



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas en la subrasante de la Avenida Centenario, adicionando residuos de concreto y ladrillo, Santa María - 2025

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores

Jiret Kennet Vito Gutierrez

Cristian Bryan Tufino Espinoza

Asesor

Mg. Cristian Milton Mendoza Flores

Huacho - Perú

2026



Mg. CRISTIAN MILTON MENDOZA FLORES
LICENCIADO EN FÍSICA CFP N° 0024
Ingeniero Civil CIP N° 344614



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

L I C E N C I A D A

Facultad: Ingeniería Civil

Escuela profesional: Ingeniería Civil

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Cristian Bryan Tufino Espinoza	72845572	20 de agosto del 2026
Jiret Kennet Vito Gutierrez	72848758	20 de agosto del 2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORSID
Cristian Milton Mendoza Flores	16711622	https://orcid.org/0000-0002-2298-6224
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS-PREGRADO/POSGRADO- MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORSID
Edith Meryluz Claros Guerrero	15742746	https://orcid.org/0000-0002-2765-953X
Jaqueline Jessica Cabello Blanco	16018969	https://orcid.org/0000-0002-7464-0305
José Luis Zumaran Irribarren	32885940	https://orcid.org/0000-0003-3688-5851

JIRET VITO_ CRISTIAN TUFINO 2026-061802; 202...

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOS – MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA CENTENARIO, ADICION...

 UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026 FIC

 UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026

 Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3619736384

Fecha de entrega

30 jul 2026, 6:10 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 jul 2026, 6:21 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_DE_TESIS_TUFINO_ESPINOZA_VITO_GUTIERREZ.docx

Tamaño del archivo

31.4 MB

160 páginas

20.213 palabras

105.190 caracteres



Página 2 de 167 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3619736384

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

15%  Fuentes de Internet

2%  Publicaciones

12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres, Ángel y Celia, que siempre me brindan su amor, son mi soporte y motivación para cada objetivo que tengo, así también a mis hermanos quienes me sirven de guía y también hacen de padres.

Cristian Bryan Tufino Espinoza

A mis padres, Juan y Caty, que siempre me ofrecen su amor y apoyo incondicionalmente, a ellos les dedico esta investigación. Ellos son mi inspiración para cada meta que tengo. Asimismo, a mi hermano Jafer, quien es un ejemplo a seguir en esta vida y también mi consejero.

Jiret Kennet Vito Gutierrez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos otorgado el aliento de vida. A nuestros padres, por ser el medio que Dios eligió para venir a este mundo y ser quienes siempre nos brindan su apoyo incondicional, quienes nos guiaron a dar nuestros primeros pasos, velaron nuestros sueños, brindaron valores y nos enseñan a vivir la vida. A nuestros hermanos quienes con su ejemplo nos muestran los caminos a seguir y nos brindan sus consejos. A nuestros amigos y compañeros quienes estuvieron durante toda nuestra vida universitaria, con quienes vivimos momentos inolvidables que quedarán escritas en el libro de los recuerdos. A nuestros docentes, por brindarnos sus conocimientos en arduas horas de clases, sus consejos y experiencias en cada acierto o error que cometíamos. Finalmente agradecemos a nuestro asesor por brindarnos su soporte durante todo el desarrollo del presente estudio.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
 <i>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</i>	 <i>1</i>
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Delimitación del estudio	5
 <i>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</i>	 <i>6</i>
1.6 Antecedentes de la investigación	6
1.6.1 Investigaciones internacionales	6
1.6.2 Investigaciones nacionales	8
1.7 Bases teóricas	10
1.8 Bases filosóficas.....	16
1.9 Definición de términos básicos	16

1.10	Hipótesis de investigación	17
1.10.1	Hipótesis general.....	17
1.10.2	Hipótesis específicas	17
1.11	Operacionalización de variables.....	18
<i>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</i>		19
1.12	Diseño metodológico	19
1.13	Población y muestra	20
1.13.1	Población	20
1.13.2	Muestra	21
1.14	Técnicas de recolección de datos	22
1.15	Técnicas para el procesamiento de información.....	23
<i>CAPITULO IV. RESULTADOS</i>		24
1.16	Análisis de resultados	24
1.17	Contrastación de hipótesis	64
<i>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....</i>		68
1.18	Discusión de resultados	68
<i>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>		72
1.19	Conclusiones.....	72
1.20	Recomendaciones.....	73
<i>CAPÍTULO VII: REFERENCIAS</i>		75
<i>ANEXOS.....</i>		82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de suelos según IP	13
Tabla 2	Categorías de subrasante	15
Tabla 3	Análisis granulométrico de CLT-1.	24
Tabla 4	Análisis granulométrico de CLT-2	25
Tabla 5	Análisis granulométrico de CLT-3	27
Tabla 6	Análisis granulométrico de CLT-4	28
Tabla 7	Análisis granulométrico de CLT-5	29
Tabla 8	Análisis granulométrico de CLT-6	30
Tabla 9	Análisis granulométrico general de todas las calicatas.....	32
Tabla 10	Resumen de resultados de IP	34
Tabla 11	CH promedio. CLT-1	34
Tabla 12	CH promedio. CLT-2.....	35
Tabla 13	CH promedio. CLT-3	36
Tabla 14	CH promedio. CLT-4.....	36
Tabla 15	CH promedio. CLT- 5.....	37
Tabla 16	CH promedio. CLT-6.....	38
Tabla 17	Tabla de resumen de CH.....	38
Tabla 18	Proctor CLT-1	40
Tabla 19	Proctor CLT-2	41
Tabla 20	Proctor CLT-3	42
Tabla 21	Proctor CLT-4.....	43
Tabla 22	Proctor CLT-5	44
Tabla 23	Proctor CLT-6.....	45
Tabla 24	Resumen de resultados de Proctor	46

Tabla 25 Valores de PUSM	47
Tabla 26 Valores de COH.....	48
Tabla 27 Resultados de CBR. CLT-2	50
Tabla 28 Resultados de CBR. CLT-6	51
Tabla 29 Análisis granulométrico de dosificación 02 (15%RL +20%RC).....	53
Tabla 30 Análisis granulométrico de dosificación 03 (20%RL+15%RC).....	54
Tabla 31 IP de muestras tratadas.....	56
Tabla 32 CH promedio. Dosificación 02 (15%RL+20%RC)	57
Tabla 33 CH promedio. Dosificación 03 (15%RL+20%RC)	57
Tabla 34 Proctor dosificación 02 (15%RL+20%RC)	58
Tabla 35 Proctor dosificación 03 (20%RL y 15%RC)	59
Tabla 36 Resultados CBR. Dosificación 02 (15%RL+20%RC).....	60
Tabla 37 Resultados de dosificación 03 (20%RL+15%RC).....	61
Tabla 38 Resumen de resultados de muestras tratadas y patrón	63
Tabla 40 Coordenadas UTM de calicatas	87
Tabla 41 Proyección de la Demanda y del IMDa a 10 años	88
Tabla 42 Proyección de la Demanda y del IMDa a 20 años	89
Tabla 43 Número de calicatas para exploración de suelos	91
Tabla 44 Número de Ensayos MR y CBR	93
Tabla 45 Dosificaciones de adición de RL y RC	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Signos habituales para perfil de Calicatas - Clasificación SUCS	12
Figura 2	Tramo de estudio en la Av. Centenario.....	21
Figura 3	Distribución de calicatas en el tramo de estudio.....	22
Figura 4	Curva granulométrica de CLT-1	25
Figura 5	Curva granulométrica de CLT-2	26
Figura 6	Curva granulométrica de CLT-3	27
Figura 7	Curva granulométrica de CLT-4	29
Figura 8	Curva granulométrica de CLT-5	30
Figura 9	Curva granulométrica de CLT-6	31
Figura 10	Curva granulométrica general	32
Figura 11	Resultado emitido por el laboratorio	33
Figura 12	Resumen de CH promedio	39
Figura 13	Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-1	40
Figura 14	Peso unitario vs contenido de humedad CLT-2	41
Figura 15	Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-3	42
Figura 16	Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-4	43
Figura 17	Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-5	44
Figura 18	Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-6	45
Figura 19	Peso unitario vs contenido óptimo de humedad. Resumen	47
Figura 20	Gráfico de PUSM	48
Figura 21	Gráfico de COH.....	49
Figura 22	CBR de CLT-2	50
Figura 23	CBR de CLT-6	52
Figura 24	Curva granulométrica de dosificación 02 (15%RL+20CR).....	54

Figura 25 Curva granulométrica de dosificación 03 (20%RL+15%RC).....	55
Figura 26 Resultado emitido por el laboratorio	56
Figura 27 Peso unitario vs contenido de humedad. Dosificación 02 (15%RL+20%RC)	58
Figura 28 Gráfico peso unitario vs contenido de humedad. CLT-2 (20%RL+15%RC)	59
Figura 29 CBR de dosificación 02 (15%RL+20%RC).....	61
Figura 30 CBR de dosificación 03 (20%RL+15%RC).....	62
Figura 31 Diagrama de barras comparativo entre muestras tratadas y patrón.....	63
Figura 32 Resultados de PUSM obtenidos por diferentes autores.....	69
Figura 33 Resultados de COH obtenidos por diferentes autores.	70
Figura 34 Resultados de CBR obtenidos por diferentes autores	71
Figura 35 Ubicación departamental.	84
Figura 36 Ubicación provincial.	85
Figura 37 Ubicación distrital.	86
Figura 38 Tramo de estudio en la Av. Centenario.....	86
Figura 39 Distribución de calicatas en el tramo de estudio.	87

RESUMEN

En centro poblado Pampas de Ánimas, distrito de Santa María, gran parte de las vías que unen las zonas agrícolas con las ciudades vecinas más importantes se encuentran en mal estado. Frente a esa problemática, planteamos como objetivo determinar la influencia que tiene la adición de residuos de concreto y ladrillo sobre las propiedades físicos-mecánicas de la subrasante de la avenida Centenario, ubicada en el centro poblado de Pampas de Ánimas. La investigación se desarrolló bajo un alcance explicativo, de tipo aplicada, con un diseño cuasiexperimental y enfoque cuantitativo, considerando como población y muestra un tramo vial de 2.68 km.

Los resultados evidencian que el suelo se clasifica como No Plástico (NP), eso debido a que su composición es mayormente arena, el suelo presenta un peso unitario máximo seco (PUMS) de 1.662 g/cm^3 , un contenido óptimo de humedad (COH) de 11% y Californian Bearing Ratio (CBR) de 12%, valores que ubican a la subrasante dentro de la clasificación de buena. Al incorporar 20% de Residuos de Concreto (RC) y 15% de Residuos de Ladrillo (RL) se obtuvieron los valores más favorables, aumentando el PUMS a 1.676 g/cm^3 , así también el COH aumentó a 11.8% y el CBR al 95% incrementó a 23.3%, alcanzando así una calificación de la subrasante como muy buena. Concluyendo que la adición de RC y RL contribuye a la mejoran las propiedades físicos-mecánicas de la subrasante.

Palabras clave: Evaluación, subrasante, residuos de concreto, residuos de ladrillo, suelo.

ABSTRACT

In the Pampas de Ánimas settlement (Santa María district), a large portion of the roads connecting agricultural areas to major neighboring cities are in poor condition. In light of this issue, the study aimed to determine the influence of adding concrete and brick waste on the physical-mechanical properties of the subgrade of Centenario Avenue, located in Pampas de Ánimas. The research was conducted using an explanatory scope and an applied approach, employing a quasi-experimental design and a quantitative methodology, with a 2.68 km road section serving as both the population and the sample.

The results indicate that the soil is classified as Non-Plastic (NP) due to its predominantly sandy composition; it exhibits a maximum dry unit weight (MDUW) of 1.662 g/cm³, an optimum moisture content (OMC) of 11%, and a California Bearing Ratio (CBR) of 12%—values that place the subgrade in the "good" classification category. The most favorable values were obtained by incorporating 20% concrete waste (CW) and 15% brick waste (BW): the MDUW rose to 1.676 g/cm³, the OMC increased to 11.8%, and the CBR (at 95% compaction) rose to 23.3%, thereby upgrading the subgrade classification to "very good." It is concluded that the addition of CW and BW contributes to improving the physical-mechanical properties of the subgrade.

Keywords: Evaluation, subgrade, concrete waste, brick waste, soil.

INTRODUCCIÓN

El incremento de las actividades vinculadas a la construcción, no solo en el ámbito internacional sino también dentro del territorio peruano, ha traído consigo un aumento considerable en la producción de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), destacando entre ellos los provenientes del ladrillo y concreto. Mayormente, estos residuos son desechados sin ningún proceso de aprovechamiento, siendo depositados en vertederos o abandonados en espacios públicos, lo que genera daños al suelo, al agua y al aire, y contribuye al deterioro ambiental de las zonas urbanas. Ante esta situación, la ingeniería civil ha venido explorando alternativas orientadas al reaprovechamiento de estos materiales en aplicaciones técnicas que permitan reducir su impacto ambiental y ofrecer soluciones constructivas.

En ese contexto, el centro poblado de Pampas de Ánimas, presenta una actividad agrícola importante que depende diariamente del tránsito de vehículos de carga, maquinaria agrícola, así como el paso constante de unidades de transporte colectivo y particular. Como principal eje de vía que une a este centro poblado con distintas zonas rurales y urbanas, entre ellas la ciudad de Huacho, la avenida Centenario no fue construida de manera adecuada desde su origen. A lo largo del tiempo, con el paso constante de unidades pesadas, sumado a la existencia de un canal de riego sin revestir en parte de su recorrido y las condiciones climáticas del lugar, han generado deformaciones, baches, erosión, pérdida de estabilidad superficial e infiltraciones que han disminuido progresivamente la resistencia de su subrasante, favoreciendo la deformación plástica, los asentamientos y la pérdida de capacidad portante.

Ante esa problemática, esta investigación propone evaluar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la avenida Centenario adicionando residuos de ladrillo (RL) y residuos de concreto (RC) como agentes estabilizadores. Esta alternativa resulta técnicamente viable dado que los RCD, al ser triturados y procesados, poseen características físicas aprovechables que pueden contribuir a mejorar las propiedades de compactación y la capacidad

portante de suelos con deficiencias estructurales. Además, desde la perspectiva ambiental, la reutilización de estos materiales como insumos en la estabilización de subrasantes permite reducir los volúmenes de desechos dispuestos en vertederos y espacios públicos del distrito, presentando así una opción sustentable frente a la gestión de los RCD generados localmente.

Este trabajo está organizado en seis capítulos dispuestos de manera secuencial. Donde el primer capítulo aborda la formulación del problema, describiendo la realidad problemática del área de estudio y formulando el problema general de la investigación: ¿De qué manera influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en las propiedades físicos-mecánicas de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025? Asimismo, se presentan los objetivos, la justificación y la delimitación de estudio.

El segundo capítulo corresponde al sustento teórico del trabajo, donde se recopilan antecedentes de investigaciones internacionales y nacionales que han abordado problemáticas similares al uso de RCD para la estabilización de subrasantes. Asimismo, se desarrollan las bases teóricas y filosóficas, la definición de términos básicos, las hipótesis de la investigación y la operacionalización de variables. Se plantea como hipótesis general que la adición de residuos de concreto y ladrillo influye en la mejora de las propiedades físicos-mecánicas de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.

El tercer capítulo describe el diseño metodológico empleado, especificando que investigación corresponde a un estudio de tipo aplicado con alcance explicativo, bajo un diseño cuasiexperimental y enfoque cuantitativa. En este capítulo se detalla la población y muestra seleccionada, correspondiente a un tramo de 2.68 km de la avenida Centenario, así también como las técnicas de recolección de datos y procesamiento de información empleadas en los ensayos de laboratorio.

El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados a la muestra patrón (dosificación 01: 0% RL + 0%RC) y a las dos dosificaciones con adición de

residuos: dosificación 02 (15% RL + 20%RC) y dosificación 03 (20% RL + 15%RC). Los resultados incluyen análisis granulométrico, índice de plasticidad, contenido de humedad, ensayo Proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR), presentados mediante tablas y figuras comparativas.

El quinto capítulo está dedicado a la discusión de los resultados, en el que se comparan los resultados encontrados en la presente investigación frente a los reportados por los estudios previos abordados dentro del sustento teórico, buscado así corroborar la consistencia de los datos obtenidos y aportar al debate científico sobre el uso de RCD como agentes estabilizadores de subrasantes.

Por último, en el sexto capítulo expone las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio realizado. En este capítulo se determina que la dosificación más favorable fue la dosificación 03 (15%RL + 20%RC), la cual logró incrementar el PUSM a 1.676 g/cm^3 , modificó el COH a 11.8% y aumentó el CBR al 95% a 23.3%, clasificando la subrasante como muy buena según los criterios del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC). A partir de esos hallazgos, se determina que incorporar residuos de concreto y ladrillo mejora las propiedades físicos-mecánicas de la subrasante evaluada, validando la hipótesis planteada al inicio del estudio.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El aumento de construcciones en el mundo ha generado demasiado consumo de recursos naturales, así como un alarmante aumento en la generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Esta realidad ocasiona serios daños al medio ambiente, comprometiendo el desarrollo sostenible. Con frecuencia, los RCD se colocan en botaderos sin ser tratados sanitariamente o simplemente son abandonados en lugares públicos. Esta falta de gestión adecuada conlleva consecuencias perjudiciales para el suelo, aire y agua (Pastor Cavero & Joni Vargas, 2019) Se calcula que los residuos sólidos generados en el mundo, por lo menos el 30% son constituidas por RCD (Soto Paz, Arroyo, Torres Guevara, Parra Orobio, & Casallas Ojeda, 2023).

El avance industrial de la construcción en Perú ha sido notable en años recientes, lo que ha ocasionado un incremento en la producción de residuos (MINAM, 2024), los RCD conforman entre el 30% y 40% de los residuos sólidos producidos en el país. Sin embargo. Apenas una pequeña parte de estos residuos es reciclada, lo que causa efectos adversos en el medio ambiente y sobrecarga a los vertederos (LIMAIN, 2024).

Es posible localizar lugares en Lima y Callao donde estos desechos han sido dejados sin tener en cuenta ningún criterio de preservación ambiental. Además, frecuentemente los RCD son transportados a las orillas del mar o el arroyo de los ríos, donde son removidos provocando una considerable contaminación (Carbajal Silva, 2018)

La expansión urbana y el crecimiento incesante de la población han propiciado la edificación de gran altura y la eliminación de las viejas construcciones de menor tamaño. Esto ha derivado no solo en el consumo de recursos naturales a un ritmo preocupante, sino que también se ha transformado poco a poco en un reto para la sostenibilidad (Kisku, y otros, 2017).

El terreno que soporta los esfuerzos que provienen de la superficie de una vía necesita estar en un estado que le permite resistirlas adecuadamente. En el caso de que el terreno no cuenta con las propiedades necesarias para tal fin, se elige reemplazarlo por otro que sí las tenga o proceder a estabilizar para mejorar sus propiedades naturales (Morales Zuluaga, 2015). Hay posibilidades de emplear material reciclado como RCD lo que implica un costo más bajo en comparación con la grava convencional y también existen beneficios económicos debido a la reducción de impuestos según la regulación tributaria en cada país (Ashraf Teara, Doh Shu Ing, & WY Tam, 2018). Esto reduce la eliminación de desechos sólidos que perjudican el entorno, reciclar materiales que son considerados como desechos que no tienen un valor significativo en sí mismos (Martínez Molina, y otros, 2015).

En la actualidad, el CCPP Pampa de Ánimas, tiene una resaltante actividad agrícola que cada día depende del tránsito de vehículos de carga, maquinarias agrícolas, transporte público y privado. Precisamente en esta zona, la avenida Centenario es una vía fundamental ya que conecta al centro poblado con distintas zonas rurales y urbanas, una de las conexiones más importantes es con la ciudad de Huacho. Según relatos de los pobladores, la avenida Centenario, exactamente en un sector de Pampa de Ánimas baja, la vía no fue construida de manera adecuada y a pesar de algunas intervenciones que se hicieron para mejorar la vía, ya sea con afirmado o material granular, esta presenta daños. El paso del tiempo, el tráfico agrícola pesado, el tránsito constante de los lugareños, y además que en un tramo de la vía existe un canal de riego que gran parte de esta no está revestida; estas condiciones hacen que existan deformaciones, baches, erosión, pérdida de estabilidad en la superficie, infiltraciones y humedad constante en el suelo. Estas condiciones contribuyen en la disminución del soporte de la subrasante, favoreciendo la deformación plástica, asentamientos y pérdida de la capacidad portante.

La decisión de intervenir en este tramo no surgió solo desde un punto académico, sino también desde la observación directa de la realidad. Al transitar recurrentemente por esa vía se observó que los usuarios, principalmente los agricultores, enfrentaban diariamente incomodidad, riesgo y deterioro en sus vehículos debido al mal estado de la vía. Ello despertó el interés para plantear una alternativa de mejora para la vía.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?

1.2.2 Problemas específicos

- ✓ ¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en el índice de plasticidad de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?
- ✓ ¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?
- ✓ ¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la avenida Centenario, Santa María - 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en el índice de plasticidad de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.

- ✓ Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.
- ✓ Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.

1.4 Justificación de la investigación

Técnicamente, esta investigación se respalda debido a la desconcertante urgencia de mejorar las propiedades estructurales de la subrasante de la avenida Centenario, una vía de tránsito vehicular constante. Por ello, es importante buscar alternativas de estabilización de suelos que sea viables. En referencia a lo ambiental, en el distrito existen acumulaciones de concreto y ladrillo producto de la construcción, demolición y ampliación de estructuras, y desechos de ensayos en los laboratorios; estos residuos, a diferencia de los escombros que generalmente contienen basura, mantienen características físicas aprovechables y sin embargo son descartados sin proceso de valorización; la utilización de estos residuos no solo promueve su aprovechamiento como un producto utilizado en la ingeniería, sino también contribuye en la reducción de volúmenes de desechos. Desde el enfoque social, nuestra investigación busca contribuir con mejorar de la transitabilidad planteando una alternativa de mejoramiento del suelo en la avenida Centenario, siendo de esta manera un beneficio muy importante para los transportistas, comerciantes, agricultores y todos usuarios en general. En el aspecto económico, la presente investigación busca utilizar residuos de concreto y ladrillo evitando la adquisición de materiales estabilizantes tradicionales, reduciendo costos y generando ahorros. De esta manera podemos decir que la presente investigación lo realizamos porque permite responder la necesidad vial de la zona, aprovechando los recursos disponibles del lugar que hoy presentan un problema ambiental, ofrece una alternativa técnica que puede contribuir a decisiones futuras de gestión y diseño de otras estructuras viales.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación espacial

El estudio se hizo específicamente en la av. Centenario del Sector Bajo del CCPP Pampa de Animas, Santa María, Huaura, Lima. Este tramo de avenida ha sido seleccionado por la urgente necesidad de mejora a las condiciones de su subrasante, lo que impacta directamente en la calidad de vida de los residentes de la zona y en la seguridad vial de sus accesos.

Delimitación temporal

El periodo de ejecución de la presente investigación fue programado desde diciembre del 2025 hasta junio del 2026. Durante estos 7 meses, se realizaron actividades de recolección de datos, análisis de las propiedades físicos-mecánicas de la subrasante y evaluación del impacto de la adición de residuos de concreto y ladrillo como la mejora de las mismas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1.6 Antecedentes de la investigación

1.6.1 Investigaciones internacionales

Hidalgo et al. (2024) en la investigación titulada “Polvo de ladrillo y ceniza volantes como estabilizador de subrasante para caminos de bajo volumen de tráfico: evaluación en laboratorio y pista de prueba”, con finalidad de aplicar polvo de ladrillo (BD) y ceniza de carbón (FA) en dosis de 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 24% para suelos arenosos y suelos finos granulares (limo y arcilla), evaluando la compactación para examinar el impacto del material en la característica de resistencia ante la compresión no confinada. Para determinar la efectividad del material estabilizado, se creó una pista de ensayo a escala con una longitud de 150 m empleando suelo in situ como subrasante. Los resultados muestran que al incorporar estos materiales en suelos fino granulares, la resistencia a la compresión no confinada aumenta en un 150% a diferencia del suelo no estabilizado. Para el caso de suelos arenosos, la mejora en la resistencia varía entre el 70% y el 125%. La evaluación de BD y FA consiguieron registrar aumentos mayores al 50% en el módulo resiliente en comparación al suelo no tratado. Se concluyó que la incorporación de BD y FA activados con cal produjo mejoras en la compactación de los materiales. Respecto al PUSM y al COH se notaron un incremento y una reducción respectivamente, lo cual puede atribuirse al aumento de partículas más grandes y a las reacciones puzolánicas que se generaron.

Al-Obaydi et al. (2022) en el artículo titulado “Mejora de los valores CBR de la subrasante del suelo utilizando materiales de construcción y demolición”, Se ha llevado a cabo esfuerzos para estudiar el efecto en tres categorías de residuos de construcción: dragged asphalt DA, crushed brick (CB) y crushed concrete (CC); para su aplicación como base en carreteras, mediante estudios experimentales y numéricos. Los resultados indicaron una disminución del índice de plasticidad de hasta un 25.00% en referencia al suelo natural y hasta un 33.15% con

respecto al CHO para los casos de residuos de construcción, mientras que en el PUSM solo la adición de crushed brick (CB) presenta disminución y los otros dos residuos presentan mejoría en los resultados. Los valores CBR se incrementaron en 12.42%, 13.69% y 49.68% al añadir DA, CB y CC respectivamente. Concluyendo que hay una concordancia en los resultados de CBR en los numéricos y experimentales.

Perea (2021), en su artículo titulado “Uso del concreto y vidrio reciclado en la capacidad de carga de suelos arcillosos: una revisión literaria”. Tiene como propósito llevar a cabo un estudio metódico sobre la manera en que influye la adición de concreto y vidrio reciclado en las propiedades mecánicas de los suelos arcilloso. Realizó una investigación sistemática, para una muestra de suelos arcillosos. La investigación presentó favorables resultados usando concreto reciclado triturado en un 15% y polvo de vidrio reciclado en un 15% optimizando las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos. Llegando a la conclusion de que, para menorar el asentamiento, potencial la estabilización e incrementar la capacidad máxima de carga en los suelos compuestos por arcillas, es factible utilizar vidrio reciclado y concreto.

Amena (2021), en el artículo titulado “Experimental study on the effect of plastic waste strips and waste brick powder on strength parameters of expansive soils”. El propósito de esta investigación fue utilizar residuos para tratar estos suelos con el fin de aumentar su capacidad de para soportar presión y disminuir la contaminación, en un estudio experimental. Para muestras de suelos expansivos recolectadas en la ciudad de Jimma, región de Oromia, Itiopía. Resulta que al incorporar un 0.75 % de PWS y 30 % de BP, se notó una variación notable con un aumento significativo en lo valores de expansión, CBR y capacidad de carga a compresión no confinada. La investigación indica que el polvo de escombros de ladrillo y las tiras de desechos plásticos mejoran la solidez de los terrenos expansivos.

1.6.2 Investigaciones nacionales

Cortegana y Vega (2024), en la tesis titulada “Análisis experimental de la adición de polvo de ladrillo y cenizas de hoja de plátano para el mejoramiento de la subrasante en suelos arcillosos en el sector de Mapresa, Tingo María”. Presentan como principal objetivo de la investigación determinar que los valores del CBR de un suelo arcilloso en el km 4.1 de la carretera interoceánica del Sector Mapresa de Tingo María, pueden ser mejoradas y de esa manera mejorar la subrasante utilizando ceniza de hoja de plátano (CHP) y polvo de ladrillo (PL). Presentando un nivel de investigación explicativo con diseño experimental. La muestra del terreno fue recolectada en un lugar próximo a una vía, alrededor de 4 km de la carretera interoceánica. Para la relación con los porcentajes de 2% CHP con 6% PL, 5% CHP con 10% PL y 8% CHP con 17% PL de mezcla, se obtuvo disminuciones en todos los valores del contenido óptimo de humedad y un incremento en todos los valores de peso unitario seco máximo, así también se presentó un incremento por otra parte los valores de CBR de 11.30%, 12.40% y 13.00% respectivamente a cada porcentaje, mostrándose un incremento continuo en la resistencia del suelo. Finalizando que se eligió la combinación de 8% CHP con 17% PL debido a que mostró los resultados más favorables, lo que significa que aumento de la capacidad portante del suelo fue del 5.4% al alcanzar un valor de CBR del 13.00% a diferencia del valor inicial de la muestra patrón.

Antaurco (2023), presento su tesis titulada “Mejoramiento de la subrasante con concreto reciclado en un suelo granular, Lima 2023”. Su investigación se fundamenta en el estudio de suelos en el laboratorio con el objetivo de optimizar la estabilización de la subrasante de un suelo granular. Su investigación tuvo un desarrollo de tipo aplicada y con estudio cuasiexperimental. La población se encuentra en el distrito de Ventanilla, exactamente en el parque Porcino de donde se sacaron de muestras 3 calicatas. Los resultados de los ensayos mostraron que al añadir concreto reciclado (CR) en dosificaciones de 10%, 15% y 20%, el IP

y el COH disminuyen respectivamente, la PUSM de la subrasante se eleva y, adicionalmente, la capacidad portante de la subrasante se potencia. Se concluye que, si se puede estabilizar la situación, se puede estabilizar la subrasante del terreno arcilloso, utilizando material reciclado, en este caso concreto de demolición que permiten alcanzar resultados positivos.

Cornejo y Hurtado (2022), en su investigación titulada “Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carreteras Maras – Moray, Cusco 2021”. Tuvieron como propósito determinar la estabilización de la subrasante utilizando agregado de concreto reciclado (ACR) y agregado natural (AN), a través de métodos granulométricos en la vía Maras - Moray. La muestra fue desde el km 8+000 hasta el km 8+298 del segundo tramo de la vía, sacando 150 kg de muestra. Los resultados de los ensayos mostraron una capacidad portante (CBR%) para la muestra patrón T-0 con 0% ACR y 0% AN de 13.21%, y los resultados del CBR para las distintas dosificaciones con ACR y AN, oscilan desde 35.34%, 35.95%, 46.02%, 48.42%, 51.87%, 50.21%, 52.08%, 55.55%, 59.67%, 59.31% y 60.76% para las dosificaciones de T-1 a T-11 respectivamente. Concluyendo que el máximo valor de capacidad portante de la subrasante mejorada obtuvo un CBR de $60.76\% \pm 3.62\%$ que indica un aumento de 359.95% a diferencia con el tratamiento de referencia. Todas las dosificaciones presentadas en la investigación fueron clasificados como subrasantes excelentes de acuerdo con la clasificación del MTC.

Zamora (2021), en la investigación titulada “Estabilización de subrasante blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021”. Se propuso como propósito determinar de qué manera varía la estabilización de las subrasantes blandas modificándolas con concreto reciclado (CR) en vías vecinales. Empleando una metodología de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de diseño experimental y un nivel explicativo. Donde se llevaron a cabo cuatro calicatas de 1.5 m de profundidad cada 500 m. Los resultados de los ensayos mostraron que al añadir 10%, 15% y

20% del CR disminuye el IP hasta en un 20%, mientras que en el COH solo en la dosificación con 15% CR presenta un aumento, el los resultados de PUSM se tiene un aumento hasta en 4.15%, por otro lado, la capacidad portante del suelo mejorado, con 10%, 15% y 20% de CR alcanzó un CBR (95% 0.1”) de 9.35%, 10.54% y 12.50% respectivamente. Concluyendo con un 95% de certeza en los promedios del CBR (95% 0.1”) del suelo original y con la incorporación de varios porcentajes muestran una variación notablemente, lo que corrobora que el suelo modificado con CR tiene un impacto considerable y positivo en el CBR.

1.7 Bases teóricas

Residuos de Concreto (RC)

Los desechos de concreto producidos al derrumbar una edificación originan enormes volúmenes de basura que en la actualidad no reciben tratamiento y toda la eliminación final se restringe a un vertedero o algún otro lugar, donde simplemente son acumulados (Cruz Zuñiga & Ramírez Picado, 2022).

Residuos de Ladrillo (RL)

Son desechos de ladrillo derivados de una producción defectuosa, del mismo modo que el sector de la construcción y demolición. La reutilización y el reciclado de los ladrillos que resultan una fabricación irregular puede orientar la industria de la construcción hacia una mejor sostenibilidad, disminuyendo la dependencia de los recursos no renovables y el efecto adverso que genera al medio ambiente el control no adecuado de los desechos sólidos (Pérez Rojas, 2012).

Subrasante

La subrasante constituye la capa superior del relleno o el fondo de las excavaciones en un terreno en estado natural, la cual debe cargar el pavimento. Esta superficie consiste en suelos

selectos que cumplen con características apropiadas y se compactan en estratos para formar una estructura estable en condiciones ideales, esto garantiza que no sea afectada por una carga de diseño generado por el tránsito (MTC, 2014).

Suelos

Los suelos son el resultado del deterioro de las rocas mediante procesos físicos-químicos. Es un elemento que siempre ha requerido atención, ya sea como base para fundaciones, como componente de edificación o como un enlace entre el agua y las construcciones. Cualquier construcción o edificación realizada por las personas necesita tener una base sobre suelo o roca, mediante ellas se generan edificaciones, carreteras, represas, túneles, entre otros, que son hechas en contacto con los suelos o rocas (Marín Nieto, 1991).

Clasificación de los suelos

Los suelos que presentan propiedades semejantes pueden ser organizados en categorías y subcategorías de acuerdo a sus propiedades mecánicas y su desempeño en ingeniería. Los métodos de clasificación ofrecen un modo compartido de comunicar de manera clara las cualidades esenciales de los suelos, que son extremadamente diversas, sin necesidad de una explicación exhaustiva (Braja, 2015).

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) lleva a cabo la descripción de los suelos a través de su granulometría y su índice de plasticidad en construcciones e infraestructuras como drenajes, puentes, badén, entre otros. Este procedimiento ofrece datos más precisos acerca de los suelos mediante símbolos gráficos que se utilizan para detallar cada clase de terreno (Puma Chuquichampi & Teran Corredor, 2022).

Figura 1

Signos habituales para perfil de Calicatas - Clasificación SUCS

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorganico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatomeacea, limo elastico

	Arcilla inorganica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla organica de mediana o elevada plasticidad, limo organico
	Turba, suelo considerablemente organico

Nota. Fuente: MTC (2014)

Propiedades físicos-mecánicas del suelo

Las propiedades físicos-mecánicas de un material brindan información sobre sus atributos, de modo que el diseño utilizado sea capaz de soportar una deformación o que esta no sea demasiado intensa (Meza Domínguez, 2018).

Plasticidad

La plasticidad hace referencia a la capacidad de los suelos para cambiar de forma, hasta un punto de manera que no se fracture. A través de este atributo, se evalúa la conducta de los

suelos en distintos períodos. Las arcillas, por ejemplo, presentan esta característica en diferentes niveles. Para determinar si un suelo es plástico o no, se utilizan los límites de Atterberg, quien mediante esto clasificó las cuatro fases de consistencia de los suelos cohesivos (Crespo Villalaz, 2004).

Según el MTC (2014), la propiedad del índice de plasticidad (IP) a obtener, se expresa como la variación del límite líquido (LL) y límite plástico (LP).

$$IP = LL - LP$$

El IP muestra el rango de niveles de humedad en donde el terreno muestra cualidades plásticas, lo que facilita una adecuada clasificación del suelo.

Tabla 1

Clasificación de suelos según IP

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

Nota. Fuente: MTC (2014)

Compactación

El proceso de compactación aumenta las características de resistencia de los terrenos, lo que a su vez eleva la capacidad de carga de las fundaciones que se sitúan en ellos. Además, la compactación baja el volumen de agua no requerida que afecta a las construcciones y refuerza la seguridad de las inclinaciones en los terraplenes (Braja, 2015).

Capacidad portante

La capacidad portante se describe como la carga máxima que puede aguantar un terreno antes de sufrir daños estructurales, como hundimiento excesivos o derrumbes (Ocrospama Callupe & Rocha Sandoval, 2024). Según (Das & Sobhan, 2018), esta destreza se ve afectada por varios elementos, tales como la categoría del terreno y si grado de densidad, su nivel de compactación, el espesor de la capa portante y el tipo de peso que se le aplica.

Contenido de humedad

El contenido de humedad existente en un suelo se refiere a la razón, expresado en porcentaje entre el peso del agua en una cantidad de muestra específica y el peso de las partículas sólidas que lo componen (MTC, 2017).

Granulométrico

Se trata del estudio numérico de cómo se distribuyen las partículas de los suelos en tamaños diferentes. Para clasificar las partículas que superen los $75\ \mu m$ (retenido en el tamiz N° 200) se utiliza el tamizado. En cambio, las partículas inferiores a $75\ \mu m$ se determina basándose en la ley de Stokes a través de un procedimiento de sedimentación (Comité Técnico Permanente de Geotecnia, 1999).

CBR

Ensayo para establecer un índice de resistencia en los suelos, esto se conoce como la relación de soporte, formalmente llamada CBR (California Bearing Ratio). Mayormente se elabora en muestras de suelo acondicionadas en un laboratorio bajo especificaciones precisas de densidad y humedad; no obstante, también se puede hacer de manera parecida en muestras no modificadas obtenidas del campo (MTC, 2017).

Tabla 2*Categorías de subrasante*

Categorías de Sub rasante	CBR
S_0 : Sub rasante inadecuada	$CBR < 3\%$
S_1 : Sub rasante insuficiente	De $CBR \geq 3\%$ a $CBR < 6\%$
S_2 : Sub rasante regular	De $CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$
S_3 : Sub rasante buena	De $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$
S_4 : Sub rasante muy buena	De $CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$
S_5 : Sub rasante excelente	$CBR \geq 30\%$

Nota. Fuente: MTC (2014)

Límite líquido

Es el porcentaje de humedad en el que el suelo se detecta en la frontera entre las fases líquida y plástica. Se fija como el nivel de humedad en el que la hendidura que divide dos partes de una porción de muestra se cierra a lo largo de su base a una longitud de 13 mm (1/2”) al dejar caer el recipiente 25 ocasiones desde una altitud de 1 cm, con una frecuencia de dos caídas por cada segundo (Comité Técnico Permanente de Geotecnia, 1999).

Límite plástico

Es la porción de agua mínima necesaria para poder crear barritas de la muestra de aproximadamente 3.2 mm (1/8”) de diámetros, al hacerla rotar en las manos y una superficie plana, evitando que esos cilindros se deshagan (MTC, 2017).

Proctor modificado

Establece la conexión entre el nivel de agua y el peso unitario seco en los suelos (curva de compactación) que han sido compactadas dentro de un cilindro de 101.6 mm o 152.4 mm

de diámetro, haciendo uso de un pistón de 44.5 N que desciende desde una altitud de 457 mm (18”), generando una fuerza para compactar de 2700 kN-m/m³ (MTC, 2017).

1.8 Bases filosóficas

Reciclaje y sostenibilidad

La recuperación y el reúso de materiales procedentes de la construcción durante el ciclo de vida de edificios e infraestructuras constituyen una de las estrategias claves para lograr la sostenibilidad en este ámbito. Así, la idea de “residuo” debería ir desvaneciéndose, permitiendo que se vea este conjunto de materiales como un “recurso” (Cuchí Burgos & Sagrega Cuscó, 2007).

El suelo y el ser humano

Hay un elemento en la biosfera que se llama suelo, que forma la capa externa de la Tierra. En toda nuestra historia, los humanos utilizamos este recurso como base para todas las civilizaciones que han surgido, ya que el suelo es siempre presente y es fundamental para la vida (Burbano Orjuela, 2010).

1.9 Definición de términos básicos

Terraplén: Hace referencia a la elección de la explanación que se encuentra sobre la superficie que ha sido acondicionada. Así mismo se le llama relleno (MTC, 2014).

Calicata: Son excavaciones que poseen medidas suficientes para facilitar la observación y recolección de muestras de todos los horizontes (Rubiano Sanabria, 2005).

Compresión: Acción de compactar un material superponiendo una carga que puede ser axial (MTC, 2017).

Estabilización del suelo: La estabilización de un suelo quiere decir la mejora de sus propiedades como la resistencia, durabilidad, densidad, plasticidad, permeabilidad, etc (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2018).

Índice de plasticidad: Es el intervalo de contenido de agua en el que un suelo muestra propiedades plásticas (Comité Técnico Permanente de Geotecnia, 1999).

1.10 Hipótesis de investigación

1.10.1 Hipótesis general

La adición de residuos de concreto y ladrillo influye en la mejora de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.

1.10.2 Hipótesis específicas

- ✓ La adición de residuos de concreto y ladrillo reduce el índice de plasticidad de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.
- ✓ La adición de residuos de concreto y ladrillo mejora las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.
- ✓ La adición de residuos de concreto y ladrillo incrementa la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.

1.11 Operacionalización de variables

Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Propiedades físicos-mecánicas en la subrasante	Deben ser estudiadas, ya que esto contribuirá a su diseño y calidad, con el objetivo de crear un producto que sea capaz de resistir las fuerzas que el material pueda soportar (Meza Domínguez, 2018).	Para su evaluación de las propiedades físicos-mecánicas, en lo que respecta a la subrasante, es necesario realizar diversos ensayos para determinar cada una.	Plasticidad	Límite líquido y límite plástico
			Características de compactación	Peso unitario seco máximo y contenido óptimo de humedad
			Capacidad portante	Índice de resistencia

Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Residuos de concreto y ladrillos	El primero son los residuos producidos al destruir una estructura (Cruz Zuñiga & Ramírez Picado, 2022). Mientras que el ladrillo procedente de la demolición puede ser reutilizado como material reciclado (Mimbela Orderique, Muñoz Perez, & Rodríguez Lafitte, 2021)	Los residuos de concreto y ladrillos se emplearán como aditivos para modificar las propiedades físicos-mecánicas en la subrasante.	Dosificación	15% residuo de concreto + 20% residuo de ladrillo
				20% residuo de concreto + 15% residuo de ladrillo

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

1.12 Diseño metodológico

Alcance de investigación

Esta investigación presenta un alcance explicativo, según Arias y Covinos (2021) este alcance se distingue por definir relaciones causas y efecto entre sus variables, siendo más elaboradas y organizadas en comparación de otros enfoques. Se identifican las variables independientes (que actúan como causas) y las variables dependientes (que funcionan como efectos), permitiendo formular hipótesis que indiquen dicha causalidad. Además, Ramos Galarza (2020) nos menciona que este alcance requiere encontrar una interpretación e identificación de los fenómenos.

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, según Arias y Covinos (2021) esta se provee por el tipo básico o puro, dado que, la teoría tiene como propósito resolver problemas prácticos, basándose en los descubrimientos y soluciones presentadas en el objetivo del estudio. Comúnmente, se aplica en ámbitos como la ingeniería o la medicina. Los posibles resultados que se pueden presentar son predictivos o explicativos. De acuerdo con Haro et al. (2024) son estudios dirigidos a solucionar cuestiones particulares o implementar en conocimiento en contextos reales.

Diseño de investigación

El diseño de investigación es cuasi experimental, según Vizcaíno et al. (2023) se emplea el diseño cuasi experimental cuando no es posible asignar aleatoriamente a los sujetos en los grupos de tratamiento y control. Este tipo de diseño se utiliza en circunstancias donde existen restricciones éticas o prácticas para la distribución al azar. Además, Arias y Covinos (2021)

nos menciona que en el diseño cuasi experimental es posible llevar a cabo mediciones y utilizar herramientas de evaluación más de tres ocasiones, lo que implica que puede llevarse a cabo en más de tres tiempos diferentes y también se puede manejar y/o alterar la variable independiente, modificando los niveles durante distintos periodos de tiempo para alcanzar los resultados ideales.

Enfoque de investigación

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, según Haro et al. (2024) se emplea la compilación y el estudio de datos numéricos para encontrar patrones y confirmar hipótesis establecidas previamente. Aplica métodos estadísticos para el estudio de la información. De acuerdo con Vizcaíno et al. (2023) la investigación se distingue por un enfoque de analizar y entender a profundidad los fenómenos sociales y humanos desde la perspectiva de los que participan.

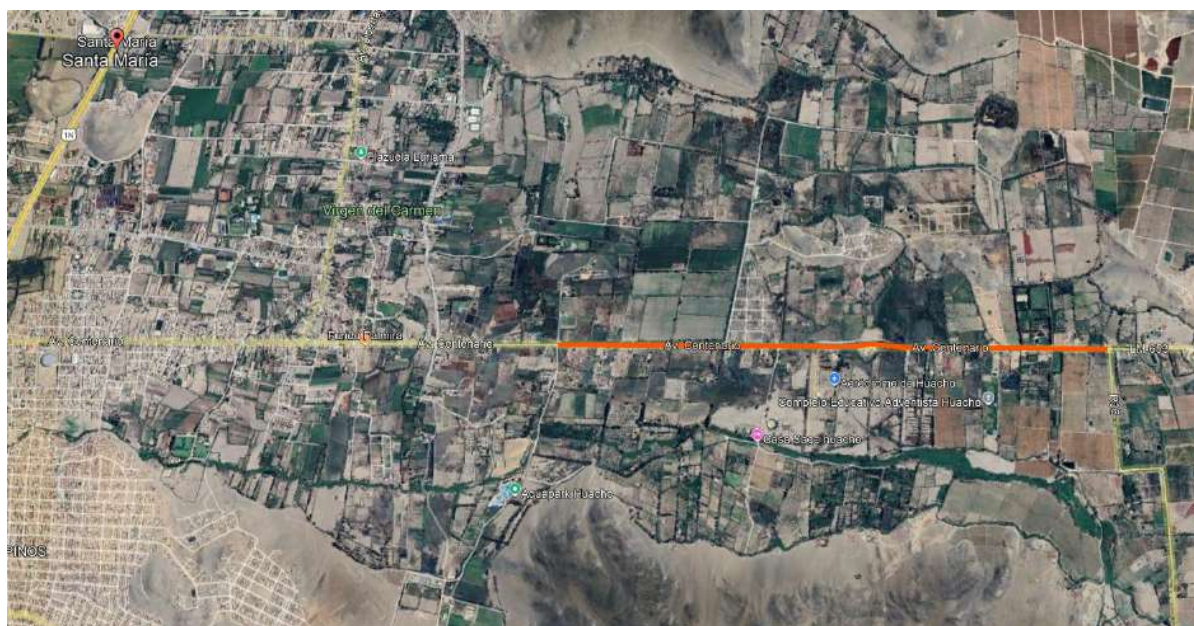
1.13 Población y muestra

1.13.1 Población

En una investigación científica, la población representa al grupo de individuos o componentes que tienen atributos particulares y que a partir de ello se intenta obtener inferencias o generalizaciones. La población puede ser amplia o reducida, asequible o no, y tiene la capacidad de dividirse en varios grupos o subgrupos (Hadi Mohamed, Martel Carranza, Huayta Meza, Rojas León, & Arias Gonzáles, 2023).

En nuestro caso, es la av. Centenario compuesta por su subrasante ubicada en el Sector Bajo del CCPP Pampa de Animas, presentando una extensión de 2.68 km. Nuestro tramo inicia aproximadamente en el Km 3+250 de la avenida Centenario, exactamente en la entrada del centro de recreaciones Aquapark Huacho, y finaliza justo donde culmina la avenida Centenario y nace la ruta LM-653.

Tramo de estudio en la Av. Centenario.



Nota. Tomado de Google Earth 2025.

1.13.2 Muestra

El muestreo es un método que se utiliza para escoger un grupo de personas o componentes de una población con la finalidad de encontrar información acerca de ella. El muestreo permite a los investigadores encontrar datos exactos de manera confiables sobre una población, aunque esta sea muy grande o inaccesible (Hadi Mohamed, Martel Carranza, Huayta Meza, Rojas León, & Arias Gonzáles, 2023).

La elección de los elementos representativos a analizar se realiza conforme a lo establecido por el MTC en su manual de ensayo de materiales, teniendo una carretera de tercera clase nos indica que es necesario ejecutar dos calicatas cada un kilómetro, teniendo una distancia de 2.68 km hemos realizado 6 calicatas.

Figura 3

Distribución de calicatas en el tramo de estudio.



Nota. Tomado de Google Earth 2025.

1.14 Técnicas de recolección de datos

Se llevó a cabo usando un método cuasiexperimental tanto en el medio natural como en laboratorio. En primera instancia, realizamos seis calicatas colocadas estratégicamente a lo largo de la Avenida Centenario para recoger muestras representativas del material en su estado natural. Cada muestra extraída fue separada y trasladada para el análisis en el laboratorio, donde se desarrolló el ensayo de Proctor Estándar de las seis muestras. Este ensayo permitió hallar el PUSM y el COH de cada calicata, aspectos clave para evaluar el potencial mecánico del suelo en su estado natural. Tras la obtención de los seis resultados del ensayo Proctor, se seleccionaron las dos muestras que presentaron las características más favorables. Para estas dos muestras que elegimos, se realizó el ensayo de CBR con el propósito de evaluar su resistencia bajo cargas aplicadas. Al revisar los datos obtenidos de ambos CBR, seleccionamos la que tuvo el menor nivel de resistencia, ya que esta fue la que requería más estabilización. A esta muestra se le añadió dos dosificaciones: 15% RC y 20% RL, y otra mezcla de 20% RC y 15% RL. Cada mezcla modificada se sometió de nuevo a ensayos Proctor y CBR, creando así tres grupos de resultados que podemos comparar, las cuales son el suelo natural, el suelo

adicionado la primera dosificación y por último el suelo adicionado la segunda dosificación. Con este proceso pudimos obtener la información necesaria para evaluar de manera cuantitativa el grado de mejora logrado a través de la inclusión de los residuos reciclados.

1.15 Técnicas para el procesamiento de información

Se realizó utilizando un método cuantitativo comparativo que nos permitió evaluar cómo se comporta la subrasante antes y tras ser estabilizada con residuos de concreto y ladrillo. Para llevar a cabo esto, se recopilaron y organizaron inicialmente los datos de laboratorio en tablas de control creadas en Microsoft Word, donde se describen para cada una de las muestras analizadas. Luego, los valores numéricos están transferidos a Microsoft Excel, herramienta que nos ayudó en el cálculo de datos, permitiendo generar indicadores que muestren las variaciones del suelo natural con las dos adiciones. Después de tener la información cuantitativa organizada y procesada, se llevó a cabo un análisis interpretativo, utilizando gráficos comparativos elaborados en Excel, que ilustran de forma visual las tendencias en el comportamiento de los tres estados analizando. Además, los resultados fueron contrastadas en función de las hipótesis planteadas, así pudimos formular conclusiones y ofrecer recomendaciones, fortaleciendo la evaluación de los hallazgos.

CAPITULO IV. RESULTADOS

1.16 Análisis de resultados

Análisis granulométrico por tamizado

Calicata CLT-1

La tabla 3 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata CLT-1. A partir de esta información se elaboró la figura 4.

Tabla 3

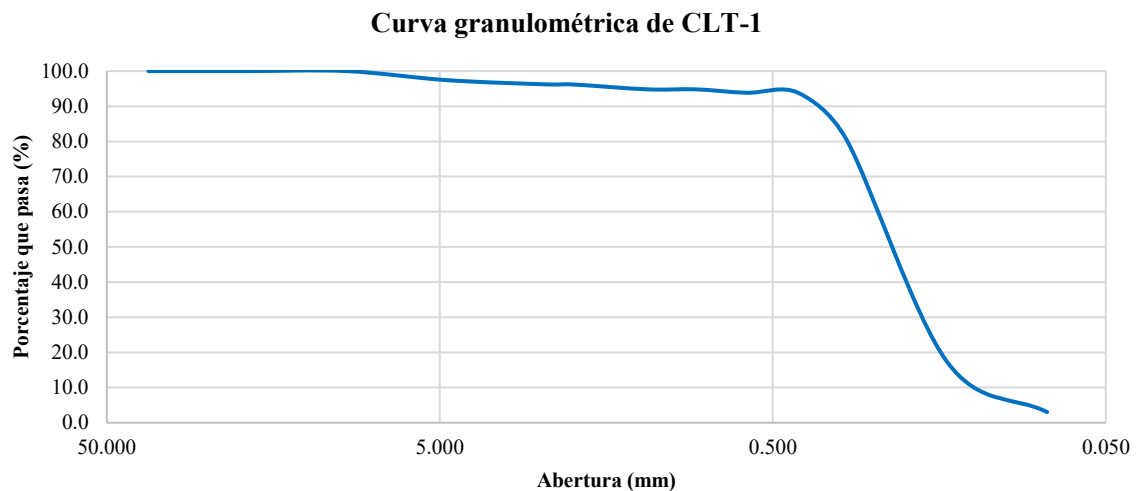
Análisis granulométrico de CLT-1.

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	-			100.0
Nº 4	4.750	69.00	2.6	2.6	97.4
Nº 8	2.360	6.20	1.2	3.8	96.2
Nº 10	2.000	-		3.8	96.2
Nº 16	1.190	7.20	1.4	5.2	94.8
Nº 20	0.850	-		5.2	94.8
Nº 30	0.600	5.00	1.0	6.2	93.8
Nº 40	0.420	-		6.2	93.8
Nº 50	0.300	68.90	13.4	19.6	80.4
Nº 100	0.150	323.64	63.1	82.6	17.4
Nº 200	0.075	73.62	14.3	97.0	3.0
Pasante		15.44	3.0	100.0	0.0

La figura 4 muestra la curva granulométrica de la calicata CLT-1. Esta muestra está conformada por 2.6% de grava, 94.4% de arena y 3% de finos. Esto significa que su clasificación eN SUCS es SP.

Figura 4

Curva granulométrica de CLT-1



Calicata CLT-2

La tabla 4 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata CLT-2. A partir de esta información se elaboró la figura 5.

Tabla 4

Análisis granulométrico de CLT-2

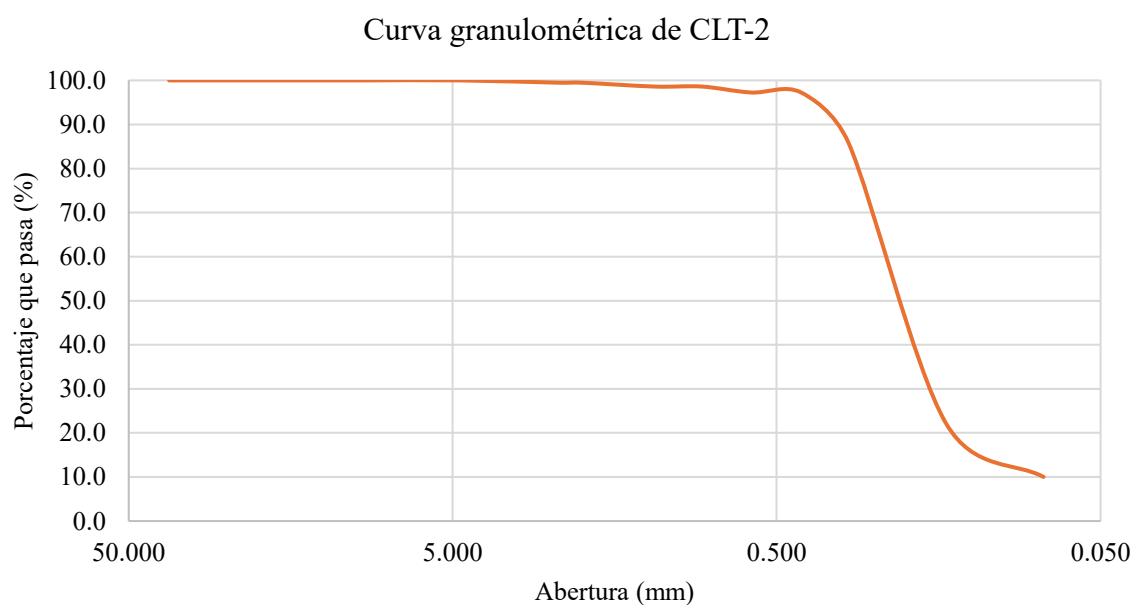
Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	-			100.0
N° 4	4.750	-		0.0	100.0
N° 8	2.360	2.70	0.5	0.5	99.5
N° 10	2.000	-		0.5	99.5

N°16	1.190	4.60	0.9	1.4	98.6
N° 20	0.850	-		1.4	98.6
N°30	0.600	7.00	1.4	2.8	97.3
N° 40	0.420	-		2.8	97.3
N° 50	0.300	59.40	11.4	14.2	85.8
N° 100	0.150	331.10	63.7	77.8	22.2
N° 200	0.075	63.20	12.2	90.0	10.0
Pasante		52.00	10.0	100.0	0.0

La figura 5 muestra la curva granulométrica de la calicata CLT-2. Esta muestra está conformada por 90% de arena y 10% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SP-SM.

Figura 5

Curva granulométrica de CLT-2



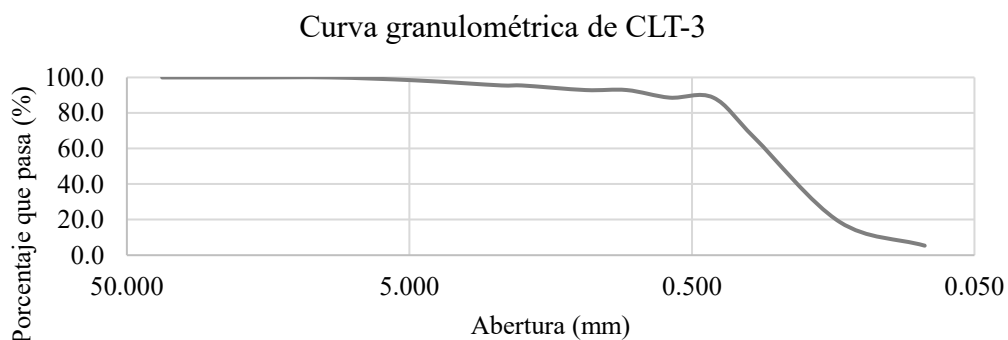
Calicata CLT-3

La tabla 5 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata CLT-3. A partir de esta información se elaboró la figura 6.

Tabla 5*Análisis granulométrico de CLT-3*

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	-			100.0
N° 4	4.750	60.00	1.7	1.7	98.3
N° 8	2.360	13.90	2.9	4.5	95.5
N° 10	2.000	-		4.5	95.5
N°16	1.190	12.62	2.6	7.1	92.9
N° 20	0.850	-		7.1	92.9
N°30	0.600	20.80	4.3	11.4	88.6
N° 40	0.420	-		11.4	88.6
N° 50	0.300	110.60	22.7	34.0	66.0
N° 100	0.150	230.70	47.3	81.3	18.7
N° 200	0.075	65.20	13.4	94.6	5.4
Pasante		26.18	5.4	100.0	0.0

La figura 6 muestra la curva granulométrica de la calicata CLT-3. Esta muestra está conformada por 1.7% de grava, 93% de arena y 5.4% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SP-SM.

Figura 6*Curva granulométrica de CLT-3*

Calicata CLT-4

La tabla 6 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata CLT-4. A partir de esta información se elaboró la figura 7.

Tabla 6

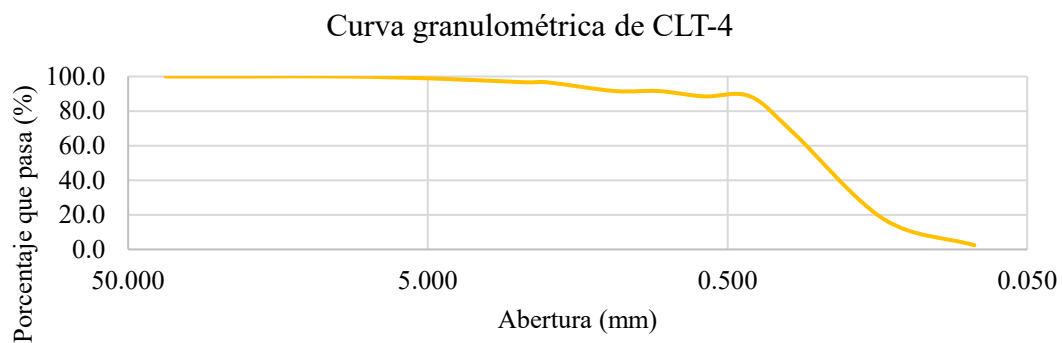
Análisis granulométrico de CLT-4

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	-			100.0
N° 4	4.750	43.00	1.2	1.2	98.8
N° 8	2.360	10.90	2.2	3.4	96.7
N° 10	2.000	-		3.4	96.7
N° 16	1.190	25.60	5.1	8.4	91.6
N° 20	0.850	-		8.4	91.6
N° 30	0.600	15.70	3.1	11.5	88.5
N° 40	0.420	-		11.5	88.5
N° 50	0.300	108.30	21.4	32.9	67.1
N° 100	0.150	251.60	49.7	82.6	17.4
N° 200	0.075	75.60	14.9	97.6	2.4
Pasante		12.30	2.4	100.0	0.0

La figura 7 muestra la curva granulométrica de la calicata CLT-4. Esta muestra está conformada por 1.2% de grava, 96.4% de arena y 2.4% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SP.

Figura 7

Curva granulométrica de CLT-4



Calicata CLT-5

La tabla 7 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata CLT-5. Con estos datos obtenidos se elaboró la figura 8.

Tabla 7

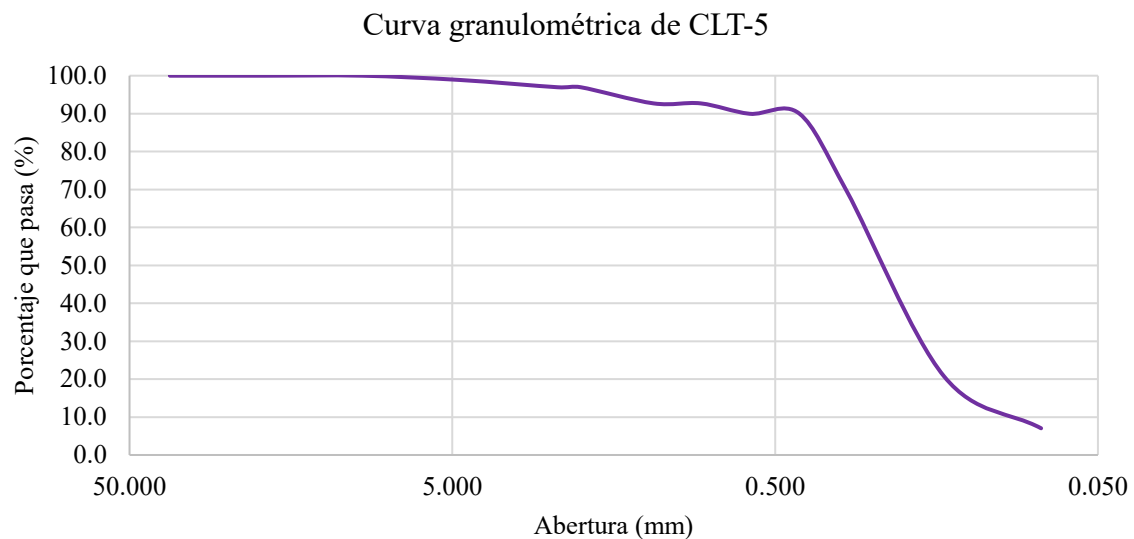
Análisis granulométrico de CLT-5

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	-			100.0
N° 4	4.750	42.00	1.1	1.1	98.9
N° 8	2.360	11.30	1.9	3.1	97.0
N° 10	2.000	-		3.1	97.0
N° 16	1.190	24.90	4.3	7.3	92.7
N° 20	0.850	-		7.3	92.7
N° 30	0.600	16.10	2.7	10.0	90.0
N° 40	0.420	-		10.0	90.0
N° 50	0.300	119.60	20.4	30.4	69.6
N° 100	0.150	286.20	48.8	79.2	20.8
N° 200	0.075	80.60	13.7	93.0	7.0
Pasante		41.30	7.0	100.0	0.0

La figura 8 muestra la curva granulométrica de la calicata CLT-5. Esta muestra está conformada por 1.1% de grava, 91.8% de arena y 7% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SP-SM.

Figura 8

Curva granulométrica de CLT-5



Calicata CLT-6

La tabla 8 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la calicata CLT-6. Con estos datos obtenidos se elaboró la figura 9.

Tabla 8

Análisis granulométrico de CLT-6

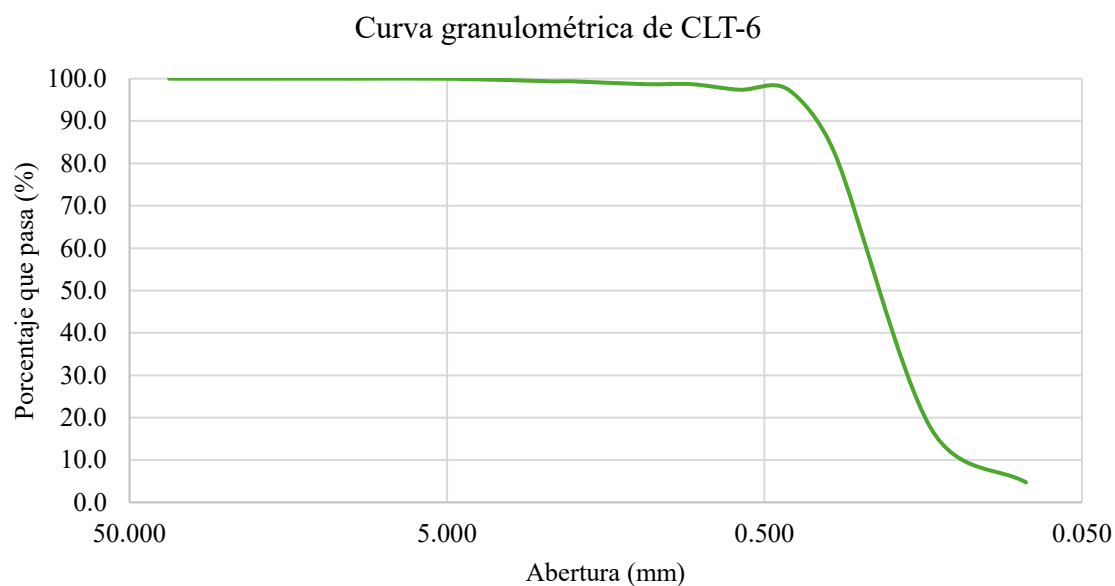
Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	-			100.0
Nº 4	4.750	1.00	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	2.90	0.6	0.6	99.4

N° 10	2.000	-		0.6	99.4
N°16	1.190	3.20	0.7	1.3	98.7
N° 20	0.850	-		1.3	98.7
N°30	0.600	6.30	1.3	2.6	97.4
N° 40	0.420	-		2.6	97.4
N° 50	0.300	72.60	15.1	17.7	82.3
N° 100	0.150	310.20	64.6	82.3	17.7
N° 200	0.075	62.20	13.0	95.3	4.7
Pasante		22.60	4.7	100.0	0.0

La figura 9 muestra la curva granulométrica de la calicata CLT-6. Esta muestra está conformada por 95.3% de arena y 4.7% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SP.

Figura 9

Curva granulométrica de CLT-6



Conglomerado de datos de granulometría

La tabla 9 muestra el análisis granulométrico por tamizado de todas las calicatas. Con estos datos obtenidos se elaboró la figura 10.

Tabla 9

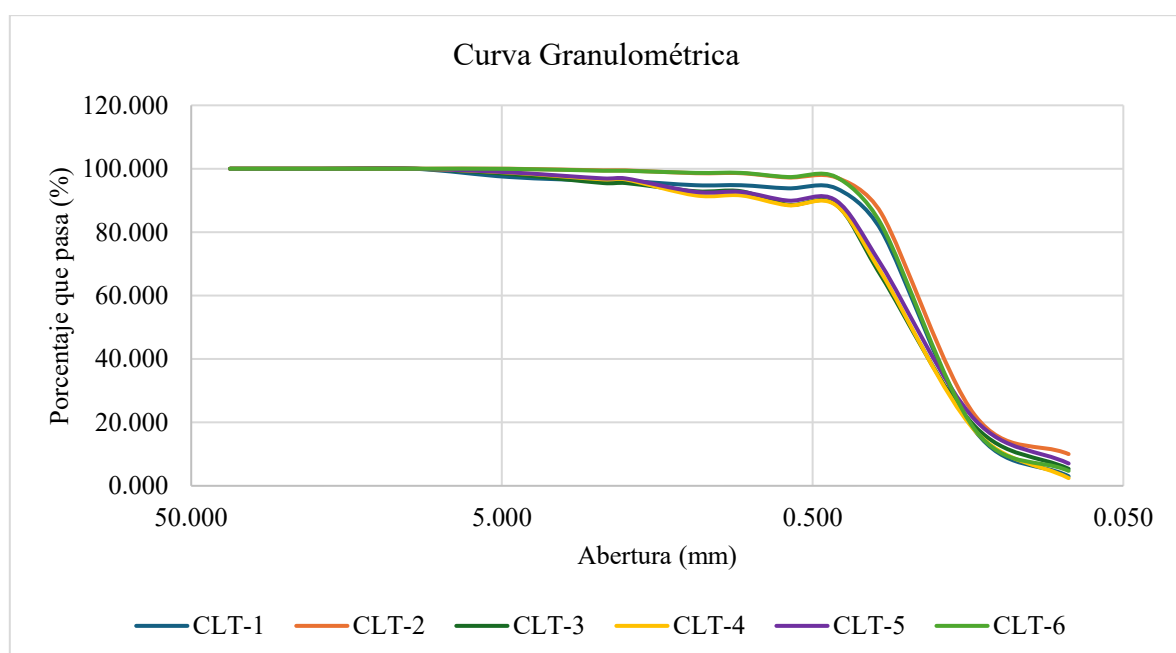
Análisis granulométrico general de todas las calicatas

Malla	Abertura (mm)	Porcentajes que pasa (%)					
		CLT-1	CLT-2	CLT-3	CLT-4	CLT-5	CLT-6
1 1/2"	37.500	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
3/4"	19.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
3/8"	9.520	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Nº 4	4.750	97.410	100.000	98.340	98.800	98.880	99.970
Nº 8	2.360	96.200	99.480	95.490	96.650	96.950	99.370
Nº 10	2.000	96.200	99.480	95.490	96.650	96.950	99.370
Nº16	1.190	94.800	98.600	92.900	91.590	92.700	98.700
Nº 20	0.850	94.800	98.600	92.900	91.590	92.700	98.700
Nº30	0.600	93.830	97.250	88.640	88.490	89.960	97.390
Nº 40	0.420	93.830	97.250	88.640	88.490	89.960	97.390
Nº 50	0.300	80.410	85.830	65.980	67.090	69.570	82.270
Nº 100	0.150	17.360	22.160	18.720	17.370	20.780	17.660
Nº 200	0.075	3.020	10.010	5.360	2.430	7.040	4.710
Pasante							

La figura 10 muestra el resumen de curvas granulométricas de todas las calicatas.

Figura 10

Curva granulométrica general

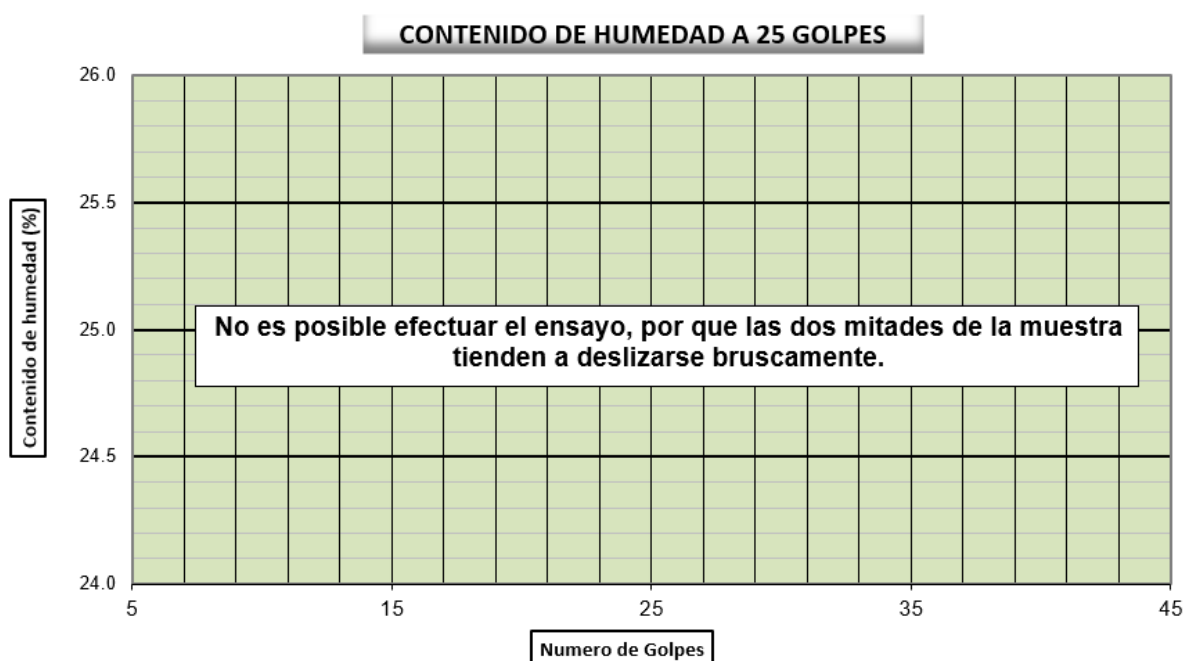


Índice de plasticidad

En relación con los hallazgos sobre el índice de plasticidad, nos mencionan que las muestras correspondientes a cada una de las calicatas no cuentan con las condiciones adecuadas para llevar a cabo las pruebas. En los resultados emitidos por el laboratorio, figura 11, manifiesta que “No es posible efectuar el ensayo, porque las dos mitades de la muestra tienden a deslizarse bruscamente”. En ese sentido, las muestras de cada una de las calicatas no presentan Índice de plasticidad.

Figura 11

Resultado emitido por el laboratorio



La tabla 10 muestran los resultados a manera de resumen, los cuales fueron emitidos por el laboratorio, en donde se muestra que ninguna de las calicatas estudiadas presenta IP.

Tabla 10*Resumen de resultados de IP*

CALICATA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
CLT - 1	NP	NP	NP
CLT - 2	NP	NP	NP
CLT - 3	NP	NP	NP
CLT - 4	NP	NP	NP
CLT - 5	NP	NP	NP
CLT - 6	NP	NP	NP

Contenido de humedad (CH)**Calicata CLT-1**

La tabla 11 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para determinar el CH, En primer lugar, se calcularon los resultados de forma separada y posteriormente se consideró el promedio de ambas muestras como el resultado final. En lo que respecta a la calicata CLT-1, el promedio es de 10.6%.

Tabla 11*CH promedio. CLT-1*

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	500.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	542.6	452.1
Peso del contenido de agua (g)	57.4	47.9
Peso de la muestra seca (g)	542.6	452.1
CH (%)	10.6	10.6
CH		10.6
PROMEDIO (%)		

Calicata CLT-2

La tabla 12 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para determinar el CH, En primer lugar, se calcularon los resultados de forma separada y posteriormente se consideró el promedio de ambas muestras como el resultado final. En lo que respecta a la calicata CLT-2, el promedio es de 11.2%.

Tabla 12

CH promedio. CLT-2

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	500.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	539.9	449.0
Peso del contenido de agua (g)	60.1	51.0
Peso de la muestra seca (g)	539.9	449.0
CH (%)	11.1	11.4
CH		11.2
PROMEDIO (%)		

Calicata CLT-3

La tabla 13 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para determinar el CH, En primer lugar, se calcularon los resultados de forma separada y posteriormente se consideró el promedio de ambas muestras como el resultado final. En lo que respecta a la calicata CLT-3, el promedio es de 9.6%.

Tabla 13*CH promedio. CLT-3*

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	500.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	548.7	455.3
Peso del contenido de agua (g)	51.3	44.7
Peso de la muestra seca (g)	548.7	455.3
CH (%)	9.3	9.8
CH		9.6
PROMEDIO (%)		

Calicata CLT-4

La tabla 14 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para determinar el CH, En primer lugar, se calcularon los resultados de forma separada y posteriormente se consideró el promedio de ambas muestras como el resultado final. En lo que respecta a la calicata CLT-4, el promedio es de 10.6%.

Tabla 14*CH promedio. CLT-4*

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	550.0	500.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	496.2	453.2
Peso del contenido de agua (g)	53.8	46.8
Peso de la muestra seca (g)	496.2	453.2
CH (%)	10.8	10.3
CH		10.6
PROMEDIO (%)		

Calicata CLT-5

La tabla 15 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para determinar el CH, En primer lugar, se calcularon los resultados de forma separada y posteriormente se consideró el promedio de ambas muestras como el resultado final. En lo que respecta a la calicata CLT-5, el promedio es de 8.5%.

Tabla 15

CH promedio. CLT- 5

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	500.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	555.1	459.0
Peso del contenido de agua (g)	44.9	41.0
Peso de la muestra seca (g)	555.1	459.0
CH (%)	8.1	8.9
CH		8.5
PROMEDIO (%)		

Calicata CLT-6

La tabla 16 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para determinar el CH, En primer lugar, se calcularon los resultados de forma separada y posteriormente se consideró el promedio de ambas muestras como el resultado final. En lo que respecta a la calicata CLT-6, el promedio es de 8.5%.

Tabla 16*CH promedio. CLT-6*

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	500.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	539.9	449.0
Peso del contenido de agua (g)	60.1	51.0
Peso de la muestra seca (g)	539.9	449.0
CH (%)	11.1	11.4
CH		11.2
PROMEDIO (%)		

Resumen de resultados de CH.

La tabla 17 presenta los resultados del promedio de CH para todas las calicatas. Siendo la CLT-5 la menor con 8.5% y la CLT-2 con la CLT-6 las mayores con 11.2%.

Tabla 17*Tabla de resumen de CH*

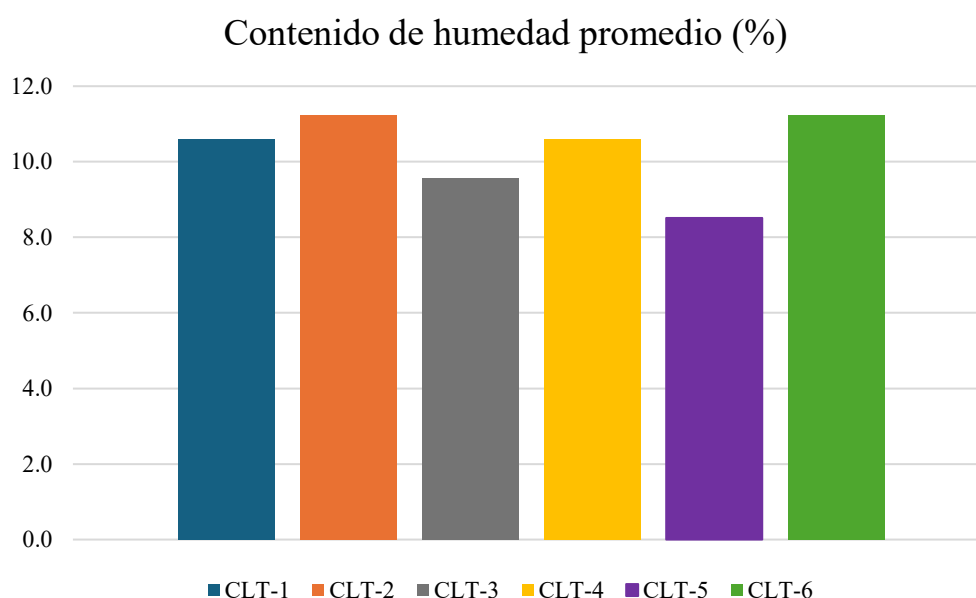
Calicata	Contenido de
	humedad promedio (%)
CLT-1	10.6
CLT-2	11.2
CLT-3	9.6
CLT-4	10.6
CLT-5	8.5
CLT-6	11.2

En la figura 12 se muestra el CH promedio obtenido de las seis calicatas. Se observa que los valores de humedad presentan una variación moderada entre las muestras, con porcentajes comprendidos entre 8.5% y 11.2%. La calicata CLT-2 y la calicata CLT-6 registran

los mayores contenidos de humedad, ambos con un valor del 11.2%. Por otro lado, la calicata CLT-5 presenta el menor valor, siendo este el de 8.5%.

Figura 12

Resumen de CH promedio



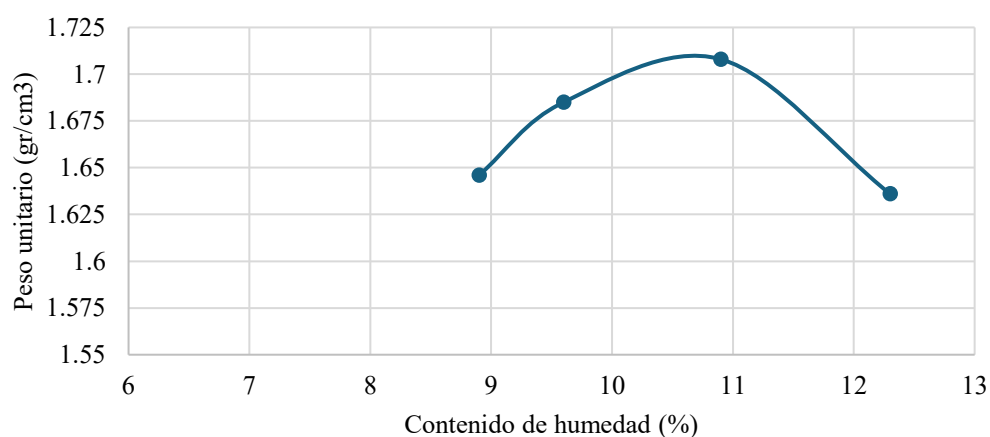
Proctor

Calicata CLT-1

La tabla 18 presenta los resultados del ensayo Proctor de la calicata CLT-1, donde se evaluó la relación del contenido de humedad (CH) y el peso unitario seco (PUS) del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 13, donde muestra el comportamiento del PUS seco en función al CH, en la figura se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.71 g/cm^3 y el COH de 10.7%.

Tabla 18*Proctor CLT-1*

Número de ensayo	CLT-1	
	CH (%)	PU (gr/cm ³)
1	8.9	1.646
2	9.6	1.685
3	10.9	1.708
4	12.3	1.636

Figura 13*Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-1***Calicata CLT-2**

La tabla 19 presenta los resultados del ensayo Proctor de la calicata CLT-2, donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 14, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, en la figura se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.662 g/cm³ y el COH de 11%.

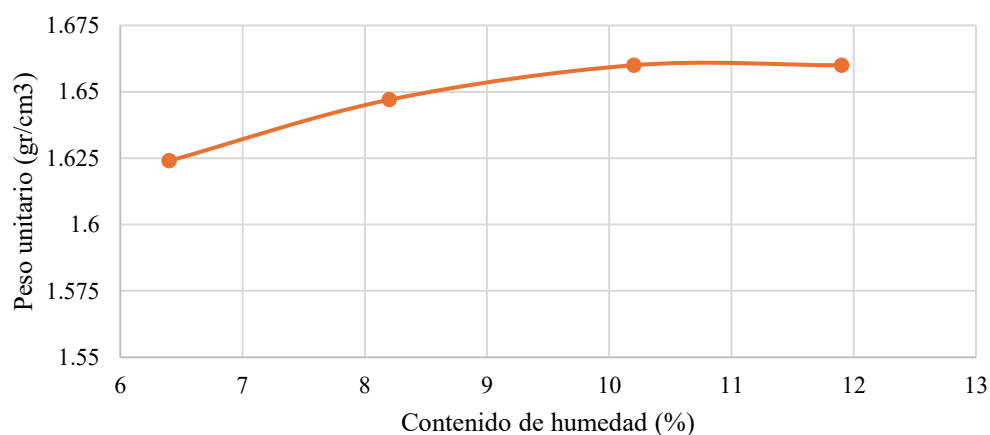
Tabla 19

Proctor CLT-2

Número de ensayo	CLT-2	
	CH (%)	PU (gr/cm ³)
1	6.4	1.624
2	8.2	1.647
3	10.2	1.660
4	11.9	1.660

Figura 14

Peso unitario vs contenido de humedad CLT-2



Calicata CLT-3

La tabla 20 presenta los resultados del ensayo Proctor de la calicata CLT-3, donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 15, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, en la figura se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.712 g/cm³ y el COH de 10.3%.

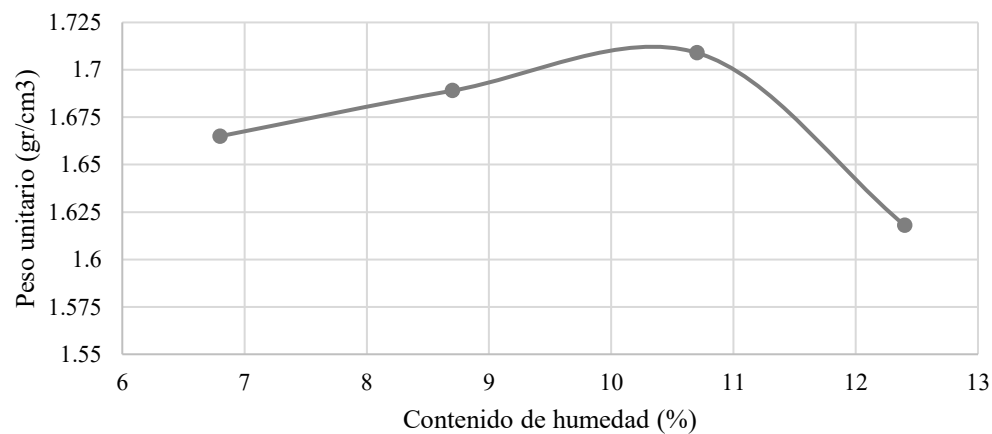
Tabla 20

Proctor CLT-3

Número de ensayo	CLT-3	
	CH (%)	PU (gr/cm ³)
1	6.8	1.665
2	8.7	1.689
3	10.7	1.709
4	12.4	1.618

Figura 15

Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-3

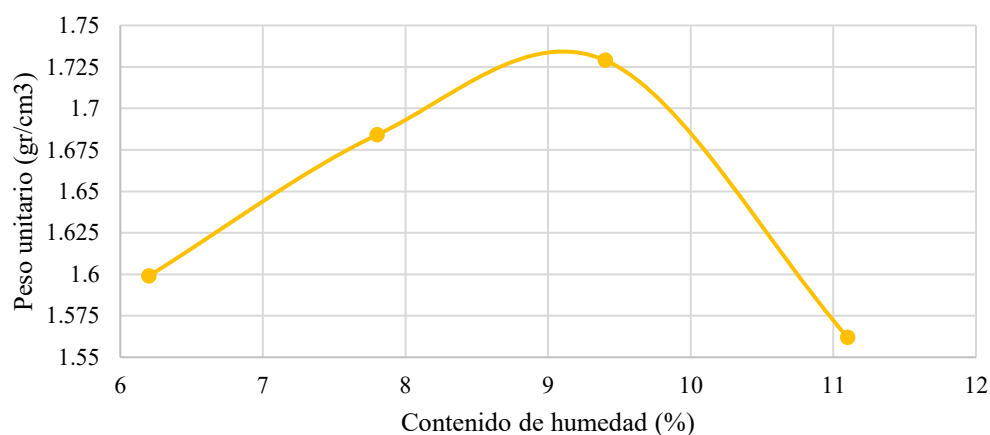


Calicata CLT-4

La tabla 21 presenta los resultados del ensayo Proctor de la calicata CLT-4, donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 16, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, en la figura se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.731 g/cm³ y el COH de 9.2%.

Tabla 21*Proctor CLT-4*

Número de ensayo	CLT-4	
	CH (%)	PU (gr/cm ³)
1	6.2	1.599
2	7.8	1.684
3	9.4	1.729
4	11.1	1.562

Figura 16*Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-4***Calicata CLT-5**

La tabla 22 presenta los resultados del ensayo Proctor de la calicata CLT-5, donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 17, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, en la figura se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.694 g/cm³ y el COH de 8.9%.

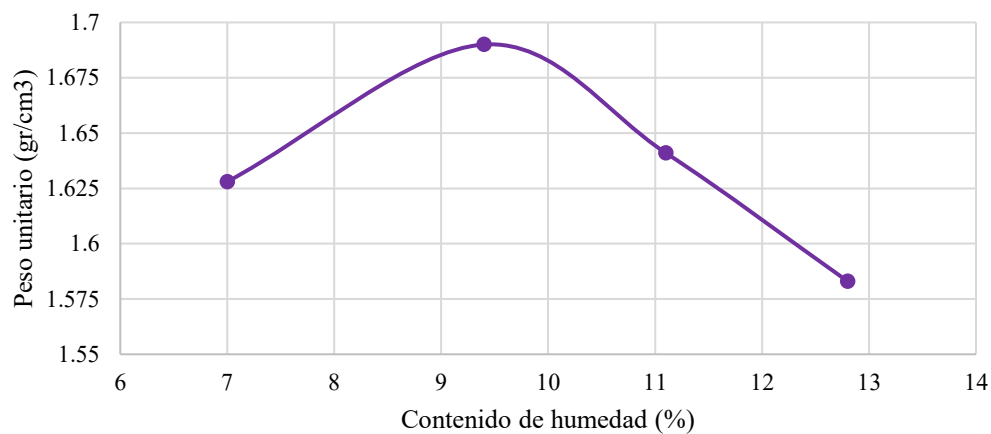
Tabla 22

Proctor CLT-5

Número de ensayo	CLT-5	
	CH (%)	PU (gr/cm ³)
1	7	1.628
2	9.4	1.690
3	11.1	1.641
4	12.8	1.583

Figura 17

Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-5

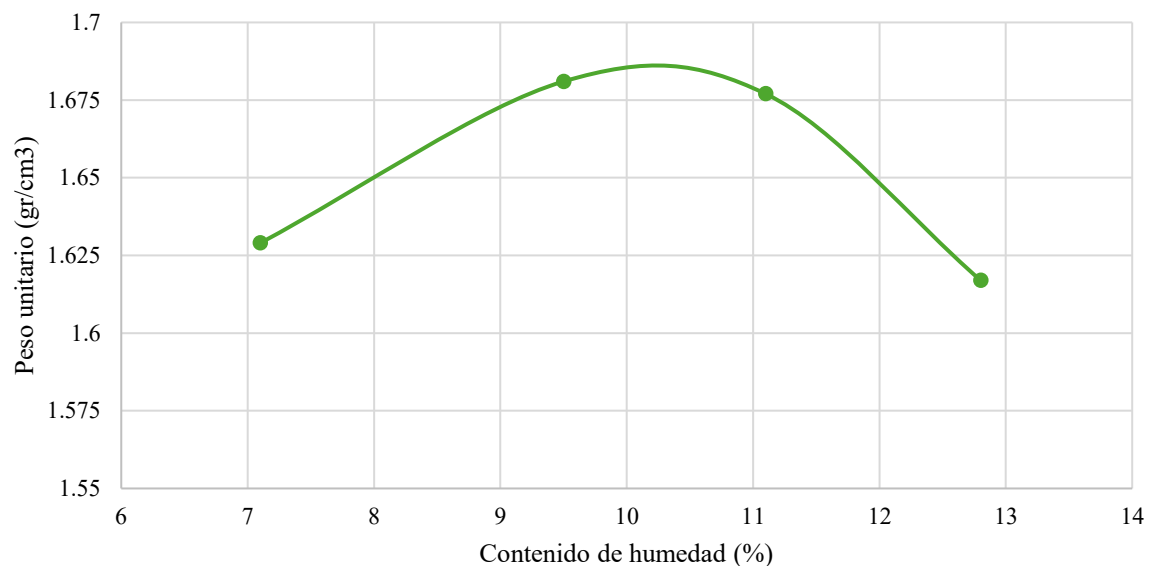


Calicata CLT-6

La tabla 23 presenta los resultados del ensayo Proctor de la calicata CLT-6, donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 18, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, en la figura se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.685 g/cm³ y el COH de 10.2%.

Tabla 23*Proctor CLT-6*

Número de ensayo	CLT-6	
	CH (%)	PU (gr/cm3)
1	7.1	1.629
2	9.5	1.681
3	11.1	1.677
4	12.8	1.617

Figura 18*Peso unitario vs contenido de humedad. CLT-6*

Resumen de resultados del ensayo Proctor

La tabla 24 presenta los resultados del ensayo Proctor estándar realizados en seis calicatas, mostrando la relación entre el CH y el PUS. En general, se observa un comportamiento típico de compactación, donde el PUS aumenta progresivamente conforme incrementa el CH hasta alcanzar un valor máximo, posteriormente disminuyendo a causa del exceso de agua en el suelo. Asimismo, la calicata CLT-4 registra el mayor PUS de todas las muestras, alcanzando un valor de 1.729 gr/cm³ con un CH de 9.4%. Por otro lado, las calicatas

CLT-2 y CLT-6 presentan valores más uniformes y estables, mostrando menores variaciones del PUS frente a los cambios de humedad.

Tabla 24

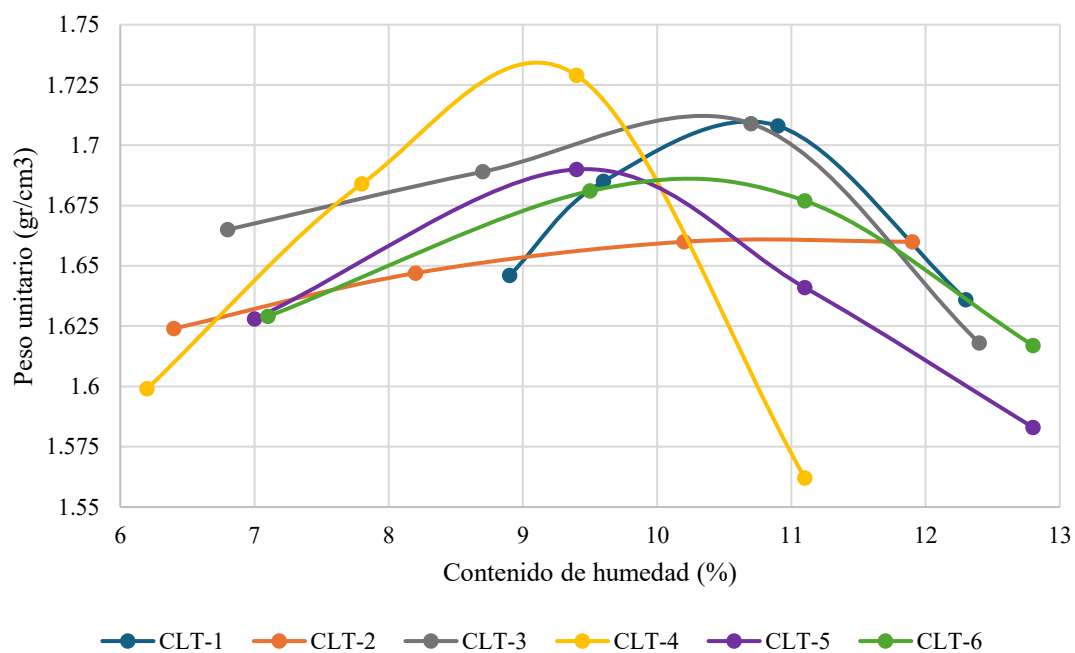
Resumen de resultados de Proctor

Número	CLT-1		CLT-2		CLT-3		CLT-4		CLT-5		CLT-6	
de ensayo	CH (%)	PU (gr/cm3)	CH (%)	PU (gr/cm3)	CH (%)	PU (gr/cm3)	CH (%)	PU (gr/cm3)	CH (%)	PU (gr/cm3)	CH (%)	PU (gr/cm3)
1	8.9	1.646	6.4	1.624	6.8	1.665	6.2	1.599	7	1.628	7.1	1.629
2	9.6	1.685	8.2	1.647	8.7	1.689	7.8	1.684	9.4	1.690	9.5	1.681
3	10.9	1.708	10.2	1.660	10.7	1.709	9.4	1.729	11.1	1.641	11.1	1.677
4	12.3	1.636	11.9	1.660	12.4	1.618	11.1	1.562	12.8	1.583	12.8	1.617

La figura 19 muestra el gráfico donde se comparan los valores obtenidos mediante el ensayo Proctor estándar de las seis calicatas, mostrando la relación entre el CH y el PUS de cada muestra. En general, las curvas muestran un comportamiento típico de compactación de los suelos, donde el PUS aumenta progresivamente hasta alcanzar un punto máximo y posteriormente disminuye debido al exceso de agua. Asimismo, se observa que algunas curvas presentan picos más pronunciados y descensos bruscos después del COH, lo que indica una mayor sensibilidad del material frente a variaciones de agua. Sin embargo, las curvas correspondientes a las calicatas CLT-2 y CLT-6 presentan un comportamiento más uniforme y estable, debido a que mantiene una variación gradual del peso unitario seco frente a los cambios de humedad.

Figura 19

Peso unitario vs contenido óptimo de humedad. Resumen



La tabla 25 presenta los valores de PUSM de todas las calicatas, siendo la calicata CLT-2 con el valor mínimo de 1.662 gr/cm^3 y la calicata CLT-4 con el máximo valor de 1.731 gr/cm^3 . En la figura 20 se representa de manera visual los datos de cada una de las calicatas, así también, se observa las variaciones entre todas las muestras.

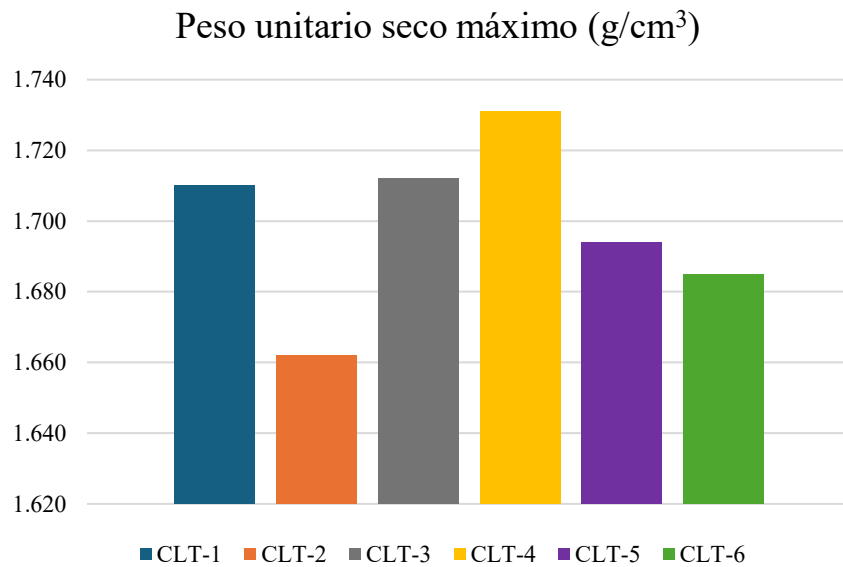
Tabla 25

Valores de PUSM

Calicata	Peso unitario seco máximo
	(g/cm³)
CLT-1	1.710
CLT-2	1.662
CLT-3	1.712
CLT-4	1.731
CLT-5	1.694
CLT-6	1.685

Figura 20

Gráfico de PUSM



La tabla 26 muestra los valores de COH de todas las calicatas, siendo la calicata CLT-5 con el valor mínimo de 8.9% y la calicata CLT-2 con el valor máximo de 11%. La figura 20 muestra gráficamente los valores de cada uno de las calicatas, así también, se observa las variaciones entre todas las muestras.

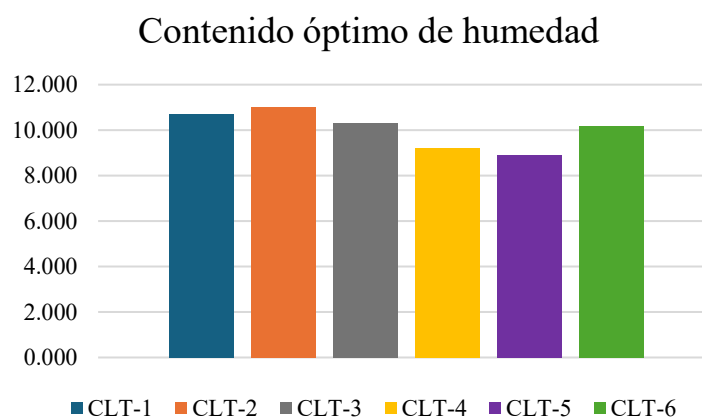
Tabla 26

Valores de COH

Calicata	Contenido óptimo de humedad (%)
CLT-1	10.700
CLT-2	11.000
CLT-3	10.300
CLT-4	9.200
CLT-5	8.900
CLT-6	10.200

Figura 21

Gráfico de COH



Luego de los ensayos hasta el Proctor, se procede analizar los resultados de este último para luego escoger las dos calicatas que presentan mejores condiciones para poder continuar con el ensayo de CBR. Según el gráfico mostrado en la figura 19, se muestra que las curvas correspondientes a las calicatas CLT-2 y CLT-6 presentan un comportamiento más uniforme y estable, debido a que mantiene una variación gradual del PUS frente a los cambios de humedad. En este aspecto, analizando la estabilidad del material y reacción ante cambios en el contenido de agua, se considera que las muestras CLT-2 y CLT-6 presentan comportamiento más favorable para proceso de compactación de campo, ya que presentan mayor tolerancia y estabilidad durante el proceso de compactación de suelo. Así que, para continuar con la investigación, se realizaron el ensayo de CBR solo a las dos calicatas que son más favorables.

CBR

Calicata CLT-2

La tabla 27 muestra los resultados correspondientes a la calicata CLT-2, donde se evalúa la capacidad de soporte del suelo bajo varias intensidades de compactación, expresados al 100%, 95% y 90% del PUSM. Se observa que, conforme disminuye el PUS del material, también disminuye los valores de resistencia, mostrando un comportamiento típico de pérdida

de capacidad portante. Para la condición de 100% de compactación, es decir un PUS de 1.662 g/cm³ y valores de carga de 19.9% y 24.9% para penetraciones de 0.1" y 0.2" respectivamente.

Tabla 27

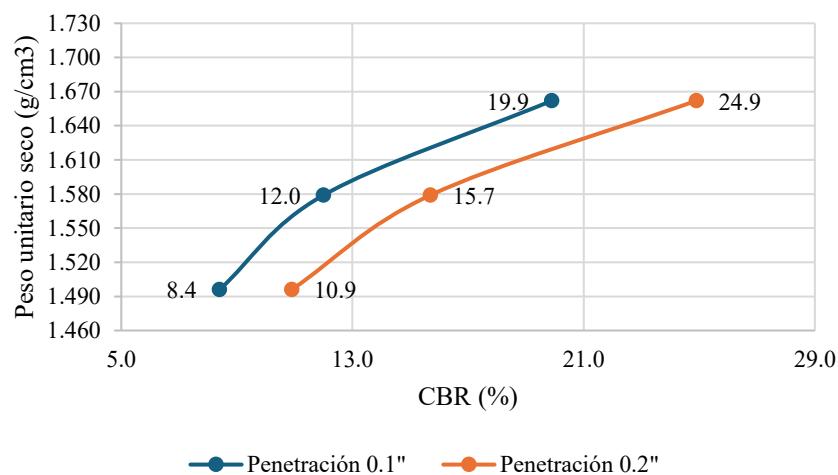
Resultados de CBR. CLT-2

CBR	Peso unitario seco (g/cm ³)	Penetración	
		0.1"	0.2"
100%	1.662	19.9	24.9
95%	1.579	12.0	15.7
90%	1.496	8.4	10.9

En la figura 22 correspondiente al ensayo CBR en la calicata CLT-2 observamos la relación que existe entre los valores de CBR (%) y el PUS obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2". Ambas curvas presentan una tendencia ascendente, eso quiere decir que conforme aumenta PUM del suelo compactado, también incrementa su capacidad portante. Para la penetración de 0.1", los valores de CBR varían entre 8.4% y 19.9% teniendo un PUSM de 1.662 g/cm³; mientras que para la penetración de 0.2", los valores de CBR varían entre 10.9% y 24.9% manteniendo el mismo peso unitario seco máximo.

Figura 22

CBR de CLT-2



Calicata CLT-6

La tabla 28 muestra los resultados correspondientes a la calicata CLT-6, donde se evalúa la capacidad de soporte del suelo bajo varias intensidades de compactación, expresados al 100%, 95% y 90% del PUSM. Se observa que, conforme disminuye el PUS del material, también disminuye los valores de resistencia, mostrando un comportamiento típico de pérdida de capacidad portante. Para la condición de 100% de compactación, es decir un PUS de 1.685 g/cm³ y valores de carga de 27.1% y 33.8% para penetraciones de 0.1" y 0.2" respectivamente.

Tabla 28

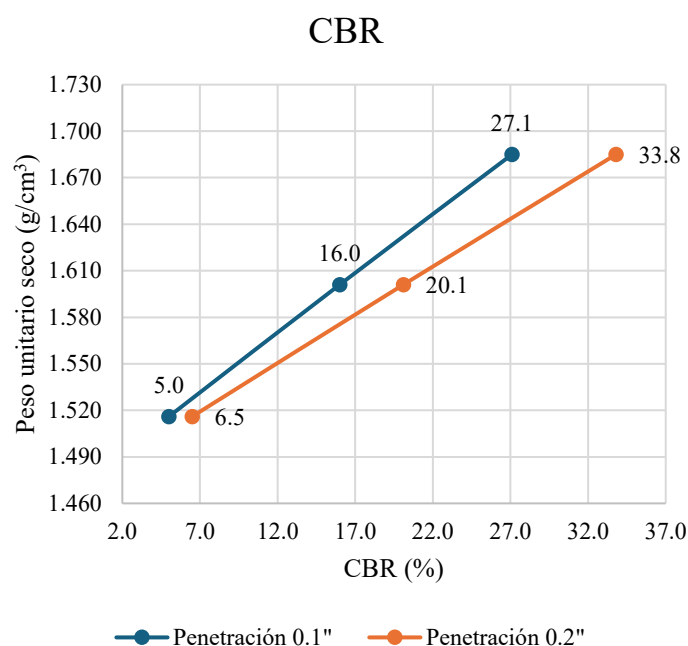
Resultados de CBR. CLT-6

CBR	Peso unitario seco (g/cm ³)	Penetración	
		0.1"	0.2"
100%	1.685	27.1	33.8
95%	1.601	16.0	20.1
90%	1.516	5.0	6.5

En la figura 23 correspondiente al ensayo CBR en la calicata CLT-6 observamos la relación que existe entre los valores de CBR (%) y el PUS obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2". Ambas curvas presentan una tendencia ascendente, eso quiere decir que conforme aumenta PUS del suelo compactado, también incrementa su capacidad portante. Para la penetración de 0.1", los valores de CBR varían entre 5.0% y 27.1% teniendo un PUSM de 1.685 g/cm³; mientras que para la penetración de 0.2", los valores de CBR varían entre 6.5% y 33.8% manteniendo el mismo peso unitario seco máximo.

Figura 23

CBR de CLT-6



Luego de obtener los resultados de CBR realizados a las calicatas CLT-2 y CLT-6, verificamos y analizamos los resultados para posteriormente determinar la muestra de la calicata que fue tratada. Los valores de CBR (0.1") al 95% de las calicatas CLT-2 y CLT-6 son 12% y 16% respectivamente, por lo tanto, la muestra elegida para ser tratada fue la calicata CLT-2.

A manera que, a partir de este momento, la calicata CLT-2 fue denominada dosificación 01 (0%RL+0%RC), así mismo, los dos tratamientos que se realizaron fueron denominadas dosificación 02 (15%RL+20%RC) y dosificación 03 (20%RL+15%RC).

Análisis granulométrico por tamizado de muestras tratadas

Muestra 02 (15%RL+20%RC)

La tabla 29 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la dosificación 02 (15%RL+20%RC). Con los datos obtenidos se hizo la figura 24.

Tabla 29*Análisis granulométrico de dosificación 02 (15%RL +20%RC)*

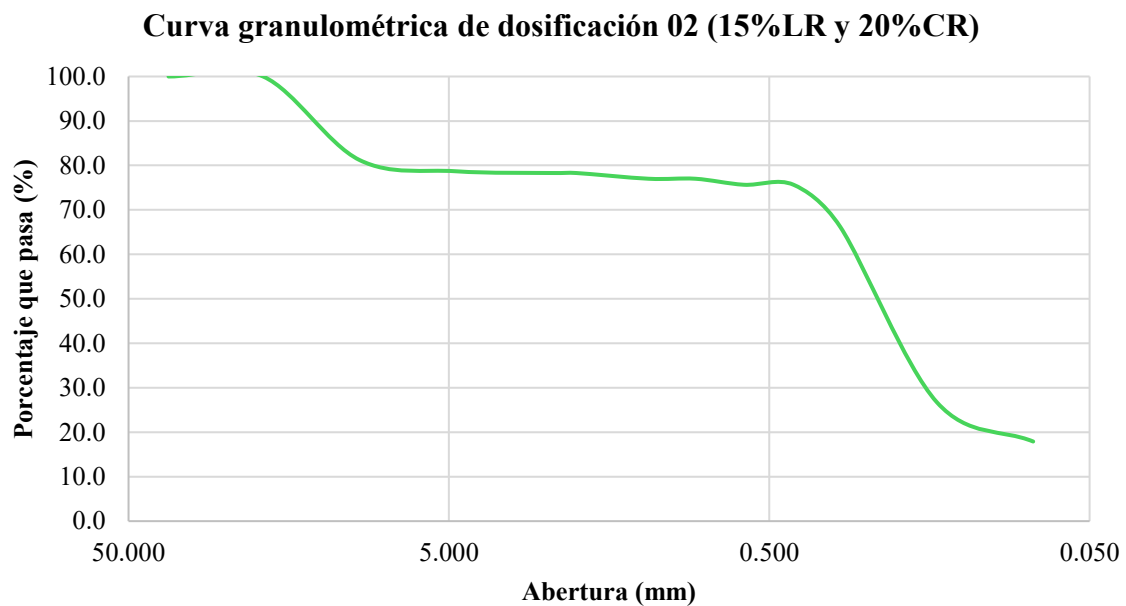
Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	477.00	18.76	18.8	81.2
Nº 4	4.750	65.00	2.6	21.3	78.7
Nº 8	2.360	2.50	0.4	21.7	78.3
Nº 10	2.000	-		21.7	78.3
Nº 16	1.190	8.20	1.3	23.0	77.0
Nº 20	0.850	-		23.0	77.0
Nº 30	0.600	8.60	1.4	24.4	75.7
Nº 40	0.420	-		24.4	75.7
Nº 50	0.300	60.32	9.5	33.8	66.2
Nº 100	0.150	250.30	39.4	73.2	26.8
Nº 200	0.075	56.30	8.9	82.1	17.9
Pasante		113.78	17.9	100.0	

La figura 24 muestra la curva granulométrica de la dosificación 02 (15%RL+20%RC).

Esta muestra está conformada por 21.3% de grava, 60.8% de arena y 17.9% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SP-SM.

Figura 24

Curva granulométrica de dosificación 02 (15%RL+20CR)



Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

La tabla 30 muestra el análisis granulométrico por tamizado de la dosificación 03 (20%RL+15%RC). Con los datos obtenidos se hizo la figura 25.

Tabla 30

Análisis granulométrico de dosificación 03 (20%RL+15%RC)

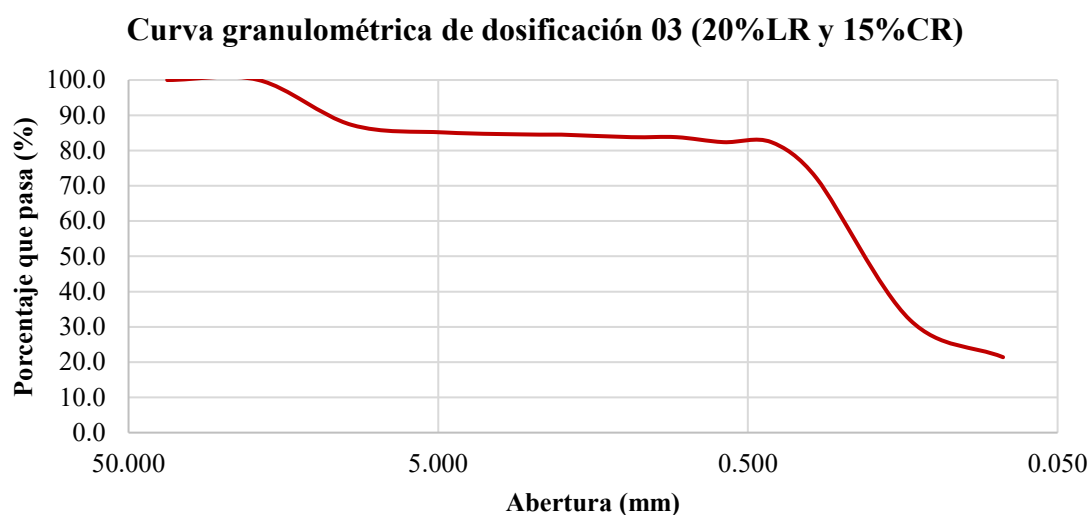
Malla	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido parcial	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
1 1/2"	37.500	-			100.0
3/4"	19.000	-			100.0
3/8"	9.520	462.00	12.73	12.7	87.3
N° 4	4.750	78.00	2.2	14.9	85.1
N° 8	2.360	3.60	0.6	15.5	84.5
N° 10	2.000	-		15.5	84.5
N°16	1.190	4.20	0.7	16.2	83.8
N° 20	0.850	-		16.2	83.8

N°30	0.600	8.30	1.4	17.6	82.4
N° 40	0.420	-		17.6	82.4
N° 50	0.300	60.20	10.3	27.9	72.1
N° 100	0.150	235.70	40.1	68.0	32.0
N° 200	0.075	62.30	10.6	78.6	21.4
Pasante		129.30	22.0	100.6	

La figura 25 muestra la curva granulométrica de la dosificación 03 (20%RL+15%RC). Esta muestra está conformada por 14.9% de grava, 63.7% de arena y 21.4% de finos. Esto significa que su clasificación es SUCS es SM.

Figura 25

Curva granulométrica de dosificación 03 (20%RL+15%RC)

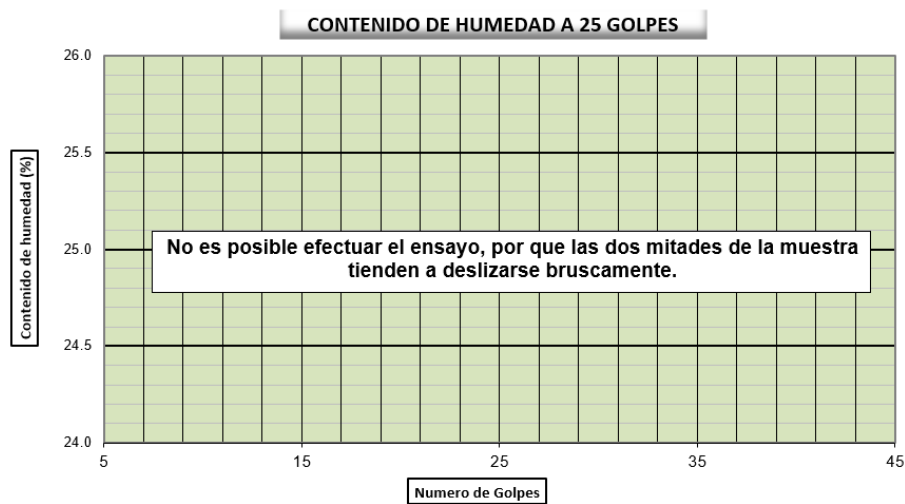


Índice de plasticidad de muestras tratadas

Con respecto a los resultados de IP, nos mencionan que las muestras correspondientes a cada una de las dosificaciones no presentan condiciones para llevar a cabo los ensayos. En los resultados emitidos por el laboratorio, figura 26, manifiesta que *“No es posible efectuar el ensayo, porque las dos mitades de la muestra tienden a deslizarse bruscamente”*. En ese sentido, las muestras de cada una de las dosificaciones no presentan IP.

Figura 26

Resultado emitido por el laboratorio



La tabla 31 muestra el resumen de resultados emitidos por el laboratorio, en esta tabla se muestra que ninguna de las calicatas presenta IP.

Tabla 31

IP de muestras tratadas

Dosificación	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Dosificación 02 (15%RL+20%RC)	NP	NP	NP
Dosificación 03 (20%RL+15%RC)	NP	NP	NP

Contenido de humedad (CH) de muestras tratadas

Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

La tabla 32 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para hallar el CH, primero se hallaron los resultados de manera independiente para luego tomar como resultado final el promedio de ambas. Para el caso de la dosificación 02 (15%RL+20%RC) el CH promedio es 7.4%.

Tabla 32*CH promedio. Dosificación 02 (15%RL+20%RC)*

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	600.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	559.0	558.0
Peso del contenido de agua (g)	41.0	42.0
Peso de la muestra seca (g)	559.0	558.0
CH (%)	7.3	7.5
CH		7.4
PROMEDIO (%)		

Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

La tabla 33 presenta los resultados de dos muestras que se tomaron para hallar el CH, primero se hallaron los resultados de manera independiente para luego tomar como resultado final el promedio de ambas. Para el caso de la dosificación 03 (20%RL+15%RC) el CH promedio es 6.7%.

Tabla 33*CH promedio. Dosificación 03 (15%RL+20%RC)*

	1	2
Peso de la tara (g)		
Muestra húmeda + peso de la tara (g)	600.0	600.0
Muestra seca + Peso de la tara (g)	562.0	563.0
Peso del contenido de agua (g)	38.0	37.0
Peso de la muestra seca (g)	562.0	563.0
CH (%)	6.8	6.6
CH		6.7
PROMEDIO (%)		

Proctor de muestras tratadas

Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

La tabla 34 muestra los resultados del ensayo Proctor de la dosificación 02 (15%RL+20%RC), donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 27, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.755 g/cm³ y el COH de 11.8%.

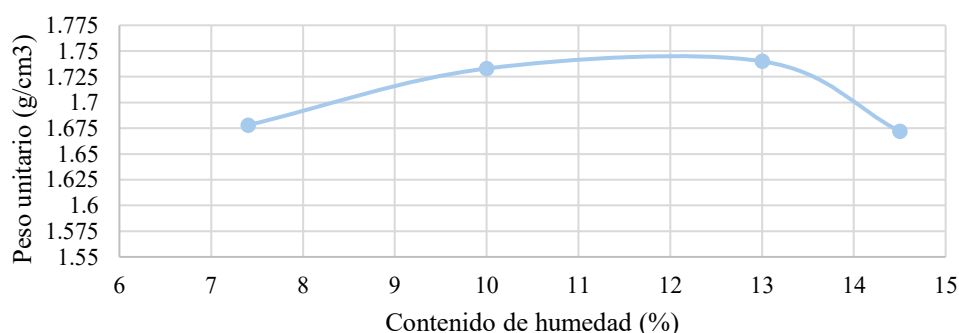
Tabla 34

Proctor dosificación 02 (15%RL+20%RC)

Número de ensayo	Dosificación 02 (15%RL+20%RC)	
	CH (%)	PU (g/cm3)
1	7.4	1.678
2	10	1.733
3	13	1.740
4	14.5	1.672

Figura 27

Peso unitario vs contenido de humedad. Dosificación 02 (15%RL+20%RC)



Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

La tabla 35 muestra los resultados del ensayo Proctor de la dosificación 03 (20%RL+15%RC), donde se evaluó la relación del CH y el PUS del suelo. Se realizaron cuatro ensayos, los resultados de estos nos sirvieron para elaborar un gráfico, tal como muestra la figura 28, donde muestra el comportamiento de PUS en función al CH, se visualiza el incremento progresivo del PUS hasta alcanzar un punto máximo y luego disminuye debido al exceso de agua en la muestra. En ese sentido, se determinó que los valores de compactación son, para el PUSM de 1.676 g/cm³ y el COH de 12.0%.

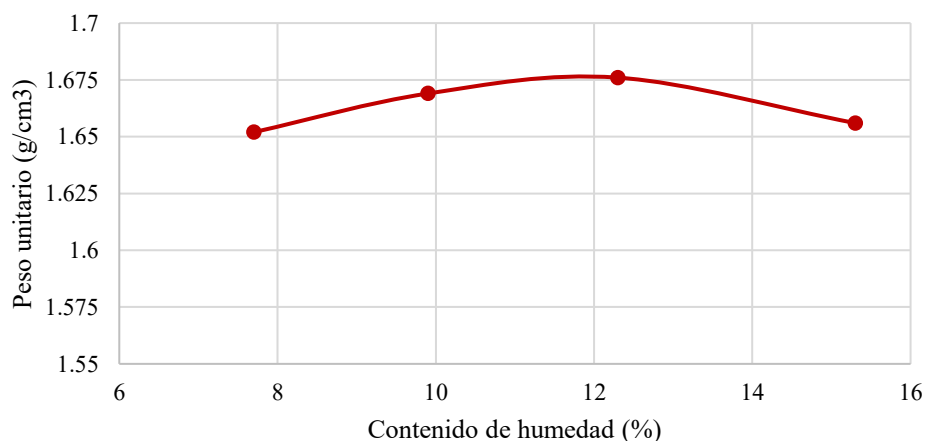
Tabla 35

Proctor dosificación 03 (20%RL y 15%RC)

Número de ensayo	Dosificación 03 (20%RL y 15%RC)	
	CH (%)	PU (gr/cm3)
1	7.7	1.652
2	9.9	1.669
3	12.3	1.676
4	15.3	1.656

Figura 28

Gráfico peso unitario vs contenido de humedad. CLT-2 (20%RL+15%RC)



CBR de muestras tratadas

Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

La tabla 36 muestra los resultados correspondientes a la dosificación 02 (15%RL+20%RC), donde se evalúa la capacidad de soporte del suelo bajo diferentes niveles de compactación, expresados al 100%, 95% y 90% del PUSM. Se observa que, conforme disminuye PUS del material, también disminuye los valores de resistencia, mostrando un comportamiento típico de pérdida de capacidad portante. Para la condición de 100% de compactación, es decir un PUSM de 1.755 g/cm³ y valores de carga de 21.4 y 27.6 para penetraciones de 0.1" y 0.2" respectivamente.

Tabla 36

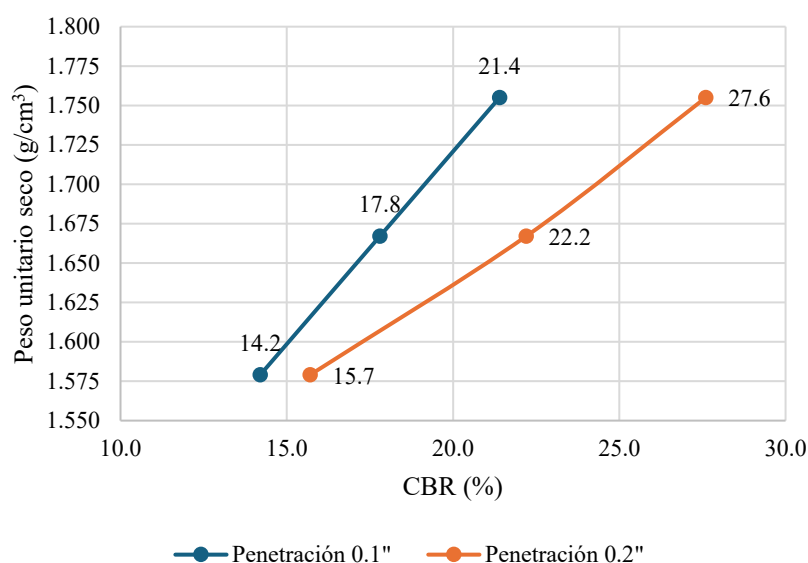
Resultados CBR. Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

CBR	Peso unitario seco (g/cm ³)	Penetración	
		0.1"	0.2"
100%	1.755	21.4	27.6
95%	1.667	17.8	22.2
90%	1.579	14.2	15.7

En la figura 29 correspondiente al ensayo CBR en la calicata dosificación 02 (15%RL+20%RC) observamos la relación que existe entre el CBR (%) y el PUS obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2". Ambas curvas presentan una tendencia ascendente, eso quiere decir que conforme aumenta el PUS del suelo compactado, también incrementa su capacidad portante. Para la penetración de 0.1", los valores de CBR varían entre 14.2% y 21.4% teniendo un PUSM de 1.755 g/cm³; mientras que para la penetración de 0.2", los valores de CBR varían entre 15.7% y 27.6% manteniendo el mismo PUSM.

Figura 29

CBR de dosificación 02 (15%RL+20%RC)



Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

La tabla 37 muestra los resultados correspondientes a la dosificación 03 (20%RL+15%RC), donde se evalúa la capacidad de soporte del suelo bajo diferentes niveles de compactación, expresados al 100%, 95% y 90% del PUSM. Se observa que, conforme disminuye PUS del material, también disminuye los valores de resistencia, mostrando un comportamiento típico de pérdida de capacidad portante. Para la condición de 100% de compactación, es decir un PUSM de 1.755 g/cm³ y valores de carga de 42.7% y 48.2% para penetraciones de 0.1" y 0.2" respectivamente.

Tabla 37

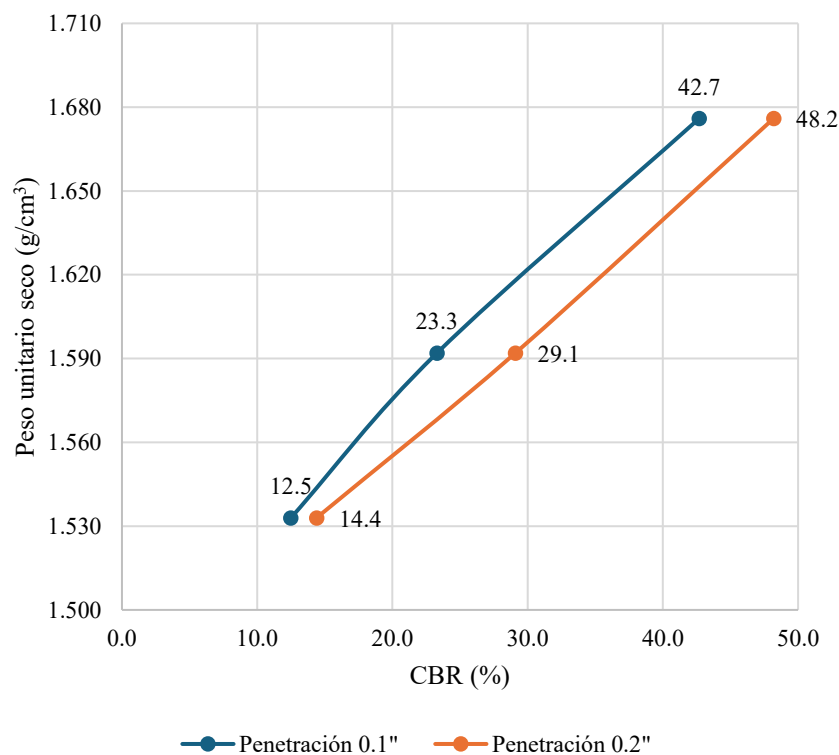
Resultados de dosificación 03 (20%RL+15%RC)

CBR	Peso unitario seco (g/cm3)	Penetración	
		0.1"	0.2"
100%	1.676	42.7	48.2
95%	1.592	23.3	29.1
90%	1.533	12.5	14.4

En la figura 30 correspondiente al ensayo CBR en la dosificación 03 (20%RL+15%RC) observamos la relación que existe entre los valores de CBR (%) y el PUS obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2". Ambas curvas presentan una tendencia ascendente, eso quiere decir que conforme aumenta PUS del suelo compactado, también incrementa su capacidad portante. Para la penetración de 0.1", los valores de CBR varían entre 12.5% y 42.7% teniendo un PUSM de 1.676 g/cm³; mientras que para la penetración de 0.2", los valores de CBR varían entre 14.4% y 48.2% manteniendo el mismo PUSM.

Figura 30

CBR de dosificación 03 (20%RL+15%RC)



La tabla 38 muestra un resumen de resultados obtenidos de todos los ensayos realizados. En la tabla solo se colocaron los resultados de la muestra patrón y las dosificaciones al adicionar concreto y ladrillo reciclado.

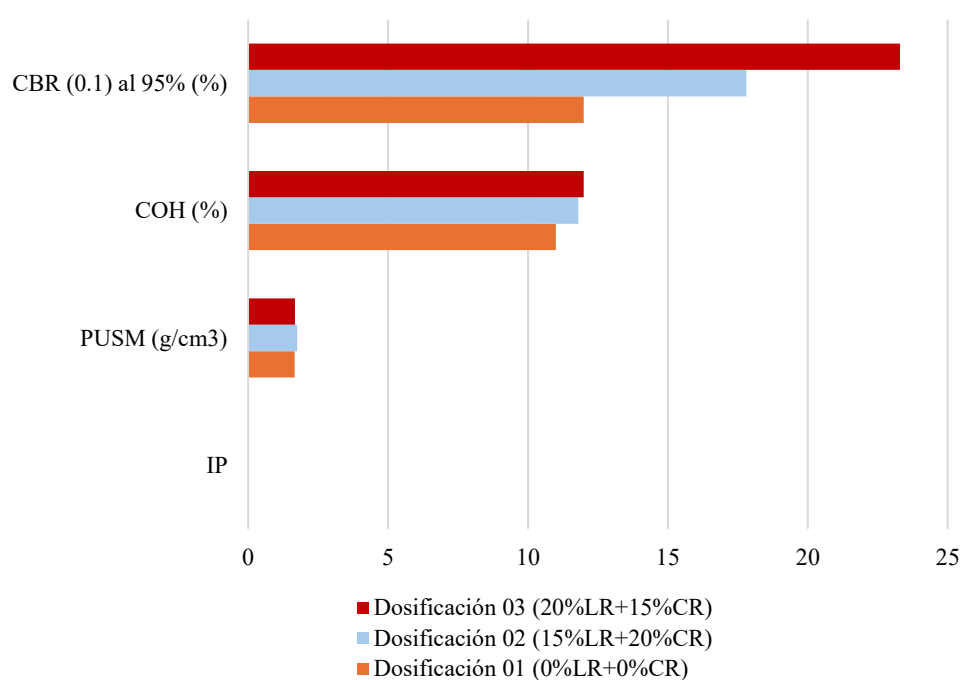
Tabla 38

Resumen de resultados de muestras tratadas y patrón

Muestra	IP	Peso unitario seco máximo (g/cm ³)	Contenido óptimo de humedad (%)	CBR (0.1") al 95% (%)
Dosificación 01 (0%RL+0%RC)	NP	1.662	11	12
Dosificación 02 (15%RL+20%RC)	NP	1.755	11.8	17.8
Dosificación 03 (20%RL+15%RC)	NP	1.676	12	23.3

Figura 31

Diagrama de barras comparativo entre muestras tratadas y patrón



1.17 Contrastación de hipótesis

Índice de plasticidad

Para contrastar nuestra hipótesis, con referencia al Índice de plasticidad, lo realizamos mediante un análisis descriptivo-comparativo de los resultados que se consiguieron en el laboratorio, a consecuencia de que las muestras sometidas al ensayo presentan una condición “No Plástico (NP)”, es decir no presentan un valor numérico; este hecho hace imposible la aplicación de pruebas estadísticas.

El análisis granulométrico determina el tipo de suelo de la muestra con la que se trabaja, gracias a ello se logró determinar que en los ensayos de límites de Atterberg no se obtendrán el LL y LP debido a su clasificación. Por lo tanto, decimos que la hipótesis planteada fue rechazada, debido a que la adición de residuos de concreto y ladrillo reciclado no reduce en el IP de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.

Características de compactación

Para contrastar nuestra hipótesis, en referencia a la Compactación, lo realizamos mediante un análisis descriptivo comparativo, consiste en una comparación de valores obtenidos y el análisis de variación porcentual respecto a la muestra patrón. Se optó por esta elección debido a la cantidad de resultados que se obtuvieron del ensayo, si bien es cierto el ensayo de Proctor Modificado te brindan cuatro valores de PUS y cuatro valores de CH, los cuales se muestran en una curva de compactación, pero, como resultado final solo existe un único valor el cual se denomina PUSM y COH. En consecuencia, debido al número de resultados obtenidos no se aplicaron pruebas estadísticas.

La contrastación se realizó mediante la comparación de valores obtenidos y la variación porcentual, para ello se utilizó las siguientes expresiones.

Para el contenido óptimo de humedad

$$\% \Delta COH = \left(\frac{COH_{tratamiento} - COH_{patrón}}{COH_{patrón}} \right) \times 100$$

Respecto al primer tratamiento: Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

$$\% \Delta COH = \left(\frac{11.8 - 11}{11} \right) \times 100$$

$$\% \Delta COH = 7.27\%$$

Respecto al segundo tratamiento: Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

$$\% \Delta COH = \left(\frac{12 - 11}{11} \right) \times 100$$

$$\% \Delta COH = 9.09\%$$

Para el peso unitario seco máximo:

$$\% \Delta MDS = \left(\frac{MDS_{tratamiento} - MDS_{patrón}}{MDS_{patrón}} \right) \times 100$$

Respecto al primer tratamiento: Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

$$\% \Delta MDS = \left(\frac{1.755 - 1.662}{1.662} \right) \times 100$$

$$\% \Delta MDS = 5.59\%$$

Respecto al segundo tratamiento: Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

$$\% \Delta MDS = \left(\frac{1.676 - 1.662}{1.662} \right) \times 100$$

$$\% \Delta MDS = 0.84\%$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, las dosificaciones evaluadas mostraron un incremento en el COH y en el PUSM. Siendo la dosificación 02 (15%RL + 20%RC) quien presentó mejor comportamiento respecto a las características de compactación. Por lo tanto, decimos que nuestra hipótesis planteada es aceptada, ya que la adición de residuos de concreto y ladrillo mejoró las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.

Capacidad portante

Para contrastar nuestra hipótesis, en referencia a la Capacidad Portante, lo realizamos mediante un análisis descriptivo comparativo, consiste en una comparación de valores obtenidos y el análisis de variación porcentual respecto a la muestra patrón. Se optó por esta elección debido a la cantidad de resultados que se obtuvieron del ensayo de CBR son únicas, es decir, no muestran más resultados los cuales permitan aplicar pruebas estadísticas.

La contrastación se realizó mediante la comparación de resultados obtenidos de la muestra patrón y las dos adiciones con RL y RC, considerando el valor de CBR al 95% de compactación y una penetración de 0.1". Para verificar la variación porcentual respecto a la muestra patrón, se utilizó las siguientes expresiones.

$$\% \Delta CBR = \left(\frac{CBR_{tratamiento} - CBR_{patrón}}{CBR_{patrón}} \right) \times 100$$

Respecto al primer tratamiento: Dosificación 02 (15%RL+20%RC)

$$\% \Delta CBR = \left(\frac{17.8 - 12}{12} \right) \times 100$$

$$\% \Delta CBR = 48.33\%$$

Respecto al segundo tratamiento: Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

$$\% \Delta CBR = \left(\frac{23.3 - 12}{12} \right) \times 100$$

$$\% \Delta CBR = 94.16\%$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, las dosificaciones evaluadas incrementan la capacidad portante del suelo. Siendo la dosificación 03 (20%RL + 15%RC) quien presentó mayor incremento del CBR. Por lo tanto, decimos que nuestra hipótesis planteada es aceptada, ya que la adición de residuos de concreto y ladrillo incrementó la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

1.18 Discusión de resultados

Las discusiones de los resultados han sido redactadas teniendo en consideración nuestro objetivo general y nuestros objetivos específicos. Comparamos las investigaciones internacionales y nacionales presentados en nuestro marco teórico, viendo las diferencias y similitudes de resultados que se muestran respecto a la presente investigación.

Con referencia a nuestro primer objetivo específico: Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en el índice de plasticidad de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María – 2025. Se ha verificado que, para nuestra investigación, tanto nuestra muestra patrón como las dos dosificaciones planteadas, presentan una condición NP (no plástico), este resultado no nos permite realizar discusiones con respecto a los resultados de nuestros antecedentes.

Con referencia a nuestro segundo objetivo específico: Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025. Se verificó que el PUSM de la dosificación 01 (0%RL + 0%RC) aumenta de 1.662 g/cm^3 a 1.755 g/cm^3 y 1.676 g/cm^3 con la dosificación 02 (15%RL + 20%RC) y dosificación 03 (20%RL + 15%RC) respectivamente, así mismo el COH aumenta de 11% a 11.8% y 12% correspondientes al mismo orden de dosificaciones mencionadas en el PUSM. Comparando con Obaydi (2022) que agregó de manera separada 10% de RL y 10% de RC a su muestra patrón, logrando una disminución del PUSM de 1.76 g/cm^3 a 1.74 g/cm^3 y del COH de 18.4% a 16.5% con su primera dosificación, y logrando un aumento del PUSM de 1.76 g/cm^3 a 1.79 g/cm^3 y una reducción del COH de 18.4% a 15.4% con su segunda dosificación. Así mismo, Amena (2021) agregando 40% de BP (polvo de desecho de ladrillo) determinó un aumento del PUSM de 1.496 g/cm^3 a 1.671 g/cm^3

y una reducción del COH de 24% a 21%. De manera muy similar Cortegana (2024) añadiendo 18% PL (polvo de ladrillo) a su muestra patrón, verificó un aumento del PUSM de 1.863 g/cm³ a 1.875 g/cm³ y una reducción del COH de 14.83% a 13.89%. Antaurco (2023) por su lado, determinó que añadiendo 20% de CR (concreto reciclado) existe una mejora en el PUSM de 2.04 g/cm³ a 2.246 g/cm³ y una disminución del COH de 11% a 8.1%. Así también Cornejo (2022) por su lado, al agregar 40% de reciclado de concreto, también determinó un aumento en el PUSM de 1.923 g/cm³ a 2.198 g/cm³ sin embargo sobre el COH de 10% no menciona un aumento o disminución. Por último, Zamora (2021) añadiendo 20% de CR (concreto reciclado) a su muestra matrón, verificó un aumento del PUSM de 1.93 g/cm³ a 1.95 g/cm³ y una reducción del COH de 11.99% a 11.08%. En ese sentido, partiendo de las investigaciones presentadas, la figura 32 muestra que el aumento de RL y RC en los diferentes suelos en donde se hicieron las investigaciones, mejoran los valores de PUSM, así también la figura 33 muestra que los valores de COH disminuyen. Con la contrastación de hipótesis esto fue verificado y comprobado, aceptando la hipótesis alterna y por ende rechazando la nula.

Figura 32

Resultados de PUSM obtenidos por diferentes autores.

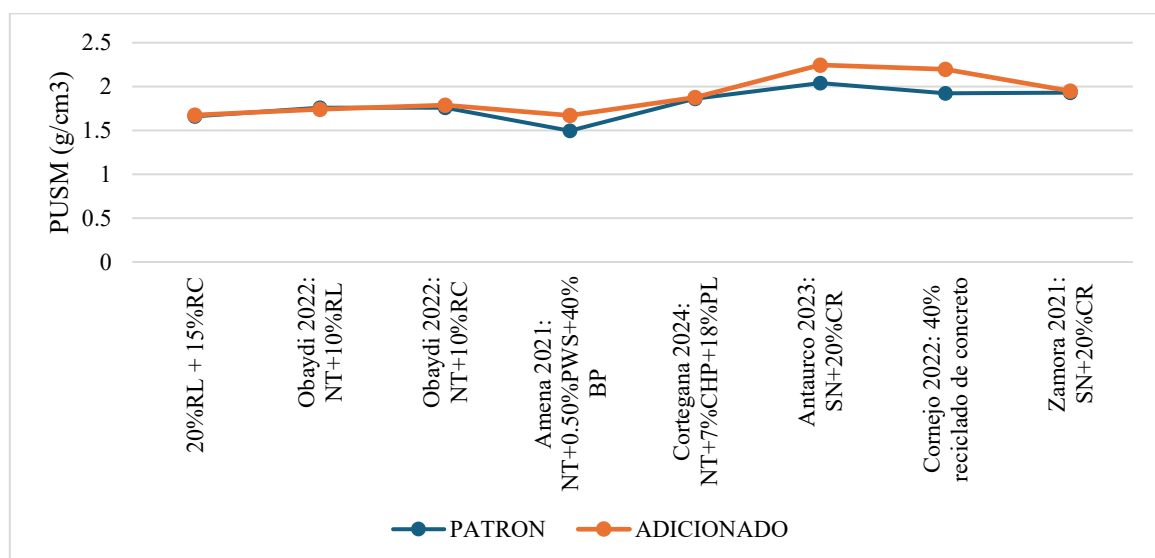
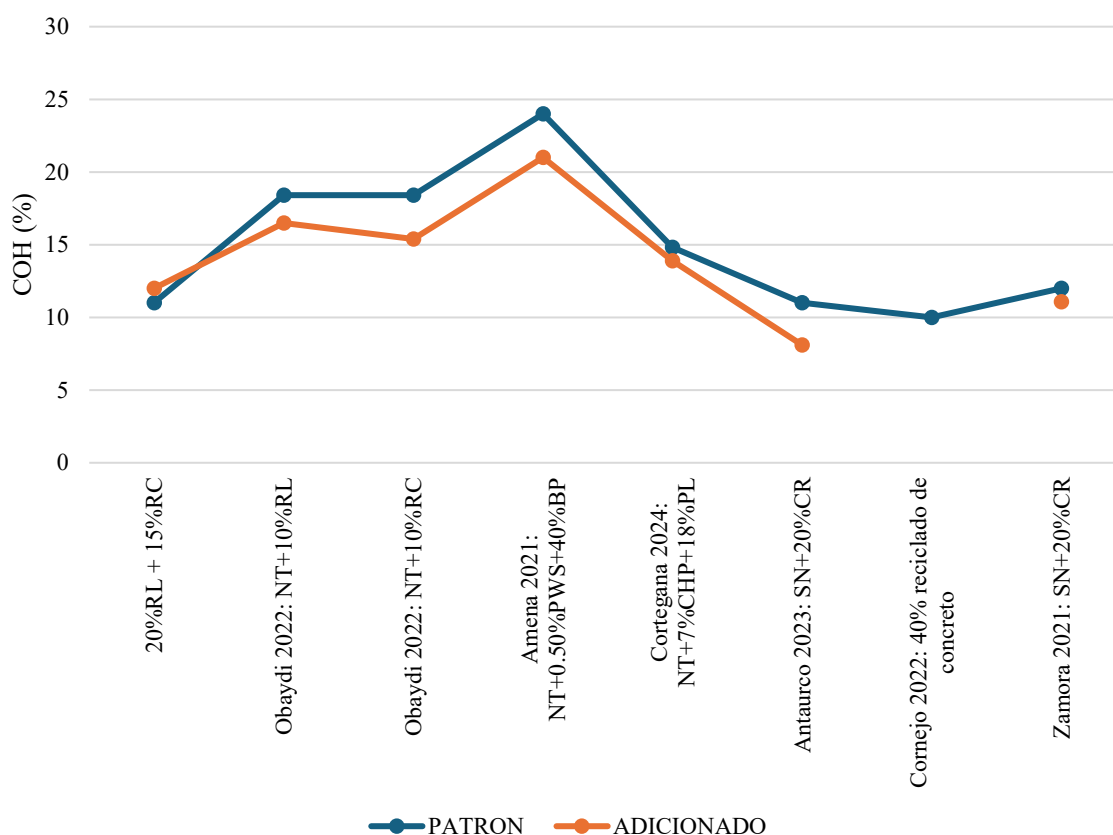


Figura 33

Resultados de COH obtenidos por diferentes autores.

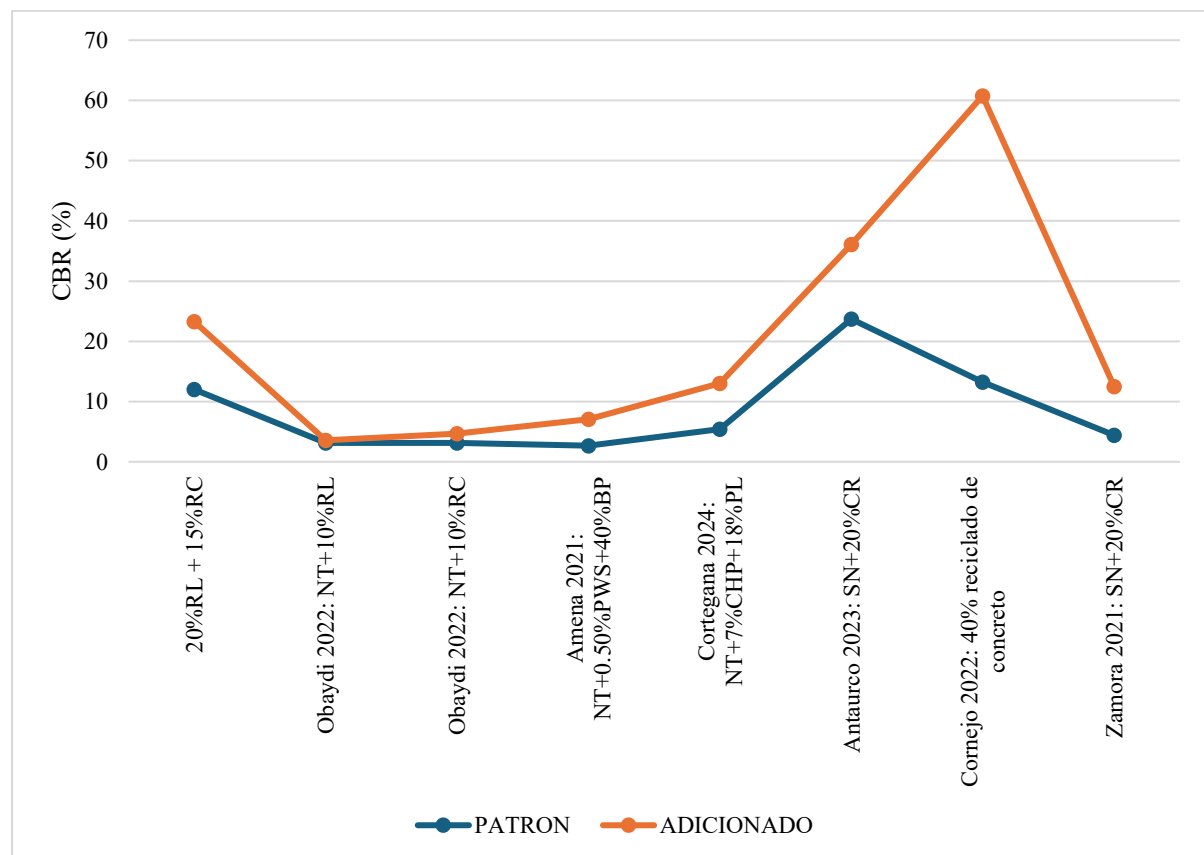


Con referencia a nuestro tercer objetivo específico Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025. Se pudo determinar que el CBR al 95% incrementa 12% correspondiente a la dosificación 01 (0%RL + 0%RC) a 23.3% añadiendo 20% de residuo de ladrillo (RL) más 15% de residuo de concreto (RC). Comparando con Obaydi (2022) que agregó de manera separada 10% de RL y 10% de RC a su muestra patrón, logrando un aumento del CBR al 90% desde 3.14% a 3.57% con su primera dosificación, y logrando también un aumento del CBR al 90% desde 3.14% a 4.7% con su segunda dosificación. Así mismo, Amena (2021) agregando 40% de BP (polvo de desecho de ladrillo) determinó un aumento del CBR al 95% desde 2.68% hasta 7.08%. De manera muy similar Cortegana (2024) añadiendo 18% PL (polvo de ladrillo) a su muestra patrón, verificó un aumento del CBR al 95% desde 5.43%

hasta 13%. Antaurco (2023) por su lado, determinó que añadiendo 20% de CR (concreto reciclado) existe un aumento del CBR al 95% desde 23.7% hasta 36.1%. Así también Cornejo (2022) por su lado, fue quien mostró el mayor incremento en comparación a los otros autores, al agregar 40% de reciclado de concreto, también determinó un aumento en el CBR al 95% desde 13.21% hasta 60.76%. Por último, Zamora (2021) añadiendo 20% de CR (concreto reciclado) a su muestra matrón, verificó un aumento del CBR al 95% desde 4.41% hasta 12.50%. Así que, a partir de las investigaciones presentadas, en la figura 34 se muestra que, al adicionar RL y RC, los valores de CBR presentan una mejora con respecto a su muestra patrón. Con la contrastación de hipótesis esto fue verificado y comprobado, aceptando la hipótesis alterna y por ende rechazando la nula.

Figura 34

Resultados de CBR obtenidos por diferentes autores



CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.19 Conclusiones

Esta investigación, buscó evaluar las propiedades físicos-mecánicas al adicionar residuos de concreto y ladrillo en la subrasante de la avenida Centenario, Santa María, 2025. Para ello se hicieron evaluaciones a valores de IP, porcentaje de CBR, PUSM y COH; luego de adicionar dos dosificaciones diferentes respecto a la muestra patrón seleccionada, en ese sentido se tendría dosificación 01 (0%RL + 0%RC), dosificación 02 (15%RL + 20%RC) y dosificación 03 (20%RL + 15%RC).

En referencia al índice de plasticidad, los ensayos mostraron que, tanto las adiciones como la muestra patrón, presenta una condición “NP (no plástico)”. Esto significa que no es posible determinar los valores de IP.

Por otro lado, los valores del PUSM de la muestra inalterado sin adicionar ningún porcentaje de concreto y ladrillo, dosificación 01 (0%RL + 0%RC), tiene un valor de 1.662 g/cm³, mientras que con la dosificación 02 (15%RL + 20%RC) y la dosificación 03 (20%RL + 15%RC) se obtuvieron 1.755 g/cm³ y 1.676g/cm³ respectivamente. Estos Conluyendo de que a mayor porcentaje de RC se obtiene un mayor valor de PUSM. Respecto a los resultados de COH, la dosificación 01 (0%RL+0%RC) tiene un valor de 11.00%, mientras que la dosificación 02 (15%RL + 20%RC) y la dosificación 03 (20%RL + 15%RC) obtuvieron un valor de 11.8% y 12% respectivamente. Concluyendo que a mayor RL se obtiene un mayor valor del COH.

Por último, el valor de CBR (0.1”) al 95 % de la muestra inalterada con la dosificación 01 (0%RL+0%RC) tiene un valor de 12.00% siendo calificada como un subrasante buena, la adición de RL y RC brinda un incremento en los valores de CBR, siendo que con la dosificación 02 (15%RL + 20%RC) resulta un valor de 17.80% que sigue siendo calificada como una

subrasante buena, pero con la dosificación 03 (20%RL + 15%RC) llega a un valor de 23.30% siendo ya clasificada como un subrasante muy buena según el MTC. Estos resultados son beneficiosos ya que al tener un valor alto de % de CBR, los espesores de la base y subbase, capas que conforman una carretera, serán menores, lo cual lleva también a un menor uso de asfalto.

1.20 Recomendaciones

Se recomienda, para investigaciones futuras, probar con los mismos porcentajes presentados en esta investigación, pero de manera independiente entre RL y RC, es decir, realizar una investigación con los dos residuos en forma separada, sin combinarlas; esto con la finalidad de poder evidenciar cuál de los dos residuos puede afectar más los resultados y si es mejor trabajarlas en conjunto o en forma separada.

Para futuras investigaciones, en referencia al IP, se recomienda buscar antecedentes del área de estudio para asegurar que el suelo no tenga una condición NP (no plástica), de esta manera se pueda verificar y analizar el comportamiento del IP cuando se adicionan RL y RC en el suelo de la subrasante. Esto se menciona porque en la presente investigación no se pudo analizar el comportamiento del IP.

Con respecto al peso unitario seco máximo, recomendamos que, para futuras investigaciones, se prueben con diferentes porcentajes, a manera que se pueda verificar aún más el comportamiento del PUSM en la subrasante adicionando RL y RC. De este modo se pueda determinar si el PUSM aumenta cuando el porcentaje de RC aumenta o cuando el porcentaje de RL disminuye. Además, también recomendamos para futuras investigaciones, trabajar con porcentajes mayores de RL y RC, esto se debe a que esta investigación actual se observa una escasa variación en el COH. Si se trabajara con porcentajes mayores se podría observar mejor el comportamiento del COH en el suelo de la subrasante.

Finalmente, recomendamos para futuras investigaciones, utilizar los mismos componentes de esta investigación al adicionar en una subrasante que presente un porcentaje de CBR considerado pobre o regular, con el fin de verificar si los RL y RC pueden mejorar las propiedades no en subrasantes buenas, sino también en aquellas que presentan características inferiores.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

- Al-Obaydi, M. A., Abdulnafaa, M. D., Atasoy, O. A., & Firat Cabalar, A. (2022). Improvement in Field CBR Values of Subgrade Soil Using Construction-Demolition Materials. (S. Nature, Ed.) 9, 185-205. doi:<https://doi.org/10.1007/s40515-021-00170-x>
- Amena, S. (2021). Experimental study on the effect of plastic waste strips and waste brick powder on strength parameters of expansive soils. *Cell Press, VII*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08278>
- Antaurco Salcedo, A. E. (2023). *Mejoramiento de la subrasante con concreto reciclado en un suelo granular, Lima 2023 [Tesis de pregrado, UPN]*. Repositorio UPC, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/35646>
- Arias Gonzáles, J., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación* (Primera ed.). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION
- Ashraf Teara, Doh Shu Ing, & WY Tam, V. (2018). The use of waste materials for concrete production in construction applications. 342. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/342/1/012062>
- Braja, M. D. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Cuarta ed.). México.
- Burbano Orjuela, H. (2010). EL SUELO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD Y SU ROL EN EL CONTEXTO DE LOS CAMBIOS GLOBALES. *TENDENCIAS, XI(2)*, 53-62. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/548>

- Carbajal Silva, M. A. (2018). *Situación de la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos de las Actividades de Construcción Civil del Sector Vivienda en la Ciudad de Lima y Callao [Tesis de pregrado, UNALM]*. Repositorio Institucional UNALM, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3215>
- Comité Técnico Permanente de Geotecnia. (1999). *NTP 339.128:1999 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico* (Primera ed.). Lima, Perú.
- Comité Técnico Permanente de Geotecnia. (1999). *NTP 339.129:1999 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos* (Primera ed.).
- Comité Técnico Permanente de Geotecnia. (1999). *NTP 339.134:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería SUCS* (Primera ed.).
- Cornejo Morales, J. M., & Hurtado Soto, M. A. (2022). *Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Mars - Moray, Cusco 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Continental]*. Repositorio Institucional Continental, Cusco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11371>
- Cortegana Bazan, A. C., & Vega Aquino, C. E. (2024). *Análisis experimental de la adición de polvo de ladrillo y ceniza de hoja de plátano para el mejoramiento de la subrasante en suelos arcillosos en el Sector de Mapresa, Tingo María [Tesis de pregrado, UPC]*. Repositorio digital institucional UCV, Lima.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (Quinta ed.). México: Limusa.

- Cruz Zuñiga, N., & Ramírez Picado, D. (2022). Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos. *12*. doi:<https://doi.org/10.15517/mym.v12i0.48029>
- Cuchí Burgos, A., & Sagrega Cuscó, A. (2007). Reutilización y reciclaje de los residuos del sector de construcción. *Ambienta: Revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 59-68. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/388627/pdf_AM_AM_2007_66_59_68.pdf?sequence=1
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). Principles of Geotechnical Engineering. *Cengage*. Obtenido de <https://faculty.cengage.com/works/9781305970939>
- Domingo Acosta. (2002). Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD). *18-II*, 49-68.
- Hadi Mohamed, M. M., Martel Carranza, C. P., Huayta Meza, F. T., Rojas León, C. R., & Arias Gonzáles, J. L. (2023). *Metodología de la investigación: Guía Para el proyecto de tesis* (Primera ed.). Puno, Perú: Inudi. doi:<https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Haro Sarango, A. F., Hisag Pallmay, E. R., Ruiz Sarzosa, J. P., & Caicedo Pozo, J. E. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2), 956-966. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927>
- Hidalgo, C. A., Rodriguez Moreno, M. A., Carvajal, G. I., & Muñoz, F. (2024). Brick dust and fly ash as subgrade stabilizer for Low Traffic Volume Roads: laboratory and test track evaluation. *Revista Ingeniería De Construcción*, 39(2), 112-126. doi:<https://doi.org/10.7764/RIC.00110.21>

- Kisku, N., Joshi, H., Ansari, M., Panda, S., Nayak, S., & Dutta, S. C. (2017). A critical review and assessment for usage of recycled aggregate as sustainable construction material. *Construction and Building Materials*, 131, 721-740. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.029>
- LIMAIN. (23 de Octubre de 2024). *La Gestión de Residuos en Obras de Construcción: Estrategias Efectivas en Perú*. Obtenido de limain.pe: <https://limain.pe/la-gestion-de-residuos-en-obras-de-construccion-estrategias-efectivas-en-peru-erick-adelmo-ruiz-escajadillo/>
- Marín Nieto, L. (1991). *Mecánica de Suelos* (Quinta ed.). Guayaquil, Ecuador.
- Martínez Molina, W., Torres Acosta, A. A., Alonso Guzmán, E. M., Chávez García, H. L., Hernández Barrios, H., Lara Gómez, C., . . . González Valdéz, F. M. (Setiembre de 2015). Concreto reciclado: una revisión. *Revista ALCONPAT*, 5(3), 235-248. doi:<https://doi.org/10.21041/ra.v5i3.91>
- Meza Domínguez, Y. (2018). *Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurín - 2017 [Tesis de pregrado, UCV]*. Repositorio digital institucional UCV, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26903>
- Mimbela Orderique, F., Muñoz Perez, S., & Rodríguez Lafitte, E. (2021). Uso de Ladrillos Triturados en Concreto: una revisión lliteraria. *Revista Politécnica*, 17(34), 82-100. doi:<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a6>
- MINAM. (2024). *Informe Anual de Gestión de Residuos 2024*.
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, A., & Montejo Piratova, A. (2018). *Estabilización de suelos* (Primera ed.). Bogotá, México: Ediciones de la U.

- Morales Zuluaga, D. (2015). *Valorización de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas [Tesis de pregrado, Universidad de Medellín]*. Repositorio de la Universidad de Medellín. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11407/1236>.
- MTC. (2014). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.
- MTC. (2017). *Manual de ensayo de materiales*. Lima: El Peruano. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4442276-18-2016-mtc-14>
- Municipalidad Distrital de Santa María. (2025). Mejoramiento y ampliacion del servicio de movilidad urbana en la av Centenario del distrito de Santa Maria de la provincia de Huaura del departamento de Lima.
- Ocrospama Callupe, F. N., & Rocha Sandoval, C. A. (2024). Capacidad portante de los suelos para establecer la zonificación. *Ciencia Latina*, 8(5). doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13734
- Pastor Caverro, J. H., & Joni Vargas, E. (2019). Reciclaje de residuos por demolición de edificaciones menores y desarrollo sostenible en el distrito de Jesús María. *Perfiles*, 41-49. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/351543214_Reciclaje_de_residuos_por_de_molicion_de_edificaciones_menores_y_desarrollo_sostenible_en_el_distrito_de_Jesus_Maria
- Perea Huamán, D. J. (2021). Uso del concreto y vidrio reciclado en la capacidad de carga de suelos arcillosos: una revision literaria. 51(1-2), 119-132. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234915>

- Pérez Rojas, Á. V. (2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 13(26), 116-125. Obtenido de [https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5038429#:~:text=Este%20art%C3%ADculo%20examina%20la%20posibilidad%20de%20utilizar%20triturado,en%20diferentes%20proporciones%20\(0,%2010,%2020%20y%2030%\)](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5038429#:~:text=Este%20art%C3%ADculo%20examina%20la%20posibilidad%20de%20utilizar%20triturado,en%20diferentes%20proporciones%20(0,%2010,%2020%20y%2030%)).
- Puma Chuquichampi, J., & Teran Corredor, I. E. (2022). LA IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS TROPICALES POR LA METODOLOGÍA MCT EN CONTRASTE CON LAS RECOMENDACIONES AASHTO ARA EL PROYECTO VIAL CARRETERA PE - 5N DV CABO LEVEAU DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN [Tesis de pregrado, USIL]. *Repositorio Institucional USIL*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14005/13264>
- Ramos Galarza, C. (2020). LOS ALCANCES DE UNA INVESTIGACIÓN. *CienciAmérica*, 9(3). doi:<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Rubiano Sanabria, Y. (2005). *Conceptos básicos para utilizar los levantamientos de suelos en el manejo agronómico de la palma de aceite*. Colombia.
- Soto Paz, J., Arroyo, O., Torres Guevara, L. E., Parra Orobio, B. A., & Casallas Ojeda, M. R. (1 de Noviembre de 2023). The circular economy in the construction and demolition waste management: A comparative analysis in emerging and developed countries. *Journal of Building Engineering*, 78. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107724>
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Revista Ciencia Latina*, 7(4), 9723-9762. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

Zamora Huamani, J. (2021). *Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021 [Tesis de pregrado, UCV]*. Repositorio digital institucional UCV, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92622>

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente		15% residuo de ladrillo + 20% residuo de concreto	Balanza electrónica	Alcance de metodología: Explicativo
¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?	Evaluar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante de la avenida Centenario, Santa María - 2025.	La adición de residuos de concreto y ladrillo influye en la mejora de las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.	Residuos de concreto y ladrillos	Dosificación	20% residuo de ladrillo + 15% residuo de concreto		Tipo de investigación: Aplicada
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente				Diseño de investigación: Cuasiexperimental
PE1. ¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en el Índice de Plasticidad de la subrasante en la avenida	- Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en el índice de plasticidad de la subrasante en la avenida	- La adición de residuos de concreto y ladrillo reduce el índice de plasticidad de la subrasante en la avenida	Propiedades físicas-mecánicas en la subrasante	Índice de plasticidad	Límite líquido y límite plástico	NTP 339.129	Enfoque de investigación: Cuantitativo

Centenario, Santa María - 2025?	Centenario, Santa María - 2025.	Centenario, Santa María, 2025.					
PE.2 ¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?	- Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.	- La adición de residuos de concreto y ladrillo mejora las características de compactación de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.	Características de compactación	Peso unitario seco máximo y contenido óptimo de humedad	NTP 339.137	Av. Centenario	Población: Muestra: Calicatas Técnica: Observación
PE.3 ¿Cómo influye la adición de residuos de concreto y ladrillo en la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025?	- Determinar la influencia de la adición de residuos de concreto y ladrillo en la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María - 2025.	concreto y ladrillo incrementa la capacidad portante de la subrasante en la avenida Centenario, Santa María, 2025.	Capacidad portante	Índice de resistencia	NTP 339.145	Ficha técnica de ensayos de laboratorio	Instrumentos:

ANEXOS 02. UBICACIÓN Y SELECCIÓN DE CALICATAS

La zona de investigación es el tramo de la Av. Centenario que pertenece al sector bajo del CCPP Pampa de Animas, presentando una extensión de 2.68 km, ubicado en el distrito de Santa María de la provincia de Huaura del departamento de Lima.

Figura 35

Ubicación departamental.



Figura 36

Ubicación provincial.



Figura 37

Ubicación distrital.



Figura 38

Tramo de estudio en la Av. Centenario.



Nota. Tomado de Google Earth 2025.

Figura 39

Distribución de calicatas en el tramo de estudio.



Nota. Tomado de Google Earth 2025.

Tabla 39

Coordenadas UTM de calicatas

Código de calicata	Progresiva (m)	Este (X)	Norte (Y)
CLT – 1	0 + 312	220183	8770905
CLT – 2	0 + 753	220562	8770904
CLT – 3	1 + 127	220858	8770917
CLT – 4	1 + 416	221259	8770908
CLT – 5	1 + 875	221908	8770907
CLT – 6	2 + 283	222288	8770906

Según la Municipalidad Distrital de Santa María (2025), en el proyecto de inversión a nivel de ficha técnica “Mejoramiento y ampliación del servicio de movilidad urbana en la av. Centenario del distrito de Santa María de la provincia de Huaura del departamento de Lima” nos brinda la proyección de la Demanda y del IMDa en su cuadro N° 4.15 en la pág. 103 de su ficha estándar.

Tabla 40

Proyección de la Demanda y del IMDa a 10 años

Tipo de Vehículo	Proyección - Años										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	135.00	135.00	135.00	139.00	141.00	146.00	147.00	150.00	151.00	154.00	156.00
Moto lineal	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Mototaxis	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Automóvil	38.00	38.00	38.00	39.00	39.00	40.00	40.00	41.00	41.00	42.00	42.00
Camioneta	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	25.00	25.00	26.00	26.00	26.00	27.00
Microbuses	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Ómnibus	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00
Camión 2 Ejes	13.00	13.00	13.00	14.00	15.00	15.00	16.00	16.00	17.00	18.00	18.00
Camión	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	15.00
Tráfico Generado	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	23.00	23.00	23.00
Moto lineal	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mototaxis	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Automóvil	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Camioneta	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Microbuses	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Ómnibus	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 2 Ejes	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Camión	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
IMDa TOTAL	157.00	157.00	157.00	161.00	163.00	168.00	169.00	172.00	174.00	177.00	179.00	

Tomando como base de la proyección para 10 años de la Tabla 41 se elaboró una para 20 años teniendo en cuenta que el tramo de la avenida de estudio que pertenece al Sector Bajo del CCPP Pampa de Animas se encuentra en crecimiento poblacional.

Tabla 41

Proyección de la Demanda y del IMDa a 20 años

Tipo de Vehículo	Proyección - Años																				
	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tráfico Normal	135.00	135.00	135.00	139.00	141.00	146.00	147.00	150.00	151.00	154.00	156.00	160.00	164.00	166.00	168.00	172.00	175.00	178.00	181.00	185.00	188.00
Moto lineal	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00
Mototaxis	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00
Automóvil	38.00	38.00	38.00	39.00	39.00	40.00	40.00	41.00	41.00	42.00	42.00	43.00	43.00	44.00	44.00	45.00	45.00	46.00	47.00	47.00	48.00

Camioneta	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	25.00	25.00	26.00	26.00	26.00	27.00	27.00	27.00	28.00	28.00	28.00	29.00	29.00	29.00	30.00	30.00
Microbuses	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Ómnibus	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	18.00
Camión 2 Ejes	13.00	13.00	13.00	14.00	15.00	15.00	16.00	16.00	17.00	18.00	18.00	19.00	20.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	25.00	26.00
Camión	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	15.00	16.00	17.00	17.00	18.00	19.00	19.00	20.00	21.00	22.00	22.00
Tráfico Generado	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	23.00	23.00	23.00	23.00	24.00	25.00	25.00	26.00	26.00	27.00	27.00	28.00	28.00
Moto lineal	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mototaxis	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Automóvil	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Camioneta	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00
Microbuses	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Ómnibus	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camión 2 Ejes	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Camión	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
IMDa TOTAL	157.00	157.00	157.00	161.00	163.00	168.00	169.00	172.00	174.00	177.00	179.00	183.00	188.00	191.00	193.00	198.00	201.00	205.00	208.00	213.00	216.00

Con el IMDa de proyección de 20 años de la Tabla 42 se puede clasificar la carretera en una de tercera clase según la Tabla 43. Así que tomando en cuenta distancia de 2.68 km y el tipo de carretera, se obtiene 6 calicatas con una profundidad de 1.50 m desde el nivel de la subrasante.

Tabla 42

Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
		x sentido	
		- Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km	
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	x sentido	
		- Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km	
		x sentido	
		- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km	
		x sentido	
		- Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km	
		x sentido	
		- Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km	
		x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Carretera de Segunda	1.50 m	
Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 3 calicatas x km
Carretera de Tercera	1.50 m	
Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 2 calicatas x km
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito:	1.50 m	
Carretera con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 1 calicatas x km

Nota. Fuente: MTC (2014)

Sin embargo, según la Tabla 44 y teniendo en cuenta el tipo de carretera de tercera clase, se realizaron solo 2 CBR. Por lo cual solo 2 calicatas serán escogidas luego de determinar quien presenta mejores condiciones según el ensayo de Proctor Modificado.

Tabla 43

Número de Ensayos MR y CBR

Tipos de Carretera	Nº MR y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido. Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 1.5 km se realizará un CBR *
Carretera de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 2 km se realizará un CBR *

Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carretera con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	Cada 3km se realizará un CBR
---	------------------------------

Nota. Fuente: MTC (2014)

(*): La necesidad de efectuar los ensayos de módulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

Finalmente, con la calicata de menor %CBR se le tomara como muestra 1 (M-1) la cual se le adicionara residuo de ladrillo (RL) y residuo de concreto (RC) en distintas dosificaciones como se presenta en la Tabla 45.

Tabla 44

Dosificaciones de adición de RL y RC

Muestra	Dosificación
M-1	Dosificación 01 (0%RL+0%RC)
M-2	Dosificación 02 (15%RL+20%RC)
M-3	Dosificación 03 (20%RL+15%RC)

ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO

- Fotos de las calicatas



Foto 1: Inicio de excavación de CLT-1



Foto 2: Fin de excavación de CLT-2.



Foto 3: Inicio de excavación de CLT-2.



Foto 4: Fin de excavación de CLT-2.



Foto 5: Inicio de excavación de CLT-3.



Foto 6: Fin de excavación de CLT-3.



Foto 7: Inicio de excavación de CLT-4.



Foto 8: Fin de excavación de CLT-4.



Foto 9: Inicio de excavación de CLT-5.



Foto 10: Fin de excavación de CLT-5.



Foto 11: Inicio de excavación de CLT-6.



Foto 12: Fin de excavación de CLT-6.

- Fotos de los ensayos de muestra natural

GRANULOMETRÍA



Foto 13: Análisis granulométrico de muestra natural de CLT-1.



Foto 14: Análisis granulométrico de muestra natural de CLT-2.

CONTENIDO DE HUMEDAD



Foto 15: Pesaje de la muestra de la CLT-1 para hallar el CH.



Foto 16: Pesaje de la muestra de la CLT-2 para hallar el CH.

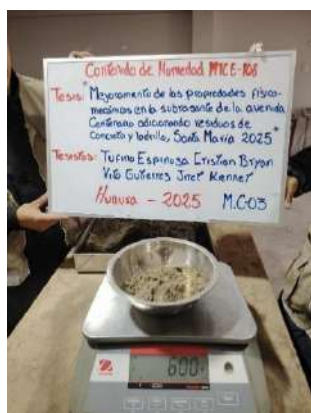


Foto 17: Pesaje de la muestra de la CLT-3 para hallar el CH.



Foto 18: Pesaje de la muestra de la CLT-4 para hallar el CH.



Foto 19: Pesaje de la muestra de la CLT-5 para hallar el CH.

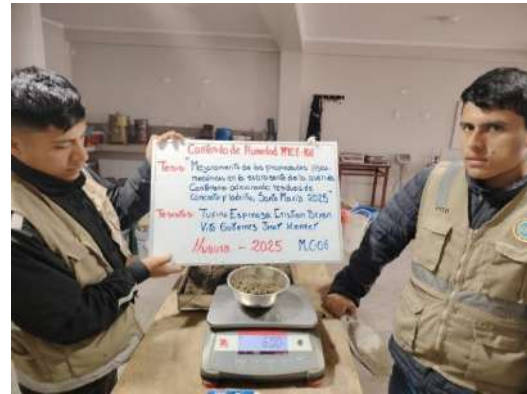


Foto 20: Pesaje de la muestra de la CLT-6 para hallar el CH.



Foto 21: Ingreso al horno de todas las muestras para el secado.



Foto 22: Retiro del horno de todas las muestras después del secado.

LÍMITES



Foto 23: Preparación de material para el ensayo de LL, adición de agua a la muestra.



Foto 24: Combinación de la muestra natural con agua para el ensayo de LL.



Foto 25: Colocando la muestra a la copa de Casagrande.



Foto 26: Conteo de número de golpes en la copa de Casagrande.

PROCTOR



Foto 27: Preparación de la muestra natural para el ensayo de Proctor.



Foto 28: Cuarteo para la preparación del molde para el ensayo de Proctor.



Foto 29: Preparación de la muestra natural para el ensayo de Proctor.



Foto 30: Preparación de la muestra natural para el ensayo de Proctor.

CBR



Foto 31: Preparación de la muestra natural para el ensayo de CBR.



Foto 32: Preparación del molde para el ensayo de CBR.



Foto 33: Compactación de muestra natural para el ensayo de CBR.



Foto 34: Pesaje de la muestra natural con el molde para el ensayo de CBR.



Foto 35: Colocación de dial en los moldes para su posterior sometimiento a la prensa.



Foto 36: Reposo de los moldes para su posterior sometimiento a la prensa.



Foto 37: Retiro de los moldes sumergidos en agua luego del tiempo cumplido.



Foto 38: Registro fotográfico del retiro de los tres moldes sumergidos.



Foto 39: Inicio de ensayo de CBR de los moldes.



Foto 40: Ensayo de CBR de la CLT-2 compactada con 12 golpes.



Foto 41: Ensayo de CBR de la CLT-2 compactada con 25 golpes.



Foto 42: Ensayo de CBR de la CLT-2 compactada con 56 golpes.

- Fotos de los ensayos de muestras con adiciones de RL y RC

OBTENCIÓN DE MATERIALES



Foto 43: Trituración de residuos de concreto.



Foto 44: Acumulación de residuos de concreto seleccionados.

GRANULOMETRÍA



Foto 45: Preparación de la dosificación 02 (15%RL+20%RC).



Foto 46: Preparación de la dosificación 03 (20%RL+15%RC).



Foto 47: Preparación de las dosificaciones 02 (15%RL+20%RC) y 03 (20%RL+15%RC).



Foto 48: Análisis granulométrico de las dosificaciones 02 (15%RL+20%RC) y 03 (20%RL+15%RC).

LÍMITES



Foto 49: Ensayo LL de la dosificación 02 (15%RL+20%RC).



Foto 50: Ensayo LL de la dosificación 03 (20%RL+15%RC).

PROCTOR



Foto 51: Preparación de la dosificación 02 (15%RL+20%RC) para el ensayo de Proctor.



Foto 52: Pesaje del molde de la dosificación 02 (15%RL+20%RC) para el ensayo de Proctor.



Foto 53: Secado de la muestra de la dosificación 02 (15%RL+20%RC).



Foto 54: Preparación de la dosificación 03 (20%RL+15%RC) para el ensayo de Proctor.



Foto 55: Pesaje del molde de la dosificación 03 (20%RL+15%RC) para el ensayo de Proctor.



Foto 56: Secado de la muestra de la dosificación 03 (20%RL+15%RC).

CBR



Foto 57: Preparación de la dosificación 02 (15%RL+20%RC) para el ensayo de CBR.



Foto 58: Compactación de dosificación 02 (15%RL+20%RC) para el ensayo de CBR.



Foto 59: Pesaje del molde de la dosificación 02 (15%RL+20%RC) para el ensayo de CBR.



Foto 60: Compactación de dosificación 03 (20%RL+15%RC) para el ensayo de CBR.



Foto 61: Compactación de dosificación 03 (20%RL+15%RC) para el ensayo de CBR.



Foto 62: Pesaje del molde de la dosificación 03 (20%RL+15%RC) para el ensayo de CBR.



Foto 63: Colocación de dial en los moldes sumergidos en agua, dosificaciones 02 y 03.



Foto 64: Reposo de los moldes sumergidos para su posterior sometimiento a la prensa del CBR, dosificaciones 02 y 03.



Foto 65: Ensayo de CBR de la dosificación 02 (15%RL+20%RC) con 12,25 y 56 golpes.



Foto 66: Ensayo de CBR de la dosificación 03 (20%RL+15%RC).

ANEXO 04: FICHAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO LÍMITES DE CONSISTENCIA (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / ARSHO T-99, T-100)			
TESTISTAS :	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET		
TEMA :	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2023.		
UBICACIÓN :	SANTA MARIA - HUAYRA - LIMA		
CALICATA :	C-1		
PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO :	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAM
PTO. MUESTREO :	0.40 - 1.50 m.	ING° RESP. :	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	HUAYRA, 23 DE MAYO DEL 2023
Coordenadas UTM WGS-84 :	coordenada X: 229183 en coordenada Y: 8770935 m		N° ENSAYO :
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
N° de Tazo			
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g.		
Peso de Tazo + Suelo Seco	g.		
Peso de Tazo	g.		
Peso de Agua	g.		
Peso del Ruido Seco	g.		
Contenido de Humedad	%		
Número de Golpes			
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD			
N° de Tazo			
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g.		
Peso de Tazo + Suelo Seco	g.		
Peso de Tazo	g.		
Peso de Agua	g.		
Peso de Suelo seco	g.		
Contenido de Humedad	%		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
 No es posible efectuar el ensayo, por que las dos mitades de la muestra tienden a deslizarse bruscamente.			
Constantes Físicas de la Muestra			
Limite Liquido	MP		
Limite Plastico	MP		
Indice de Plasticidad	MP		
Observaciones			
Pasante Tamiz N° 40			




 LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAM
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.


 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE CONSULTORIA
 C-64792
 REG. DIT N° 094405

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
TESISTAS : TESIS : UBICACIÓN : CALICATA : PROFUNDIDAD : PTO. MUESTREO : MUESTRA : Coordenadas UTM WGS-84 :	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025. SANTA MARÍA - HUALA - LIMA C-1 0.00 - 1.50 m. 0.40- 1.50 m. M - 1 coordenada X: 220183 m coordenada Y: 8770905 m
TÉCNICO : ING° RESP. : FECHA : N° ENSAYO :	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA HUALA, 25 DE MAYO DEL 2026 032 - 2026-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	600.0	505.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	542.6	452.1
Peso del agua contenida (gr)	57.4	47.9
Peso de la muestra seca (gr)	542.6	452.1
Contenido de Humedad (%)	10.6	10.6
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.6	



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y ARBOLADO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSTRUCTOR
 N° C-64792
 INGENIERO CIVIL
 REG. C-17 N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

TESISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.40 - 1.50 m.
MUESTRA : M-1
Coordenadas : coordenada X: 220183 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8770905 m

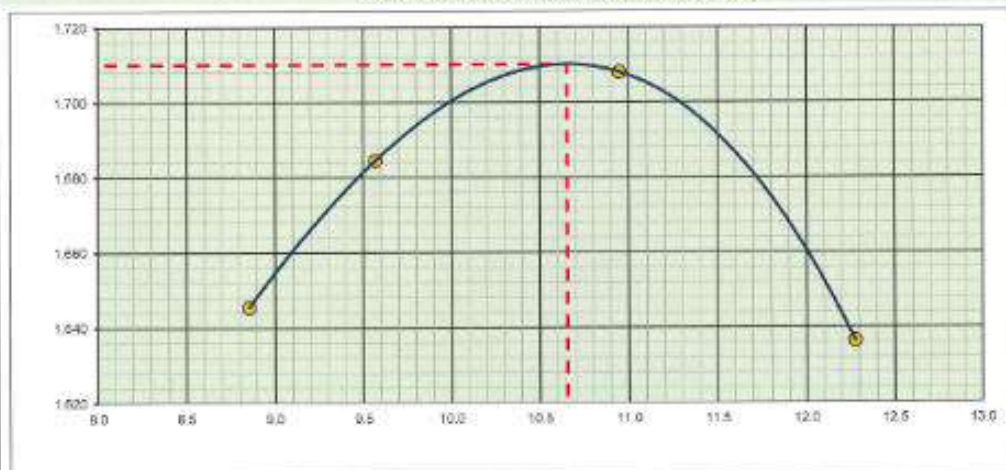
TÉCNICO : LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 013 - 2025-LAB/MS-JONELTA

UTM WGS-84		coordenada: 3770905 m							
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	m3.	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25 Gp.
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde				gr.	5,156	6,210	6,257	6,292	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	1,707	1,759	1,806	1,751	
Peso Volumetrico Humedo				gr.	1,791	1,840	1,895	1,837	
Recipiente Numero					-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	150.0	150.0	150.0	150.0	
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	137.8	136.9	135.2	133.6	
Peso de la Tara				gr.					
Peso del agua				gr.	12.2	13.1	14.8	16.4	
Peso del suelo seco				gr.	138	137	135	134	
Contenido de agua				%	8.9	9.6	10.9	12.3	
Densidad Seca				gr/cc	1.646	1.665	1.706	1.636	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.719	(gr/cm ³)	Humedad Óptima	10.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm ³)	Humedad Óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Lugui J. Grados Astuquipan
LUGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSTRUCTOR
C
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 064405

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

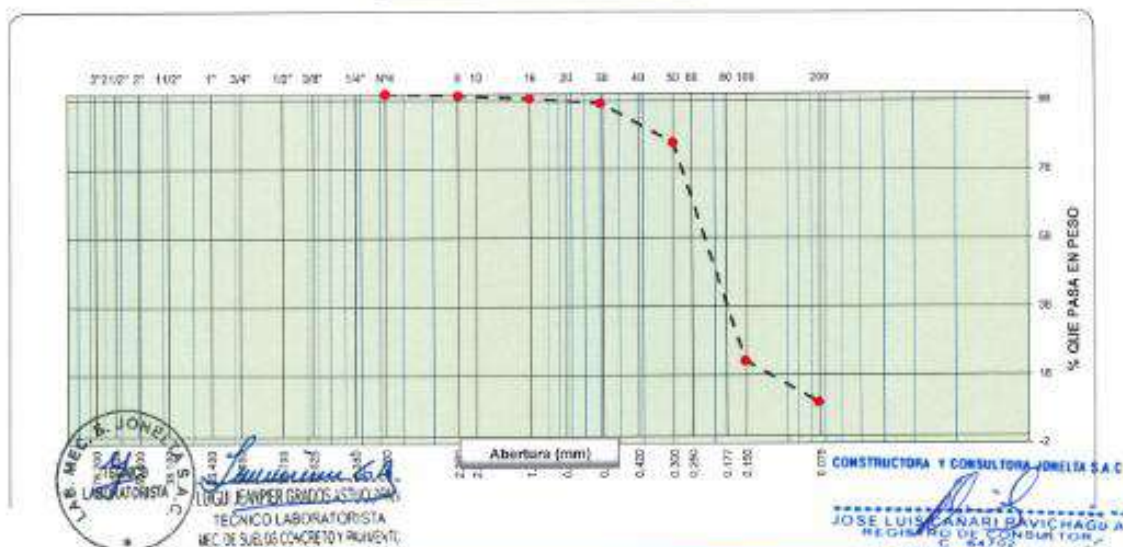


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA	FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	034 - 2025-LABIMS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.50 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	M-1			
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 220562 m			
WGS-84	:	coordenada Y: 8770804 m			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 3.500
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 520.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%)
3/4"	19.000						Areña (%) 90.0
1/2"	12.500						Fines (%) 10.0
3/8"	9.500						Modulo de Fines (%)
1/4"	6.350						
N° 4	4.750				100.0		3. Clasificación
N° 8	2.360	2.7	0.5	0.5	99.5		Límite Líquido (%) NP
N° 10	2.000						Límite Plástico (%) NP
N° 16	1.180	4.60	0.9	1.4	98.6		Índice de Plasticidad (%) NP
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SP-SM
N° 30	0.600	7.05	1.6	2.8	97.3		Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	55.40	11.4	14.2	85.8		
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	331.10	63.7	77.8	22.2		
N° 200	0.075	55.20	12.2	90.0	10.0		
Pavente		52.00	10.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 656-8935
Correo jl_canari@hotmail.com

Celular 995172418



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

TESTISTAS	:	TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUIGI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESTS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARIA - HUAYRA-LIMA	FECHA	:	HUAYRA, 26 DE MAYO DEL 2026
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	605 - 2026-LABMS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.50 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.50 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	M - 1			
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 226862 m			
WGS-84	:	coordenada Y: 8770906 m			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gf.				
Peso de Tarro + Suelo Seco	gf.				
Peso de Tarro	gf.				
Peso de Agua	gf.				
Peso de Suelo Seco	gf.				
Contenido de Humedad	%				
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gf.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gf.				
Peso de Tarro	gf.				
Peso de Agua	gf.				
Peso de Suelo seco	gf.				
Contenido de Humedad	%				



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Observaciones:	
Pasante Tamiz N° 40	



Luigi J. Grados Astuquipan
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 004405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-106 / ASTM D-2216)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO	FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
UBICACIÓN	:	RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	N° ENSAYO	:	036 - 2026-LAB/MS-JONELTA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA			
CALICATA	:	C-2			
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.50- 1.50 m.			
MUESTRA	:	M - 1			
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 220562 m			
WGS-84	:	coordenada Y: 8770904 m			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	609.9	600.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	539.9	449.0
Peso del agua contenida (gr)	60.1	51.0
Peso de la muestra seca (gr)	539.9	449.0
Contenido de Humedad (%)	11.1	11.4
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.2	



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y MEJORAMIENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-84792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

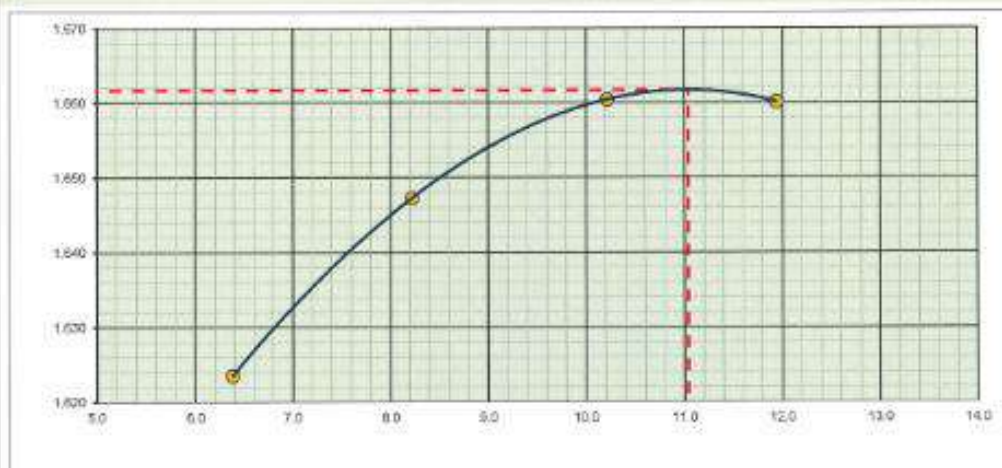
TESISTAS : TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.50 - 1.50 m.
MUESTRA : M - 1
Coordenadas : coordenada X: 220562 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8770904 m
TÉCNICO : LUGAR J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 037 - 2025-LAB/MS-JONELTA

Molde N° 1	Diametro Molde	A*	B*	C	Volumen Molde	953	m3	N° de capas	5
	Molde	A	B	C	Peso Molde	4405	gr.	N° de golpes	25
NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde	gr	8,131	8,184	8,229	8,258				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	1,845	1,695	1,744	1,771				
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,727	1,782	1,830	1,858				
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	150.0	150.0	150.0	150.0				
Peso Suelo Seco + Tara	gr	141.0	138.5	135.1	134.0				
Peso de la Tara	gr								
Peso del agua	gr	9.0	11.4	13.9	16.0				
Peso del suelo seco	gr	141	138	135	134				
Contenido de agua	%	6.4	8.2	10.2	11.9				
Densidad Seca	gr/cc	1.624	1.647	1.680	1.690				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.662	(gr/cc)	Humedad óptima	11.0	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cc)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

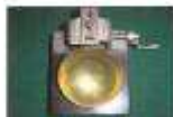


Lugari J. Grados Astuquipan
LUGAR J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS (CONCRETO Y PAVIMENTO)

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-84792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084415

Av. Coronel Portillo #268 - Huaura Teléfono 656-8936 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

TESTISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIREY KENNET
TESS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.50 - 1.50 m.
MUESTRA : M-1
Coordenadas UTM : coordenada X: 220562 m
WGS-84 : coordenada Y: 8779904 m

TÉCNICO : LUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAYICHAGUA
FECHA : HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 038 - 2026-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12571		12505		12587	
Peso de molde (g)	6057		5115		5093	
Peso del suelo húmedo (g)	3974		2691		3493	
Volumen del molde (cm³)	2099		2105		2103	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.846		1.763		1.661	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	270.2		270.2		270.2	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	29.8		29.8		29.8	
Peso de suelo seco (g)	270.2		270.2		270.2	
Contenido de humedad (%)	11.0		11.0		11.0	
Densidad seca (g/cm³)	1.662		1.678		1.698	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		0	54			5	33			4	18			
1.270	0.050		20	130			11	76			8	52			
1.905	0.075		32	246			18	134			13	91			
2.540	0.100	79.456	45	359		19.9	27	206	216	12.0	19	141	152	8.4	
3.810	0.150		71	589			42	327			29	326			
5.080	0.200	105.68	85	671		24.9	54	429		16.7	38	293		10.9	
6.350	0.250		75	991			53	431			39	298			
7.620	0.300		70	551			53	415			37	287			
10.160	0.400		70	551			53	414.7			37	287.4			
12.700	0.500		71	568.7			53	414.7			37	287.4			

OBSERVACIONES :

Anillo:



Luis J. Grados Astuquipan
ING. JUAN PABLO GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y HORMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Rayichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAYICHAGUA
REGISTRO DE CONSTRUCTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 054405



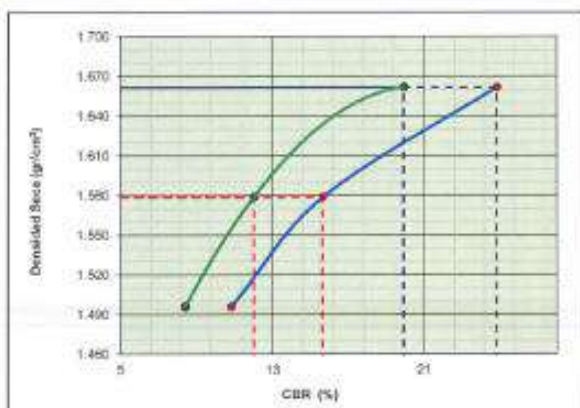
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO **RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR** (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

TESISTAS	TUPIÑO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.50 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	0.50- 1.50 m.
MUESTRA	M + 1
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 220662 m coordenada Y: 8770904 m
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO	039 - 2025-LABMS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



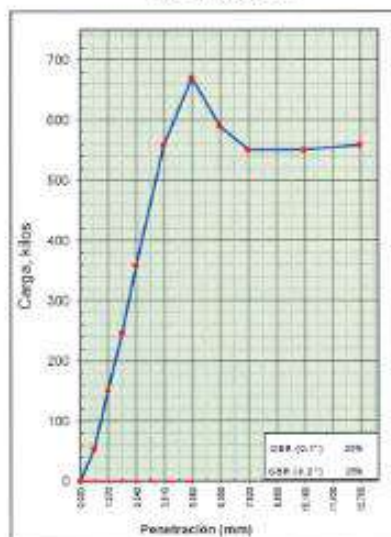
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.562
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.579

RESULTADOS:

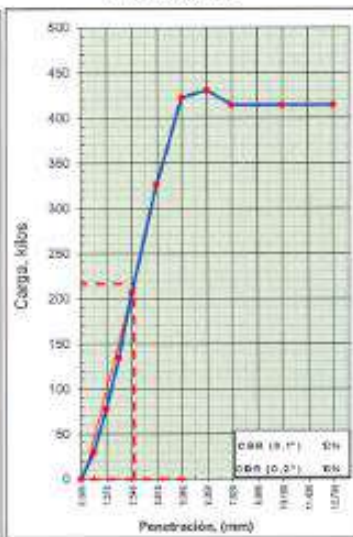
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	19.5	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	12.0	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	24.8	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	15.7	%

OBSERVACIONES:

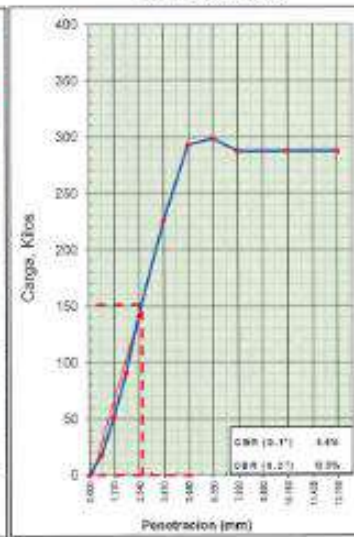
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose Luis Cañari Ravichagua
INGENIERO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.P. Nº 00440



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)			
TESTISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JR	
PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO. SANTA MARÍA, 2025.	
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA- HUAURA- LIMA	
CAUCATA	:	C-3	
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO
PTO. MUESTREO	:	0.40 - 1.50 m.	ING. RESP.
MUESTRA	:	M - 1	FECHA
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 226958 m	N° ENSAYO
WGS 84	:	coordenada Y: 8779917 m	061 - 2024-LABMS-JONELTA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					
N° de Tazo					
Peso de Taza + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Taza + Suelo Seco	gr.				
Peso de Taza	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				
Contenido de Humedad	%				Límite Líquido
Número de Golpes					

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tazo					
Peso de Taza + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Taza + Suelo seco	gr.				
Peso de Taza	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Límite Plástico
Contenido de Humedad	%				





Luis J. Canari

ING. JUAN PIERRE GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CANARI RAYCHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084406



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA- HUAURA -LIMA	FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
CALICATA	:	C-3	N° ENSAYO	:	042 - 2026-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.40- 1.50 m.			
MUESTRA	:	M - 1			
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 220858 m			
WGS-84	:	coordenada Y: 8770917 m			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	548.7	455.3
Peso del agua contenida (gr)	51.5	44.7
Peso de la muestra seca (gr)	548.7	455.3
Contenido de Humedad (%)	9.3	9.8
Contenido de Humedad Promedio (%)	9.5	



Luigi J. Grados Astuquipan
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
R.U.C. 04702
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-190)

TESISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA- HUAURA -LIMA
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.40- 1.50 m.
MUESTRA : M - 1
Coordenadas : coordenada X: 220858 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8770917 m

TÉCNICO : LUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 26 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 043 - 2025-LAB/MS-JONELTA

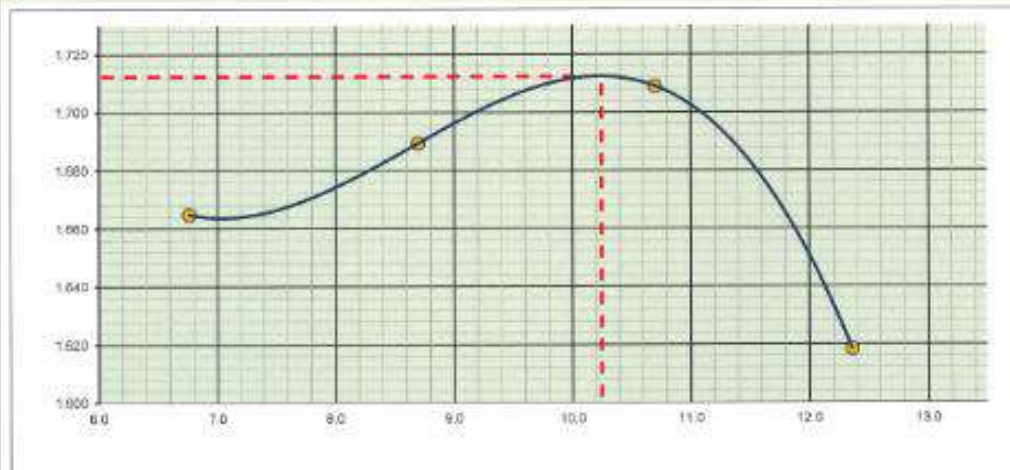
Molde N° 1	Diámetro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	ml	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25-30

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	6,143	6,291	6,254	6,184
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,694	1,750	1,803	1,753
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1,778	1,836	1,892	1,918
Recpiente Número					
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	380.0	390.0	390.0	390.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	281.0	276.0	271.0	267.0
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	19.0	24.0	29.0	33.0
Peso del suelo seco	gr.	281	276	271	267
Contenido de agua	%	6.8	8.7	10.7	12.4
Densidad Seca	gr/cm³	1.065	1.089	1.709	1.518

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.712	(gr/cm³)	Humedad óptima	10.3	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm³)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luis J. Grados Astuquipan
ING° JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
MTC CIP N° 004405

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo j_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

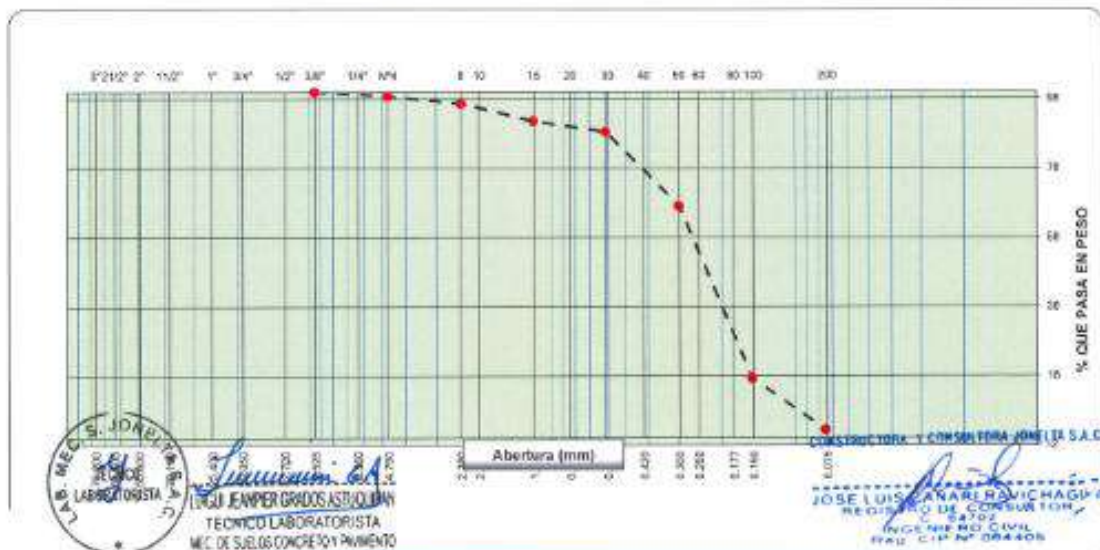


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESISTAS	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIRAN
TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025	ING° RESP.	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA	FECHA	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
CALICATA	C-4	N° ENSAYO	044 - 2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m		
PTO. MUESTREO	0.00 - 1.50 m		
MUESTRA	M-1		
Coordenadas UTM	coordenada X: 221265 m		
WGS-84	coordenada Y: 8770908 m		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 3.591
3"	75.000						Peso Fracción Fina Para Levant (gr) 100.0
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 3/8"
1"	25.400						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
3/4"	19.000						Grava (%) 1.2
1/2"	12.700						Arena (%) 96.4
3/8"	9.520				100.0		Fines (%) 2.4
1/4"	6.350						Modulo de Fines (%)
N° 4	4.750	40	1.2	1.2	98.8		3. Clasificación
N° 8	2.360	10.5	2.2	3.4	96.7		Límite Líquido (%) NP
N° 10	2.000						Límite Plástico (%) NP
N° 16	1.180	25.60	5.1	8.4	91.6		Índice de Plasticidad (%) NP
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SP
N° 30	0.600	15.70	3.1	11.5	88.5		Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	108.30	21.4	32.9	67.1		
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	251.60	49.7	82.6	17.4		
N° 200	0.075	75.60	14.9	97.6	2.4		
Pasero		12.30	2.4	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

TESTISTAS:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TEMA:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025.
UBICACIÓN:	SANTA MARIA - HUAURA - LIMA
CALICATA:	C-4
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO:	0.60 - 1.50 m.
MUESTRA:	M - 1
Coordenadas UTM	coordenada X: 221288 m
WGS-84	coordenada Y: 8770998 m
TÉCNICO:	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.:	JOSE LUIS CAÑARI RAMACHAGUA
FECHA:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO:	645 - 2025-LABIMS-JONELTA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo:					
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tazo + Suelo Seco	gr.				
Peso de Tazo	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				
Contenido de Humedad	%				
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo:					
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tazo + Suelo seco	gr.				
Peso de Tazo	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				
Contenido de Humedad	%				



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Líquido	NP
Limite Plástico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Luis Grados Astuquipan
LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y ARGENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ramachagua
JOSE LUIS CAÑARI RAMACHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C. 84703
INGENIERO CIVIL
REG. SUP. N° 106405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-166 / ASTM D-2216)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
CALICATA	:	SANTA MARIA - HUAURA - LIMA	N° ENSAYO	:	046 - 2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	C-4			
PTO. MUESTREO	:	0.00 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	0.60 - 1.50 m.			
Coordenadas UTM	:	M - 1			
WGS-84	:	coordenada X: 221259 m			
	:	coordenada Y: 8770908 m			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	550.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	496.2	453.2
Peso del agua contenida (gr)	53.8	46.8
Peso de la muestra seca (gr)	496.2	453.2
Contenido de Humedad (%)	10.8	10.3
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.6	



Lugui J. Grados Astuquipan
LUGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS (CONCRETO Y PAVIMENTO)

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-99)

TESISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-4
PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.60 - 1.50 m.
MUESTRA : M - 1
Coordenadas : coordenada X: 221259 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8770908 m

TÉCNICO : LUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 047 - 2025-LAB/MS-JONELTA

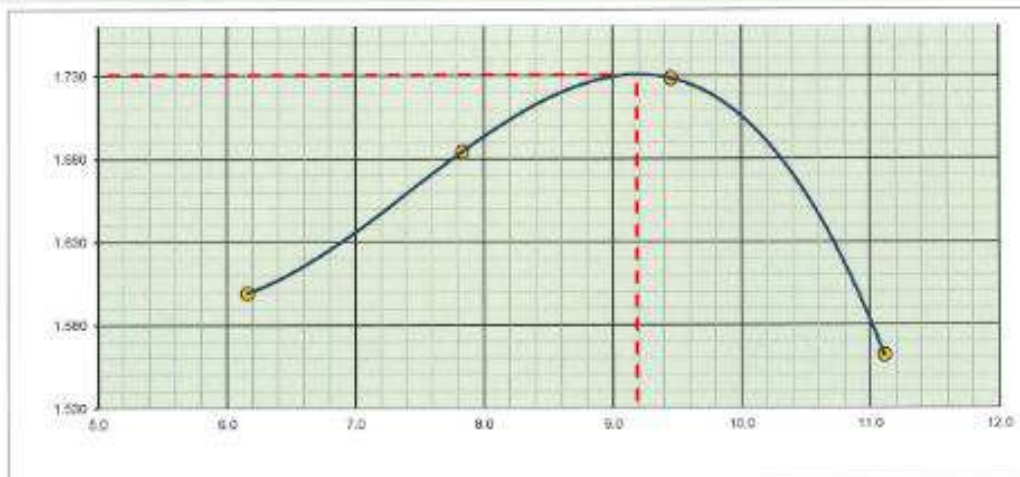
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	953	m3	N° de capas	5
	Método	A	B		4451	gr		N° de golpes

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	6,069	6,182	6,254	6,105
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,518	1,731	1,693	1,654
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,598	1,815	1,692	1,735
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	308.0	303.0	305.0	300.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	262.5	278.2	274.1	270.0
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	17.4	21.8	25.9	30.0
Peso del suelo seco	gr.	263	278	274	270
Contenido de agua	%	6.2	7.8	9.4	11.1
Densidad Seca	gr/cc	1.559	1.634	1.729	1.592

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.731	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luis J. Grados Astuquipan
Luis J. Grados Astuquipan
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ACIQUERO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO
E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-99
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.T. 054458

Av. Coronel Portillo #256 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

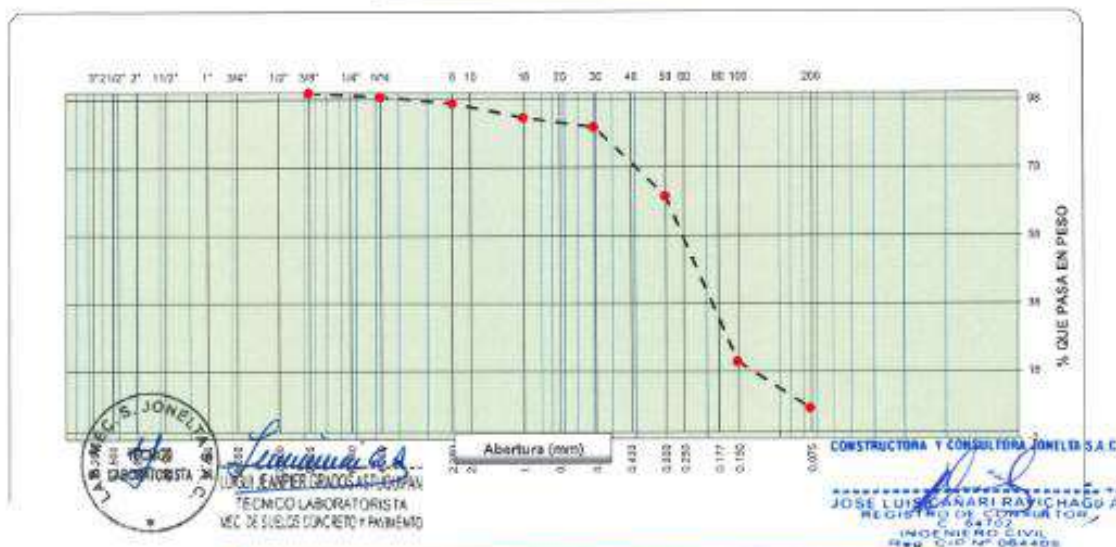


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESISTAS : TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-5
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.50 - 1.50 m.
MUESTRA : M-1
Coordenadas UTM : coordenada X: 221998 m
WGS-84 : coordenada Y: 8770907 m
TÉCNICO : LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 048 - 2025-LAB/MS-JONELTA

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 5.752
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 580.8
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 1.1
3/4"	19.000						Areña (%) 91.8
1/2"	12.700						Fines (%) 7.0
3/8"	9.500				100.0		Modulo de Finesa (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	42	1.1	1.1	98.9		Límite Líquido (%) NP
N° 8	2.360	11.3	1.9	3.1	97.0		Límite Plástico (%) NP
N° 10	2.000						Índice de Plasticidad (%) NP
N° 15	1.180	24.90	4.3	7.8	92.7		Clasificación SUCE 5P-SM
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 30	0.600	15.10	2.7	10.0	90.0		
N° 40	0.425						
N° 50	0.300	119.60	20.4	30.4	69.6		
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	265.20	43.5	73.2	20.8		
N° 200	0.075	80.80	13.7	93.0	7.0		
Pasante		41.30	7.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-119, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

TESTISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIREY KENNET
TESES	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAYRA - LIMA
CAUCUTA	:	C-5
PROFUNDIDAD	:	0.90 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	:	0.90 - 1.50 m.
MUESTRA	:	M - 1
Coordenadas UTM WGS-84	:	coordenada X: 221008 m coordenada Y: 8776007 m
TÉCNICO	:	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPARI
ING° RESP.	:	JOSÉ LUIS CAÑARI RAUCHAGUA
FECHA	:	HUAYRA, 25 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO	:	042 - 2025-LAB/MS-JONELTA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo					
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gf.				
Peso de Tazo + Suelo Seco	gf.				
Peso de Tazo	gf.				
Peso de Agua	gf.				
Peso del Suelo Seco	gf.				
Contenido de Humedad	%				
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo					
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gf.				
Peso de Tazo + Suelo Seco	gf.				
Peso de Tazo	gf.				
Peso de Agua	gf.				
Peso de Suelo Seco	gf.				
Contenido de Humedad	%				



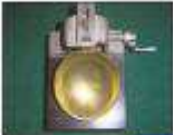
Características Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Lugui J. Grados Astuquipari
ING. J. GRADOS ASTUQUIPARI
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

José Luis Cañari Rauchagua
JOSÉ LUIS CAÑARI RAUCHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 063405

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
TESISTAS TESIS UBICACIÓN CALICATA PROFUNDIDAD PTO. MUESTREO MUESTRA Coordenadas UTM WGS-84	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025. SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA C-5 0.00 - 1.50 m. 0.50- 1.50 m. M - 1 coordenada X: 221908 m coordenada Y: 8770967 m
TÉCNICO ING° RESP. FECHA N° ENSAYO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026 080 - 2026-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	600.0	500.8
Peso de la tara + muestra seca (gr)	555.1	459.8
Peso del agua contenida (gr)	44.9	41.0
Peso de la muestra seca (gr)	555.1	459.0
Contenido de Humedad (%)	8.1	8.9
Contenido de Humedad Promedio (%)	8.5	



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSTRUCTORES
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 RUC CIP N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20800141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 598 / AASHTO T-100)

TESISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
YESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARIA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-5
PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.50 - 1.50 m.
MUESTRA : M - 1
Coordenadas : coordenada X: 221908 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8770907 m

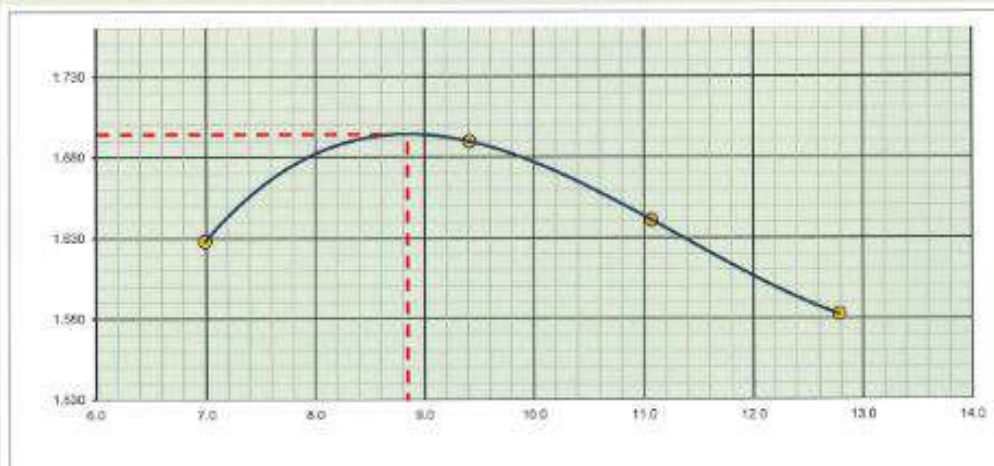
TÉCNICO : LUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 26 DE MAYO DEL 2025
N° ENSAYO : 881 - 2025-LAB/MS-JONELTA

Molde N° 1	Diámetro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	m3	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	4451	gr.	N° de golpes	25/93
NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde	gr.	6,111	6,213	6,188	6,152				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,660	1,762	1,737	1,701				
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,745	1,849	1,823	1,785				
Recipiente Numero		-	-	-	-				
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	150.0	150.0	150.0	150.0				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	140.2	137.1	135.1	133.0				
Peso de la Tara	gr.								
Peso del agua	gr.	9.8	12.9	15.0	17.0				
Peso del suelo seco	gr.	140	137	135	133				
Contenido de agua	%	7.0	9.4	11.1	12.8				
Densidad Seca	gr/cc	1.028	1.090	1.041	1.055				

RESULTADOS

Densidad Maxima Seca	1.694	(gr/cm3)	Humedad optima	8.9	%
Densidad Maxima Seca Correccion		(gr/cm3)	Humedad optima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luis J. Grados Astuquipan
ING° ENFERMEROS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y HUAURA

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSTRUCTORA
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 08443

Av. Coronel Portillo #268 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



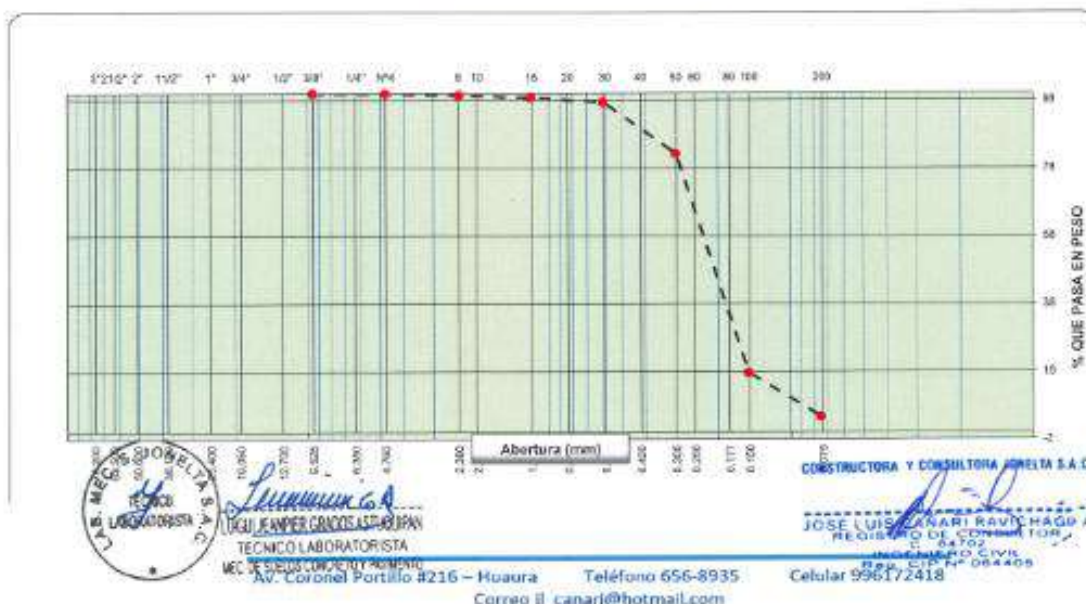
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-08)

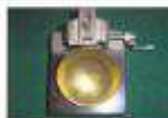
TESISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARIA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-6
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.60 - 1.50 m.
MUESTRA : M-1
Coordenadas UTM : coordenada X: 222286 m
WGS-84 : coordenada Y: 8770906 m

TÉCNICO : LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
N° ENSAYO : 052 - 2026-LABIMS-JONELTA

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Materia en Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.605
3"	75.000						Peso Fracción Fina Para Liquid (gr) 480.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 0.0
3/4"	19.000						Arena (%) 95.3
1/2"	12.700						Finos (%) 4.7
3/8"	9.500				100.0		Modulo de Finesa (%)
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	1	0.0	0.0	100.0		3. Clasificación
N° 6	2.500	2.3	0.0	0.0	99.4		Límite Líquido (%) NP
N° 10	2.000						Límite Plástico (%) NP
N° 15	1.180	3.20	0.7	1.3	98.7		Índice de Plasticidad (%) NP
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SP
N° 30	0.600	6.30	1.3	2.6	97.4		Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 40	0.420						
N° 60	0.300	72.60	15.1	17.7	82.3		
N° 80	0.250						
N° 100	0.150	310.20	64.6	82.3	17.7		
N° 200	0.075	62.20	19.0	96.3	4.7		
Pesante		22.60	4.7	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JR	TÉCNICO	:	LUGUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAYRA - LIMA	FECHA	:	HUAYRA, 25 DE MAYO DEL 2024
CALICATA	:	C-6	N° ENSAYO	:	053 - 2024-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.60 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.60 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	M - 1			
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 222298 m			
WGS-84	:	coordenada Y: 9776906 m			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarea					
Peso de Taro + Suelo Humedo	g°				
Peso de Taro + Suelo Seco	g°				
Peso de Taro	g°				
Peso de Agua	g°				
Peso del Suelo Seco	g°				
Contenido de Humedad	%				
Numero de Golpes					
					Limite Liquido

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarea					
Peso de Taro + Suelo Humedo	g°				
Peso de Taro + Suelo seco	g°				
Peso de Taro	g°				
Peso de Agua	g°				
Peso de Suelo seco	g°				
Contenido de Humedad	%				
					Limite Plastico



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	NP
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Luis J. Grados Astuquipan
LUGUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 064406



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-100 / ASTM D-2216)

TESISTAS	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET		
TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.		
UBICACIÓN	SANTA MARIA - HUAURA - LIMA		
CALICATA	C-6		
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	0.60- 1.50 m.	ING° RESP.	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	M - 1	FECHA	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
Coordenadas UTM	coordenada X: 222288 m	N° ENSAYO	054 - 2026-LAB/MS-JONELTA
WGS-84	coordenada Y: 8770908 m		

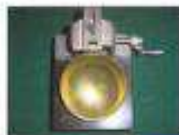
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	600.0	506.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	539.7	449.0
Peso del agua contenida (gr)	60.1	51.0
Peso de la muestra seca (gr)	539.9	449.0
Contenido de Humedad (%)	11.1	11.4
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.2	



Luigi J. Grados Astuquipan
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose Luis Canari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 064406



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

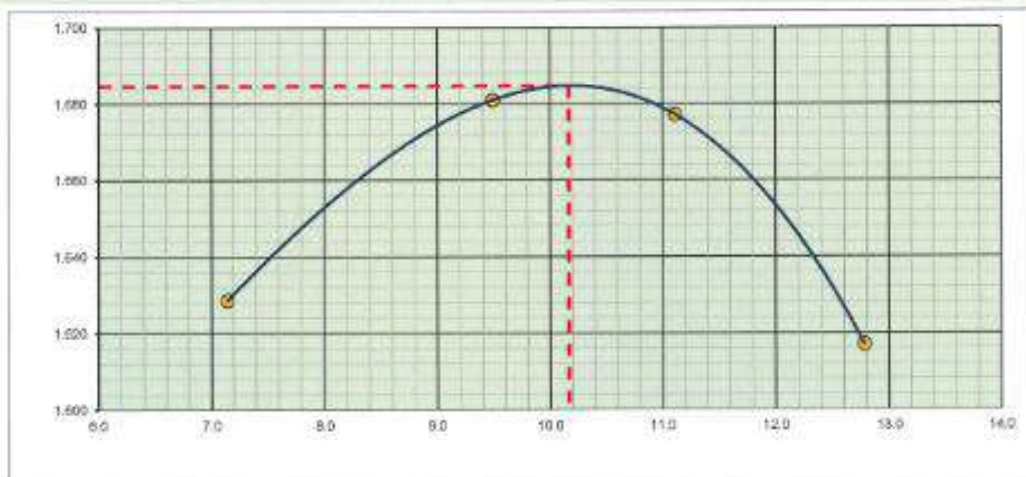
TESTISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025.
UBICACIÓN : SANTA MARIA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-6
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.60 - 1.60 m.
MUESTRA : M - 1
Coordenadas : coordenada X: 222288 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 6770906 m
TÉCNICO : LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 26 DE MAYO DEL 2024
N° ENSAYO : 066 - 2025-LAB/MS-JONELTA

Molde N° 1	Diámetro Molde		Ø"		Volumen Molde	953	m3	N° de capas	5
	Molde	A"	B	C	Peso Molde	4451	gr	N° de golpes	25/30
NUMERO DE ENSAYOS									
						1	2	3	4
Peso Suelo + Molde		gr.	5,114	5,205	5,227	5,185			
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.	1,993	1,794	1,776	1,738			
Peso Volumetrico Humedo		gr.	1,745	1,841	1,854	1,824			
Recipiente Numero			-	-	-	-			
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.	300.0	300.0	300.0	300.0			
Peso Suelo Seco + Tara		gr.	280.0	274.0	270.0	266.0			
Peso de la Tara		gr.							
Peso del agua		gr.	20.0	26.0	30.0	34.0			
Peso del suelo seco		gr.	280	274	270	266			
Contenido de agua		%	7.1	9.5	11.1	12.8			
Densidad Seca		gr/cc	1.829	1.881	1.877	1.817			

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.885	(gr/cm3)	Humedad óptima	10.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Lugui J. Grados Astuquipan
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y ARMADO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 684408

Av. Coronel Portillo #265 - Huaura. Teléfono 666-8935 Celular 996172418
Correo j_l_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-122 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

TESISTAS	TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025.	ING° RESP.	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	SANTA MARIA - HUALURA - LIMA	FECHA	HUALURA, 25 DE MAYO DEL 2025
CALICATA	C-4	N° ENSAYO	056 - 2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.06 - 1.00 m.		
PTO. MUESTREO	0.06 - 1.00 m.		
MUESTRA	M - 1		
Coordenadas UTM	coordenada X: 222288 m		
WGS-84	coordenada Y: 8770905 m		

CALCULO DEL CBR

Molde Nº	5		6		8	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12098		12305		11869	
Peso de molde (g)	8646		8394		8367	
Peso del suelo húmedo (g)	4052		3911		3502	
Volumen del molde (cm ³)	2162		2217		2096	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.867		1.764		1.671	
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	272.2		272.2		272.2	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	27.8		27.8		27.8	
Peso de suelo seco (g)	272.2		272.2		272.2	
Contenido de humedad (%)	10.2		10.2		10.2	
Densidad seca (g/cm ³)	1.665		1.601		1.616	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-05		MOLDE N°		M-05		MOLDE N°		M-05	
		STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	polg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835	0.032		10	70			6	36			2	6		
1.270	0.050		22	166			13	96			4	26		
1.905	0.075		36	295			23	173			8	51		
2.540	0.100	76.455	52	467	-	27.1	37	288	-	16.0	12	99	-	5.0
3.810	0.150		80	631			48	375			16	118		
5.080	0.200	103.50	115	910	-	33.9	65	543	-	20.1	23	174	-	6.5
6.350	0.250		129	1010			77	603			28	194		
7.620	0.300		151	1197			97	715			30	232		
10.160	0.400		185	1467			111	878.2			37	285.5		
12.700	0.500		206	1634.2			124	978.7			41	320.2		

OBSERVACIONES



Anillo:

Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
N° 64792
INGENIERO CIVIL
RUC N° 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

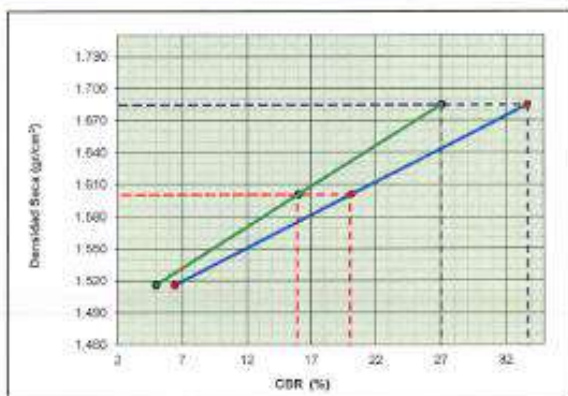


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

TESISTAS : TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2026.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-6
PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.60 - 1.50 m.
MUESTRA : M - 1
Coordenadas UTM WGS-84 : coordenada X: 222288 m
coordenada Y: 8770906 m

TÉCNICO : LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 26 DE MAYO DEL 2026
N° ENSAYO : 967 - 2026-LABMS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



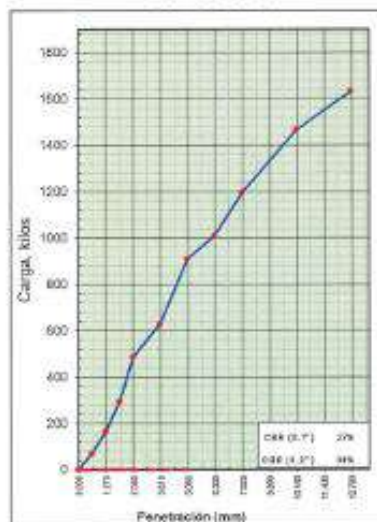
MÉTODO DE COMPACTACION	:	AASTHO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.685
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	10.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.601

RESULTADOS:

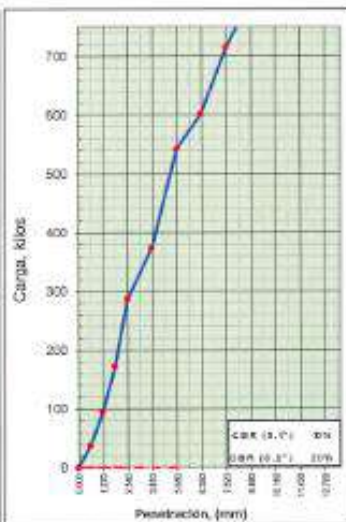
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	27.0	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	16.0	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	33.7	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	20.0	%

OBSERVACIONES:

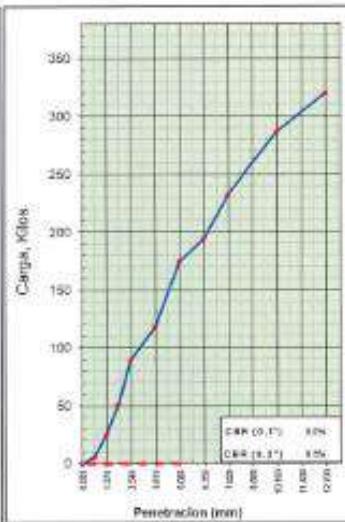
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Lugui J. Grados Astuquipan
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 68405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESTISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAYRA - LIMA	FECHA	:	HUAYRA, 25 DE MAYO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	065 - 2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.00 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	15% L y 20% C			
Coordenadas	:	coordenada X: 220562 m			
UTM WGS-84	:	coordenada Y: 8770964 m			

Tamizos ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.542
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Leve (g) 500.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 3/8"
1"	25.400						Grava (%) 21.3
3/4"	19.000						Arena (%) 60.6
1/2"	12.500				100.0		Finos (%) 17.9
3/8"	9.500	477	18.8	18.8	81.2		Modulo de Finos (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	65	2.6	21.3	78.7		Unite Líquido (%) NP
N° 6	2.500	2.6	0.4	21.7	78.3		Unite Plástico (%) NP
N° 10	2.000						Índice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.180	8.20	1.3	23.0	77.0		Clasificación SUCS SP-SM
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-3 (S)
N° 30	0.600	8.80	1.4	24.4	75.7		
N° 40	0.420						
N° 60	0.250	60.33	9.5	33.8	66.2		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	250.30	59.4	73.2	26.8		
N° 200	0.075	56.30	8.9	82.1	17.9		
Resante		113.78	17.9	100.0			





LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA	:	C-2
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	:	0.60- 1.50 m.
MUESTRA	:	15% L y 20% C
Coordenadas UTM	:	coordenada X: 220562 m
WGS-84	:	coordenada Y: 8770904 m
TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
N° ENSAYO	:	066-2026-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	600.0	600.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	559.0	558.0
Peso del agua contenida (gr)	41.0	42.0
Peso de la muestra seca (gr)	559.0	558.0
Contenido de Humedad (%)	7.3	7.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	7.4	



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
(NTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET		
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.		
UBICACIÓN	:	SANTA MARIA - HUaura - LIMA		
CALICATA	:	C-2		
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	1 LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREC	:	0.60- 1.50 m.	ING° RESP.	1 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	:	15% L y 20% C	FECHA	1 HUaura, 25 DE MAYO DEL 2025
Coordenadas	:	coordenada X: 220662 m	N° ENSAYO	1 987-2025-LAB/MS-JONELTA
UTM WGS-84	:	coordenada Y: 8770964 m		

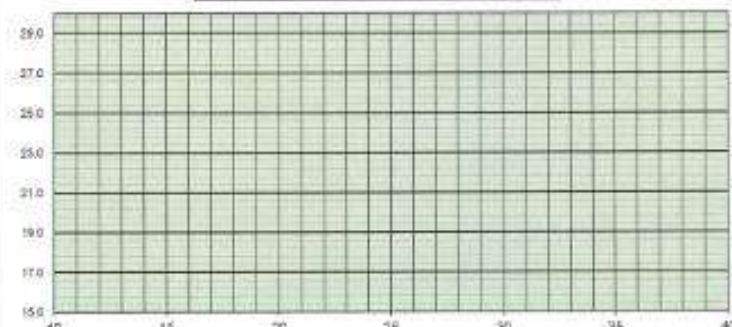
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo					
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.				
Peso de Tamo	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				Limite Liquido
Contenido de Humedad	%				NP
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo					
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.				
Peso de Tamo	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%				NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	NP
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y RIVMENTO



TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y RIVMENTO



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL
 REG. C. 84702
 REG. CIP N° 084405

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-99)

TESTISTAS	:-	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS	:-	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN	:-	SANTA MARIA - HUAYRA - LIMA
CALICATA	:-	C-2
PROFUNDIDAD	:-	0.30 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	:-	0.30 - 1.50 m.
MUESTRA	:-	10% L y 20% C
Coordenadas UTM WGS-84	:-	coordenada X: 220562 m coordenada Y: 8770904 m
		TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN ING° RESP : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA FECHA : HUAYRA, 26 DE MAYO DEL 2025 N° ENSAYO : 068-2025-LABIMS-JONELTA

Molde N° 1	Diámetro Molde	4"	6"	Volumen Molde	953	mL	N° de capas	5
	Método	A	B	Peso Molde	4456	gr.	N° de golpes	25

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	6,163	6,252	6,210	6,261
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,717	1,816	1,874	1,825
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,602	1,906	1,966	1,915
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	150	150	150	150
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	140	136	133	131
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	10.3	13.6	17.3	19.0
Peso del suelo seco	gr.	140	136	133	131
Contenido de agua	%	7.4	10.0	13.0	14.5
Densidad Seca	g/cc	1.678	1.730	1.740	1.672

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	1.756	(g/cm³)	Humedad Óptima	11.8	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(g/cm³)	Humedad Óptima		%





 TÉCNICO LABORATORISTA
 LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
 MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE CONSULTORÍA
 C. RAYOS
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64782
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1557 / AASTHO T-193)

TESTISTAS :	TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TECNICO :	LUISES J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS :	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2025.	ING° RESP. :	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN :	SANTA MARIA - HUAYRA - LIMA	FECHA :	HUAYRA, 28 DE MAYO DEL 2025
CLASIFICACIÓN :	C-2	N° ENSAYO :	069-2026-LABMS-JONELTA
PROFUNDIDAD :	0.90 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO :	0.90 - 1.50 m.		
MUESTRA :	15% L y 20% C		
Coordenadas :	coordenada X: 229562 m		
UTM WGS-84 :	coordenada Y: 8770954 m		

CALCULO DEL CBR

	15		3		7	
Molde N°	E		S		6	
Capas N°	35		25		12	
Cargas por capa N°	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11819		11552		11365	
Peso de molde (g)	7796		7660		7663	
Peso del suelo húmedo (g)	4022		3892		3702	
Volumen del molde (cm³)	2050		2105		2097	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.962		1.853		1.765	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	499		469		459	
Peso suelo seco + tara (g)	359		358		359	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	42.2		42.2		42.2	
Peso de suelo seco (g)	357.8		357.8		357.8	
Contenido de humedad (%)	11.8		11.8		11.8	
Densidad seca (g/cm³)	1.766		1.667		1.679	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
				NO EXPANSIVO								
								</				

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		BOLDE N°		V-15		MOLDE N°		V-65		MOLDE N°		V-67	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
mm	psig	kg/cm2	Dial (div)	kg	Rg	%	Dial (div)	kg	Rg	%	Dial (div)	kg	Rg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.030	0.025		7	46			6	36			9	60			
1.270	0.050		11	78			11	70			18	134			
1.905	0.075		29	222			22	165			26	190			
2.540	0.100	76.466	41	319	364	21.4	31	238	320	17.6	33	254	-		14.2
3.175	0.125		51	390			42	327			39	295			
3.810	0.150		72	567			53	415			45	351			
5.085	0.200	165.68	89	703	745	27.6	71	559	596	22.2	68	423	-		15.7
6.350	0.250		101	756			84	603			80	471			
7.620	0.300		120	950			90	711			85	511			
10.160	0.400		146	1173.1			97	766.5			89	542.7			
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo:



LAB. MEC. S. JONELTA S.A.C.
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSTRUCTOR
 C. 1552
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 084405



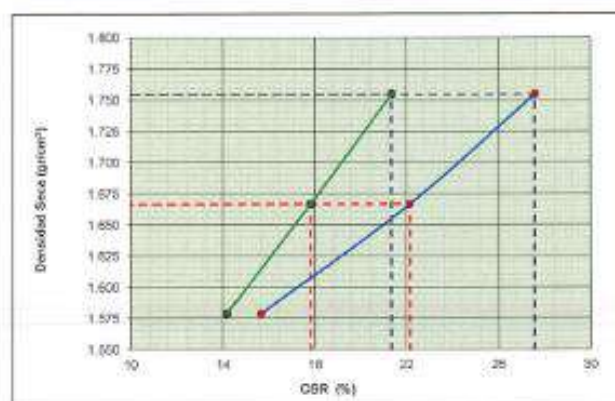
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO **RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR** (MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

TESISTAS	TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TECNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	SANTA MARÍA - HUAYRA - LIMA	FECHA	HUAYRA, 25 DE MAYO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	070-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	0.60 - 1.50 m.		
MUESTRA	15% L y 70% C		
Coordenadas UTM	coordenada X: 220662 m		
WGS-84	coordenada Y: 8770004 m		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASHUTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.755
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.667

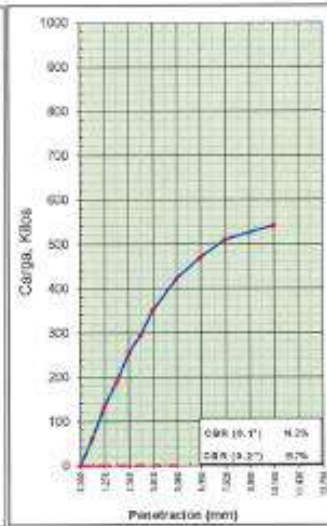
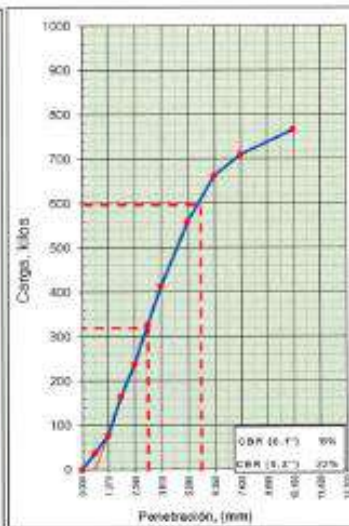
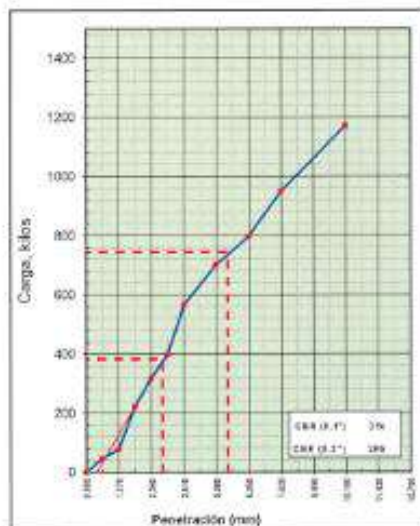
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 21.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 17.8 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 27.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 22.2 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
N° 24702
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 004405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-167 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESISTAS : TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2023.
UBICACIÓN : SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 0.60 - 1.50 m.
MUESTRA : 20% L y 15% C
Coordenadas : coordenada X: 220862 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8770904 m
TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 28 DE MAYO DEL 2023
N° ENSAYO : 071 - 2023-LAB/MS-JONELTA

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Baza Gradación D	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.500						Peso Inicial Total (kg) 3.830
3"	75.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 3/8"
1"	25.400						Grava (%) 14.9
3/4"	19.000						Arena (%) 63.7
1/2"	12.700				100.0		Finos (%) 21.4
3/8"	9.500	462	12.7	12.7	87.3		Módulo de Finza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	78	2.2	14.9	85.1		Límite Líquido (%) NP
N° 8	2.360	3.8	0.6	15.5	84.5		Límite Plástico (%) NP
N° 10	2.000						Índice de Plasticidad (%) NP
N° 15	1.180	4.20	0.7	16.2	83.8		Clasificación SUCS SM
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 30	0.600	8.30	1.4	17.6	82.4		
N° 40	0.425						
N° 60	0.300	60.26	10.3	27.9	72.1		
N° 80	0.250						
N° 100	0.150	235.70	40.1	68.0	32.0		
N° 200	0.075	62.30	10.8	78.8	21.4		
Pasante		129.30	22.0	100.8			



Luigui J. Grados Astuquipan
ING. JUAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSTRUCTOR
C 24792
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 084408



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA
CALICATA	:	C-2
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	:	0.60- 1.50 m.
MUESTRA	:	M - 1
Coordenadas	:	coordenada X: 220562 m
UTM WGS-84	:	coordenada Y: 8770904 m
TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
N° ENSAYO	:	072-2026-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	636.0	600.6
Peso de la tara + muestra seca (gr)	582.0	563.8
Peso del agua contenida (gr)	54.0	37.0
Peso de la muestra seca (gr)	582.0	563.0
Contenido de Humedad (%)	9.3	6.6
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.7	



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 094405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-99)

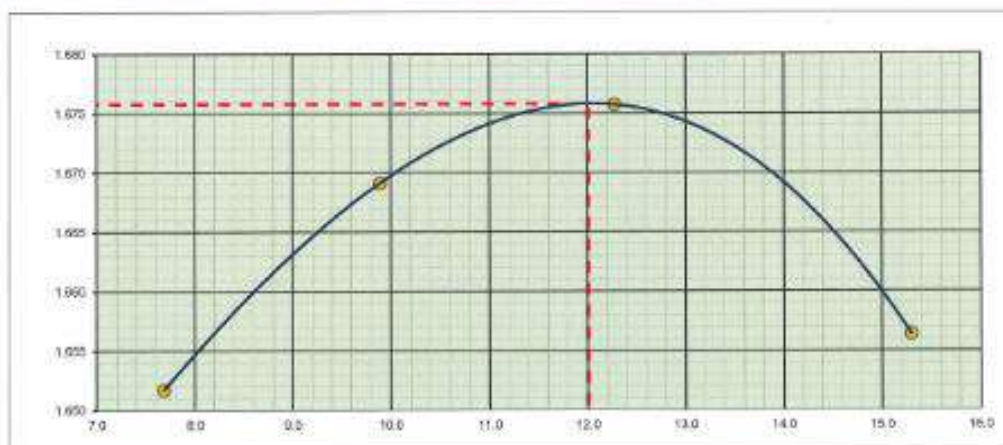
TESISTAS	:	TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIRAN
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARIA - HUAYRA - LIMA	FECHA	:	HUAYRA, 25 DE MAYO DEL 2024
UBICACIÓN	:	C-2	N° ENSAYO	:	073-2024-LAB/MS-JONELTA
PTO. MUESTREO	:	0.00 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	0.80 - 1.50 m.			

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	953	ml.	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	4436	gr.	N° de golpes	25 = 5
NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde	gr.	6,121	6,184	6,229	6,256				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,695	1,748	1,750	1,820				
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,779	1,834	1,881	1,910				
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	150	150	150	150				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	139	137	134	130				
Peso de la Tara	gr.								
Peso del agua	gr.	10.7	13.5	16.4	19.9				
Peso del suelo seco	gr.	139	137	134	130				
Contenido de agua	%	7.7	9.9	12.3	15.3				
Densidad Seca	gr/cc	1.662	1.689	1.676	1.656				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.676	(gr/cm ³)	Humedad óptima	12.0	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm ³)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luigui J. Grados Astuquiran
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIRAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C-64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 12 064405



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

TESTISTAS : TUPINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIREY KENNET
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARIA, 2026.
 UBICACIÓN : SANTA MARIA - HUAYRA - LIMA
 UBICACIÓN : C-2
 PTO. MUESTREO : 0.00 - 1.50 m.
 MUESTRA : 0.60 - 1.50 m.
 TÉCNICO : LUGUE J. GRADOS ASTUDUIRAN
 ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
 FECHA : HUAYRA, 26 DE MAYO DEL 2024
 N° ENSAYO : 974-2026-LABMS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	12		12		15	
Capas N°	5		5		8	
Golpes por capa N°	88		25		32	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11871		11768		11188	
Peso de molde (g)	7802		7989		7545	
Peso del suelo húmedo (g)	3999		3792		3543	
Volumen del molde (cm³)	2124		2120		2121	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.878		1.784		1.714	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	488		488		493	
Peso suelo seco + tara (g)	357		357		357	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)						
Peso de agua (g)	43.0		43.0		43.0	
Peso de suelo seco (g)	357.0		357.0		357.0	
Contenido de humedad (%)	12.0		12.0		12.0	
Densidad seca (g/cm³)	1.676		1.592		1.633	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-13		MOLDE N°		M-12		MOLDE N°		M-15	
		STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.090	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.405	0.016		25	187			7	47			7	47		
1.270	0.050		42	318			14	101			15	106		
1.905	0.075		70	535			33	171			24	176		
2.540	0.100	70.655	100	747	-	42.7	38	264	418	33.3	30	225	-	12.3
3.175	0.125		128	951	-		48	373			37	260		
3.810	0.150		153	1176			62	473			42	318		
5.082	0.200	109.88	168	1299	-	48.3	89	582	755	26.1	51	366	-	16.4
6.350	0.250		192	1340			107	621			58	402		
7.620	0.300		185	1309			125	660			62	470		
10.160	0.400		190	1461.1			135	1007.5			64	468.0		
12.700	0.500		205	1576.4										

OBSERVACIONES : Anillo



Lugue J. Grados Astuduiran
 LUGUE J. GRADOS ASTUDUIRAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose L. Cañari Ravichagua
 JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 004406



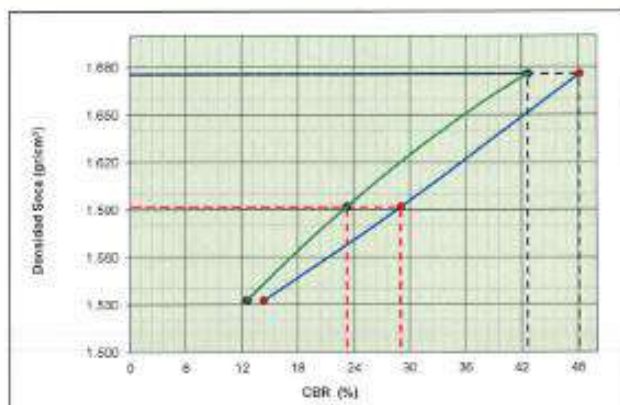
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

TESISTAS	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA	FECHA	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2025
UBICACIÓN	C-2	N° ENSAYO	075-2025-LAB/MS-JONELTA
PTO. MUESTREO	0.00 - 1.50 m.		
MUESTRA	0.60 - 1.50 m.		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

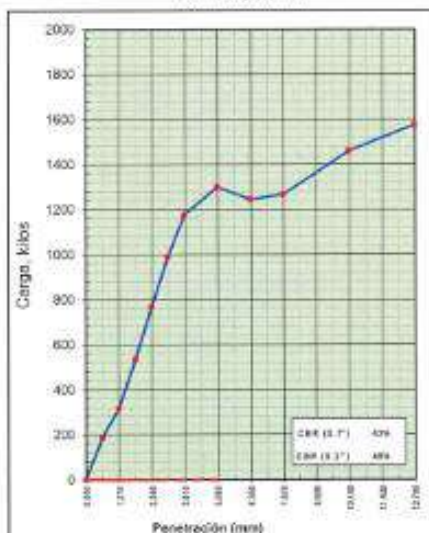


METODO DE COMPACTACIÓN	AASTHO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.678
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.592

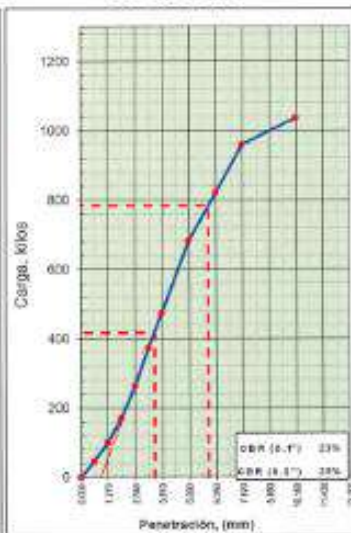
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 42.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 23.3 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 43.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 23.1 %

OBSERVACIONES:

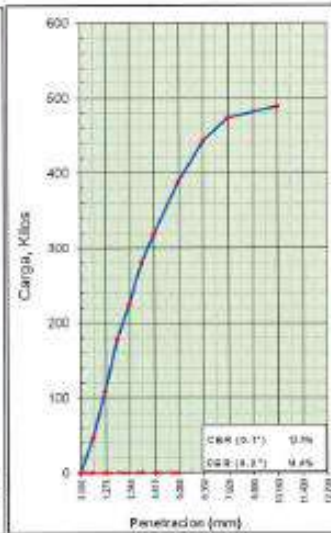
EC = 66 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigi J. Grados Astuquipan
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Cañari Ravichagua
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084405



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

TESISTAS	:	TUFINO ESPINOZA CRISTIAN BRYAN & VITO GUTIERREZ JIRET KENNET	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA SUBRASANTE DE LA AV. CENTENARIO ADICIONANDO RESIDUOS DE CONCRETO Y LADRILLO, SANTA MARÍA, 2025.	ING° RESP.	:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - HUAURA - LIMA	FECHA	:	HUAURA, 25 DE MAYO DEL 2026
CALICATA	:	C-1	N° ENSAYO	:	030 - 2026-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	0.40 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	N° 1			
Coordenadas UTM WGS-84	:	coordenada X: 220163 m coordenada Y: 8770905 m			

Tamizos ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.860
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lamin (gr) 500.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 2.6
3/4"	19.000						Arena (%) 94.4
1/2"	12.500						Fines (%) 3.0
3/8"	9.520				100.0		Modulo de Fines (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	88	2.6	2.6	97.4		Límite Líquido (%) NP
N° 8	2.360	5.2	1.2	3.8	96.2		Límite Plástico (%) NP
N° 10	2.000						Índice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.190	7.20	1.4	5.2	94.8		Clasificación SUCS SP
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 30	0.600	5.00	1.0	6.2	93.8		
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	45.90	13.4	19.6	80.4		
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	923.64	50.1	62.5	17.4		
N° 200	0.075	73.62	14.3	67.0	3.0		
Pasante		15.44	3.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA

