	390.0	152	139.0	9.3	250	97	91.4	6.1
6.350	0.250	5'00"		550	217			480.0	188			340	121		
7.620	0.300	6'00"		690	275			510.0	201			440	135		
10.160	0.400	8'00"		759	304			670.0	225			410	160		
12.700	0.500	10'00"		890	360			810.0	242			490	193		

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

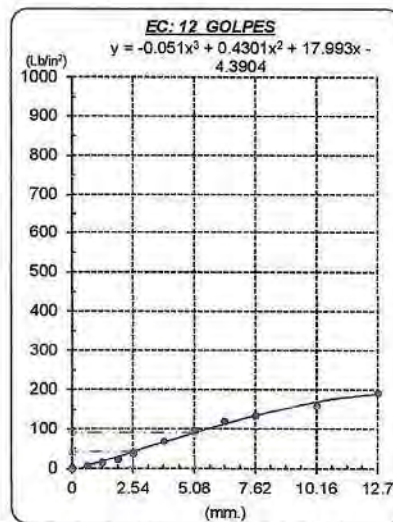
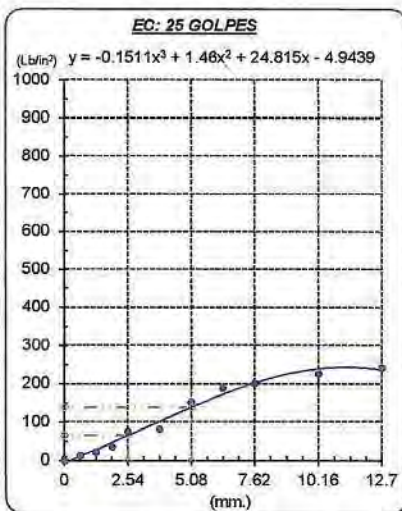
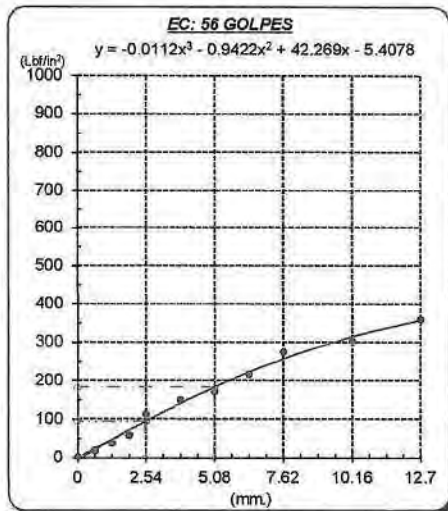


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.860 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.767 g/cm <sup>3</sup>	1.67375
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.13 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	12 %	
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	9 %	



  
 Henry Rivadeneira 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 DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-23				A-24				A-25					
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		12409	12500	12180	12268	12194	12290								
Peso de molde (g)		8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)		4406	4497	4177	4265	3488	3584								
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2107	2107	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)		2.091	2.134	1.982	2.024	1.651	1.696								
% de humedad		12.64	14.75	12.73	14.88	13.00	15.79								
Densidad seca (g/cc)		1.856	1.860	1.759	1.762	1.461	1.465								
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		169.5	169.5	4497	4497	154.8	154.8	4265	4265	121.5	121.5	3584.0	3584.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		155.2	155.2	4406	4406	140.5	140.5	4177	4177	111.0	111.0	3488.0	3488.0		
Peso del Agua ( gr. )		14.3	14.3	91.0	91.0	14.3	14.3	88.0	88.0	10.5	10.5	96.0	96.0		
Peso del tarro ( gr. )		42.1	42.1	0	0	28.2	28.2	0	0	30.5	30.5	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		113.1	113.1	4325.7	4325.7	112.3	112.3	4104.8	4104.8	80.5	80.5	3437.8	3437.8		
% de humedad		12.64	12.64	14.75	14.75	12.73	12.73	14.88	14.88	13.00	13.00	15.79	15.79		
Promedio de Humedad (%)		12.64	14.75	12.73	14.88	13.00	15.79								
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	2.60	0.063	2.60	0.065	2.7	0.068							
11/05/2023	10.2	48	2.90	0.073	2.90	0.073	3.4	0.085							
12/05/2023	10.2	72	3.60	0.088	3.70	0.093	3.9	0.098							
13/05/2023	10.2	96	3.70	0.093	3.90	0.098	4.1	0.103							
			4.57	total	2.03	4.57	total	2.13	4.57	total	2.24				
PENETRACION															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24				MOLDE N° A-25			
				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			0.0	2			0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	40	17			25.0	12			23	11			
1.270	0.050	1'00"	95	38			69.0	28			51	21			
1.910	0.075	1'30"	175	68			99.0	39			79	32			
2.540	0.100	2'00"	1000	303	118	103.6	10.4	185.0	72	73.2	7.3	110	44	44.8	4.5
3.810	0.150	3'00"	1500	471	185			301.0	117			169	68		
5.080	0.200	4'00"	1500	494	194	194.4	13.0	376.0	146	144.9	9.7	224	87	86.9	5.9
6.350	0.250	5'00"		522	206			470.0	184			300	117		
7.620	0.300	6'00"		699	278			696.0	200			333	130		
10.160	0.400	8'00"		745	298			699.0	221			400	156		
12.700	0.500	10'00"		795	321			691.0	238			475	186		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

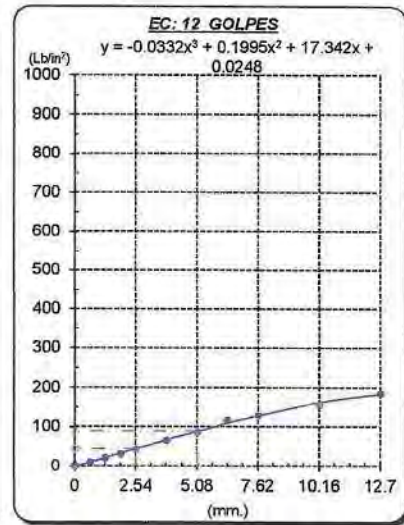
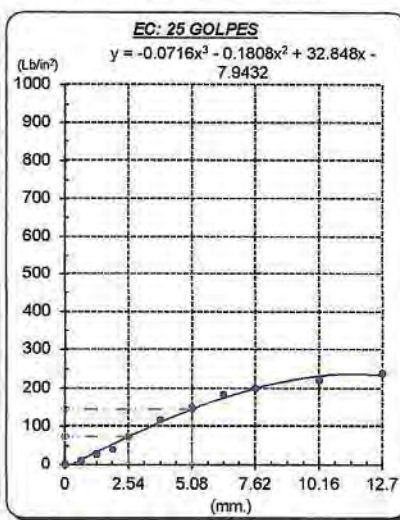
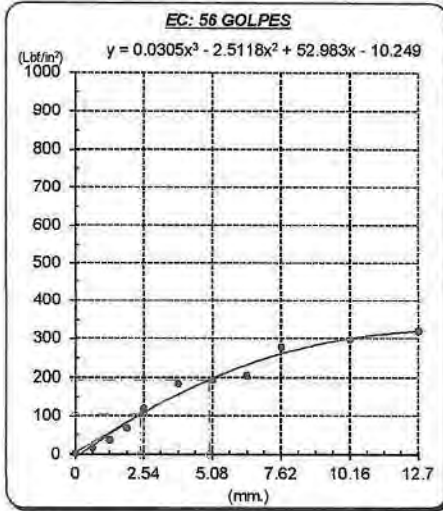


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



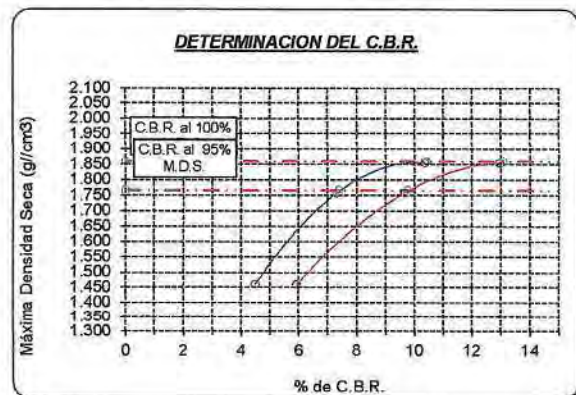
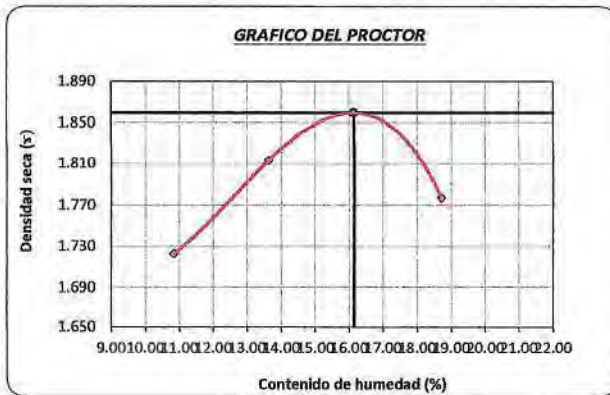
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.860 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.767 g/cm <sup>3</sup>	1.67375
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.13 %	

**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	10 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblus  
 Tec. Laboratorio USAT

  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 Chiclayo, Lambayeque

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-23				A-24				A-25				
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		12456		12512		12047		12119		12019		12102		
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8706		8706		
Peso del suelo húmedo (g)		4453		4509		4044		4116		3313		3396		
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2113		2113		
Densidad húmeda (g/cc)		2.113		2.140		1.919		1.953		1.568		1.607		
% de humedad		13.76		15.04		14.03		15.84		14.29		16.83		
Densidad seca (g/cc)		1.858		1.860		1.683		1.686		1.372		1.376		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		201.1		4509		127.5		4116		169.7		3396.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		181.7		4453		115.6		4044		152.3		3313.0		
Peso del Agua (gr.)		19.4		56.0		11.9		72.0		17.4		83.0		
Peso del tarro (gr.)		40.7		0		30.8		0		30.5		0		
Peso del suelo seco (gr.)		141.0		4371.8		84.8		3977.1		121.8		3268.2		
% de humedad		13.76		15.04		14.03		15.84		14.29		16.83		
Promedio de Humedad (%)		13.76		15.04		14.03		15.84		14.29		16.83		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	10.2	24	2.80	0.070		2.90	0.073		3	0.075				
11/05/2023	10.2	48	3.80	0.088		3.10	0.078		3.3	0.083				
12/05/2023	10.2	72	3.90	0.095		3.90	0.098		4.1	0.103				
13/05/2023	10.2	96	4.70	0.118		4.90	0.123		5.1	0.128				
			4.57	total	2.57	4.57	total	2.68	4.57	total	2.79			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24				MOLDE Nº A-25			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0.0	2		0.00	2			
0.640	0.025	0'30"	35	15			24.0	11		22	11			
1.270	0.050	1'00"	90	36			65.0	27		49	21			
1.910	0.075	1'30"	170	67			99.0	39		77	31			
2.540	0.100	2'00"	291	113	100.7	10.1	164.0	64	69.9	7.0	43	42.8	4.3	
3.810	0.150	3'00"	469	184			295.0	115		155	61			
5.080	0.200	4'00"	486	191	195.8	13.1	354.0	142	140.3	94	88	86.4	5.3	
6.350	0.250	5'00"	511	201			461.0	181		226	115			
7.620	0.300	6'00"	678	270			497.0	195		324	126			
10.160	0.400	8'00"	729	291			547.0	216		398	156			
12.700	0.500	10'00"	786	315			591.0	234		462	181			

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



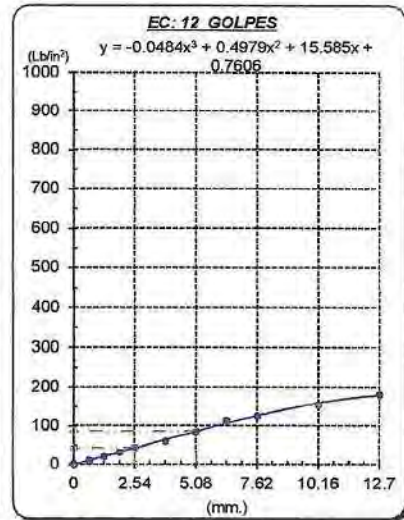
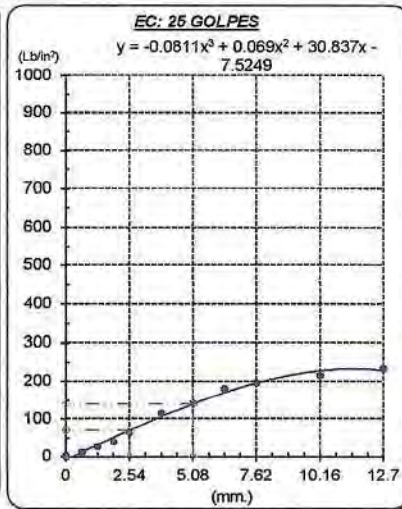
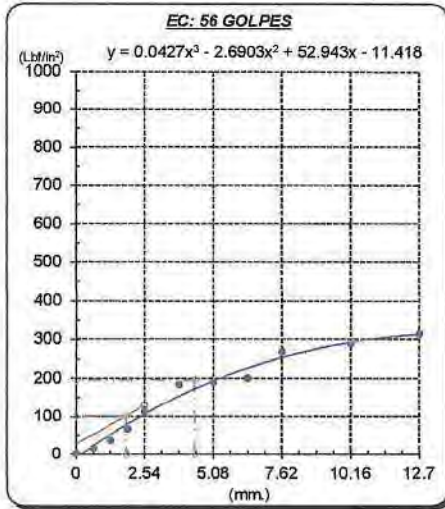
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.860 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.767 g./cm <sup>3</sup>	1.67375
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.13 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	10 %



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
 USAT  


**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCATA : **C-02**  
MUESTRA : **20% ARENA DE MAR**

PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

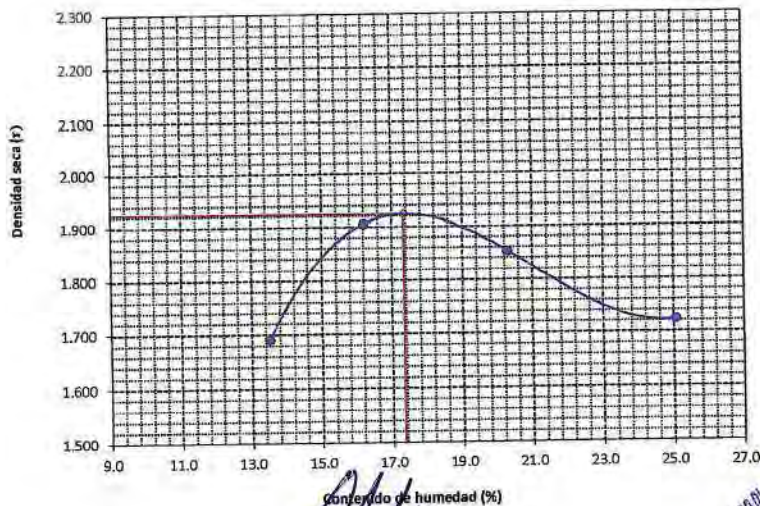
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5602	5874	5888	5820
Peso del molde	g.	3828	3828	3828	3828
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1774	2046	2060	1992
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.919	2.214	2.229	2.155

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	76.68	60.91	56.87	68.39
Peso del suelo seco + tara	g.	69.74	54.94	51.63	62.30
Peso de tara	g.	18.36	18.08	25.80	37.99
Peso de agua	g.	6.94	5.97	5.24	6.09
Peso de suelo seco	g.	51.38	36.86	25.83	24.31
Contenido de agua	%	13.5	16.2	20.3	25.1
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.691	1.905	1.853	1.724

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.923</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.342</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*[Firma]*  
**Henry Rivadeneira Obiñas**  
Teg. Laboratorio USAT



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-02  
**MUESTRA** : 20% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

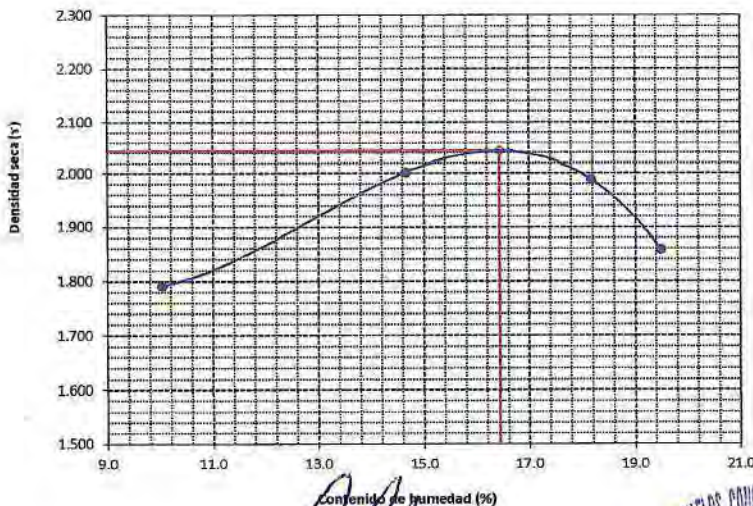
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5650	5950	6000	5880
Peso del molde	g.	3828	3828	3828	3828
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1822	2122	2172	2052
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.971	2.296	2.350	2.220

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	83.95	84.25	89.32	91.01
Peso del suelo seco + tara	g.	77.97	75.79	79.57	79.16
Peso de tara	g.	18.36	18.08	25.90	18.36
Peso de agua	g.	5.98	8.46	9.75	11.85
Peso de suelo seco	g.	59.61	57.71	53.67	60.8
Contenido de agua	%	10.0	14.7	18.2	19.5
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.792	2.002	1.989	1.858

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.042</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.429</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry  
 Rivadeneyra  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-02**  
 MUESTRA : **20% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

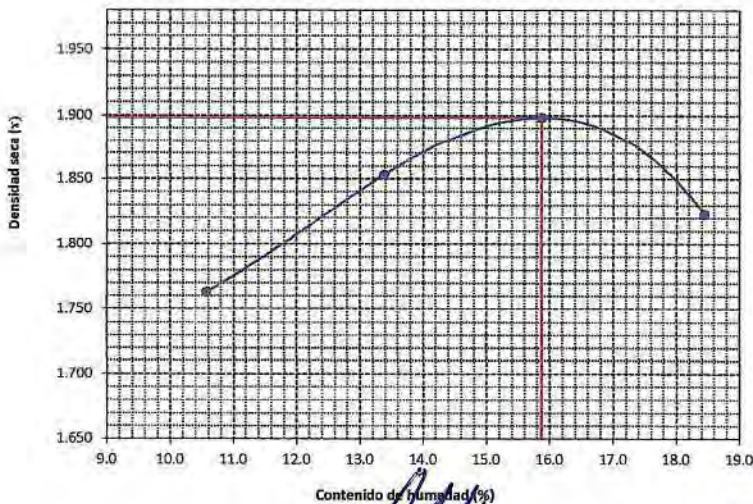
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5982	6122	6213	6176
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1802	1942	2033	1996
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.950	2.101	2.200	2.160

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	70.42	69.79	73.02	75.72
Peso del suelo seco + tara	g.	65.72	64.09	65.78	67.15
Peso de tara	g.	21.23	21.48	20.16	20.68
Peso de agua	g.	4.7	5.7	7.24	8.57
Peso de suelo seco	g.	44.49	42.61	45.62	46.47
Contenido de agua	%	10.6	13.4	15.9	18.4
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.763	1.853	1.898	1.823

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.898	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.870	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
**Henry Rivadeneyra Obitas**  
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	5				1				12					
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	12569		12617		12380		12444		12482		12517			
Peso de molde (g)	8003		8003		8003		8003		8706		8706			
Peso del suelo húmedo (g)	4566		4614		4377		4441		3776		3811			
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2107		2107		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)	2.167		2.190		2.077		2.108		1.787		1.804			
% de humedad	14.70		15.77		15.23		16.72		15.84		16.78			
Densidad seca (g/cc)	1.889		1.892		1.803		1.806		1.543		1.544			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	68.2	68.2	4614	4614	75.5	75.5	4441	4441	60.6	60.6	3811.0	3811.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	62.1	62.1	4566	4566	68.3	68.3	4377	4377	55.1	55.1	3776.0	3776.0		
Peso del Agua (gr.)	6.2	6.2	48.0	48.0	7.2	7.2	64.0	64.0	5.5	5.5	35.0	35.0		
Peso del tarro (gr.)	20.2	20.2	0	0	20.96	21.0	0	0	20.44	20.44	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	41.9	41.9	4481.3	4481.3	47.3	47.3	4299.5	4299.5	34.7	34.7	3718.6	3718.6		
% de humedad	14.70	14.70	15.77	15.77	15.23	15.23	16.72	16.72	15.84	15.84	16.78	16.78		
Promedio de Humedad (%)	14.70		15.77		15.23		16.72		15.84		16.78			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.90	0.048		2.05	0.051		2.18	0.055				
11/05/2023	10.2	48	2.30	0.058		2.46	0.061		2.52	0.063				
12/05/2023	10.2	72	2.95	0.071		2.98	0.075		3.09	0.077				
13/05/2023	10.2	96	3.05	0.076		3.15	0.079		3.19	0.080				
			4.57	total	1.67	4.57	total	1.72	4.57	total	1.75			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	60	25			53	22			38	17		
1.270	0.050	1'00"	95	38			80	32			75	30		
1.910	0.075	1'30"	152	60			130	51			106	42		
2.540	0.100	2'00"	201	78	74.4	7.4	129	51	57.3	5.7	140	55	54.8 5.5	
3.810	0.150	3'00"	284	111			202	79			205	80		
5.080	0.200	4'00"	379	148	148.7	9.9	307	120	121.1	8.1	258	101	101.7 6.8	
6.350	0.250	5'00"	485	191			408	160			363	142		
7.620	0.300	6'00"	586	232			497	195			454	174		
10.160	0.400	8'00"	720	287			596	236			543	193		
12.700	0.500	10'00"	894	360			709	283			632	244		

Henry Rivadeneira Obilias  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



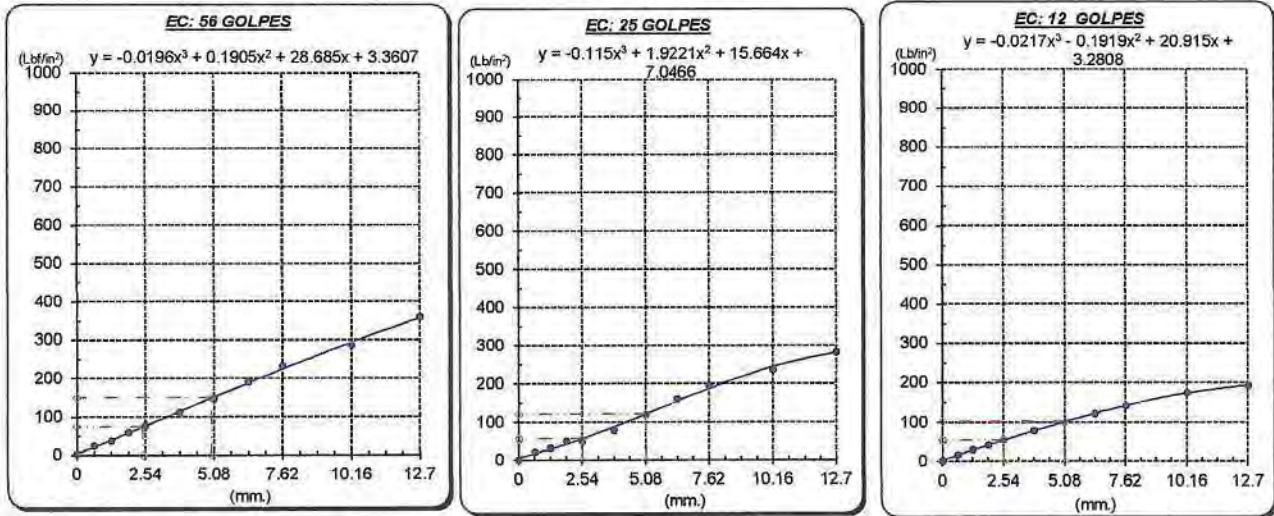
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



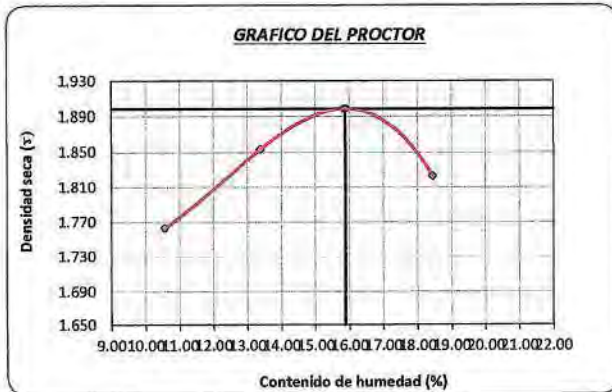
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**



**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.898 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.804 g./cm <sup>3</sup>	1.70861
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.87 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7 %	10 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	8 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 USAT  
 LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
  
 TECNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	5				1				12						
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	12564	12744	12366	12540	12211	12407									
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8706	8706									
Peso del suelo húmedo (g)	4561	4741	4363	4537	3505	3701									
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2113	2113									
Densidad húmeda (g/cc)	2.165	2.250	2.071	2.153	1.659	1.752									
% de humedad	15.30	19.32	15.65	19.71	15.81	21.48									
Densidad seca (g/cc)	1.877	1.886	1.791	1.799	1.432	1.442									
HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	82.0	82.0	4741	4741	89.0	89.0	4537	4537	75.5	75.5	3701.0	3701.0			
Tarro + Suelo seco ( gr. )	74.1	74.1	4561	4561	80.0	80.0	4363	4363	68.3	68.3	3505.0	3505.0			
Peso del Agua ( gr. )	8.0	8.0	180.0	180.0	9.0	9.0	174.0	174.0	7.2	7.2	196.0	196.0			
Peso del tarro ( gr. )	22.0	22.0	0	0	22.36	22.4	0	0	22.59	22.59	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )	52.0	52.0	4476.9	4476.9	57.7	57.7	4286.3	4286.3	45.7	45.7	3455.5	3455.5			
% de humedad	15.30	15.30	19.32	19.32	15.65	15.65	19.71	19.71	15.81	15.81	21.48	21.48			
Promedio de Humedad (%)	15.30		19.32		15.65		19.71		15.81		21.48				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.38	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.85	0.046		2.05	0.051		2.18	0.055					
11/05/2023	10.2	48	2.45	0.061		2.78	0.070		2.94	0.074					
12/05/2023	10.2	72	2.85	0.071		2.98	0.075		3.09	0.077					
13/05/2023	10.2	96	3.25	0.081		3.35	0.084		3.40	0.085					
			4.57	total	1.78	4.57	total	1.83	4.57	total	1.86				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12				
			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.														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2				
0.640	0.025	0'30"	61	25			54	23		40	17				
1.270	0.050	1'00"	98	39			81	33		74	30				
1.910	0.075	1'30"	150	59			132	52		104	41				
2.540	0.100	2'00"	1000	220	86	83.0	8.3	187	73	74.0	7.4	136	54	53.5	5.3
3.810	0.150	3'00"		321	125			281	109			203	79		
5.080	0.200	4'00"	1500	427	167	165.9	11.1	370	144	142.4	9.5	258	101	85.4	5.7
6.350	0.250	5'00"		527	208			455	178			349	121		
7.620	0.300	6'00"		629	249			544	202			380	141		
10.160	0.400	8'00"		790	317			621	246			440	172		
12.700	0.500	10'00"		950	386			724	289			489	192		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



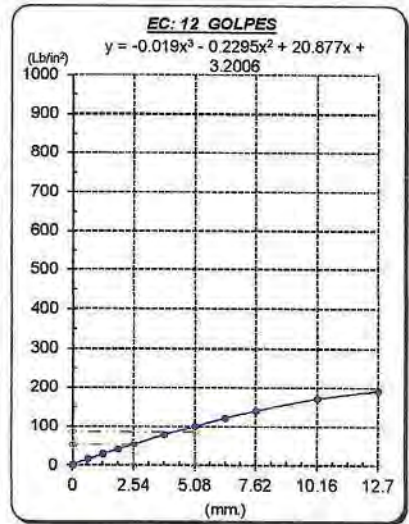
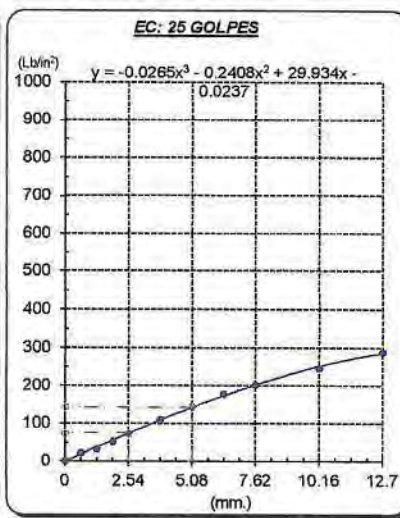
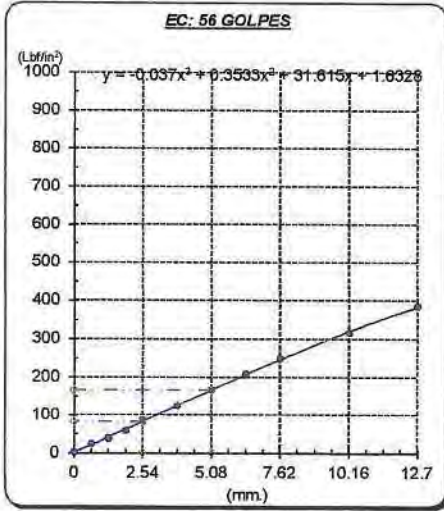
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



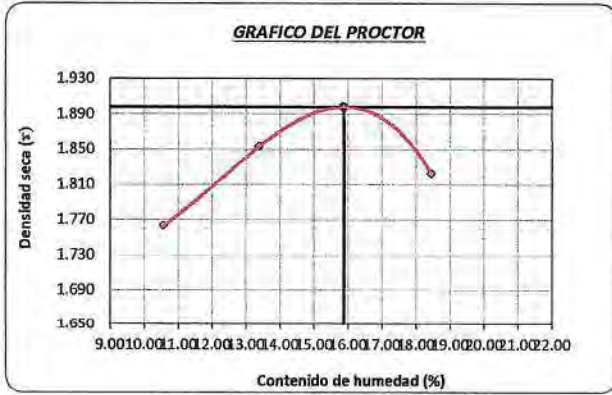
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.898 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.804 g/cm <sup>3</sup>	1.70861
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.87 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	10 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02

MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		5				1				12					
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		12387	12430	12430	12430	12245	12245	12245	12245	12074	12074	12074	12074		
Peso de molde (g)		8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8706	8706	8706	8706		
Peso del suelo húmedo (g)		4384	4427	4427	4427	4242	4242	4242	4242	3368	3368	3368	3484		
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2113	2113	2113	2113		
Densidad húmeda (g/cc)		2.081	2.101	2.101	2.101	2.013	2.052	2.052	2.052	1.594	1.594	1.594	1.649		
% de humedad		11.49	12.49	12.49	12.49	11.98	13.93	13.93	13.93	12.02	12.02	12.02	15.51		
Densidad seca (g/cc)		1.866	1.866	1.866	1.866	1.798	1.801	1.801	1.801	1.423	1.423	1.423	1.427		
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		214.3	214.3	4427	4427	204.4	204.4	4323	4323	211.8	211.8	3484.0	3484.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		195.1	195.1	4384	4384	185.5	185.5	4242	4242	192.1	192.1	3368.0	3368.0		
Peso del Agua (gr.)		19.2	19.2	43.0	43.0	18.9	18.9	81.0	81.0	19.7	19.7	116.0	116.0		
Peso del tarro (gr.)		28.0	28.0	0	0	27.8	27.8	0	0	28.20	28.20	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		167.1	167.1	4303.7	4303.7	157.7	157.7	4167.1	4167.1	163.9	163.9	3320.7	3320.7		
% de humedad		11.49	11.49	12.49	12.49	11.98	11.98	13.93	13.93	12.02	12.02	15.51	15.51		
Promedio de Humedad (%)		11.49	12.49	12.49	12.49	11.98	13.93	13.93	13.93	12.02	12.02	15.51	15.51		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.60	0	0	0.60	0	0	0.60	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.75	0.044		1.88	0.047		1.95	0.049					
11/05/2023	10.2	48	2.35	0.059		2.89	0.065		2.72	0.068					
12/05/2023	10.2	72	2.50	0.063		2.81	0.065		2.82	0.071					
13/05/2023	10.2	96	2.90	0.073		2.98	0.075		3.01	0.075					
			4.57	total	1.59	4.57	total	1.63	4.57	total	1.65				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
				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.														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	59	24			44	19				20	10		
1.270	0.050	1'00"	97	39			72	29				38	17		
1.910	0.075	1'30"	151	59			112	44				68	24		
2.540	0.100	2'00"	201	78	75.7	7.6	168	66	70.6	7.1		81	33	32.9	3.3
3.810	0.150	3'00"	305	119			274	107				122	48		
5.080	0.200	4'00"	397	155	146.4	9.8	358	140	138.1	9.2		170	67	65.1	4.3
6.350	0.250	5'00"	468	184			429	168				210	82		
7.620	0.300	6'00"	568	221			601	197				300	97		
10.160	0.400	8'00"	648	257			608	241				325	127		
12.700	0.500	10'00"	809	325			704	281				400	156		

**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

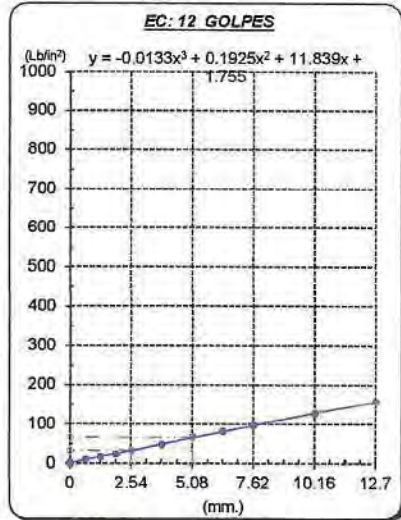
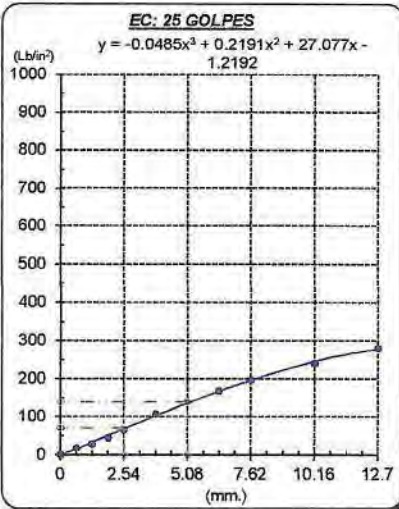
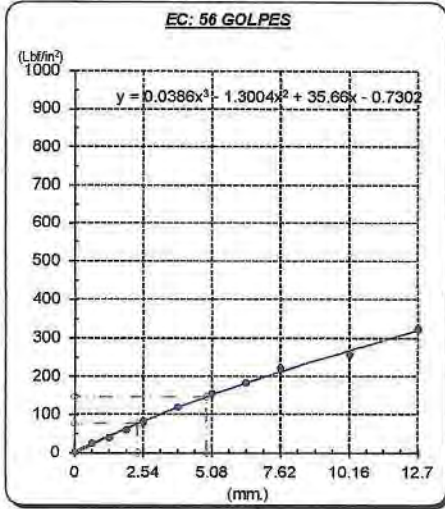
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 CHICLAYO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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

**GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.898 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.804 g/cm <sup>3</sup>	1.70861
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.87 %	

**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 %	9 %



Henry Rivadeneira Oblias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
 TÉCNICO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	5				1				12					
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	12524	12244	12427	12196	12310								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)	4406	4521	4241	4424	3490	3604								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)	2.091	2.146	2.013	2.100	1.652	1.706								
% de humedad	11.07	13.73	11.79	16.19	13.22	16.53								
Densidad seca (g/cc)	1.883	1.887	1.800	1.807	1.459	1.464								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	165.7	165.7	4521	4521	204.1	204.1	4424	4424	190.2	190.2	3604.0	3604.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	152.0	152.0	4406	4406	185.5	185.5	4241	4241	171.3	171.3	3490.0	3490.0		
Peso del Agua (gr.)	13.7	13.7	115.0	115.0	18.6	18.6	183.0	183.0	18.9	18.9	114.0	114.0		
Peso del tarro (gr.)	28.3	28.3	0	0	27.8	27.8	0	0	28.30	28.30	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	123.7	123.7	4324.6	4324.6	157.7	157.7	4166.0	4166.0	143.0	143.0	3439.8	3439.8		
% de humedad	11.07	11.07	13.73	13.73	11.79	11.79	16.19	16.19	13.22	13.22	16.53	16.53		
Promedio de Humedad (%)	11.07		13.73		11.79		16.19		13.22		16.53			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.60	0.045		1.87	0.047		1.95	0.049				
11/05/2023	10.2	48	2.25	0.056		2.55	0.064		2.60	0.065				
12/05/2023	10.2	72	2.55	0.064		2.59	0.065		2.78	0.070				
13/05/2023	10.2	96	3.01	0.075		3.15	0.079		3.25	0.081				
			4.57	total	1.65	4.57	total	1.72	4.57	total	1.78			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	57	24			42	18			22	11		
1.270	0.050	1'00"	93	37			69	28			37	16		
1.910	0.075	1'30"	152	60			111	44			55	23		
2.540	0.100	2'00"	215	84	76.9	7.7	189	66	71.9	7.2	80	32	33.0	3.3
3.810	0.150	3'00"	309	120			278	108			125	49		
5.080	0.200	4'00"	401	157	148.4	9.9	356	139	139.1	9.3	175	68	65.5	4.4
6.350	0.250	5'00"	471	185			421	165			209	82		
7.620	0.300	6'00"	558	220			505	199			250	97		
10.180	0.400	8'00"	651	258			603	239			329	128		
12.700	0.500	10'00"	801	321			702	280			405	158		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

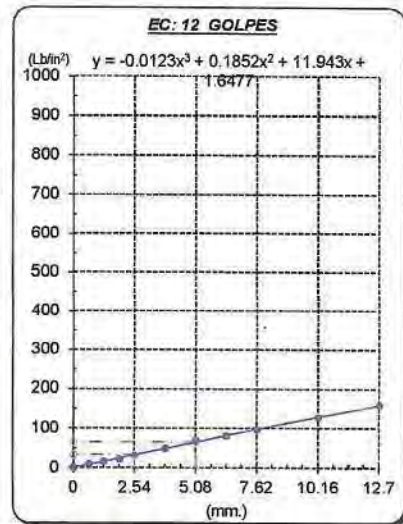
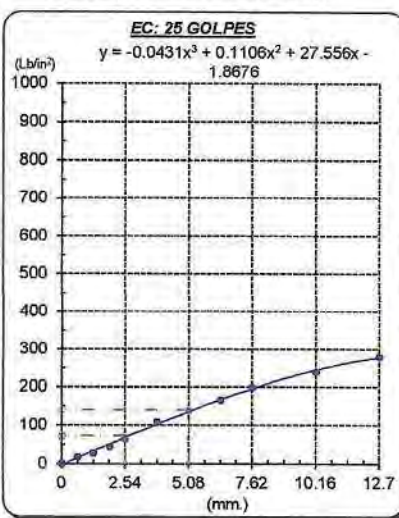
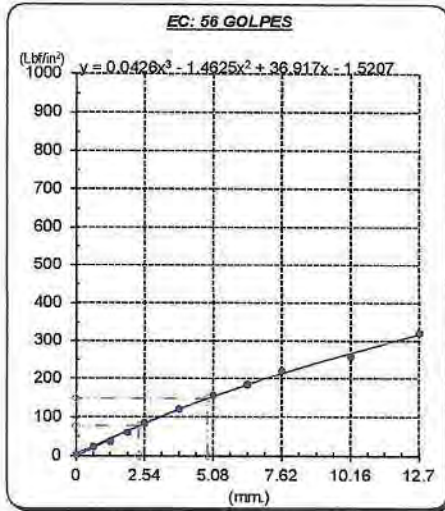
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



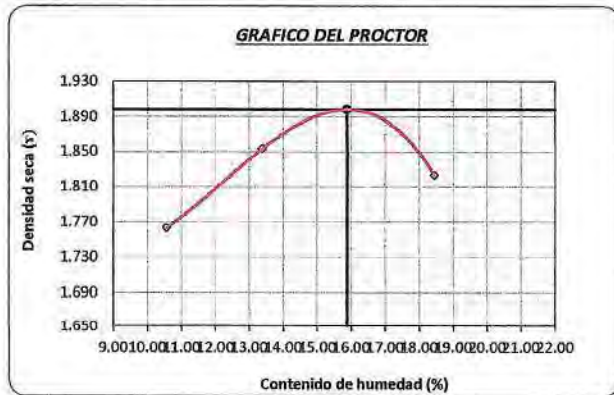
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.898 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.804 g/cm <sup>3</sup>	1.70861
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.87 %	

**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 %	9 %



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		5				1				12					
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		12429		12520		12260		12364		12259		12302			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8706		8706			
Peso del suelo húmedo (g)		4426		4517		4257		4361		3553		3596			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		2.101		2.144		2.020		2.070		1.681		1.702			
% de humedad		11.13		13.23		12.03		14.51		13.73		14.96			
Densidad seca (g/cc)		1.890		1.893		1.803		1.807		1.479		1.480			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		185.8	185.8	4517	4517	109.6	109.6	4361	4361	155.2	155.2	3596.0	3596.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		170.0	170.0	4426	4426	100.8	100.8	4257	4257	139.9	139.9	3553.0	3553.0		
Peso del Agua ( gr. )		15.8	15.8	91.0	91.0	8.8	8.8	104.0	104.0	15.3	15.3	43.0	43.0		
Peso del tarro ( gr. )		28.3	28.3	0	0	27.8	27.8	0	0	28.30	28.30	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		141.7	141.7	4343.9	4343.9	73.0	73.0	4181.6	4181.6	111.6	111.6	3501.2	3501.2		
% de humedad		11.13	11.13	13.23	13.23	12.03	12.03	14.51	14.51	13.73	13.73	14.96	14.96		
Promedio de Humedad (%)		11.13		13.23		12.03		14.51		13.73		14.96			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.82	0.046		1.88	0.047		1.94	0.049					
11/05/2023	10.2	48	2.31	0.058		2.45	0.061		2.80	0.065					
12/05/2023	10.2	72	2.55	0.064		3.01	0.075		3.15	0.079					
13/05/2023	10.2	96	3.10	0.078		3.16	0.079		3.25	0.081					
			4.57	total	1.70	4.57	total	1.73	4.57	total	1.78				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 1				MOLDE N° 12			
				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"	54	23			45	19			25	12			
1.270	0.050	1'00"	85	34			71	29			36	16			
1.910	0.075	1'30"	142	56			109	43			71	29			
2.540	0.100	2'00"	206	80	81.0	8.1	177	69	70.4	7.0	102	41	40.6	4.1	
3.810	0.150	3'00"	315	123			288	112			146	57			
5.080	0.200	4'00"	415	162	154.2	10.3	375	146	142.7	9.5	271	82	82.9	5.5	
6.350	0.250	5'00"	506	199			442	173			287	112			
7.620	0.300	6'00"	578	228			545	215			320	125			
10.160	0.400	8'00"	624	247			621	246			367	143			
12.700	0.500	10'00"	821	336			708	283			439	172			

  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**

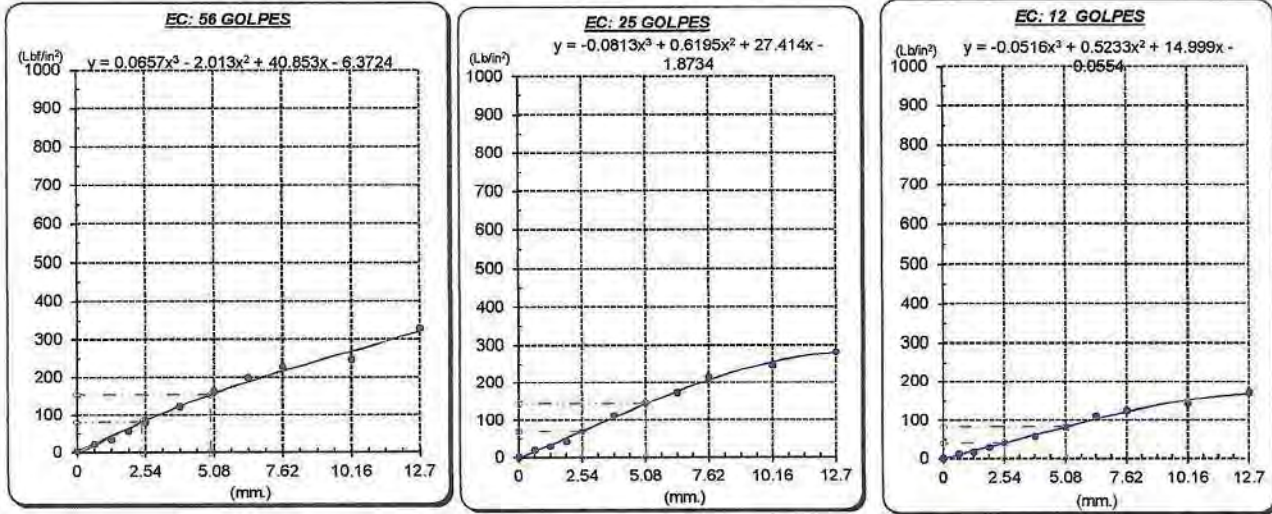


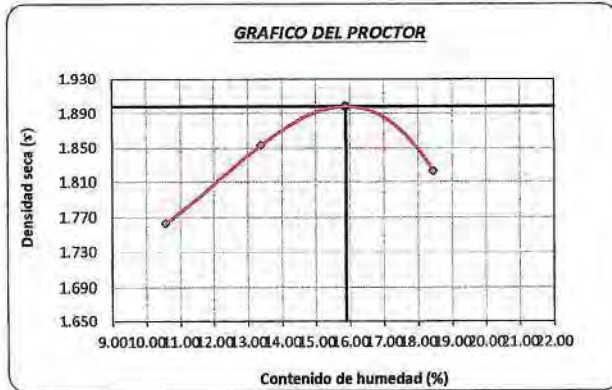
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.898 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.804 g./cm <sup>3</sup>	1.70861
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.87 %	

**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 %	10 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCATA : C-02  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	5				1				12					
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	12509	12600	12291	12456	12197	12231								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)	4506	4597	4288	4453	3491	3525								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)	2.139	2.182	2.035	2.113	1.652	1.668								
% de humedad	13.21	15.27	13.62	17.54	14.63	15.62								
Densidad seca (g/cc)	1.889	1.893	1.791	1.798	1.441	1.443								
HUMEDAD														
Tarro N°														
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	141.9	141.9	4597	4597	204.1	204.1	4453	4453	183.3	183.3	3525.0	3525.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	129.9	129.9	4506	4506	183.0	183.0	4288	4288	163.5	163.5	3491.0	3491.0		
Peso del Agua ( gr. )	12.0	12.0	91.0	91.0	21.1	21.1	165.0	165.0	19.8	19.8	34.0	34.0		
Peso del tarro ( gr. )	39.3	39.3	0	0	28.2	28.2	0	0	28.20	28.20	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	90.6	90.6	4422.5	4422.5	154.8	154.8	4212.5	4212.5	135.3	135.3	3441.4	3441.4		
% de humedad	13.21	13.21	15.27	15.27	13.62	13.62	17.54	17.54	14.63	14.63	15.62	15.62		
Promedio de Humedad (%)	13.21		15.27		13.62		17.54		14.63		15.62			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0	
10/05/2023	10.2	24	1.58	0.040			1.62	0.041			1.67	0.042		
11/05/2023	10.2	48	1.94	0.049			2.20	0.055			2.25	0.056		
12/05/2023	10.2	72	2.10	0.053			2.25	0.056			2.31	0.058		
13/05/2023	10.2	96	2.85	0.071			2.92	0.073			3.12	0.078		
			4.57	total	1.56		4.57	total	1.60		4.57	total	1.71	
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 1				MOLDE N° 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	42	18			45	19			22	11		
1.270	0.050	1'00"	80	32			71	29			45	19		
1.910	0.075	1'30"	135	53			109	43			60	25		
2.540	0.100	2'00"	206	80	86.5	8.6	177	69	66.3	6.6	98	39	39.8 4.0	
3.810	0.150	3'00"	347	135			288	112			155	61		
5.080	0.200	4'00"	462	177	161.7	10.8	315	123	139.1	9.3	206	80	77.4 5.2	
6.350	0.250	5'00"	511	201			441	173			248	97		
7.620	0.300	6'00"	582	230			575	227			204	111		
10.160	0.400	8'00"	626	248			619	245			263	138		
12.700	0.500	10'00"	830	334			711	284			420	164		

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-02  
**MUESTRA** : 25% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

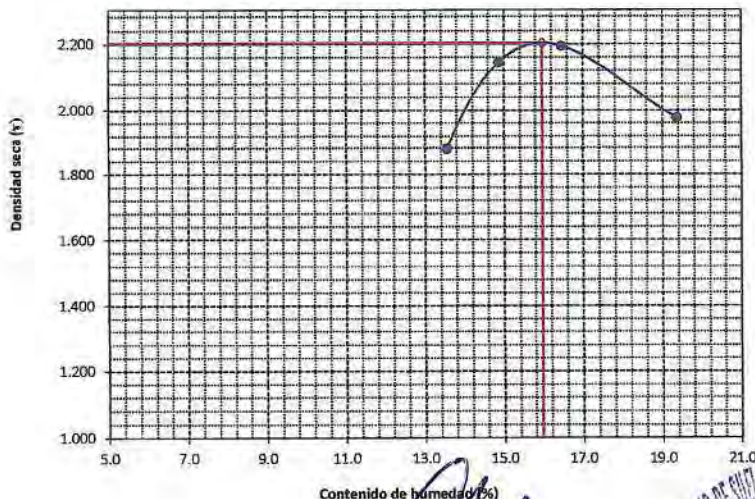
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5800	6106	6190	6010
Peso del molde	g.	3828	3828	3828	3828
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1972	2278	2362	2182
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.134	2.465	2.556	2.361

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	68.17	79.47	85.58	74.11
Peso del suelo seco + tara	g.	63.40	72.55	76.58	68.25
Peso de tara	g.	28.18	25.99	21.87	37.99
Peso de agua	g.	4.77	6.92	9	5.86
Peso de suelo seco	g.	35.22	46.56	54.71	30.26
Contenido de agua	%	13.5	14.9	16.5	19.4
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.879	2.146	2.195	1.978

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.203</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>15.956</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : **C-02**  
 MUESTRA : **25% ARENA DE MAR** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

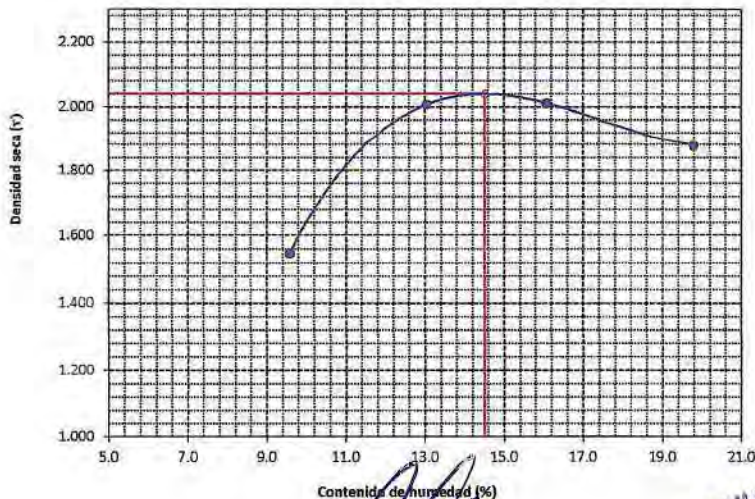
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5720	6240	6300	6222
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1540	2060	2120	2042
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.696	2.269	2.335	2.249

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.82	75.08	77.28	74.19
Peso del suelo seco + tara	g.	68.01	69.03	69.75	68.21
Peso de tara	g.	28.18	22.59	22.88	37.99
Peso de agua	g.	3.81	6.05	7.53	5.98
Peso de suelo seco	g.	39.83	46.44	46.87	30.22
Contenido de agua	%	9.6	13.0	16.1	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.548	2.007	2.012	1.877

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.040	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.506	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA:** C-02  
**MUESTRA:** 25% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD:** 1.00 m - 1.50 m

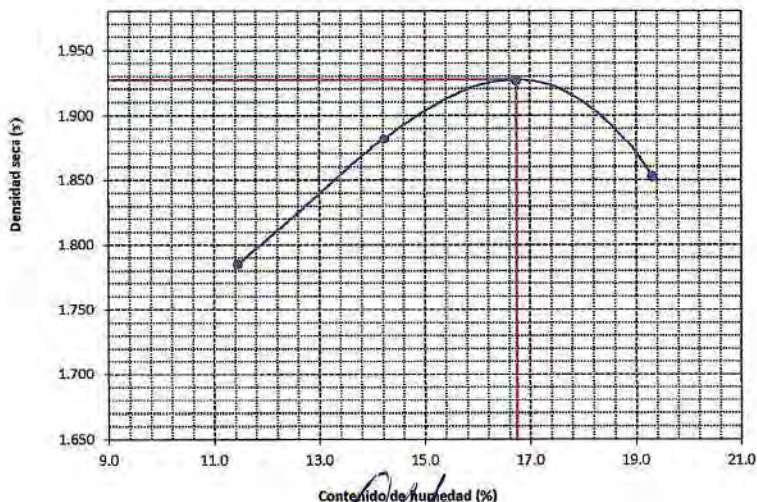
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6019	6167	6259	6223
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1839	1987	2079	2043
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.990	2.150	2.250	2.211

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	77.03	76.30	81.35	83.81
Peso del suelo seco + tara	g.	71.30	69.44	72.78	73.76
Peso de tara	g.	21.21	21.23	21.56	21.69
Peso de agua	g.	5.73	6.86	8.57	10.05
Peso de suelo seco	g.	50.09	48.21	51.22	52.07
Contenido de agua	%	11.4	14.2	16.7	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.786	1.882	1.927	1.853

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.927</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.732</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**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 AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

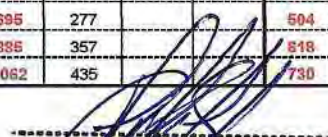


**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCATA : C-02  
 MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	5				1				12					
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	12661	12737	12490	12544	12482	12547								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)	4658	4734	4487	4541	3776	3841								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)	2.211	2.247	2.130	2.155	1.787	1.818								
% de humedad	15.15	16.81	16.37	17.59	15.97	17.72								
Densidad seca (g/cc)	1.920	1.923	1.830	1.833	1.541	1.544								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	82.8	82.8	4734	4734	89.9	89.9	4541	4541	75.6	75.6	3841.0	3841.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	74.8	74.8	4658	4658	80.4	80.4	4487	4487	68.3	68.3	3776.0	3776.0		
Peso del Agua ( gr. )	8.0	8.0	76.0	76.0	9.5	9.5	54.0	54.0	7.3	7.3	65.0	65.0		
Peso del tarro ( gr. )	22.0	22.0	0	0	22.36	22.4	0	0	22.59	22.59	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	52.8	52.8	4570.3	4570.3	58.0	58.0	4406.4	4406.4	45.7	45.7	3718.7	3718.7		
% de humedad	15.15	15.15	16.81	16.81	16.37	16.37	17.59	17.59	15.97	15.97	17.72	17.72		
Promedio de Humedad (%)	15.15	15.15	16.81	16.81	16.37	16.37	17.59	17.59	15.97	15.97	17.72	17.72		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.51	0.038		1.62	0.041		1.81	0.045				
11/05/2023	10.2	48	1.68	0.042		1.70	0.043		1.93	0.048				
12/05/2023	10.2	72	2.01	0.050		2.04	0.051		2.15	0.054				
13/05/2023	10.2	96	2.21	0.055		2.34	0.059		2.54	0.064				
			4.57	total	1.21	4.57	total	1.28	4.57	total	1.39			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE N° 5				MOLDE N° 1				MOLDE N° 12			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	60	25			53	22		39	17			
1.270	0.050	1'00"	95	38			80	32		75	30			
1.910	0.075	1'30"	152	60			130	51		106	42			
2.540	0.100	2'00"	222	87	85.1	8.5	189	74	73.5	7.4	140	55	53.8 5.4	
3.810	0.150	3'00"	349	124			275	107		206	80			
5.080	0.200	4'00"	420	164	177.0	11.8	367	143	140.5	9.4	268	100	86.3 5.8	
6.350	0.250	5'00"	548	216			451	177		341	122			
7.620	0.300	6'00"	695	277			504	198		412	142			
10.160	0.400	8'00"	886	357			618	245		445	174			
12.700	0.500	10'00"	1062	435			730	291		491	193			

  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

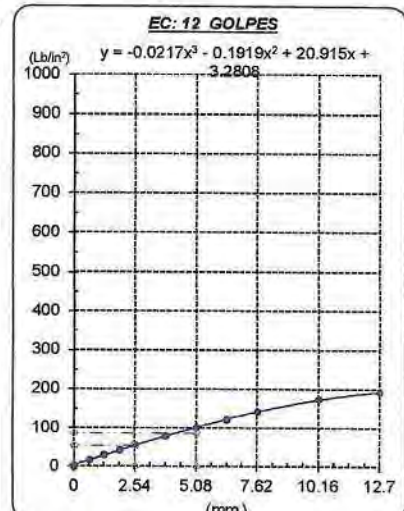
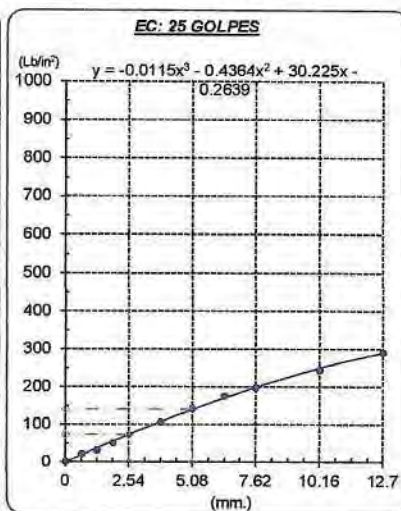
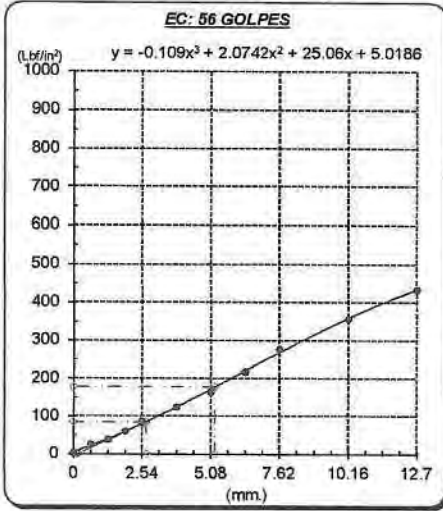


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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.**

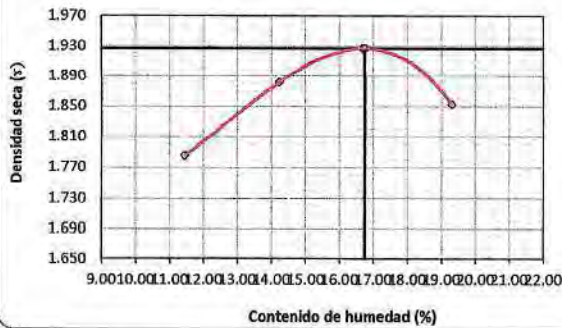
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.927 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.831 g./cm <sup>3</sup>	1.73437
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.73 %	

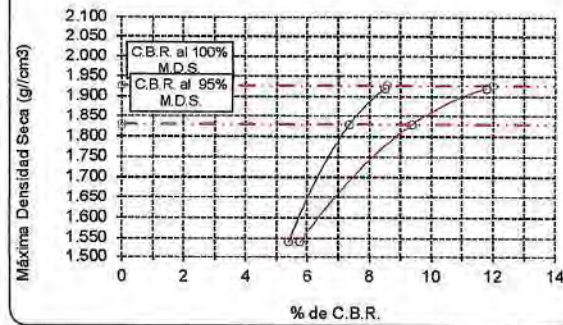
**VALOR DEL C.B.R.**

2.54 cm.	5.08 cm.	
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	9 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



  
**Henry Rivadeneyra Obiñas**  
 Tec. Laboratorio USAT

  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02

MUESTRA : 25% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		5				1				12					
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		12679		12726		12458		12996		12432		12507			
Peso de molde (g)		8003		8003		8003		8003		8395		8395			
Peso del suelo húmedo (g)		4676		4723		4455		4993		4037		4112			
Volumen del molde (cc)		2107		2107		2107		2107		2112		2112			
Densidad húmeda (g/cc)		2.219		2.242		2.114		2.370		1.911		1.947			
% de humedad		15.21		16.24		15.53		27.83		16.08		17.97			
Densidad seca (g/cc)		1.926		1.928		1.830		1.854		1.647		1.650			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		102.3	102.3	4723	4723	89.9	89.9	4993	4993	100.0	100.0	4112.0	4112.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		93.9	93.9	4676	4676	80.8	80.8	4455	4455	90.0	90.0	4037.0	4037.0		
Peso del Agua ( gr. )		8.4	8.4	47.0	47.0	9.1	9.1	538.0	538.0	9.9	9.9	75.0	75.0		
Peso del tarro ( gr. )		38.6	38.6	0	0	22.36	22.4	0	0	28.40	28.40	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		55.3	55.3	4587.6	4587.6	58.5	58.5	4374.9	4374.9	61.6	61.6	3971.6	3971.6		
% de humedad		15.21	15.21	16.24	16.24	15.53	15.53	27.83	27.83	16.08	16.08	17.97	17.97		
Promedio de Humedad (%)		15.21		16.24		15.53		27.83		16.08		17.97			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.45	0.036		1.51	0.038		1.56	0.039					
11/05/2023	10.2	48	1.52	0.038		1.61	0.040		1.72	0.043					
12/05/2023	10.2	72	1.98	0.050		2.04	0.050		2.15	0.054					
13/05/2023	10.2	96	2.02	0.051		2.12	0.053		2.15	0.054					
			4.57	total	1.11	4.57	total	1.16	4.57	total	1.18				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 1				MOLDE N° 12			
				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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	56	23			40	17				18	9		
1.270	0.050	1'00"	96	38			76	31				60	25		
1.910	0.075	1'30"	131	52			121	48				112	44		
2.540	0.100	2'00"	1000	280	113	93.2	9.3	240	94	80.4	8.0	162	63	58.1	
3.810	0.150	3'00"	1500	375	146			310	121			220	86		
5.080	0.200	4'00"	1500	433	170	180.8	12.1	367	143	149.2	9.9	273	106	106.3	
6.350	0.250	5'00"		596	237			463	190			378	124		
7.620	0.300	6'00"		645	256			515	203			378	148		
10.160	0.400	8'00"		799	321			650	258			483	190		
12.700	0.500	10'00"		955	388			795	319			590	233		

Henry Rivadeneira Oblitas  
USAT  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

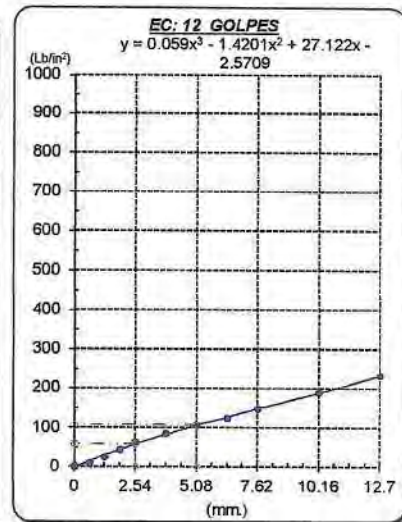
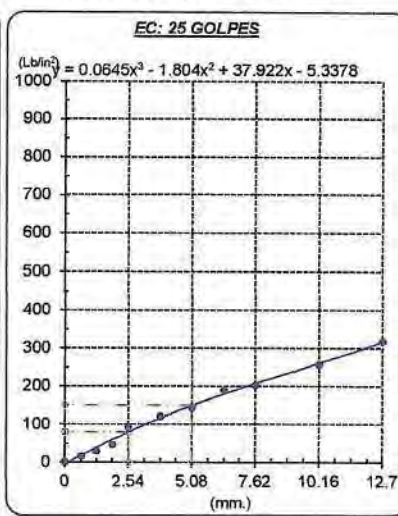
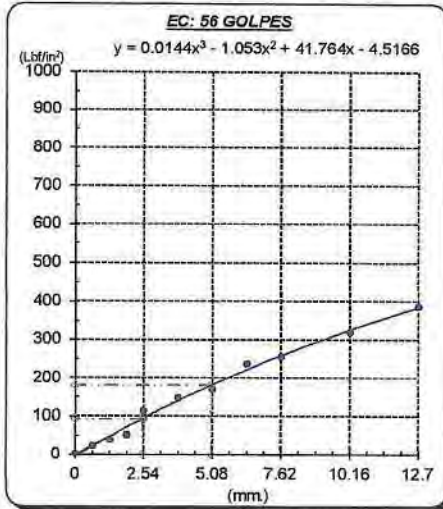
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.927 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.831 g./cm <sup>3</sup>	1.73437
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.73 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	10 %



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 USAT  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	5				1				12					
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	12698	12731	12478	12596	12462	12500								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8395	8395								
Peso del suelo húmedo (g)	4695	4728	4475	4593	4067	4105								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2112	2112								
Densidad húmeda (g/cc)	2.228	2.244	2.124	2.180	1.926	1.944								
% de humedad	15.94	16.65	16.08	18.76	16.47	17.42								
Densidad seca (g/cc)	1.922	1.924	1.830	1.836	1.653	1.655								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	157.7	157.7	4728	4728	99.7	99.7	4593	4593	143.8	143.8	4105.0	4105.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	139.9	139.9	4695	4695	89.1	89.1	4475	4475	127.4	127.4	4067.0	4067.0		
Peso del Agua (gr.)	17.8	17.8	33.0	33.0	10.7	10.7	118.0	118.0	16.4	16.4	38.0	38.0		
Peso del tarro (gr.)	28.2	28.2	0	0	22.8	22.8	0	0	27.80	27.80	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	111.7	111.7	4606.5	4606.5	66.3	66.3	4394.6	4394.6	99.6	99.6	4000.8	4000.8		
% de humedad	15.94	15.94	16.65	16.65	16.08	16.08	18.76	18.76	16.47	16.47	17.42	17.42		
Promedio de Humedad (%)	15.94		16.65		16.08		18.76		16.47		17.42			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.32	0.033		1.35	0.034		1.42	0.036				
11/05/2023	10.2	48	1.48	0.037		1.52	0.038		1.60	0.040				
12/05/2023	10.2	72	1.55	0.039		1.62	0.041		1.71	0.043				
13/05/2023	10.2	96	1.98	0.050		2.06	0.052		2.15	0.054				
			4.57	total	1.08	4.57	total	1.13	4.57	total	1.18			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	69	28			40	17		10	6			
1.270	0.050	1'00"	135	53			89	36		42	18			
1.910	0.075	1'30"	190	74			138	54		71	29			
2.540	0.100	2'00"	250	97	88.0	8.8	199	78	75.1	7.5	89	36	34.7 3.5	
3.810	0.150	3'00"	355	139			301	117		118	47			
5.080	0.200	4'00"	458	180	172.6	11.5	354	138	135.4	9.0	145	57	57.3 3.8	
6.350	0.250	5'00"	524	206			365	143		171	67			
7.620	0.300	6'00"	678	270			495	195		206	78			
10.160	0.400	8'00"	786	315			590	233		259	101			
12.700	0.500	10'00"	928	376			699	278		368	144			

Henry Rivadeneira Obúas  
 Tec. Laboratorio USAT

Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**

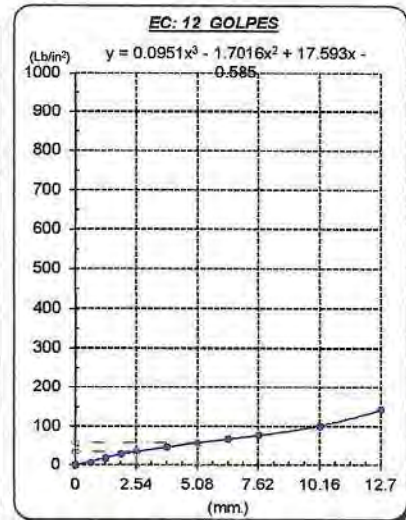
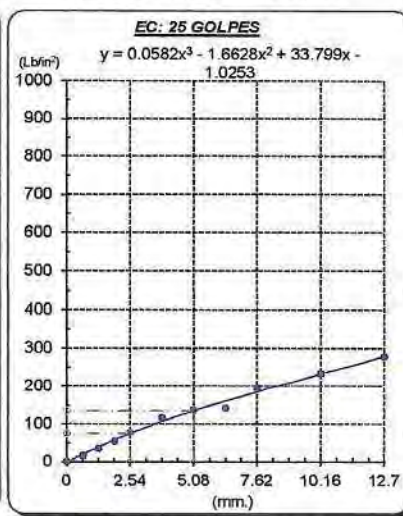
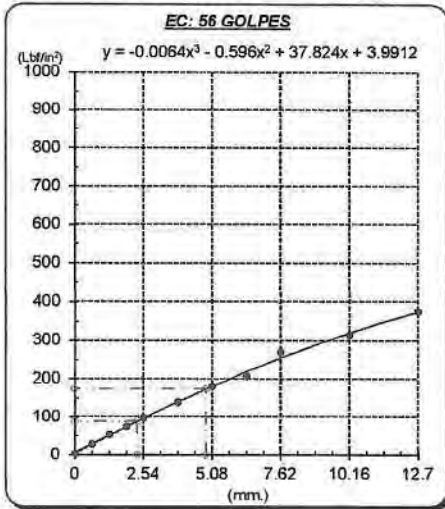


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.927 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.831 g/cm <sup>3</sup>	1.73437
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.73 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	9 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	5				1				12					
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	12670	12725	12458	12504	12382	12425								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)	4667	4722	4455	4501	3676	3719								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)	2.215	2.241	2.114	2.136	1.740	1.760								
% de humedad	15.03	16.23	15.55	16.60	16.67	17.85								
Densidad seca (g/cc)	1.926	1.928	1.830	1.832	1.491	1.493								
HUMEDAD														
Tarro N°	-													
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	151.6	151.6	4722	4722	92.5	92.5	4501	4501	146.0	146.0	3719.0	3719.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	135.5	135.5	4667	4667	83.1	83.1	4455	4455	129.2	129.2	3676.0	3676.0		
Peso del Agua ( gr. )	16.1	16.1	55.0	55.0	9.4	9.4	46.0	46.0	16.8	16.8	43.0	43.0		
Peso del tarro ( gr. )	28.4	28.4	0	0	22.8	22.8	0	0	28.40	28.40	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	107.1	107.1	4578.8	4578.8	60.3	60.3	4374.9	4374.9	100.8	100.8	3622.0	3622.0		
% de humedad	15.03	15.03	16.23	16.23	15.55	15.55	16.60	16.60	16.67	16.67	17.85	17.85		
Promedio de Humedad (%)	15.03		16.23		15.55		16.60		16.67		17.85			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.50	0.038		1.63	0.038		1.64	0.041				
11/05/2023	10.2	48	1.57	0.039		1.64	0.041		1.72	0.043				
12/05/2023	10.2	72	1.89	0.047		2.01	0.050		2.09	0.052				
13/05/2023	10.2	96	2.00	0.050		2.10	0.053		2.17	0.054				
			4.57	total	1.09	4.57	total	1.15	4.57	total	1.19			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 1				MOLDE N° 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	71	29			40	17		22	11			
1.270	0.050	1'00"	118	47			89	36		61	25			
1.910	0.075	1'30"	175	68			148	58		110	44			
2.540	0.100	2'00"	245	95	87.4	8.7	199	78	75.8	7.6	165	61	59.2	5.9
3.810	0.150	3'00"	345	135			301	117		226	88			
5.080	0.200	4'00"	427	167	175.6	11.7	365	139	136.3	9.1	280	111	108.6	7.2
6.350	0.250	5'00"	501	197			386	143		331	129			
7.620	0.300	6'00"	683	272			499	196		372	145			
10.160	0.400	8'00"	815	327			592	234		449	176			
12.700	0.500	10'00"	1005	407			700	279		507	199			

  
 Henry Ribadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


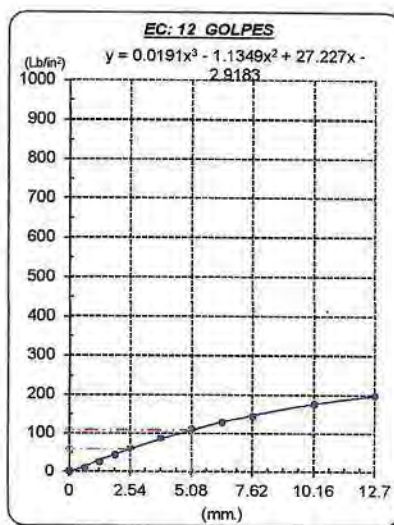
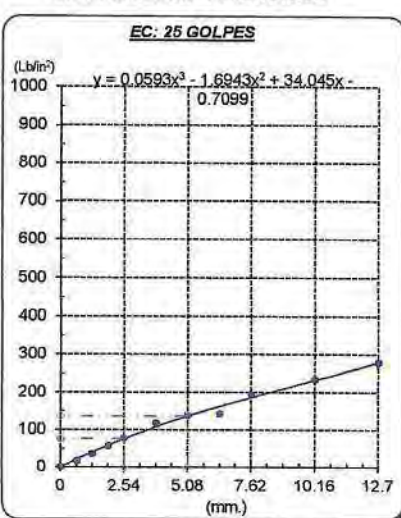
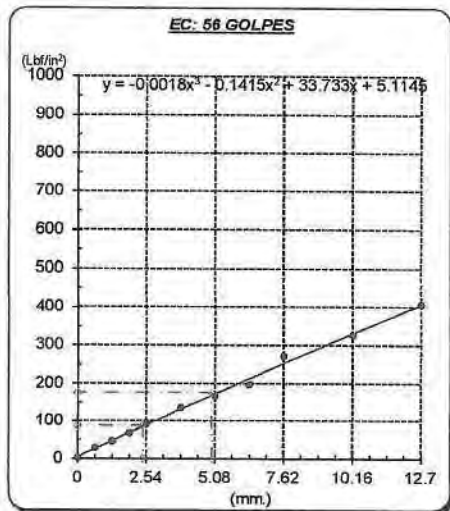
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



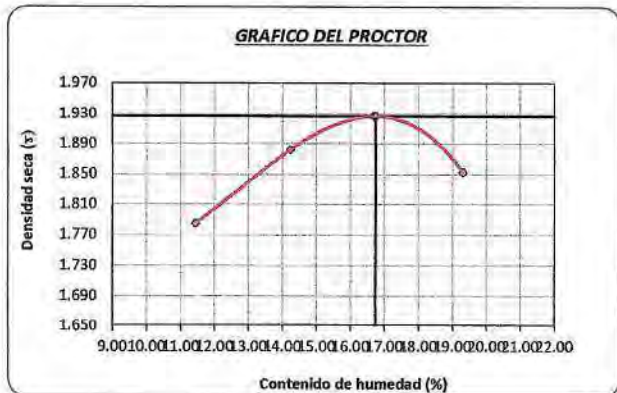
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.927 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.831 g/cm <sup>3</sup>	1.73437
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.73 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %		12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %		9 %



Henry Rivadeneira Obliuas  
 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	5				1				12						
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	12698	12698	12780	12780	12476	12476	12541	12541	12390	12390	12445	12445			
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8706	8706	8706	8706			
Peso del suelo húmedo (g)	4695	4695	4777	4777	4473	4473	4538	4538	3684	3684	3739	3739			
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2107	2113	2113	2113	2113			
Densidad húmeda (g/cc)	2.228	2.228	2.267	2.267	2.123	2.123	2.154	2.154	1.743	1.743	1.770	1.770			
% de humedad	15.73	15.73	17.51	17.51	16.00	16.00	17.48	17.48	16.13	16.13	17.64	17.64			
Densidad seca (g/cc)	1.925	1.925	1.929	1.929	1.830	1.830	1.833	1.833	1.501	1.501	1.504	1.504			
HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	140.7	140.7	4777	4777	94.5	94.5	4538	4538	139.8	139.8	3739.0	3739.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	125.4	125.4	4695	4695	84.6	84.6	4473	4473	124.3	124.3	3684.0	3684.0			
Peso del Agua (gr.)	15.3	15.3	82.0	82.0	9.9	9.9	65.0	65.0	15.5	15.5	55.0	55.0			
Peso del tarro (gr.)	28.2	28.2	0	0	22.8	22.8	0	0	28.20	28.20	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)	97.2	97.2	4606.3	4606.3	61.8	61.8	4392.6	4392.6	96.1	96.1	3629.5	3629.5			
% de humedad	15.73	15.73	17.51	17.51	16.00	16.00	17.48	17.48	16.13	16.13	17.64	17.64			
Promedio de Humedad (%)	15.73	15.73	17.51	17.51	16.00	16.00	17.48	17.48	16.13	16.13	17.64	17.64			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.48	0.037		1.56	0.039		1.62	0.041					
11/05/2023	10.2	48	1.55	0.039		1.62	0.041		1.60	0.040					
12/05/2023	10.2	72	1.90	0.048		2.15	0.054		2.28	0.057					
13/05/2023	10.2	96	2.10	0.053		2.20	0.055		2.35	0.059					
			4.57	total	1.15	4.57	total	1.20	4.57	total	1.29				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
				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	30			42	18			29	13		
1.270	0.050	1'00"		128	50			115	46			99	39		
1.910	0.075	1'30"		185	72			145	57			124	49		
2.540	0.100	2'00"	1000	256	100	85.8	8.6	200	78	77.0	7.7	143	56	51.4	5.1
3.810	0.150	3'00"		349	136			260	109			170	67		
5.080	0.200	4'00"	1500	439	172	170.3	11.4	365	143	138.2	9.2	207	81	82.5	5.5
6.350	0.250	5'00"		518	204			398	156			229	89		
7.620	0.300	6'00"		697	278			498	196			340	127		
10.160	0.400	8'00"		828	333			595	235			391	153		
12.700	0.500	10'00"		1015	414			710	283			427	167		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



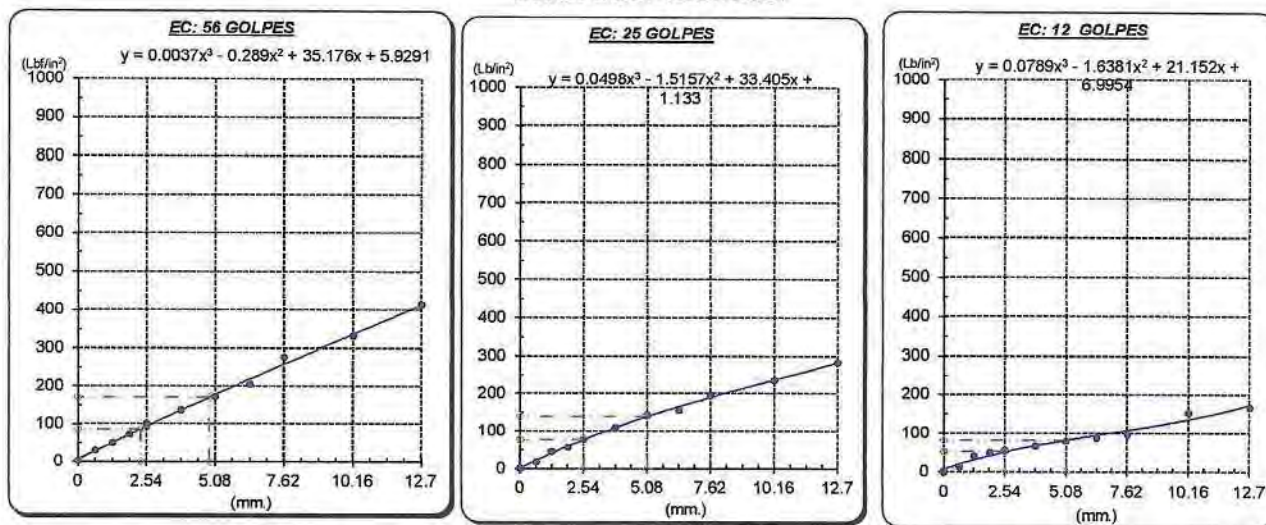
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
CHICLAYO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



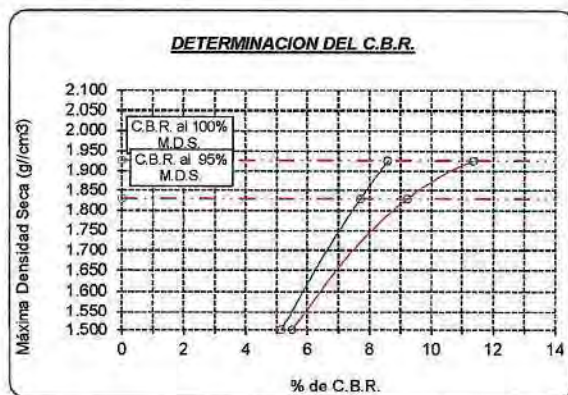
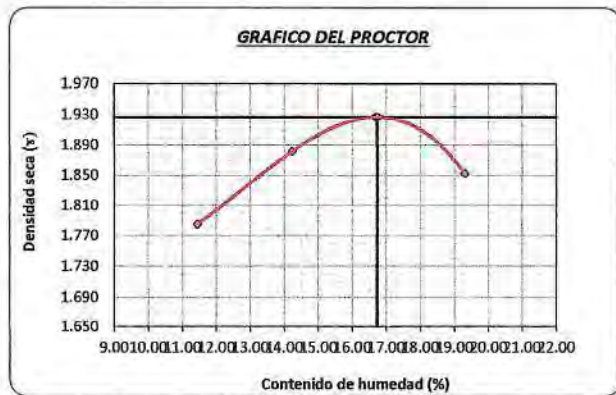
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.927 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.831 g/cm <sup>3</sup>	1.73437
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.73 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	9 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TÉCNICO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : 25% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	5				1				12					
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	12672		12740		12472		12516		12197		12251			
Peso de molde (g)	8003		8003		8003		8003		8395		8395			
Peso del suelo húmedo (g)	4669		4737		4469		4513		3802		3856			
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2107		2107		2112		2112			
Densidad húmeda (g/cc)	2.216		2.248		2.121		2.142		1.800		1.826			
% de humedad	15.09		16.57		15.89		16.89		16.11		17.55			
Densidad seca (g/cc)	1.925		1.929		1.830		1.832		1.550		1.553			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	155.6	155.6	4737	4737	204.0	204.0	4513	4513	157.8	157.8	3856.0	3856.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	138.9	138.9	4669	4669	179.9	179.9	4469	4469	139.8	139.8	3802.0	3802.0		
Peso del Agua (gr.)	16.7	16.7	68.0	68.0	24.1	24.1	44.0	44.0	18.0	18.0	54.0	54.0		
Peso del tarro (gr.)	28.2	28.2	0	0	28.2	28.2	0	0	27.90	27.90	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	110.7	110.7	4580.8	4580.8	151.7	151.7	4388.7	4388.7	111.9	111.9	3744.0	3744.0		
% de humedad	15.09	15.09	16.57	16.57	15.89	15.89	16.89	16.89	16.11	16.11	17.55	17.55		
Promedio de Humedad (%)	15.09		16.57		15.89		16.89		16.11		17.55			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.58	0.040		1.62	0.041		1.67	0.042				
11/05/2023	10.2	48	1.94	0.049		2.20	0.055		2.25	0.056				
12/05/2023	10.2	72	2.10	0.053		2.25	0.056		2.31	0.058				
13/05/2023	10.2	96	2.45	0.061		2.74	0.069		2.85	0.071				
			4.57	total	1.34	4.57	total	1.50	4.57	total	1.56			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	86	35			51	21		37	16			
1.270	0.050	1'00"	158	62			125	49		108	43			
1.910	0.075	1'30"	215	84			154	60		132	52			
2.540	0.100	2'00"	285	111	83.8	8.4	208	82	80.4	8.0	152	60	54.8 5.5	
3.810	0.150	3'00"	359	140			287	112		178	70			
5.080	0.200	4'00"	426	167	169.3	11.3	374	146	142.1	9.5	216	84	86.2 5.7	
6.350	0.250	5'00"	466	183			407	158		238	93			
7.620	0.300	6'00"	765	302			506	199		288	101			
10.180	0.400	8'00"	887	358			604	239		400	156			
12.700	0.500	10'00"	1025	419			715	285		485	170			

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

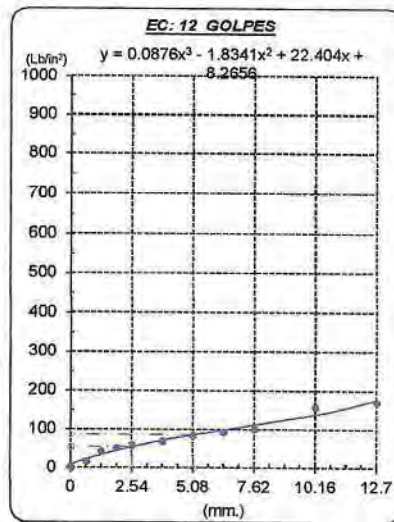
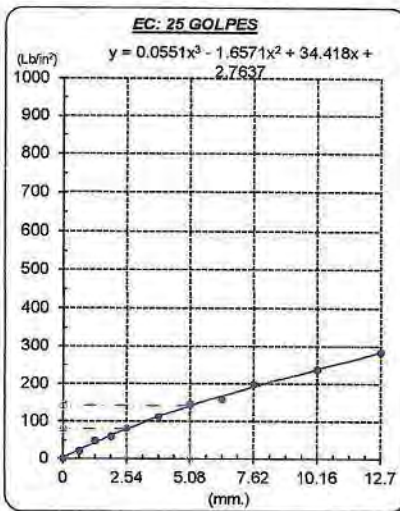
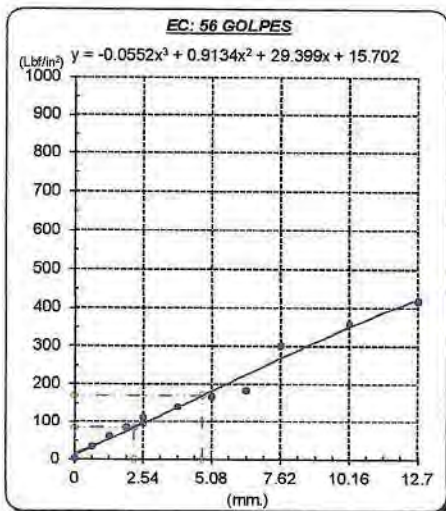
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.927 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.831 g/cm <sup>3</sup>	1.73437
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.73 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	9 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 (FIRMADO EN LABORATORIO)

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

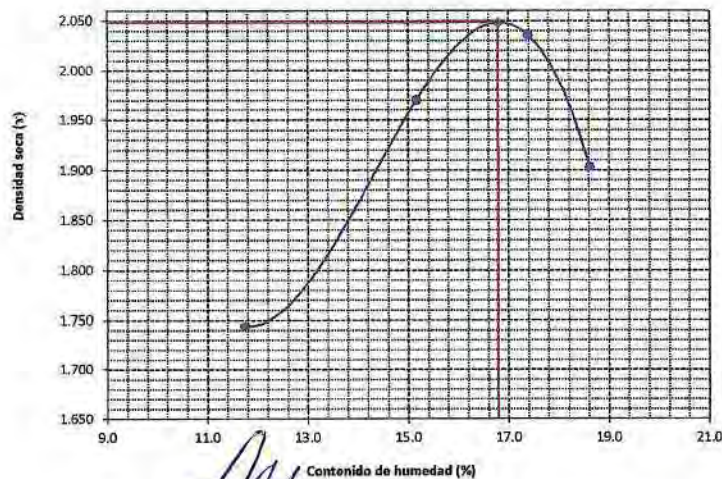
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5950	6240	6350	6230
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1770	2060	2170	2050
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.949	2.269	2.390	2.258

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.89	75.25	77.19	74.26
Peso del suelo seco + tara	g.	67.3	68.32	69.15	68.57
Peso de tara	g.	28.18	22.59	22.88	37.99
Peso de agua	g.	4.59	6.93	8.04	5.69
Peso de suelo seco	g.	39.12	45.73	46.27	30.58
Contenido de agua	%	11.7	15.2	17.4	18.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.745	1.970	2.036	1.904

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.048	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.788	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sanchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosa de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de Jose Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : 15% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

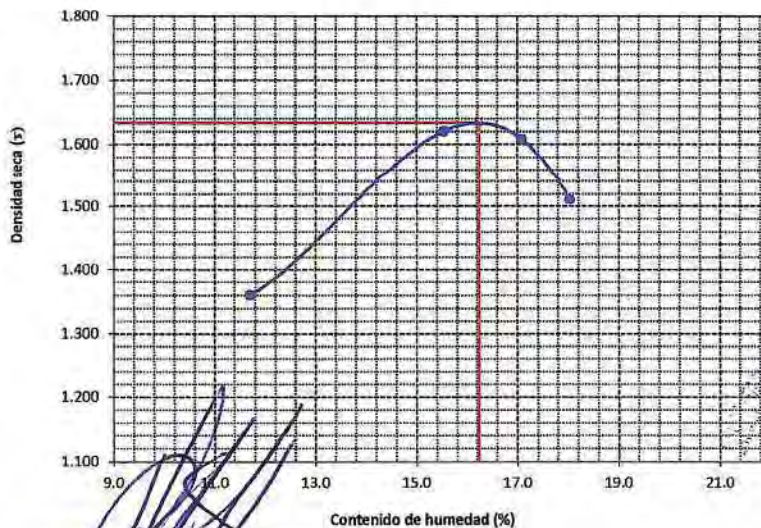
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5560	5880	5890	5800
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1380	1700	1710	1620
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.520	1.872	1.883	1.784

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	76.99	60.47	49.06	54.70
Peso del suelo seco + tara	g.	71.92	56.17	45.86	50.71
Peso de tara	g.	28.58	28.47	27.12	28.57
Peso de agua	g.	5.07	4.3	3.2	3.99
Peso de suelo seco	g.	43.34	27.7	18.74	22.14
Contenido de agua	%	11.7	15.5	17.1	18.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.361	1.621	1.609	1.512

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.634</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.22</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Ferry Adeneyra Oblitas*  
 Ing. Laboratorio USAT

*[Firma]*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5937	6075	6168	6121
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1757	1895	1988	1941
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.901	2.050	2.151	2.100

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	74.20	73.47	78.36	81.01
Peso del suelo seco + tara	g.	68.72	66.93	70.17	71.40
Peso de tara	g.	21.26	21.35	21.58	21.96
Peso de agua	g.	5.48	6.54	8.19	9.61
Peso de suelo seco	g.	47.46	45.58	48.59	49.44
Contenido de agua	%	11.5	14.3	16.9	19.4
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.704	1.793	1.841	1.758

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.841	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.855	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		1 alq				13				4 alq					
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		12362	12453	12284	12391	12194	12322								
Peso de molde (g)		8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)		4359	4450	4281	4388	3488	3616								
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2107	2107	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)		2.069	2.112	2.032	2.083	1.651	1.711								
% de humedad		12.09	14.21	12.51	15.06	13.12	16.85								
Densidad seca (g/cc)		1.846	1.849	1.806	1.810	1.459	1.465								
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		203.4	203.4	4450	4450	115.5	115.5	4388	4388	115.9	115.9	3616.0	3616.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		186.9	186.9	4359	4359	104.9	104.9	4281	4281	105.1	105.1	3488.0	3488.0		
Peso del Agua (gr.)		16.5	16.5	91.0	91.0	10.6	10.6	107.0	107.0	10.8	10.8	128.0	128.0		
Peso del tarro (gr.)		50.4	50.4	0	0	20.2	20.2	0	0	22.80	22.80	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		136.5	136.5	4280.0	4280.0	84.7	84.7	4205.1	4205.1	82.3	82.3	3437.8	3437.8		
% de humedad		12.09	12.09	14.21	14.21	12.51	12.51	15.06	15.06	13.12	13.12	16.85	16.85		
Promedio de Humedad (%)		12.09		14.21		12.51		15.06		13.12		16.85			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.60	0	0	0.60	0	0	0.60	0	0				
10/05/2023	10.2	24	2.50	0.063		2.80	0.070		2.95	0.074					
11/05/2023	10.2	48	2.95	0.074		3.14	0.079		3.25	0.081					
12/05/2023	10.2	72	3.15	0.079		3.54	0.089		3.92	0.098					
13/05/2023	10.2	96	3.50	0.088		3.98	0.100		4.15	0.104					
			4.57	total	1.92	4.57	total	2.18	4.57	total	2.27				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STAND.	MOLDE Nº 1 alq				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 4 alq				
			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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	54	23			31	14			24	11			
1.270	0.050	1'00"	106	42			69	28			57	24			
1.910	0.075	1'30"	162	63			112	44			81	33			
2.540	0.100	2'00"	1000	226	88	71.8	7.2	165	85	57.8	5.8	106	42	41.4	4.1
3.810	0.150	3'00"		299	117			198	77			143	56		
5.080	0.200	4'00"	1500	315	123	141.7	9.4	261	102	100.7	6.7	175	68	69.7	4.6
6.350	0.250	5'00"		468	184			295	145			207	81		
7.620	0.300	6'00"		581	230			354	138			245	95		
10.160	0.400	8'00"		658	261			417	163			285	111		
12.700	0.500	10'00"		799	304			504	197			368	142		

  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

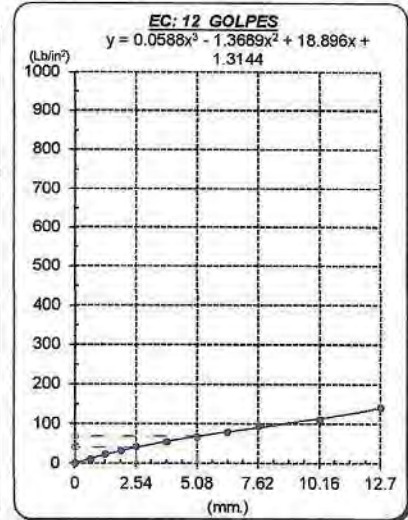
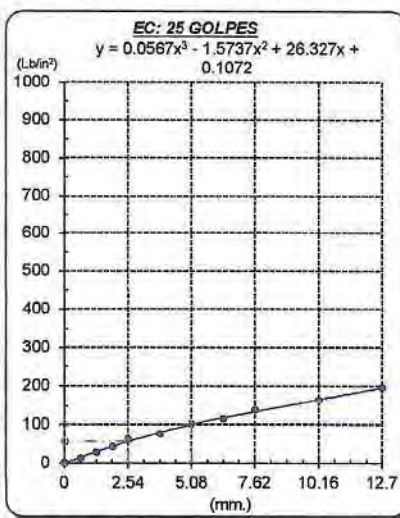
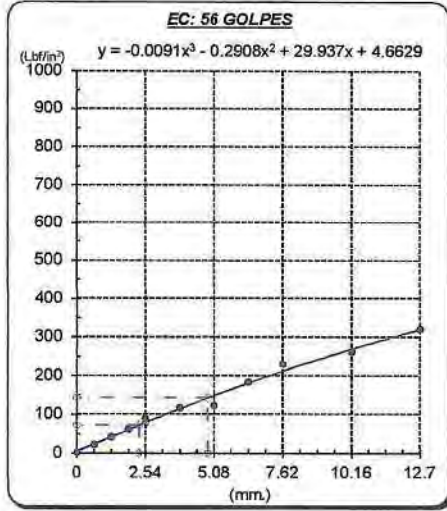


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



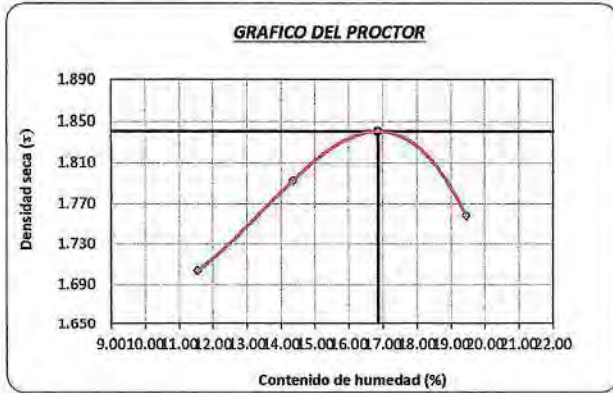
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.841 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.749 g./cm <sup>3</sup>	1.6567
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.86 %	

**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 %	6 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03

MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	1 alq				13				4 alq					
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	12353	12399	12291	12521	12208	12498								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8155	8155								
Peso del suelo húmedo (g)	4350	4396	4288	4518	4053	4343								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2107	2123	2123								
Densidad húmeda (g/cc)	2.065	2.086	2.035	2.144	1.909	2.046								
% de humedad	12.16	13.24	12.81	18.27	13.59	20.87								
Densidad seca (g/cc)	1.841	1.843	1.804	1.813	1.681	1.693								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	151.7	151.7	4396	4396	151.4	151.4	4518	4518	120.8	120.8	4343.0	4343.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	140.5	140.5	4350	4350	136.8	136.8	4288	4288	109.1	109.1	4053.0	4053.0		
Peso del Agua (gr.)	11.2	11.2	46.0	46.0	14.6	14.6	230.0	230.0	11.7	11.7	290.0	290.0		
Peso del tarro (gr.)	48.2	48.2	0	0	22.8	22.8	0	0	22.84	22.84	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	92.3	92.3	4271.4	4271.4	114.0	114.0	4212.0	4212.0	86.2	86.2	3986.0	3986.0		
% de humedad	12.16	12.16	13.24	13.24	12.81	12.81	18.27	18.27	13.59	13.59	20.87	20.87		
Promedio de Humedad (%)	12.16		13.24		12.81		18.27		13.59		20.87			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.15	0.029		1.32	0.033		1.50	0.038				
11/05/2023	10.2	48	2.00	0.050		2.50	0.063		2.87	0.072				
12/05/2023	10.2	72	2.49	0.062		2.80	0.070		3.15	0.079				
13/05/2023	10.2	96	3.20	0.080		3.60	0.088		3.70	0.093				
			4.57	total	1.75	4.57	total	1.92	4.57	total	2.03			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1 alq				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 4 alq			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	74	30			54	23			46	20		
1.270	0.050	1'00"	129	51			92	37			79	32		
1.910	0.075	1'30"	183	72			125	49			109	43		
2.540	0.100	2'00"	238	93	73.4	7.3	165	65	62.7	6.3	130	51	50.6	5.1
3.810	0.150	3'00"	311	121			215	84			164	64		
5.080	0.200	4'00"	389	152	142.4	9.5	276	108	108.9	7.3	208	81	81.3	5.4
6.350	0.250	5'00"	465	182			327	128			235	92		
7.620	0.300	6'00"	542	214			383	150			268	104		
10.160	0.400	8'00"	649	258			449	179			321	125		
12.700	0.500	10'00"	764	314			524	206			378	148		

  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


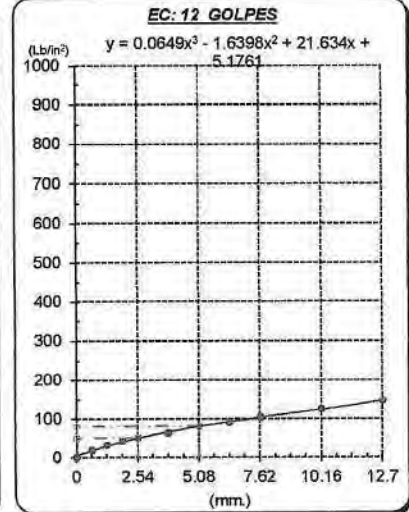
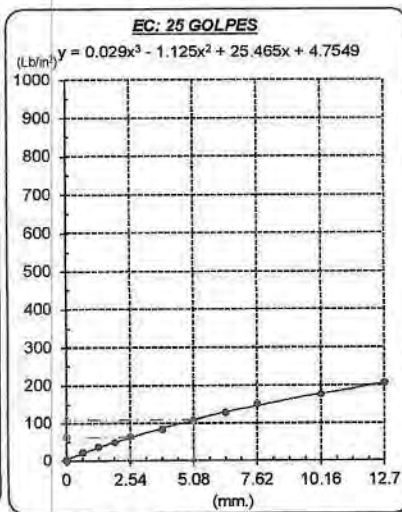
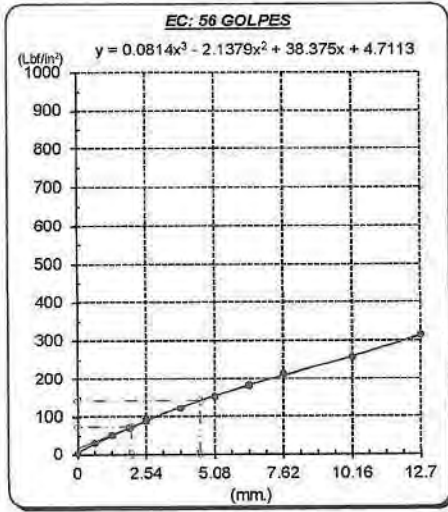
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.841 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.749 g/cm <sup>3</sup>	1.6567
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.86 %	

**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 %	6 %



  
 Henry Rivodeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
  
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03

MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	1 alq				13				4 alq							
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	12386		12525		12305		12401		12190		12296					
Peso de molde (g)	8003		8003		8003		8003		8706		8706					
Peso del suelo húmedo (g)	4383		4522		4302		4398		3484		3590					
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2107		2107		2113		2113					
Densidad húmeda (g/cc)	2.080		2.146		2.042		2.087		1.649		1.699					
% de humedad	13.37		16.60		13.81		16.08		14.21		17.29					
Densidad seca (g/cc)	1.835		1.841		1.794		1.798		1.444		1.449					
HUMEDAD																
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	173.2	173.2	4522	4522	144.5	144.5	4398	4398	118.8	118.8	3590.0	3590.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	158.8	158.8	4383	4383	132.8	132.8	4302	4302	106.8	106.8	3484.0	3484.0				
Peso del Agua (gr.)	14.4	14.4	139.0	139.0	11.7	11.7	96.0	96.0	11.9	11.9	106.0	106.0				
Peso del tarro (gr.)	50.8	50.8	0	0	48.2	48.2	0	0	22.80	22.80	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	108.0	108.0	4304.0	4304.0	84.6	84.6	4226.2	4226.2	84.0	84.0	3434.4	3434.4				
% de humedad	13.37	13.37	16.60	16.60	13.81	13.81	16.08	16.08	14.21	14.21	17.29	17.29				
Promedio de Humedad (%)	13.37		16.60		13.81		16.08		14.21		17.29					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0					
10/05/2023	10.2	24	2.90	0.073		3.10	0.078		3.35	0.084						
11/05/2023	10.2	48	3.10	0.078		3.64	0.089		3.74	0.094						
12/05/2023	10.2	72	3.45	0.086		3.84	0.096		3.90	0.098						
13/05/2023	10.2	96	3.98	0.100		4.12	0.103		4.25	0.106						
			4.57	total	2.18	4.57	total	2.26	4.57	total	2.33					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1 alq				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 4 alq					
			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.	Lbf/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	96	38					42	18			31	14		
1.270	0.050	1'00"	164	64					124	49			110	44		
1.910	0.075	1'30"	219	85					165	65			136	54		
2.540	0.100	2'00"	265	103	78.2	7.8			206	80	75.8	7.6	165	61	60.8	6.1
3.810	0.150	3'00"	343	134					251	98			195	76		
5.080	0.200	4'00"	418	164	152.7	10.2			320	125	125.5	8.4	240	94	94.2	6.3
6.350	0.250	5'00"	504	198					351	137			264	103		
7.620	0.300	6'00"	574	228					428	168			295	115		
10.160	0.400	8'00"	685	264					505	199			350	137		
12.700	0.500	10'00"		312					592	234			410	160		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

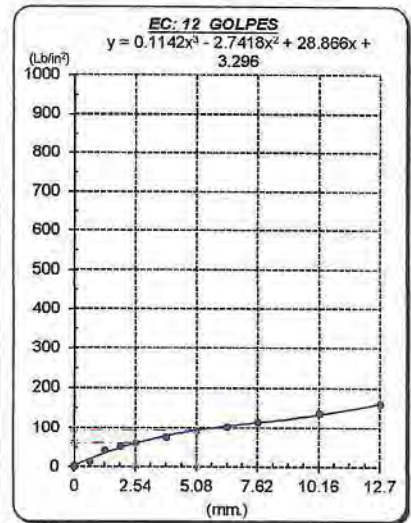
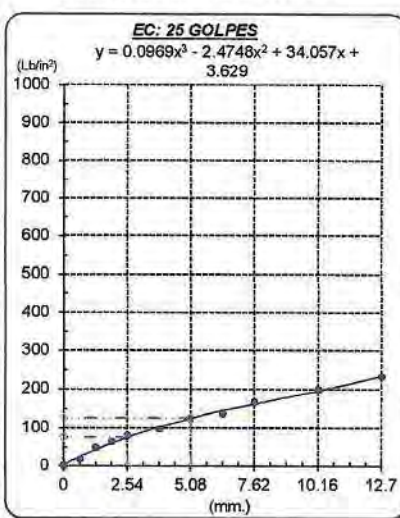
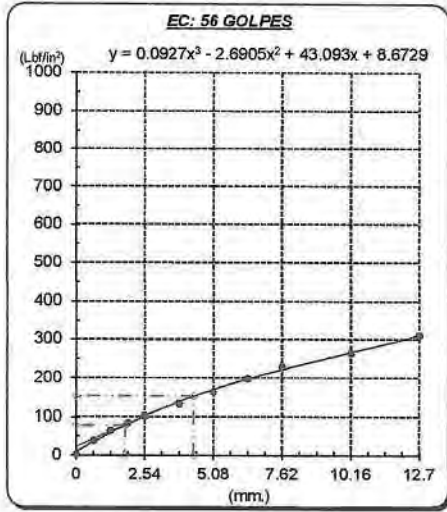
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasante arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



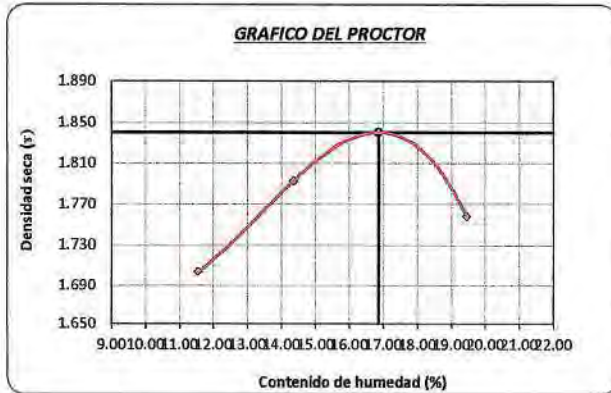
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.841 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.749 g./cm <sup>3</sup>	1.6567
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.86 %	

**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 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		2alq				13				10alq					
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		12322	12503	12282	12491	12211	12454								
Peso de molde (g)		8003	8003	8003	8003	8706	8706								
Peso del suelo húmedo (g)		4319	4500	4279	4488	3505	3748								
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2107	2115	2113	2112								
Densidad húmeda (g/cc)		2.050	2.136	2.031	2.122	1.659	1.775								
% de humedad		12.26	16.53	12.86	17.83	14.38	21.42								
Densidad seca (g/cc)		1.826	1.833	1.800	1.801	1.450	1.462								
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		183.8	183.8	4500	4500	124.2	124.2	4488	4488	167.8	167.8	3748.0	3748.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		166.8	166.8	4319	4319	114.0	114.0	4279	4279	150.3	150.3	3505.0	3505.0		
Peso del Agua (gr.)		17.0	17.0	181.0	181.0	10.2	10.2	209.0	209.0	17.5	17.5	243.0	243.0		
Peso del tarro (gr.)		28.2	28.2	0	0	34.9	34.9	0	0	28.70	28.70	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		138.6	138.6	4241.5	4241.5	79.1	79.1	4203.4	4203.4	121.6	121.6	3454.9	3454.9		
% de humedad		12.26	12.26	16.53	16.53	12.86	12.86	17.83	17.83	14.38	14.38	21.42	21.42		
Promedio de Humedad (%)		12.26	16.53	12.86	17.83	14.38	21.42								
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.45	0	0	0.55	0	0	0.67	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.05	0.026		1.20	0.030		1.59	0.040					
11/05/2023	10.2	48	1.70	0.043		1.90	0.048		2.15	0.054					
12/05/2023	10.2	72	2.50	0.063		2.63	0.066		2.85	0.071					
13/05/2023	10.2	96	3.12	0.078		3.32	0.083		3.69	0.092					
			4.57	total	1.71	4.57	total	1.82	4.57	total	2.02				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 2alq				MOLDE N° 13				MOLDE N° 10alq			
				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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	96	35			35	15			28	13			
1.270	0.050	1'00"	165	61			65	34			61	25			
1.910	0.075	1'30"	205	80			135	53			85	34			
2.540	0.100	2'00"	1000	265	103	74.9	7.5	169	66	67.9	6.8	111	44	47.8	4.8
3.810	0.150	3'00"		255	99			225	88			170	67		
5.080	0.200	4'00"	1500	407	159	147.0	9.8	355	137	125.6	8.4	265	103	95.4	6.4
6.350	0.250	5'00"		514	202			514	152			301	117		
7.620	0.300	6'00"		579	229			579	174			364	142		
10.160	0.400	8'00"		666	285			640	201			410	160		
12.700	0.500	10'00"		789	315			690	233			465	182		

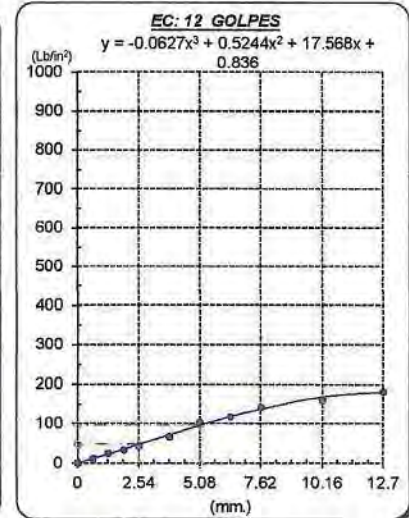
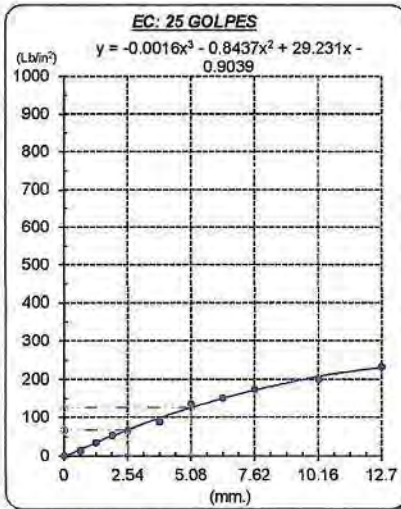
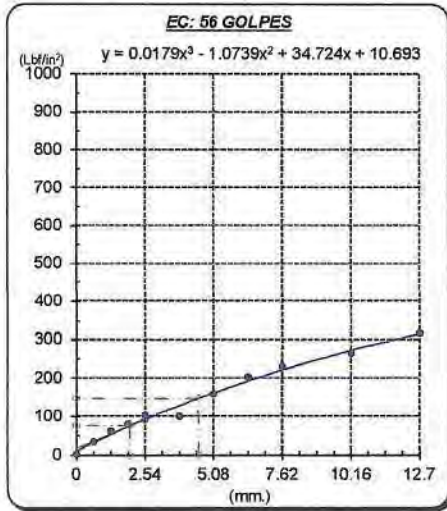
  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.841 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.749 g/cm <sup>3</sup>	1.6567
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.86 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	8 %



*Henry Rivudenyra Oblitas*  
 Henry Rivudenyra 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 15% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

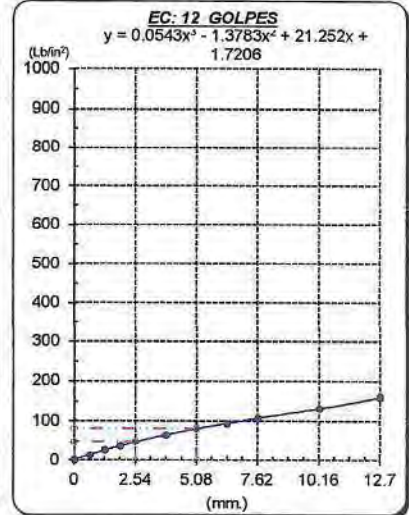
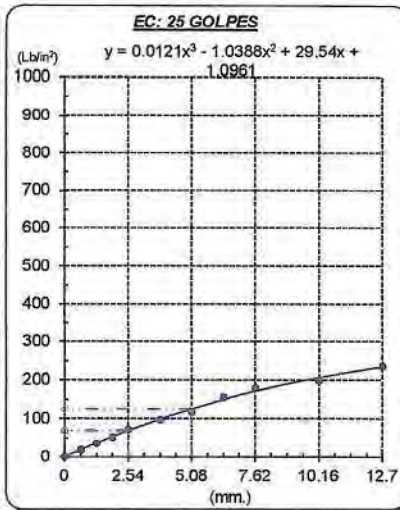
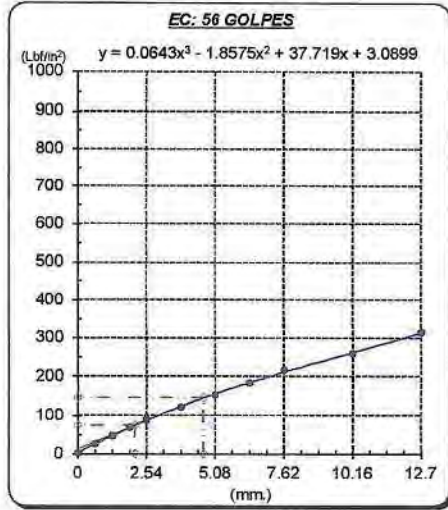
COMPACTACIÓN														
Nº Molde	2alq				13				10alq					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12716	12839	12499	12623	12025	12155								
Peso de molde (g)	8003	8003	8003	8003	8806	8806								
Peso del suelo húmedo (g)	4713	4836	4496	4620	3219	3349								
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2107	2115	2118	2112								
Densidad húmeda (g/cc)	2.237	2.295	2.134	2.184	1.520	1.585								
% de humedad	13.55	16.21	13.77	16.58	13.84	17.90								
Densidad seca (g/cc)	1.970	1.975	1.876	1.874	1.335	1.345								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	195.8	195.8	4836.1	4836.1	110.8	110.8	4620	4620	150.5	150.5	3348.6	3348.6		
Tarro + Suelo seco (gr.)	175.8	175.8	4713	4713	100.8	100.8	4496	4496	135.6	135.6	3219.5	3219.5		
Peso del Agua (gr.)	20.0	20.0	123.1	123.1	10.0	10.0	124.0	124.0	14.9	14.9	129.1	129.1		
Peso del tarro (gr.)	28.2	28.2	0	0	28.2	28.2	0	0	28.20	28.20	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	147.6	147.6	4622.0	4622.0	72.6	72.6	4413.2	4413.2	107.4	107.4	3177.0	3177.0		
% de humedad	13.55	13.55	16.21	16.21	13.77	13.77	16.58	16.58	13.84	13.84	17.90	17.90		
Promedio de Humedad (%)	13.55		16.21		13.77		16.58		13.84		17.90			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	6.50	0	0	0.50	0	0			
10/05/2023	10.2	24	2.40	0.053		2.25	0.056		2.36	0.059				
11/05/2023	10.2	48	2.50	0.063		2.63	0.066		2.78	0.070				
12/05/2023	10.2	72	2.85	0.071		2.98	0.075		3.15	0.079				
13/05/2023	10.2	96	3.69	0.092		3.78	0.095		3.90	0.098				
			4.57	total	2.02	4.57	total	2.07	4.57	total	2.13			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº 2alq				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 10alq			
			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.													
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.640	0.025	0'30"	66	27					45	19				
1.270	0.050	1'00"	120	47					90	36				
1.910	0.075	1'30"	178	70					132	52				
2.540	0.100	2'00"	235	92	74.7	7.5			189	74	69.6	7.0		
3.810	0.150	3'00"	312	122					250	97				
5.080	0.200	4'00"	387	151	144.6	9.6			301	117	125.9	8.4		
6.350	0.250	5'00"	467	183					398	156				
7.620	0.300	6'00"	549	217					458	180				
10.160	0.400	8'00"	654	260					504	198				
12.700	0.500	10'00"	785	315					595	236				

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban

Henry Rivadeneira Obitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.841 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.749 g./cm <sup>3</sup>	1.6567
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.86 %	

**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**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.	6 %	8 %



  
 Henry Rivadeneyra 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 DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

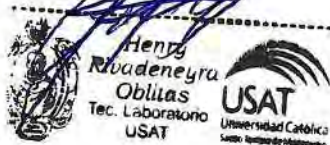
CALICATA : C-03

MUESTRA : 15% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		2alq				13				10alq					
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		12311	12311	12434	12434	12219	12219	12465	12465	12181	12181	12250	12250		
Peso de molde (g)		8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8806	8806	8806	8806		
Peso del suelo húmedo (g)		4308	4308	4431	4431	4216	4216	4462	4462	3375	3375	3444	3444		
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2107	2107	2107	2107	2115	2115	2118	2118	2112	2112		
Densidad húmeda (g/cc)		2.045	2.045	2.103	2.103	2.001	2.001	2.110	2.110	1.593	1.593	1.631	1.631		
% de humedad		11.89	11.89	14.79	14.79	12.18	12.18	18.12	18.12	12.28	12.28	14.35	14.35		
Densidad seca (g/cc)		1.827	1.827	1.832	1.832	1.784	1.784	1.786	1.786	1.419	1.419	1.426	1.426		
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		200.2	200.2	4431	4431	125.8	125.8	4462	4462	155.5	155.5	3444.0	3444.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		184.6	184.6	4308	4308	115.2	115.2	4216	4216	141.6	141.6	3375.0	3375.0		
Peso del Agua (gr.)		15.7	15.7	123.0	123.0	10.6	10.6	246.0	246.0	13.9	13.9	69.0	69.0		
Peso del tarro (gr.)		52.8	52.8	0	0	28.2	28.2	0	0	28.20	28.20	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		131.8	131.8	4230.7	4230.7	87.0	87.0	4142.1	4142.1	113.4	113.4	3327.8	3327.8		
% de humedad		11.89	11.89	14.79	14.79	12.18	12.18	18.12	18.12	12.28	12.28	14.35	14.35		
Promedio de Humedad (%)		11.89	11.89	14.79	14.79	12.18	12.18	18.12	18.12	12.28	12.28	14.35	14.35		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.50	0	0	0.50	0	0	0.50	0	0				
10/05/2023	10.2	24	2.06	0.052		2.27	0.057		2.45	0.061					
11/05/2023	10.2	48	2.95	0.074		3.05	0.076		3.35	0.084					
12/05/2023	10.2	72	3.45	0.086		3.68	0.090		3.82	0.095					
13/05/2023	10.2	96	3.95	0.099		4.10	0.103		4.25	0.105					
			4.57	total	2.16	4.57	total	2.24	4.57	total	2.33				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 2alq				MOLDE N° 13				MOLDE N° 10alq			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		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"	65	27			49	21			39	17			
1.270	0.050	1'00"	119	47			89	36			74	30			
1.910	0.075	1'30"	173	68			133	52			102	41			
2.540	0.100	2'00"	227	88	68.4	6.8	172	67	66.0	6.6	139	52	50.7	5.1	
3.810	0.150	3'00"	303	118			235	92			172	67			
5.080	0.200	4'00"	379	148	132.1	8.8	294	115	115.6	7.7	215	84	84.0	5.6	
6.350	0.250	5'00"	455	178			345	135			248	97			
7.620	0.300	6'00"	432	169			405	158			282	110			
10.160	0.400	8'00"	625	248			480	188			340	133			
12.700	0.500	10'00"	729	291			560	222			405	159			

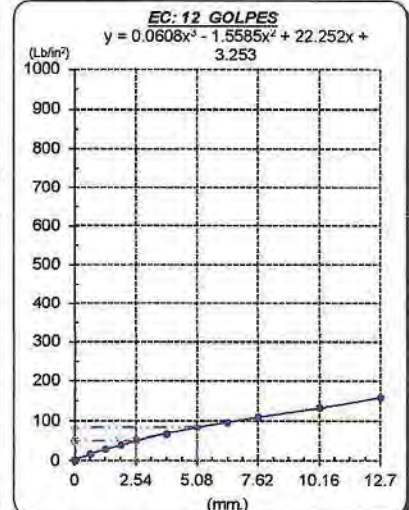
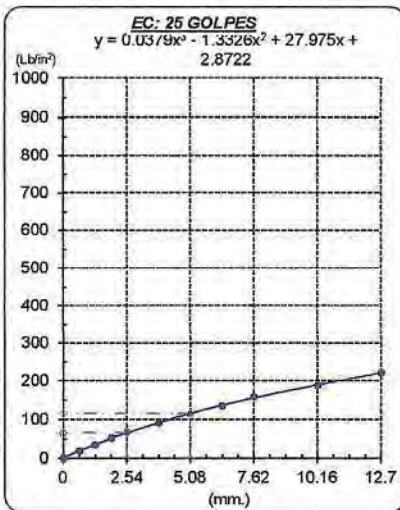
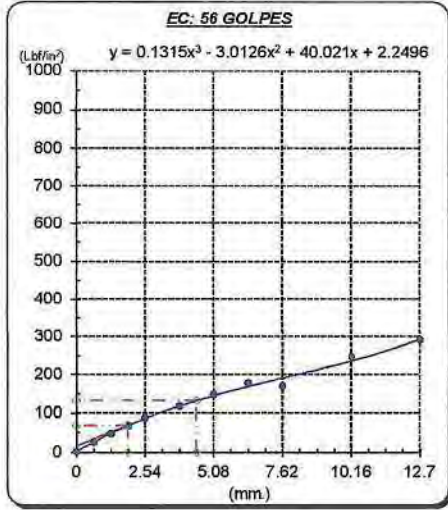
Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban



TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



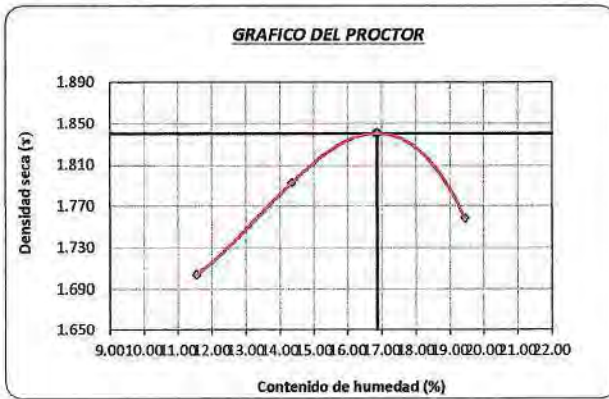
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.841 g./cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.749 g./cm <sup>3</sup>	1.6567
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.86 %	

**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 Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

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

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

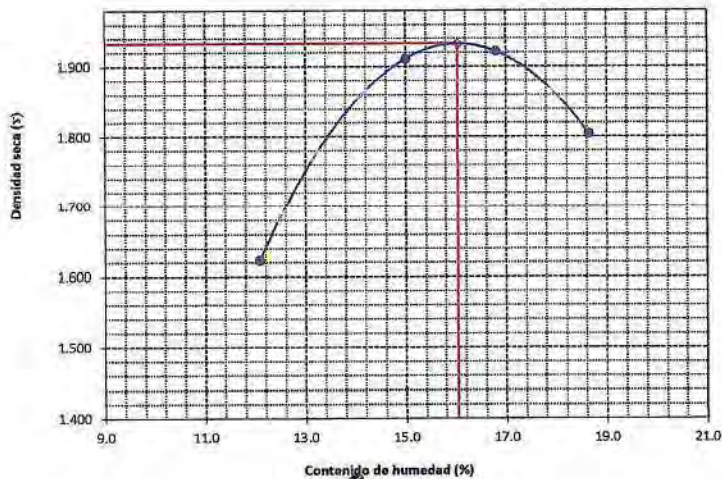
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5832	6176	6218	6124
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1652	1996	2038	1944
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.819	2.198	2.244	2.141

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	49.44	44.75	84.23	77.24
Peso del suelo seco + tara	g.	47.15	41.86	76.02	69.18
Peso de tara	g.	28.18	22.59	27.12	25.94
Peso de agua	g.	2.29	2.89	8.21	8.06
Peso de suelo seco	g.	18.97	19.27	48.9	43.24
Contenido de agua	%	12.1	15.0	16.8	18.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.623	1.912	1.922	1.805

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.933	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.038	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 Chiclayo, Lambayeque  
 TECNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

GALICATA: C-03  
MUESTRA: 20% ARENA DE MAR  
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

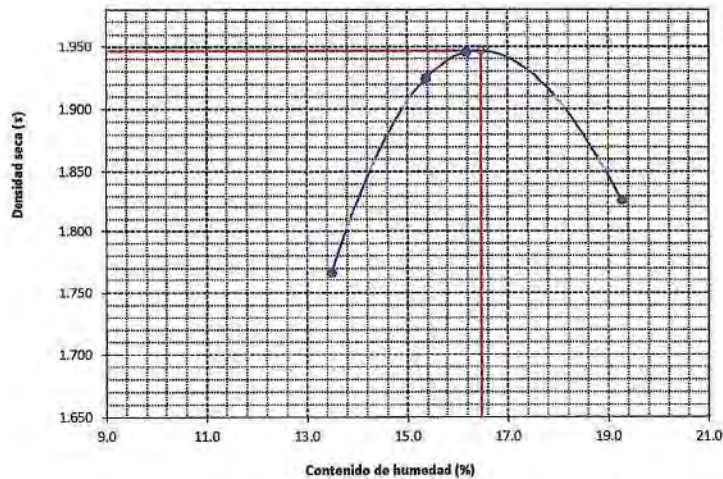
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6000	6196	6232	6158
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1820	2016	2052	1978
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.004	2.220	2.260	2.178

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	68.15	79.47	85.61	74.08
Peso del suelo seco + tara	g.	63.40	72.35	76.74	68.25
Peso de tara	g.	28.18	25.99	21.87	37.99
Peso de agua	g.	4.75	7.12	8.87	5.83
Peso de suelo seco	g.	35.22	46.36	54.87	30.26
Contenido de agua	%	13.5	15.4	16.2	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.766	1.925	1.945	1.826

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.947	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.467	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

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

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

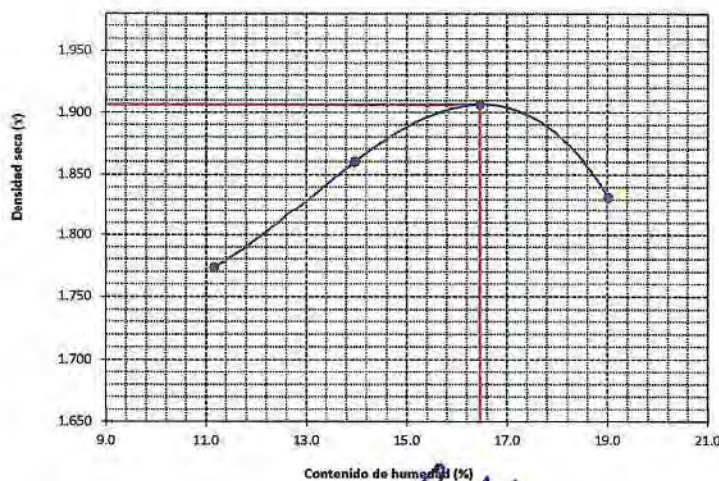
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6002	6139	6232	6195
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1822	1959	2052	2015
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	924.2	924.2	924.2	924.2
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.971	2.120	2.220	2.180

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	64.16	63.03	67.84	69.37
Peso del suelo seco + tara	g.	59.69	57.70	61.06	61.37
Peso de tara	g.	19.63	19.52	19.87	19.30
Peso de agua	g.	4.47	5.33	6.78	8
Peso de suelo seco	g.	40.06	38.18	41.19	42.07
Contenido de agua	%	11.2	14.0	16.5	19.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.774	1.860	1.906	1.832

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.906	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.460	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
 Henry Rivadeneira Obliuas  
 Tcc. Laboratorio 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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	2alq				13				10alq					
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	12902	13006	12634	12725	12311	12404								
Peso de molde (g)	8157	8157	8158	8158	8119	8119								
Peso del suelo húmedo (g)	4745	4849	4476	4567	4192	4285								
Volumen del molde (cc)	2162	2162	2134	2115	2113	2112								
Densidad húmeda (g/cc)	2.194	2.243	2.098	2.159	1.984	2.029								
% de humedad	15.33	17.56	15.91	17.98	16.21	18.47								
Densidad seca (g/cc)	1.903	1.908	1.810	1.830	1.707	1.713								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	150.3	150.3	4849	4849	114.9	114.9	4567	4567	139.6	139.6	4285.0	4285.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	134.1	134.1	4745	4745	101.9	101.9	4476	4476	124.1	124.1	4192.0	4192.0		
Peso del Agua (gr.)	16.2	16.2	104.0	104.0	13.0	13.0	91.0	91.0	15.5	15.5	93.0	93.0		
Peso del tarro (gr.)	28.4	28.4	0	0	20.2	20.2	0	0	28.50	28.50	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	105.7	105.7	4656.4	4656.4	81.7	81.7	4396.4	4396.4	95.6	95.6	4121.6	4121.6		
% de humedad	15.33	15.33	17.56	17.56	15.91	15.91	17.98	17.98	16.21	16.21	18.47	18.47		
Promedio de Humedad (%)	15.33	17.56	15.91	17.98	16.21	18.47								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.45	0	0	0.55	0	0	0.67	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.00	0.025		1.20	0.030		1.33	0.033				
11/05/2023	10.2	48	1.40	0.035		1.52	0.038		1.65	0.041				
12/05/2023	10.2	72	1.90	0.048		2.05	0.051		2.28	0.057				
13/05/2023	10.2	96	2.10	0.053		2.54	0.064		2.97	0.074				
			4.57	total	1.15	4.57	total	1.39	4.57	total	1.63			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 2alq				MOLDE N° 13				MOLDE N° 10alq			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2	
0.640	0.025	0'30"	96	38			45	19				35	15	
1.270	0.050	1'00"	156	61			101	40				74	30	
1.910	0.075	1'30"	215	84			146	57				95	38	
2.540	0.100	2'00"	285	111	80.2	8.0	179	70	73.0	7.3		125	49	52.8 5.3
3.810	0.150	3'00"	325	127			238	93				187	73	
5.080	0.200	4'00"	418	164	156.3	10.4	368	144	132.8	8.9		278	108	101.7 6.8
6.350	0.250	5'00"	529	208			408	160				317	124	
7.620	0.300	6'00"	598	237			468	184				378	148	
10.160	0.400	8'00"	678	270			528	208				428	168	
12.700	0.500	10'00"	798	315			610	242				479	188	

**Henry Rivadeneira Obinas**  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**TÉCNICO DE LABORATORIO**

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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

**GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN**

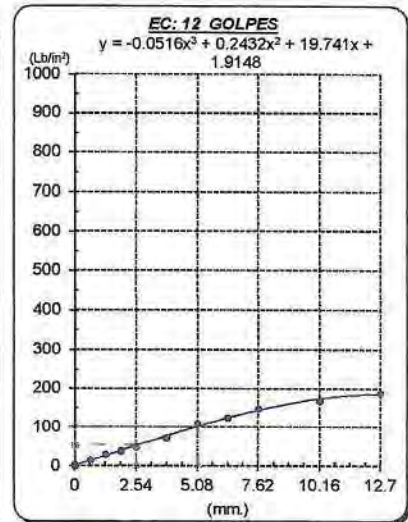
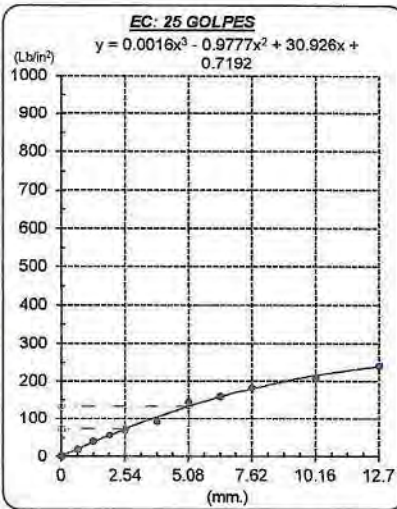
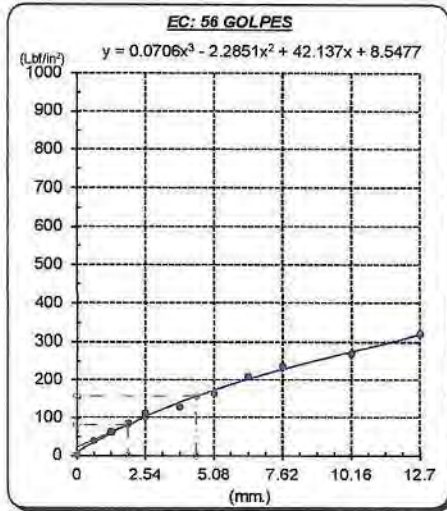


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.906 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.811 g/cm <sup>3</sup>	1.71584
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.46 %	

**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 %	9 %



*Henry Rivadeneyra Obliuas*  
 Henry Rivadeneyra Obliuas  
 Tec. Laboratorio 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 AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 20% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		2alq				13				10alq				
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		12920	12995	12638	12705	12253	12310							
Peso de molde (g)		8157	8157	8158	8158	8119	8119							
Peso del suelo húmedo (g)		4763	4838	4480	4547	4134	4191							
Volumen del molde (cc)		2162	2162	2134	2115	2113	2112							
Densidad húmeda (g/cc)		2.203	2.237	2.100	2.150	1.957	1.984							
% de humedad		15.85	17.45	15.98	17.50	16.24	17.64							
Densidad seca (g/cc)		1.801	1.805	1.810	1.830	1.683	1.687							
HUMEDAD														
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		148.9	148.9	4838	4838	114.5	114.5	4547	4547	167.4	167.4	4191.0	4191.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		132.4	132.4	4763	4763	101.5	101.5	4480	4480	148.0	148.0	4134.0	4134.0	
Peso del Agua (gr.)		16.5	16.5	75.0	75.0	13.0	13.0	67.0	67.0	19.4	19.4	57.0	57.0	
Peso del tarro (gr.)		28.3	28.3	0	0	20.2	20.2	0	0	28.30	28.30	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		104.1	104.1	4674.1	4674.1	81.3	81.3	4400.3	4400.3	119.7	119.7	4065.6	4065.6	
% de humedad		15.85	15.85	17.45	17.45	15.98	15.98	17.50	17.50	16.24	16.24	17.64	17.64	
Promedio de Humedad (%)		15.85	17.45	15.98	17.50	16.24	17.64							
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.16	0.029		1.26	0.031		1.28	0.032				
11/05/2023	10.2	48	1.35	0.034		1.48	0.037		1.58	0.040				
12/05/2023	10.2	72	1.88	0.047		2.01	0.050		2.15	0.054				
13/05/2023	10.2	96	2.15	0.054		2.25	0.056		2.38	0.060				
			4.57	total	1.18	4.57	total	1.23	4.57	total	1.30			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 2alq				MOLDE N° 13				MOLDE N° 10alq			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	91	36			51	21			37	16		
1.270	0.050	1'00"	171	67			116	46			89	36		
1.910	0.075	1'30"	261	102			152	63			110	44		
2.540	0.100	2'00"	300	117	82.7	8.3	195	76	78.9	7.9	140	55	56.3	5.8
3.810	0.150	3'00"	340	133			253	99			202	79		
5.080	0.200	4'00"	432	169	161.8	10.8	383	150	130.6	19.3	243	114	108.4	7.2
6.350	0.250	5'00"	544	214			425	169			332	129		
7.620	0.300	6'00"	610	242			484	180			394	154		
10.160	0.400	8'00"	694	276			543	214			443	174		
12.700	0.500	10'00"	814	321			624	247			495	195		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

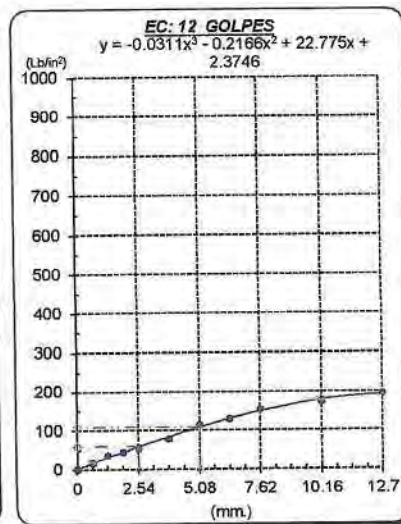
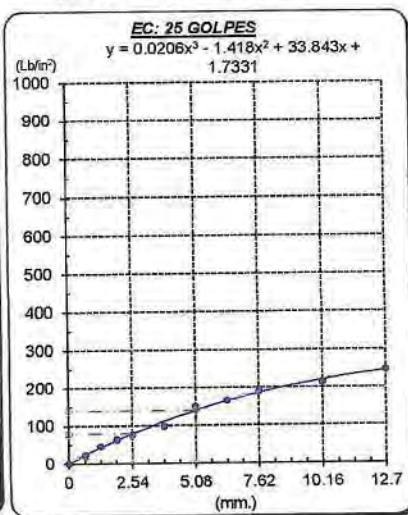
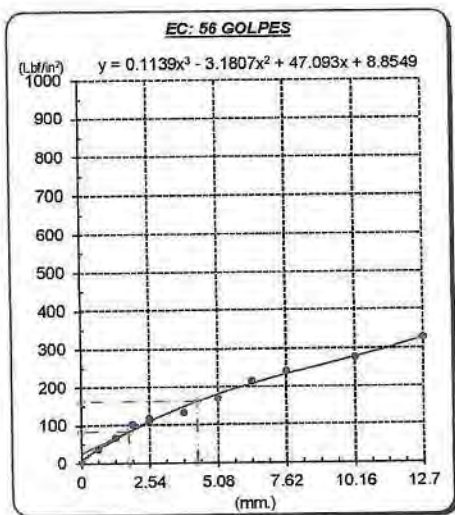
TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



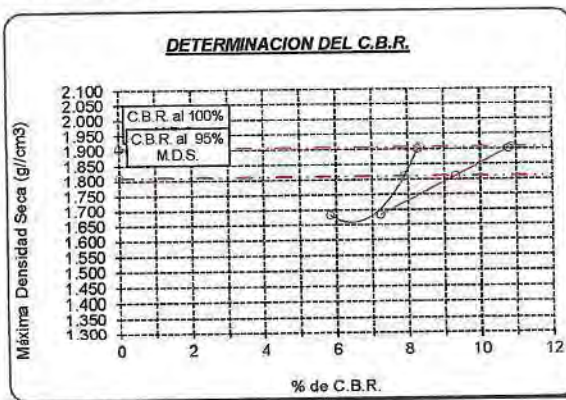
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.906 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.811 g/cm <sup>3</sup>	1.71584
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.46 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	8 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	9 %



  
 Henry Rivadeneira Obillas  
 Tec. Laboratorio USAT  


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



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		2alq				13				10alq				
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		12893	13010	12601	12706	12287	12331							
Peso de molde (g)		8157	8157	8158	8158	8119	8119							
Peso del suelo húmedo (g)		4736	4853	4443	4548	4168	4212							
Volumen del molde (cc)		2162	2162	2134	2115	2113	2112							
Densidad húmeda (g/cc)		2.190	2.244	2.082	2.150	1.973	1.994							
% de humedad		15.28	17.80	15.69	18.10	15.96	17.04							
Densidad seca (g/cc)		1.900	1.905	1.800	1.821	1.701	1.704							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		141.9	141.9	4853	4853	110.9	110.9	4548	4548	183.3	183.3	4212.0	4212.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		128.3	128.3	4736	4736	98.6	98.6	4443	4443	162.0	162.0	4168.0	4168.0	
Peso del Agua (gr.)		13.6	13.6	117.0	117.0	12.3	12.3	105.0	105.0	21.4	21.4	44.0	44.0	
Peso del tarro (gr.)		39.3	39.3	0	0	20.2	20.2	0	0	28.20	28.20	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		89.0	89.0	4647.7	4647.7	78.4	78.4	4364.4	4364.4	133.8	133.8	4098.3	4098.3	
% de humedad		15.28	15.28	17.80	17.80	15.69	15.69	18.10	18.10	15.96	15.96	17.04	17.04	
Promedio de Humedad (%)		15.28	17.80	15.69	18.10	15.96	17.04							
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	1.20	0.030		1.32	0.033		1.33	0.033				
11/05/2023	10.2	48	1.30	0.033		1.50	0.038		1.58	0.040				
12/05/2023	10.2	72	1.80	0.048		2.01	0.050		2.10	0.053				
13/05/2023	10.2	96	2.20	0.055		2.26	0.056		2.35	0.059				
			4.57	total	1.20	4.57	total	1.23	4.57	total	1.29			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 2alq				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 10alq			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	85	34			45	20			38	17		
1.270	0.050	1'00"	166	65			111	44			86	39		
1.910	0.075	1'30"	256	100			157	62			110	44		
2.540	0.100	2'00"	296	115	85.7	8.6	190	74	76.9	7.7	185	61	60.8	6.1
3.810	0.150	3'00"	335	131			247	96			205	80		
5.080	0.200	4'00"	431	169	166.9	11.1	378	145	137.5	9.2	284	115	110.6	7.4
6.350	0.250	5'00"	559	221			420	164			338	132		
7.620	0.300	6'00"	634	260			479	188			399	156		
10.160	0.400	8'00"	728	291			537	212			442	173		
12.700	0.500	10'00"	859	346			619	245			459	196		

  
**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  

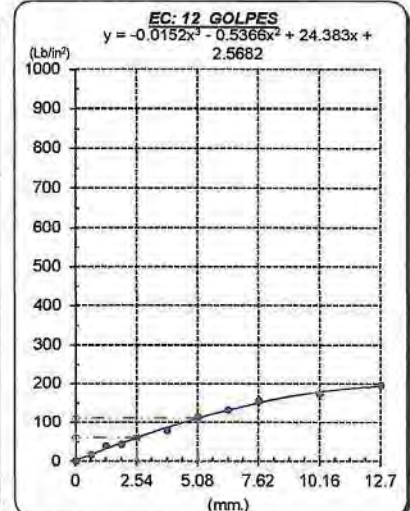
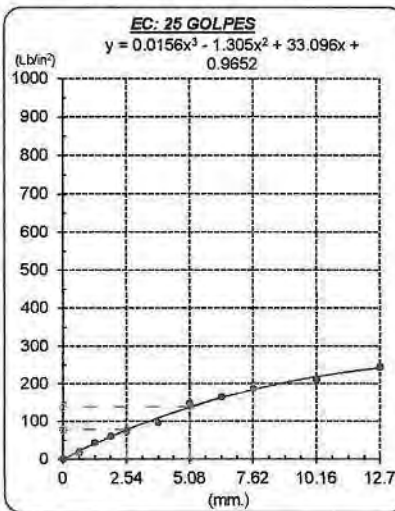
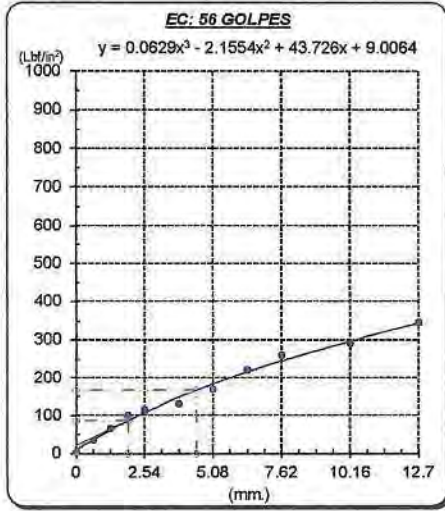

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.906 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.811 g/cm <sup>3</sup>	1.71584
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.46 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	9 %



  
**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
  
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR  
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		2alq				13				10alq					
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		12881	13002	12609	12711	12289	12363								
Peso de molde (g)		8157	8157	8158	8158	8119	8119								
Peso del suelo húmedo (g)		4724	4845	4451	4553	4170	4244								
Volumen del molde (cc)		2162	2162	2134	2115	2113	2112								
Densidad húmeda (g/cc)		2.185	2.241	2.086	2.153	1.974	2.009								
% de humedad		15.01	17.62	15.60	17.93	16.28	18.08								
Densidad seca (g/cc)		1.900	1.905	1.804	1.825	1.698	1.702								
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		163.2	163.2	4845	4845	163.8	163.8	4553	4553	175.5	175.5	4244.0	4244.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		145.6	145.6	4724	4724	145.5	145.5	4451	4451	154.9	154.9	4170.0	4170.0		
Peso del Agua (gr.)		17.6	17.6	121.0	121.0	18.3	18.3	102.0	102.0	20.6	20.6	74.0	74.0		
Peso del tarro (gr.)		28.5	28.5	0	0	28.2	28.2	0	0	28.30	28.30	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		117.1	117.1	4635.9	4635.9	117.3	117.3	4372.1	4372.1	126.6	126.6	4100.4	4100.4		
% de humedad		15.01	15.01	17.62	17.62	15.60	15.60	17.93	17.93	16.28	16.28	18.08	18.08		
Promedio de Humedad (%)		15.01	17.62	15.60	17.93	16.28	18.08								
EXPANSIÓN															
FECHA		HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
				Pulg		%	Pulg		%	Pulg		%	Pulg		%
09/05/2023		10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0
10/05/2023		10.2	24	1.30	0.033		1.33	0.033		1.42	0.036		1.48	0.037	
11/05/2023		10.2	48	1.32	0.033		1.40	0.035		1.48	0.037		1.55	0.039	
12/05/2023		10.2	72	1.85	0.046		2.00	0.050		2.05	0.051		2.10	0.052	
13/05/2023		10.2	96	2.00	0.050		2.05	0.051		2.40	0.060		2.45	0.061	
				4.57	total	1.09	4.57	total	1.12	4.57	total	1.31	4.57	total	1.31
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 2alq				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 10alq			
mm.	pulg.			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
			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"		81	33			47	20			36	16		
1.270	0.050	1'00"		185	72			110	44			105	42		
1.910	0.075	1'30"		275	107			169	62			115	46		
2.540	0.100	2'00"	1000	310	121	89.2	8.9	187	73	77.1	7.7	164	64	65.1	6.5
3.810	0.150	3'00"		354	138			260	97			222	87		
5.080	0.200	4'00"	1500	449	176	173.5	11.6	380	148	138.1	12.8	310	121	116.9	7.8
6.350	0.250	5'00"		578	228			422	165			357	139		
7.620	0.300	6'00"		671	267			482	189			415	162		
10.160	0.400	8'00"		740	286			540	213			450	176		
12.700	0.500	10'00"		875	335			625	248			510	201		

Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

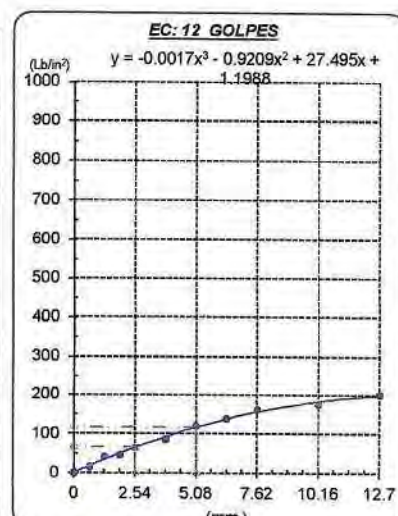
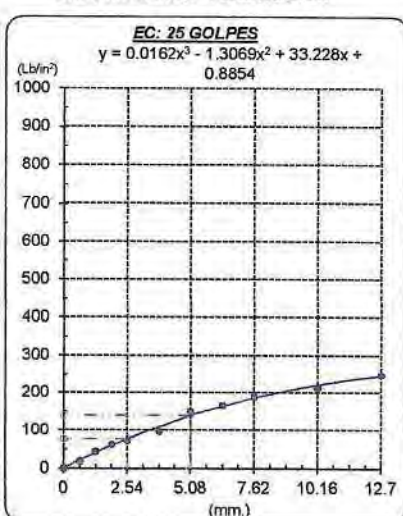
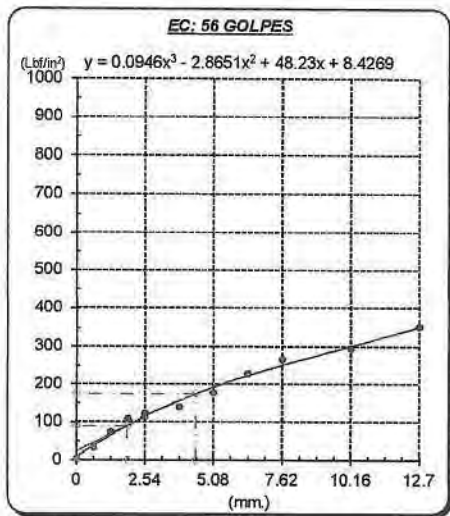
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.906 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.811 g/cm <sup>3</sup>	1.71584
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.46 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	9 %



*Henry Ruyadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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 AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		2alq				13				10alq					
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		12850		12966		12609		12611		12250		12284			
Peso de molde (g)		8157		8157		8158		8158		8119		8119			
Peso del suelo húmedo (g)		4693		4799		4351		4453		4131		4165			
Volumen del molde (cc)		2162		2162		2134		2115		2113		2112			
Densidad húmeda (g/cc)		2.170		2.219		2.039		2.105		1.955		1.972			
% de humedad		14.09		16.40		14.62		17.01		14.75		15.59			
Densidad seca (g/cc)		1.902		1.907		1.779		1.799		1.704		1.706			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		182.1	182.1	4799	4799	163.8	163.8	4453	4453	211.1	211.1	4165.0	4165.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		163.0	163.0	4693	4693	146.5	146.5	4351	4351	187.5	187.5	4131.0	4131.0		
Peso del Agua (gr.)		19.0	19.0	106.0	106.0	17.3	17.3	102.0	102.0	23.5	23.5	34.0	34.0		
Peso del tarro (gr.)		28.0	28.0	0	0	28.2	28.2	0	0	28.01	28.01	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		135.0	135.0	4605.4	4605.4	118.3	118.3	4274.9	4274.9	159.5	159.5	4061.8	4061.8		
% de humedad		14.09	14.09	16.40	16.40	14.62	14.62	17.01	17.01	14.75	14.75	15.59	15.59		
Promedio de Humedad (%)		14.09		16.40		14.62		17.01		14.75		15.59			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.20	0.030		1.20	0.033		1.32	0.033					
11/05/2023	10.2	48	1.22	0.031		1.38	0.034		1.45	0.036					
12/05/2023	10.2	72	1.54	0.039		1.84	0.046		2.00	0.050					
13/05/2023	10.2	96	1.98	0.050		2.00	0.050		2.02	0.051					
			4.57	total	1.08	4.57	total	1.09	4.57	total	1.11				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 2alq				MOLDE N° 13				MOLDE N° 10alq				
			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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	83	33			51	21				38	17		
1.270	0.050	1'00"	178	70			116	46				107	43		
1.910	0.075	1'30"	278	108			168	66				117	46		
2.540	0.100	2'00"	322	126	90.8	9.1	201	78	80.6	8.1		165	65	66.5	6.7
3.810	0.150	3'00"	385	143			264	103				228	89		
5.080	0.200	4'00"	459	180	176.3	11.8	379	149	159.6	11.93		316	123	120.5	8.0
6.350	0.250	5'00"	596	232			411	163				378	148		
7.620	0.300	6'00"	669	266			481	189				428	168		
10.160	0.400	8'00"	745	298			532	210				481	181		
12.700	0.500	10'00"	894	351			678	245				524	206		

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



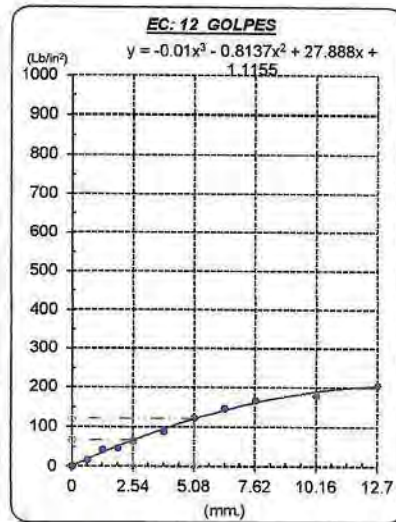
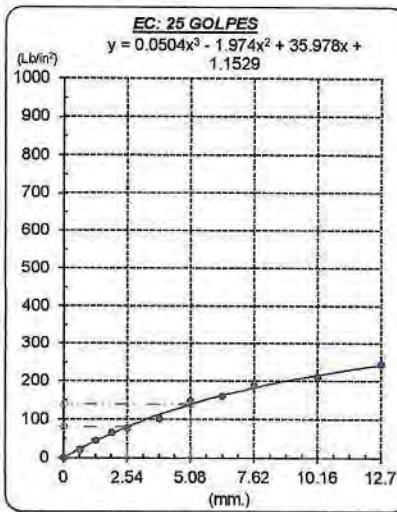
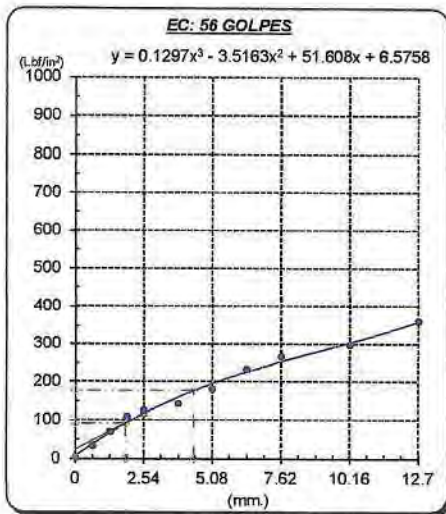
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.906 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.811 g/cm <sup>3</sup>	1.71584
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.46 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.		5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %		12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %		10 %



  
 Henry Rivasdeneyru Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
 USAT  


TECNICO DE LABORATORIO



**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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 20% ARENA DE MAR  
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

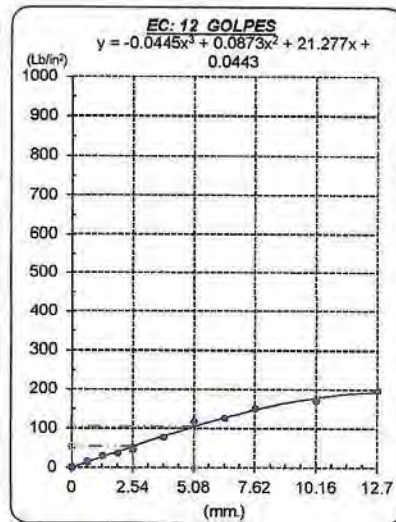
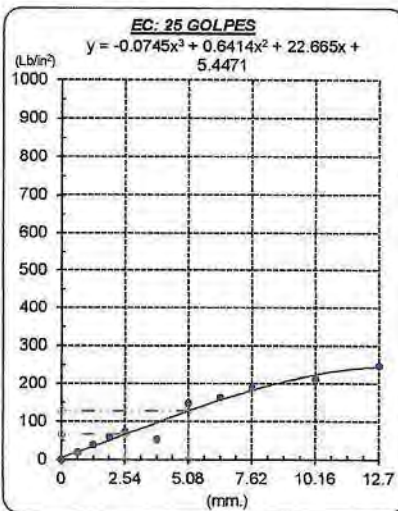
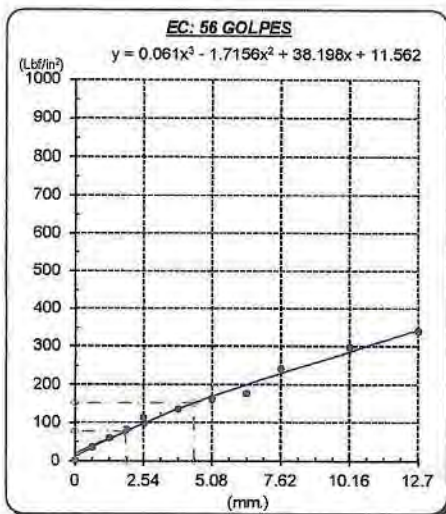
COMPACTACIÓN															
N° Molde		2alq				13				10alq					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12854		12960		12577		12607		12211		12304			
Peso de molde (g)		8157		8157		8158		8158		8119		8119			
Peso del suelo húmedo (g)		4697		4803		4419		4449		4092		4185			
Volumen del molde (cc)		2162		2162		2134		2115		2113		2112			
Densidad húmeda (g/cc)		2.172		2.221		2.071		2.104		1.937		1.982			
% de humedad		14.39		16.69		14.47		15.16		14.92		17.23			
Densidad seca (g/cc)		1.899		1.904		1.809		1.827		1.685		1.690			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		177.1	177.1	4803	4803	185.4	185.4	4449	4449	181.7	181.7	4185.0	4185.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		158.4	158.4	4697	4697	165.5	165.5	4419	4419	160.8	160.8	4092.0	4092.0		
Peso del Agua ( gr. )		18.7	18.7	106.0	106.0	19.9	19.9	30.0	30.0	21.0	21.0	93.0	93.0		
Peso del tarro ( gr. )		28.4	28.4	0	0	28.2	28.2	0	0	20.30	20.30	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		130.0	130.0	4609.5	4609.5	137.3	137.3	4340.5	4340.5	140.5	140.5	4024.2	4024.2		
% de humedad		14.39	14.39	16.69	16.69	14.47	14.47	15.16	15.16	14.92	14.92	17.23	17.23		
Promedio de Humedad (%)		14.39		16.69		14.47		15.16		14.92		17.23			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.45	0	0	0.55	0	0	0.67	0	0				
10/05/2023	10.2	24	0.97	0.022		0.95	0.024		1.00	0.025					
11/05/2023	10.2	48	1.32	0.033		1.45	0.036		1.62	0.041					
12/05/2023	10.2	72	1.87	0.047		2.00	0.050		2.10	0.053					
13/05/2023	10.2	96	2.02	0.051		2.28	0.057		2.35	0.059					
			4.57	total	1.11	4.57	total	1.25	4.57	total	1.29				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 2alq				MOLDE N° 13				MOLDE N° 10alq			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		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"	91	36			46	20			34	15			
1.270	0.050	1'00"	155	61			100	40			72	29			
1.910	0.075	1'30"	212	83			152	60			92	37			
2.540	0.100	2'00"	289	113	77.3	7.7	189	74	65.9	6.6	115	46	53.9	5.4	
3.810	0.150	3'00"	345	135			135	53			197	77			
5.080	0.200	4'00"	415	162	151.8	10.1	378	148	127.4	9.5	299	117	104.6	7.0	
6.350	0.250	5'00"	463	176			418	164			304	126			
7.620	0.300	6'00"	610	242			481	169			382	151			
10.160	0.400	8'00"	744	297			538				435	170			
12.700	0.500	10'00"	815	340			625	248			499	196			

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	1.906 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.811 g/cm <sup>3</sup>	1.71584
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.46 %	

**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 %	9 %



  
**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES**  
**USAT**  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : 25% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

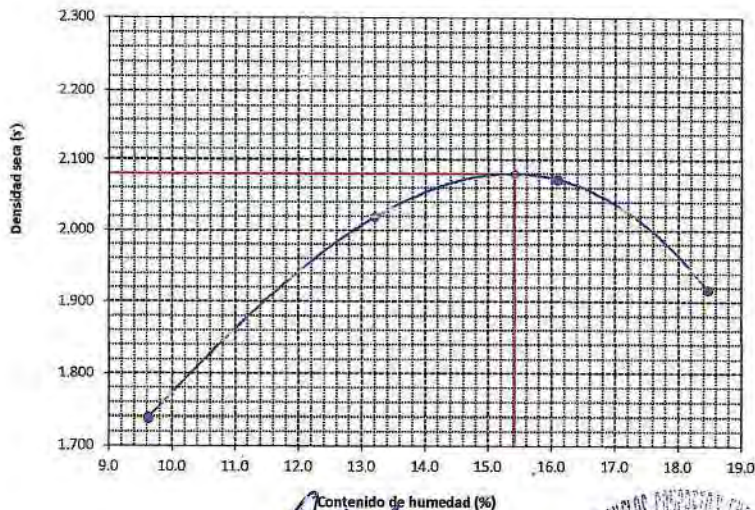
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5910	6255	6364	6242
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1730	2075	2184	2062
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.905	2.285	2.405	2.271

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.84	75.16	77.29	74.05
Peso del suelo seco + tara	g.	68.01	69.03	69.75	68.43
Peso de tara	g.	28.18	22.59	22.88	37.99
Peso de agua	g.	3.83	6.13	7.54	5.62
Peso de suelo seco	g.	39.83	46.44	46.87	30.44
Contenido de agua	%	9.6	13.2	16.1	18.5
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.738	2.019	2.072	1.917

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.080</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>15.411</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*[Signature]*  
**Henry Rivalleyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

*[Signature]*  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES**  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA:** C-03  
**MUESTRA:** 25% ARENA DE MAR  
**PROFUNDIDAD:** 1.00 m - 1.50 m

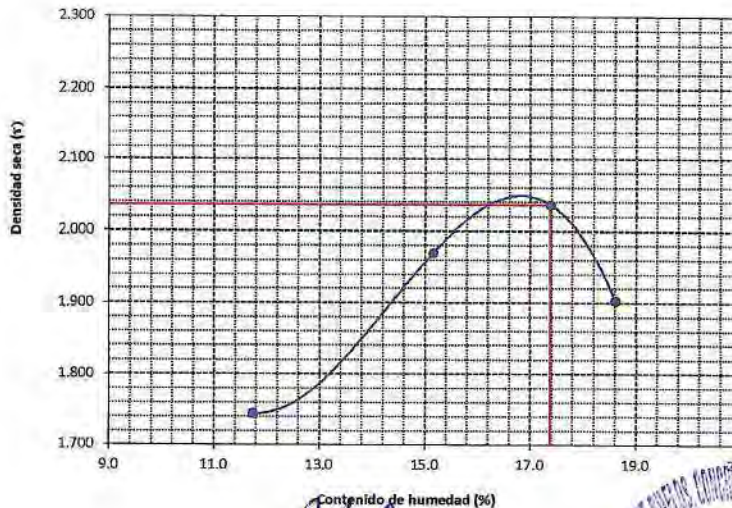
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5950	6240	6350	6230
Peso del molde	g.	4180	4180	4180	4180
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1770	2060	2170	2050
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	908.01	908.01	908.01	908.01
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.949	2.269	2.390	2.258

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	71.89	75.25	77.19	74.26
Peso del suelo seco + tara	g.	67.30	68.32	69.15	68.57
Peso de tara	g.	28.18	22.59	22.88	37.99
Peso de agua	g.	4.59	6.93	8.04	5.69
Peso de suelo seco	g.	39.12	45.73	46.27	30.58
Contenido de agua	%	11.7	15.2	17.4	18.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.745	1.970	2.036	1.904

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.036</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.376</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry  
 Rivadeneira  
 Orellana  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 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 AMBIENTAL  
 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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	5				1				12							
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	12860	12840	12802	12904	12606	12704										
Peso de molde (g)	7942	7942	8059	8059	8063	8063										
Peso del suelo húmedo (g)	4918	4998	4743	4845	4543	4641										
Volumen del molde (cc)	2110	2110	2124	2124	2140	2140										
Densidad húmeda (g/cc)	2.331	2.369	2.234	2.282	2.122	2.168										
% de humedad	15.79	17.45	15.92	18.11	16.42	18.62										
Densidad seca (g/cc)	2.013	2.017	1.927	1.932	1.823	1.828										
HUMEDAD																
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	179.3	179.3	4998	4998	170.2	170.2	4845	4845	189.4	189.4	4641.0	4641.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	157.9	157.9	4918	4918	150.7	150.7	4743	4743	166.7	166.7	4543.0	4543.0				
Peso del Agua (gr.)	21.5	21.5	80.0	80.0	19.5	19.5	102.0	102.0	22.7	22.7	98.0	98.0				
Peso del tarro (gr.)	22.0	22.0	0	0	28.2	28.2	0	0	28.20	28.20	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	135.9	135.9	4820.9	4820.9	122.5	122.5	4653.3	4653.3	138.5	138.5	4461.7	4461.7				
% de humedad	15.79	15.79	17.45	17.45	15.92	15.92	18.11	18.11	16.42	16.42	18.62	18.62				
Promedio de Humedad (%)	15.79		17.45		15.92		18.11		16.42		18.62					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0					
10/05/2023	10.2	24	1.20	0.030		1.24	0.031		1.26	0.032						
11/05/2023	10.2	48	1.28	0.032		1.32	0.033		1.34	0.034						
12/05/2023	10.2	72	1.50	0.038		1.71	0.043		1.82	0.046						
13/05/2023	10.2	96	1.62	0.041		1.80	0.045		1.91	0.048						
			4.57	total	0.89	4.57	total	0.99	4.57	total	1.05					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12					
			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.	Lbf/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2				
0.640	0.025	0'30"	56	23			40	17			18	9				
1.270	0.050	1'00"	98	39			76	31			60	25				
1.910	0.075	1'30"	136	53			121	48			112	44				
2.540	0.100	2'00"	1000	299	117	93.4	9.3	240	94	78.8	7.9	162	63	58.1	5.8	
3.810	0.150	3'00"		378	148			300	117			218	85			
5.080	0.200	4'00"	1500	430	168	180.9	12.1	375	146	145.8	9.7	289	113	109.0	7.3	
6.350	0.250	5'00"		599	237			441	173			325	127			
7.620	0.300	6'00"		646	256			605	199			325	146			
10.160	0.400	8'00"		802	322			617	244			468	184			
12.700	0.500	10'00"		856	388			710	283			602	197			

**Henry Ribadeneyru Obilias**  
 Tec. Laboratorio USAT

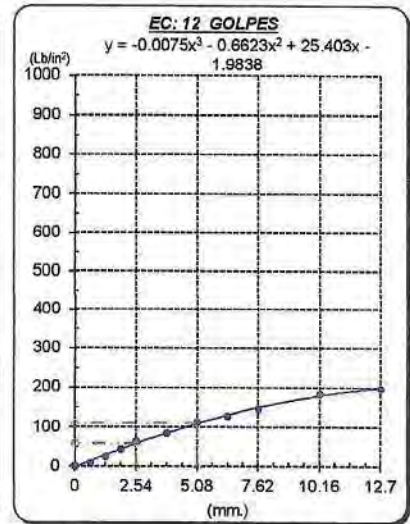
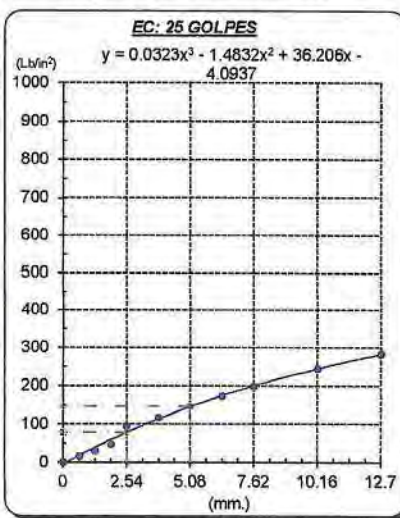
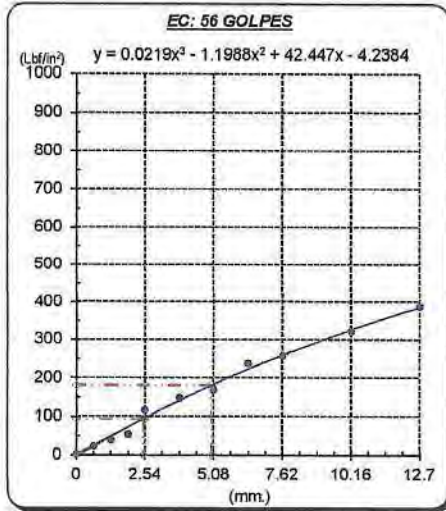


Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	2.036 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.934 g/cm <sup>3</sup>	1.83245
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.38 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	10 %



*(Signature)*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA: C-03

MUESTRA: 25% ARENA DE MAR

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	5				1				12					
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		12873		12955		12827		12911		12622		12704		
Peso de molde (g)		7942		7942		8059		8059		8063		8063		
Peso del suelo húmedo (g)		4931		5013		4768		4852		4559		4641		
Volumen del molde (cc)		2110		2110		2124		2124		2140		2140		
Densidad húmeda (g/cc)		2.337		2.378		2.245		2.285		2.130		2.168		
% de humedad		16.11		17.81		16.36		18.16		16.84		18.67		
Densidad seca (g/cc)		2.013		2.017		1.930		1.934		1.823		1.827		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	175.1	175.1	5013	5013	169.8	169.8	4852	4852	190.5	190.5	4641.0	4641.0	4641.0	4641.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	153.9	153.9	4931	4931	149.9	149.9	4768	4768	167.1	167.1	4559.0	4559.0	4559.0	4559.0
Peso del Agua (gr.)	21.3	21.3	82.0	82.0	19.9	19.9	84.0	84.0	23.4	23.4	82.0	82.0	82.0	82.0
Peso del tarro (gr.)	22.0	22.0	0	0	28.2	28.2	0	0	28.20	28.20	0	0	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	131.9	131.9	4833.7	4833.7	121.7	121.7	4677.7	4677.7	138.9	138.9	4477.4	4477.4	4477.4	4477.4
% de humedad	16.11	16.11	17.81	17.81	16.36	16.36	18.18	18.16	16.84	16.84	18.67	18.67	18.67	18.67
Promedio de Humedad (%)	16.11		17.81		16.36		18.16		16.84		18.67		18.67	
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0
10/05/2023	10.2	24	1.22	0.031		1.23	0.031		1.25	0.031		1.25	0.031	
11/05/2023	10.2	48	1.30	0.033		1.35	0.034		1.36	0.034		1.36	0.034	
12/05/2023	10.2	72	1.31	0.033		1.42	0.036		1.48	0.037		1.48	0.037	
13/05/2023	10.2	96	1.80	0.045		1.82	0.046		1.89	0.047		1.89	0.047	
			4.57	total	0.99	4.57	total	1.00	4.57	total	1.03	4.57	total	1.03
PENETRACION														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	68	28			48	20		22	11			
1.270	0.050	1'00"	110	44			88	35		71	29			
1.910	0.075	1'30"	148	58			132	52		123	49			
2.540	0.100	2'00"	1000	122	95.1	9.5	262	98	83.2	8.3	174	68	62.4	6.2
3.810	0.150	3'00"		152			311	121		229	89			
5.080	0.200	4'00"	1500	174	183.7	12.2	385	150	151.0	10.1	300	117	113.8	7.6
6.350	0.250	5'00"		242			454	178		335	131			
7.620	0.300	6'00"		262			518	204		386	150			
10.160	0.400	8'00"		327			628	249		479	188			
12.700	0.500	10'00"		394			721	288		514	202			

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



*[Handwritten signature]*

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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

**GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN**

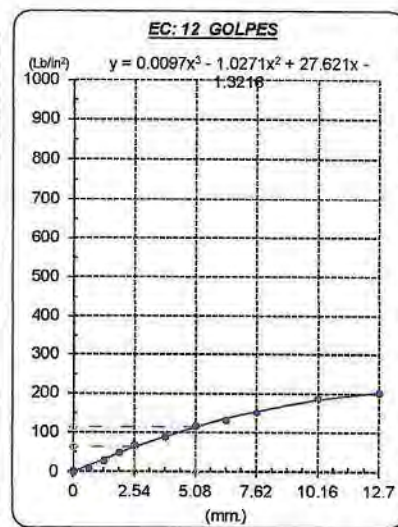
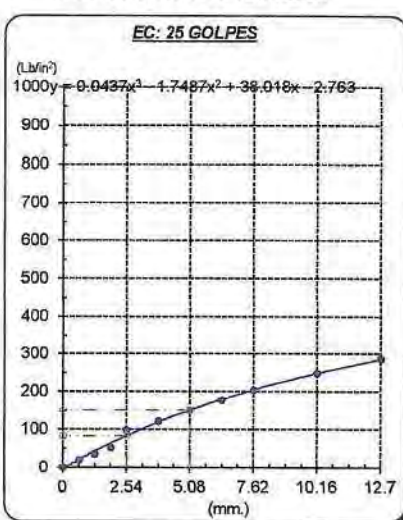
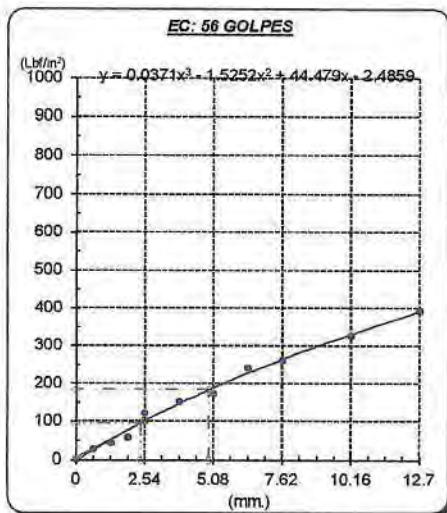


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	2.036 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.934 g/cm <sup>3</sup>	1.83245
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.38 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	10 %



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tel. Laboratorio: USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
  
 LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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

**Testista** : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
**Ubicación** : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, mayo del 2024

**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : 25% ARENA DE MAR **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	5				1				12					
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	12892	12924	12838	12932	12629	12709								
Peso de molde (g)	7942	7942	8059	8059	8063	8063								
Peso del suelo húmedo (g)	4950	4982	4779	4873	4566	4646								
Volumen del molde (cc)	2110	2110	2124	2124	2140	2140								
Densidad húmeda (g/cc)	2.346	2.361	2.251	2.295	2.133	2.171								
% de humedad	16.49	17.15	16.96	18.96	17.06	18.84								
Densidad seca (g/cc)	2.014	2.016	1.924	1.929	1.822	1.826								
HUMEDAD														
Tarro Nº														
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	164.1	164.1	4982	4982	158.8	158.8	4873	4873	179.2	179.2	4646.0	4646.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	144.0	144.0	4950	4950	139.9	139.9	4779	4779	157.2	157.2	4566.0	4566.0		
Peso del Agua (gr.)	20.1	20.1	32.0	32.0	18.9	18.9	94.0	94.0	22.0	22.0	80.0	80.0		
Peso del tarro (gr.)	22.0	22.0	0	0	28.2	28.2	0	0	28.20	28.20	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	122.0	122.0	4852.3	4852.3	111.7	111.7	4688.8	4688.8	129.0	129.0	4484.3	4484.3		
% de humedad	16.49	16.49	17.15	17.15	16.96	16.96	18.96	18.96	17.06	17.06	18.84	18.84		
Promedio de Humedad (%)	16.49		17.15		16.96		18.96		17.06		18.84			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0			
10/05/2023	10.2	24	0.80	0.020		0.85	0.021		0.92	0.023				
11/05/2023	10.2	48	0.92	0.023		0.95	0.024		0.98	0.025				
12/05/2023	10.2	72	1.00	0.025		1.20	0.030		1.25	0.031				
13/05/2023	10.2	96	1.22	0.031		1.32	0.033		1.37	0.034				
			4.57	total	0.67	4.57	total	0.72	4.57	total	0.75			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12			
			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.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	62	26			49	21		28	13			
1.270	0.050	1'00"	119	47			97	39		79	32			
1.910	0.075	1'30"	157	62			140	55		131	52			
2.540	0.100	2'00"	320	125	97.0	9.7	360	101	88.8	8.7	193	72	65.7	6.6
3.810	0.150	3'00"	398	156			320	125		238	93			
5.080	0.200	4'00"	450	176	186.6	12.4	394	154	154.8	10.3	309	120	117.7	7.8
6.350	0.250	5'00"	618	245			463	182		344	134			
7.620	0.300	6'00"	668	266			524	208		395	154			
10.160	0.400	8'00"	821	330			632	251		467	191			
12.700	0.500	10'00"	974	399			730	291		523	206			

**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

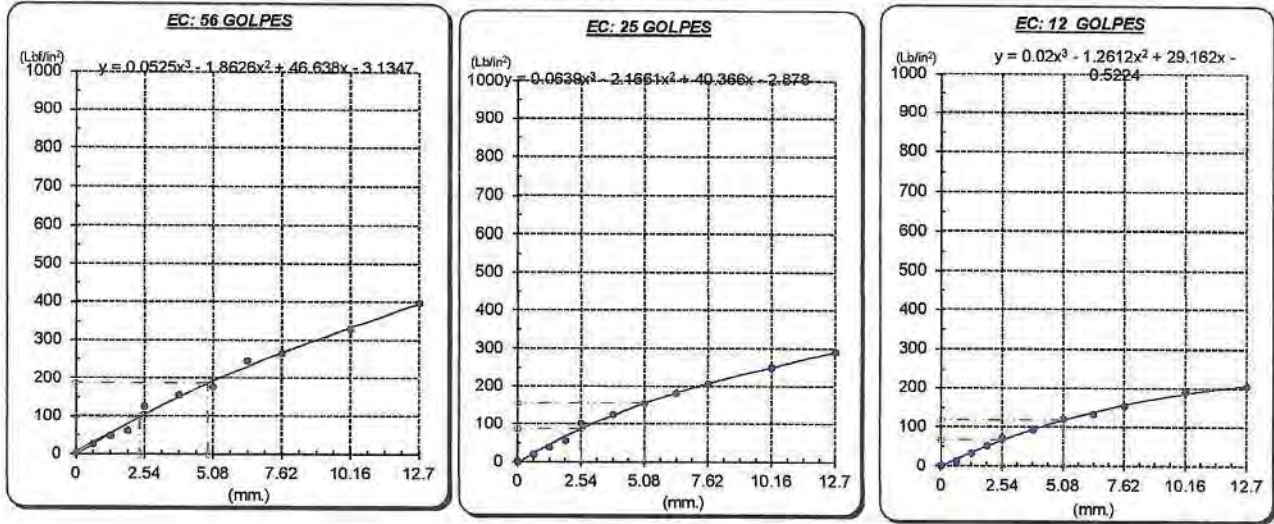
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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%	2.036 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.934 g/cm <sup>3</sup>	1.83245
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.38 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	13 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	11 %



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


  
  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
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 : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALICATA : C-03  
MUESTRA : 25% ARENA DE MAR PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	5				1				12						
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	12679		12726		12458		12996		12432		12507				
Peso de molde (g)	8003		8003		8003		8003		8395		8395				
Peso del suelo húmedo (g)	4676		4723		4455		4993		4037		4112				
Volumen del molde (cc)	2107		2107		2107		2107		2112		2112				
Densidad húmeda (g/cc)	2.219		2.242		2.114		2.370		1.911		1.947				
% de humedad	15.21		16.24		15.53		27.83		16.08		17.97				
Densidad seca (g/cc)	1.926		1.928		1.830		1.854		1.647		1.650				
HUMEDAD															
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	102.3	102.3	4723	4723	89.9	89.9	4993	4993	100.0	100.0	4112.0	4112.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	93.9	93.9	4676	4676	80.8	80.8	4455	4455	90.0	90.0	4037.0	4037.0			
Peso del Agua (gr.)	8.4	8.4	47.0	47.0	9.1	9.1	538.0	538.0	9.9	9.9	75.0	75.0			
Peso del tarro (gr.)	38.6	38.6	0	0	22.36	22.4	0	0	28.40	28.40	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)	55.3	55.3	4587.6	4587.6	58.5	58.5	4374.9	4374.9	61.6	61.6	3971.6	3971.6			
% de humedad	15.21	15.21	16.24	16.24	15.53	15.53	27.83	27.83	16.08	16.08	17.97	17.97			
Promedio de Humedad (%)	15.21		16.24		15.53		27.83		16.08		17.97				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	10.2	0	0.30	0	0	0.30	0	0	0.30	0	0				
10/05/2023	10.2	24	1.45	0.036		1.51	0.038		1.56	0.039					
11/05/2023	10.2	48	1.52	0.038		1.61	0.040		1.72	0.043					
12/05/2023	10.2	72	1.98	0.050		2.01	0.050		2.15	0.054					
13/05/2023	10.2	96	2.02	0.051		2.12	0.053		2.15	0.054					
			4.57	total	1.11	4.57	total	1.16	4.57	total	1.18				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 12				
			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.	Lbf/in2													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	55	23			40	17			18	9			
1.270	0.050	1'00"	96	38			76	31			60	25			
1.910	0.075	1'30"	131	52			121	48			112	44			
2.540	0.100	2'00"	1000	290	113	93.2	9.3	240	94	80.4	8.0	162	63	58.1	5.8
3.810	0.150	3'00"		375	146			310	121			220	86		
5.080	0.200	4'00"	1500	433	170	180.8	12.1	367	143	149.2	9.9	273	106	106.3	7.1
6.350	0.250	5'00"		598	237			483	190			310	124		
7.620	0.300	6'00"		645	255			515	203			375	148		
10.160	0.400	8'00"		795	321			650	258			483	190		
12.700	0.500	10'00"		955	398			795	319			590	233		

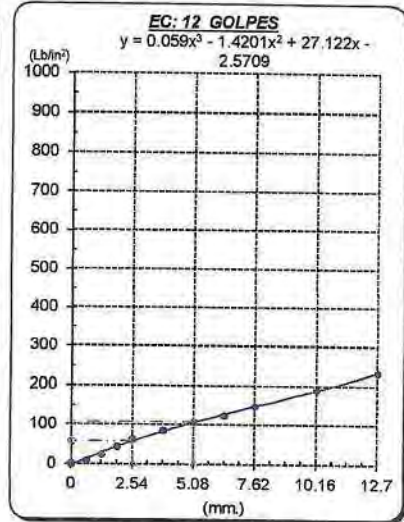
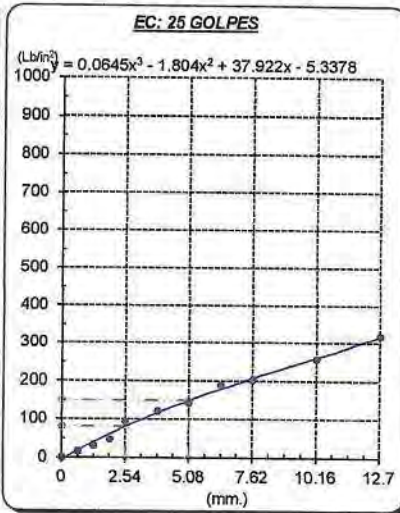
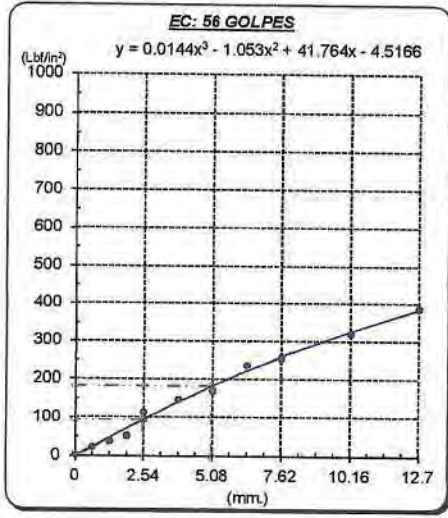
**Henry Rivas Obilias**  
 Ing. Laboratorio USAT

Tesista : Diana Carolina Sánchez Santisteban  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Influencia de la arena de mar sobre subrasantes arcillosas de baja capacidad de soporte  
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

**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**



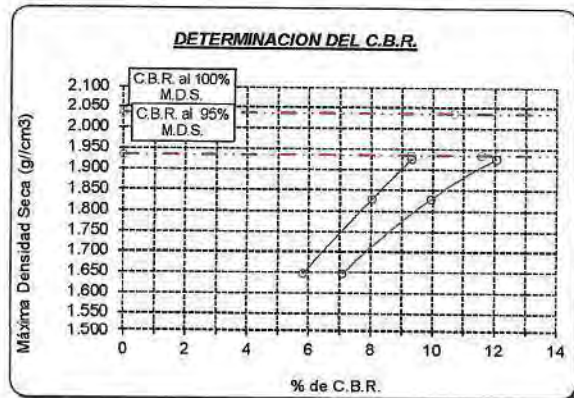
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	2.036 g/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA AL 95%	1.934 g/cm <sup>3</sup>	1.83245
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.38 %	

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	9 %	12 %



  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT