



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo de Subrasante de
la Carretera Maravillas - Vilcapata con Escoria de Hornos
Artesanales, Juliaca, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Gamez Condori, Flavio Oscar (orcid.org/0000-0003-2649-8524)

Vargas Condori, Guido Elard (orcid.org/0000-0002-2200-4390)

ASESOR:

Mgrt. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios y a nuestras familias por el apoyo incondicional para poder realizarnos como personas en todo momento. Muchas veces nos pusieron sobre sus hombros para poder ver con claridad y vimos el mundo, gracias a ustedes no tuvimos miedo, gracias a ustedes supimos distinguir la libertad y la justicia, son los mejores maestros del mundo.

(Gámez y Vargas)

Agradecimiento

Agradecimiento a la universidad César Vallejo por habernos permitido realizar el trabajo de investigación.

A nuestro asesor el Ing. Jorge Olarte Pinares por haber nos guiado en el proceso del desarrollo de la tesis.

(Gámez y Vargas)

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 TEORÍAS	8
2.2 ENFOQUES CONCEPTUALES	15
III. METODOLOGÍA	19
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	19
3.2 Variables y operacionalización:	20
3.3 Población, muestra y muestreo	20
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	21
3.5 Procedimientos:	23
3.6 Método de análisis de datos	36
3.7 Aspectos Éticos.....	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
VIII. REFERENCIAS.....	55
IX. ANEXOS:	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Recopilación de resultado del Suelo Natural.....	40
Tabla 2. Límites de consistencia del suelo natural	41
Tabla 3. Recopilación de resultados de muestras combinadas con escoria de hornos artesanales.....	41
Tabla 4. Índice de plasticidad con adición de escoria de hornos artesanales	42
Tabla 5. Recopilación de resultados de las muestras de suelo natural.	43
Tabla 6. Resultado de CBR	43
Tabla 7. Resultados del CBR al 95% de la M.D.S.....	44
Tabla 8. Prueba de normalidad de la dosificación terreno natural + escoria de hornos artesanales.....	45
Tabla 9. Correlaciones	47
Tabla 10. Evaluación de CBR de ceniza de ladrillo y CBR de escoria de hornos artesanales	49
Tabla 11. Comparación de estabilización del suelo patrón + combinación.....	50
Tabla 12.Reducción del Índice de plasticidad.....	51
Tabla 13. Combinación para la estabilización de suelo.....	52

Índice de Figuras

Figura. 1 Límites de atterberg (Sánchez 2019).....	9
Figura. 2 Clasificación de suelos (Braja 2013).	10
Figura. 3 Carta de Plasticidad de Casagrande (Olavarría 2018).....	11
Figura. 4. Procedimiento seguir, estabilización de suelos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2013).....	12
Figura. 5 Categorías de subrasante.....	16
Figura. 6. Carbón de madera (Carbones Reinares 2020)	17
Figura. 7. Estiércol de ganado (Actualidad Ganadera 2021).....	17
Figura. 8. Remanente de hornos artesanales en los que se contienen partículas de ladrillos y ceniza (producto de la quema de carbón y estiércol de animales).	18
Figura. 9 procedimiento para realizar la tesis (Lucid Software Inc. 2017)	23
Figura. 10. Carretera Maravillas – Vilcapata – ciudad de Juliaca.....	24
Figura. 11. Calicata N°1.....	25
Figura. 12. Calicata N° 2.....	25
Figura. 13. Calicata N°3.....	26
Figura. 14. Lugar de acopio de los residuos de escoria de hornos artesanales	27
Figura. 15. Recolección de escoria de hornos artesanales.....	27
Figura. 16. Cuarteo de muestra y granulometría realizados en laboratorio.	28
Figura. 17. Desarrollo del ensayo de límite líquido	29
Figura. 18. Desarrollo del ensayo de límites plástico.....	30
Figura. 19. Molde de Proctor modificado y aplicación de energía de compactación.	
32	
Figura. 20. Saturación de muestras para CBR.....	33

Figura. 21. Aparato aplicador de carga, aplicación de carga progresiva según guía	
34	
Figura. 22. Ensayo de granulometría aplicado a la Escoria de hornos artesanales.	
35	
Figura. 23. Formula del CBR equivalente	36
Figura. 24. Ubicación del sector de intervención.	37
Figura. 25. Disgregado de partículas gruesas y finas.....	39
Figura. 26. Curva granulométrica del suelo natural C-2.....	39
Figura. 27. Resultados del CBR al 95%.....	44

Resumen

En esta investigación busca mejorar las propiedades del suelo de subrasante de la vía Maravillas – Vilcapata con escoria de hornos artesanales; en la provincia de San Román que se encuentra en la región Puno; se ajusta a una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo, diseño experimental; contempla una extensión de 6.45 Km, buscando mejorar el la transitabilidad vehicular dentro de la progresiva 5+500 km al 6+000 km usando un muestreo no probabilístico empleando para esto fichas de recolección de datos validadas por expertos en el tema, la estabilización del suelo de subrasante con la adición de Escoria de Hornos Artesanales que son residuos producto de la calcinación de ladrillos artesanales.

De los resultados obtenidos de este estudio mostraron que la incorporación de escoria de horno artesanal mejoró las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Se tiene un suelo natural con un IP del 16,52%, por lo que añadiendo un 10% de escoria de hornos artesanales, disminuyo un 12,65%, añadiendo un 15% disminuyo un 9,21% y añadiendo un 20% disminuyo en un 6.66%, logrando con la combinación de 20% la estabilización del suelo. La influencia en ensayo CBR al 95% de la máxima densidad seca mejoro la resistencia de la subrasante con una adición de 10 % de escoria de horno artesanales se incrementó en 2,58% de CBR, con la adición de 15% de escoria de hornos artesanales se incrementó en 4,50% de CBR y con la adición de 20 % de escoria de hornos artesanales se incrementó en 6,97% de CBR, de modo que en la combinación de 20% se logró la máxima resistencia.

Palabras clave: Estabilización de suelos, escoria de hornos artesanales, suelo, subrasante.

Abstract

In this research, it seeks to improve the properties of the subgrade soil of the Maravillas - Vilcapata road with slag from artisanal ovens; in the province of San Román, which is in the Puno region; it is suitable for applied research with a quantitative approach, experimental design, and an explanatory research level; contemplates an extension of 6.45 km, seeking to improve vehicular traffic within the progressive 5+500 km to 6+000 km using a non-probabilistic sampling using data collection sheets validated by experts in the subject, soil stabilization of the subgrade with the addition of Waste from Artisanal Furnaces that are residues from the calcination of artisan bricks..

The results obtained from this study showed that the incorporation of artisanal furnace waste improved the physical and mechanical properties of the subgrade. There is a natural soil with an PI of 16.52%, so by adding 10% from Waste Artisanal Furnaces, it decreased by 12.65%, adding 15% decreased by 9.21% and adding 20% decreased by 6.66%, achieving soil stabilization with the combination of 20%. The influence in the CBR test at 95% improved the resistance of the subgrade with an addition of 10% of waste artisanal furnace, the CBR increased 2.58%, with the addition of 15% waste artisanal furnace it increased 4.50 % of CBR and with the addition of 20% of waste artisan furnaces, 6.97% of CBR was increased, so that in the combination of 20% the maximum resistance was achieved.

Keywords: Soil stabilization, waste from artisanal furnaces, soil, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han ejecutado proyectos de carreteras y mantenimientos viales. Sin embargo, existen algunos problemas donde el suelo no cumple con los requisitos mínimos de calidad para subrasante en el manual de carreteras EG-2013, dando como resultado fallas y deterioros del suelo dependiendo de la conformación que tenga. Es una situación recurrente encontrar condiciones de subrasante con capacidades portantes bajas, normalmente se encuentran suelos que se conforman en su mayoría de arena, con la posibilidad de toparse con suelos donde predomina la presencia de suelo que reacciona al contacto con el agua, estos pueden ser suelos que comprendan arcillas o limos en su estratigrafía en mayor o menor cantidad representan un problema a ser solucionado por el ingeniero, debe de atender tal amenaza aplicando metodologías que lleven a mejorar las propiedades del suelo, la topografía del altiplano presenta un segundo problema, topografía plana, lo cual provoca que las aguas pluviales no sean evacuadas con facilidad, esto genera encharcamientos sobre el lugar alto andino que tiene una tendencia componerse de suelos finos tales como son los suelos arcillosos con altos índices de plasticidad, es donde el ingeniero a cargo del mantenimiento de la vía debe dar solución a los efectos negativos que producen los suelos cohesivos.

A nivel nacional se cuenta con información diversificada empleando las soluciones que ofrecen en los países iberoamericanos de forma directa en materia de mejoramiento de suelos contrastando y empleando material propio del país encontrando situaciones que requieren de ajustes en cuanto a la concepción de las diferentes metodologías, cada una de estas situaciones proporcionaron extensa información que fue recopilada y tratada para estandarizar conceptos y adopciones en las diferentes guías proporcionadas por el manual de carreteras actualizando la información conforme se desarrollan nuevos hallazgos de ajustados a las características de los suelos peruanos, al respecto la el manual de carreteras resume a tres las opciones a ser consideradas para mejorar la subrasante de pavimento, menciona el reemplazo del suelo como primera forma de actuación lo cual representa un costo a ser considerado dentro del plan de mantenimiento o ejecución, seguidamente sugiere el tratamiento de las propiedades del suelo

mediante aditivos que mitiguen las características negativas que la conformación de la subrasante ofrezca o por último emplear geosintéticos como insumo divisor de suelos evitando la contaminación o mezcla de suelos de diferentes características. En el Perú por su diversidad topográfica cuenta con diferentes situaciones que dieron pie a que el órgano rector a nivel nacional como es el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) emitiera manuales para estandarizar los criterios en los rubros de ejecución, mejoramiento, rehabilitación, y mantenimiento de la red vial nacional, determinando la clasificación de vías según su demanda y según su orografía. En cuando a la Clasificación por Demanda la solicitud vehicular es mediante el IMDA (Índice Medio Diario Anual) mencionado en la sección 102 del manual de carreteras. Clasificando a vía a la que pretendemos hacer el mejoramiento como Trocha Carrozable son vías que no alcanzan las características geométricas de unas carreteras teniendo para la vía un aforo de 68 veh/día de esta forma ajustándose a la clasificación según demanda, en cuando a la orografía se ajusta a un Terreno Plano Tipo 1 debido las condiciones de pendientes transversales al eje de la vía menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento.

Dentro de la provincia de San Román – Juliaca las vías locales, colectoras y principales no se encuentran con un mantenimiento adecuado, eso por ello que el deterioro de la estructura de sus vías es constante debido a que su suelo tiene tendencia a tener propiedades arcillosas, en Juliaca se tiene un clima lluvioso con vientos fuertes los cuales afectan los suelos arcillosos.

Los problema general y específicos en el tramo de carretera Maravillas - Vilcapata presenta una serie de fallas superficiales debido a que el suelo de fundación está compuesto por suelos cohesivos que tienen una deficiente capacidad de soporte. De esta forma se plantean los problemas específicos, los suelos cohesivos del tipo arcillas componentes de la fundación de la carretera Maravillas - Vilcapata presentan índices de plasticidad (IP) elevando, los suelos arcillosos de la subrasante de la carretera Maravillas - Vilcapata presentan una deficiente capacidad de soporte (CBR) lo cual requiere de una estabilización. Debido al estado actual en la que se encuentra la subrasante de la vía Maravillas-Vilcapata los pavimentos construidos hasta la fecha fallan de manera prematura debido a que no

cumplen la condición mínima exigida por la Guía AASHTO de diseño de pavimentos (CBR de subrasante $\leq 6\%$).

La presente investigación presenta una justificación teórica se cuenta con la información de diferentes adopciones en cuanto al tratamiento de suelos arcillosos a nivel de subrasante los cual permite el desarrollo apropiado de conocimientos de este ámbito y por consiguiente el tratamientos que surtan efectos positivos sobre el mejoramiento de suelos de composición arcillosa, no obstante se tiene información a nivel nacional y poca información a nivel local dando vía libre para poder desarrollar una información exclusiva que sirva de aporte en mejoramiento de suelos de origen arcilloso bajo las tres justificaciones.

La justificación practica al contar con información de teórica de los efectos del producto, en la práctica se cuenta en abundancia con la escoria de ladrillo proveniente de hornos artesanales los cuales comprenden cenizas de los hornos y partículas remanentes de los ladrillos artesanales que proporcionarían mejorar la estabilidad de los suelos finos. Siendo la principal fortaleza del proyecto de investigación, el costo cero de inversión para mejoramiento de suelos. La presente investigación presenta una justificación social, empleando materiales que se generan en cantidades en los exteriores de la ciudad de Juliaca se pretende emplear este deshecho los cuales ya cumplieron su objetivo para emplearlos en los mejoramientos de las trochas carrozables mejorando que en temporadas de lluvia suelen producir bacheos ahuellamientos y condiciones que afectan a los usuarios. La justificación ambiental al respecto de empleabilidad de la escoria de hornos artesanales en la estabilización del suelo en el tramo de intervención se encuentra información en cuanto al mejoramiento de los suelos, mediante la aplicación de agentes externos, como son los residuos desechados los cuales generan aporte en las propiedades de suelos finos, por medio de la adición de escoria de hornos artesanales que se encuentra en abundancia en los exteriores de la ciudad de Juliaca se requiere mejorar la subrasante mediante la aplicación de la escoria de hornos artesanales; el mejoramiento de las características de que contengan componentes arcillosos, cuyo aporte principal es el costo cero de inversión para su adquisición.

El objetivo general de este proyecto de investigación es mejorar las propiedades del suelo de fundación cohesivo de la carretera maravillas - Vilcapata ubicado en la ciudad de Juliaca. Los objetivos específicos son reducir el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la carretera maravillas – Vilcapata, elevar la capacidad de soporte (CBR) del suelo de subrasante de la carretera maravillas – Vilcapata y determinar el espesor adecuado para cumplir el requerimiento técnico de la guía AASHTO para el diseño de pavimentos.

La hipótesis general de este proyecto de investigación es la incorporación de escoria de hornos artesanales para estabilizar el suelo de fundación de la carretera maravillas - Vilcapata mejoraría las propiedades del suelo de fundación. De esta forma se plantea las hipótesis específicas, la adición de escorias de hornos artesanales al suelo de fundación de la carretera Maravillas - Vilcapata, reduciría el índice de plasticidad existente, la incorporación adecuada de escoria hornos artesanales elevaría la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera Maravillas - Vilcapata y mediante un análisis del CBR equivalente de la subrasante se calcula el espesor necesario por estabilizar la subrasante de la carretera Maravillas - Vilcapata.

La investigación de proponer como objetivo de dar solución al tramos de vía Maravillas – Vilcapata la cual constituye suelos susceptibles a fallas, reduciendo la transitabilidad vehicular al momento de generarse las fallas afectando directamente a los pobladores usuarios de dicha vía, atendiendo la necesidad de mejorar las características de la subrasante empleando escoria de hornos artesanales, aplicando una solución que aporta de manera técnica a su vez reduce la contaminación que produce tal residuo.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Vilcas (2022), evaluó el desempeño que ofrece la adición de ceniza de ladrillos para estabilización de un suelo arcilloso, mejorando así las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La muestra fue extraída se obtuvo en el departamento de Junín, en el distrito de Chilca; en el cruce del pasaje Santa Rosa y la Avenida Próceres, la muestra corresponde a 360 kg de suelo de subrasante, con la finalidad de adicionar ceniza de ladrillo y elevar su valor de CBR. Los principales resultados fueron que a medida que aumentan la ceniza de ladrillo en porcentaje de 10%, 20% y 30% respectivamente aumenta su CBR, reduciendo así el índice de plasticidad.

Tala (2022), traza su objetivo de mejorar las propiedades del suelo; estabilizando, empleando para ello escoria de cobre y cemento. Contemplando un tipo de investigación aplicada y un diseño cuasi experimental; la población de estudio se encuentra entre Yacango y Moquegua en el tramo que los conecta, específicamente en el km 04+500 al km 05+500, empleando un muestreo no probabilístico. Mediante la aplicación de diferentes dosificaciones recabadas en fichas de recolección de datos; encontró que, el suelo inicial un CBR de 4.9% eleva su resistencia hasta un 18.10% de CBR; contemplando una adición de 25% de escoria y 5% de adición de cemento.

Seguidamente los antecedentes internacionales como Cañar, (2017), considero como objetivo principal evaluar el desempeño que mostraban los suelos arenosos y arcillas al incorporar ceniza de carbón, teniendo en cuenta el factor de estabilidad de suelos; fue un estudio de tipo experimental; la población de estudio fue en la ciudad de Ambato Parroquia Santa Rosa, Vía Puyo – tena, km2. del Ecuador; se emplearon fichas de recolección de datos acompañados de ensayos de laboratorio para evaluar el desempeño que presentaba la adición de ceniza de carbón en diferentes adiciones. Los principales resultados señalan que con la combinación del 25% de ceniza de carbón mejoro la resistencia del suelo arcillosos desde el 9.10% hasta el 11.20%; en conclusión, el suelo natural incorporando ceniza de

carbón presentan un aumento a la resistencia y es suficiente para utilizarlo como material de subrasante.

Coronel (2020), el principal objetivo es examinar la estabilización de taludes de suelos expansivos mediante la incorporación de ceniza volcánica para mejorar sus propiedades físico – mecánicas. Fue un estudio de tipo no experimental y descriptivo. La población Chimborazo, Muestreo realizado en Ecuador; para sintetizar los datos brindados por los ensayos de laboratorio fue recurrió a establecer sus fichas de recolección de datos, de esta forma pudo realizar el modelamiento y los límites de equilibrio. Los principales resultados obtenidos fueron seis métodos de equilibrio límite y dos métodos numéricos para el análisis de estabilidad de un talud; con las diferentes adiciones se concluye que los resultados de la modelación mostraron la eficiencia de emplear ceniza volcánica en la estabilización del talud.

Los artículos de esta investigación según Villacís Troncoso et al., (2022), tiene como principal objetivo efectuar pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físico y mecánicas de las arcillas expansivas adicionando ceniza de cascarilla de arroz y ceniza volcánica. Está ubicado en población de Quito, Ecuador. Fue un estudio experimental. Obteniendo como resultados que las muestras estabilizadas presentan un mejoramiento en su resistencia al corte y así reduciendo la expansión de suelo.

Olano et al. (2021), Este artículo busca descubrir la dosificación para la estabilización de suelos cohesivos con la incorporación de la cascarilla de café arábica. Fue un estudio tipo experimental cuantitativo. La población ubicada en Colombia. Los instrumentos utilizados fueron la observación y las fichas de recolección de datos. Los resultados indican que el suelo era de resistencia baja de 4.7% se incorporó cascarilla de café arábica al 10%, 20%, 25%, la resistencia del suelo con eco estabilizante mejora de manera considerable los suelos cohesivos. Concluyendo que la dosificación ideal es con la incorporación de 15% de cascarilla de café del peso de la muestra.

Fonseca et al. (2020), el objetivo gira en base al logro de la óptima adición de estabilizadores tradicionales en base dosificaciones que se ofrezcan mejores beneficios, dando a conocer el ahorro de usar estabilizadores de suelos; fue un estudio tipo descriptivo; la población de estudio sobre los diferentes componentes del mercado colombiano y de las ventajas que ofrecían; los instrumentos utilizados fueron la observación y las fichas de recolección de datos. Concluyendo que la aplicación de diferentes dosificaciones demostró que se tiene un límite sobre la proporción de estabilizantes por cantidad de suelo, pues al añadirle una proporción mayor o menor al óptimo tiende a disminuir la resistencia.

Los artículos científicos de otros idiomas de esta investigación según Singh y Singh Gahir (2020) en su artículo de investigación titulado *“Soil Stabilization with Fly-Ash and Glass Powder”* indica que desea saber la dosificación de ceniza volante y polvo de vidrio que mejor desempeño presente para la estabilización de suelos arcillosos, de tal forma que haciendo dosificaciones diferentes entre 10%, 15%, 20% y 25%, de ambos componentes concluyó que la dosificación que mejor desempeño presenta para elevar la resistencia máxima de CBR con un 10% de ceniza volante y 5% de polvo de vidrio, de esta forma mejoró las características mecánicas del suelo, sirviendo de evidencia de la utilización de cenizas para mejorar el suelo.

Zamin et al. (2021) en su artículo denominado *“Effect of Waste Glass Powder on the Swelling and Strength Characteristic of Karak Expansive Clay”* desarrollado en suelos expansivos de la ciudad de Pakistán pretende utilizar los residuos de polvo de vidrio como reductor de índice de plasticidad del suelo cohesivo, para lo cual decidió hacer diferentes dosificaciones de 0%, 4%, 8%, 12%, 16% y 20%, de tal manera que se pueda obtener el valor de mejor reducción de plasticidad, concluyendo que la adición óptima es de 20%, este artículo nos sirve como referencia de la utilización de residuos para mejorar las propiedades de un suelo cohesivo.

Tseganeh y Quezon (2022) presenta su artículo de investigación *“Prediction of Subgrade Strength from Index Properties of Expansive Soil Stabilized with Bagasse Ash and Calcined Termite Clay Powder Using Artificial Neural Network and Regression”* desarrolló la adición de ceniza de bagazo y polvo de arcilla calcinada

para estabilización de suelos expansivos para lo cual hizo la correlación en diferentes dosificaciones para saber cuál era la que mejores resultados brindaba, de tal forma llegó a la conclusión de que la combinación que mejor se comporta para reducir los efectos negativos de arcillas expansivas es de ceniza de bagazo en 9% y polvo de arcilla calcinada en 20%, reduciendo el índice de plasticidad en 85.75%, de esta forma evidenciamos que emplear residuos que contengan arcillas calcinadas reducen el índice de plasticidad.

2.1 TEORÍAS

2.1.1 Variable 1: Propiedades del Suelo de Subrasante

El Suelo.

El suelo es el componente principal en la conformación de una vía, se compone de material orgánico, aire, agua y minerales, dependiendo en que cantidades se componga el suelo reflejará en si las propiedades de tamaño de partículas, textura, estructura, color y porosidad que de forma general nos lleva a clasificarlos entre gravas, arenas, limos y arcillas, de esta forma podemos tener la certeza de cuál es el suelo sobre el cual se sostiene la conformación de toda vía, así mismo, de esta forma nos condiciona al esfuerzo que puede resistir y saber si responderá a las solicitaciones que produzca la carga de tránsito sobre la vía.

Plasticidad

La plasticidad se mide con los límites de consistencia; el manual de carreteras indica que, resultará como índice de plasticidad a la variación entre el límite líquido restado del límite plástico ($I.P. = L.L. - L.P.$), este parámetro surge luego de incorporar agua en el suelo cohesivo para determinar cuánto índice de plasticidad tiene la muestra, empleando el ensayo de la copa de Casagrande para la obtención del límite líquido, para determinar el límite plástico se emplean los cilindros o bastones de enrollados en una superficie de vidrio hasta que se quiebran para determinar su humedad promedio.

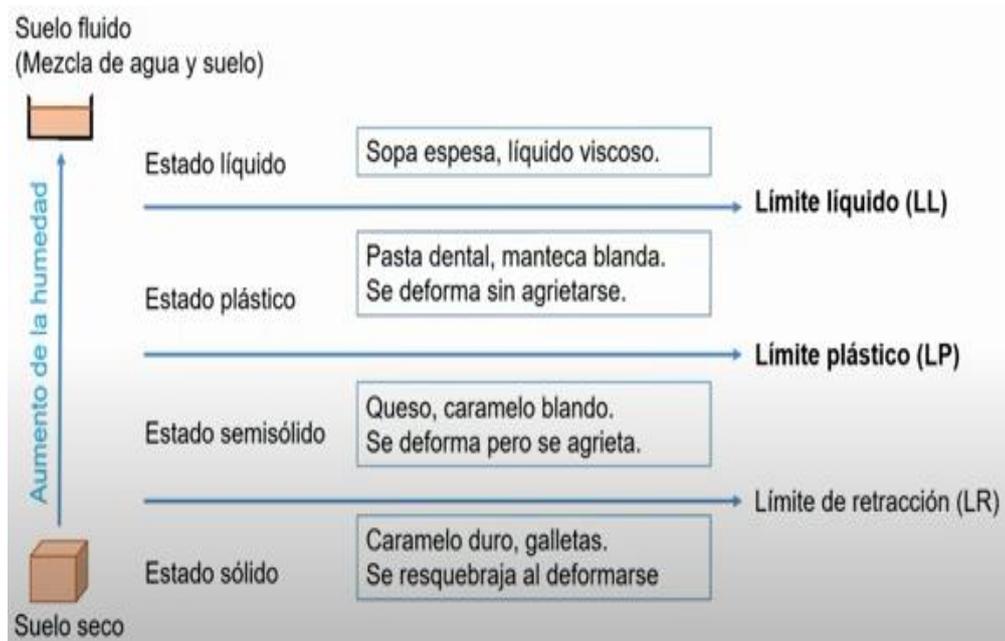


Figura. 1 Límites de atterberg (Sánchez 2019).
Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=VRp_nQKVeOk

Límite plástico

De acuerdo con el ASTM D 4318 – 05, define como la cantidad de agua que almacena un suelo; expresado en porcentaje, se encuentra entre el estado plástico y estado semilíquido; para encontrar el límite plástico requerimos encontrar el punto de quiebre de contenido de humedad; Se define como la humedad más baja, al momento de que el suelo empieza a mostrar fisuras diminutas hasta el quiebre de los cilindros de 3 milímetros de diámetro.

Límite líquido

Indica el ASTM D 4318 – 05 “*Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*”, (2005) como muestra la figura 1, el límite líquido (LL) se sitúa entre un suelo en estado saturado y un suelo con porcentaje considerable de humedad.

Ensayos de laboratorio

Granulometría

De acuerdo Norma Técnica Peruana (NTP) 339.128, establece el mecanismo para separar los diferentes tipos de suelo; separando y clasificándolos, se pueden realizar un análisis del contenido de partículas según tamiz para poder determinar las propiedades físicas del suelo; que dependiendo, si se conforman de suelos finos o gruesos, desarrollarán mejores o peores propiedades mecánicas; normalmente los suelo que mejor desempeño presentan son los materiales de grano grueso.

Clasificación de suelo

Es un parámetro básico, nos brindará información de su conformación; información previa de calidad, para esto existieron estudios precursores como fueron los desarrollados por el Instituto de Tecnología de Massachusetts, el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos y muchos otros que formaron la clasificación de suelos vigentes al día de hoy, el Sistema Unificado determina los límites para clasificar los diferentes tipos de suelos y adicionalmente propiedades de cada uno de ellos como pueden ser la plasticidad, índice de grupo y más. Esta clasificación, es un indicativo, nos dirige a poder anticipar su comportamiento aproximado.

Clasificación ASSHTO	Descripción	Clasif. S. U.	Densidad Seca (kg/m ³)	CBR (%)	Valor K (psi/in)
Suelos granulares:					
A-1-a, bien graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 - 450
A-1-a, mal graduada			120 - 130	35 - 60	300 - 400
A-1-b	Arena Gruesa	SW	110 - 130	20 - 40	200 - 400
A-3	Arena Fina	SP	105 - 120	15 - 25	150 - 300
A-2 Material granular con alto contenido de finos					
A-2-4 gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 - 500
A-2-5, gravoso	Grava Areno Limosa				
A-2-4, arenoso	Arena Limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A-2-5, arenoso	Arena Gravo Limosa				
A-2-6, gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A-2-7, gravoso	Grava Areno Arcillosa				
A-2-6, arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
A-2-7, arenoso	Arcilla Grava Arenosa				
Suelos finos:					
A-4	Limo	ML, OL	90 - 105	4 - 8	25 - 165*
	Mezclas de Limo/Arena/Grava		100 - 125	5 - 15	40 - 220 *
A - 5	Limo mal graduado	MH	80 - 100	4 - 8	25 - 190*
A - 6	Arcilla plástica	CL	100 - 125	5 - 15	25 - 255*
A-7-5	Arcilla Elástica moderadamente plástica	CL, OL	90 - 125	4 - 15	25 - 125 *
A-7-6	Arcilla muy plástica	CH, OH	80 - 110	3 - 5	40 - 220*

Figura. 2 Clasificación de suelos (Braja 2013).
Fuente: Recorte del libro de Braja. M. Das.

Límites de Atterberg

Albert Mauritz Atterberg, estudió los conceptos que dieron pie a concepciones que tienen relevancia hasta nuestros tiempos; mediante sus investigaciones determinó los 3 límites de consistencia a los que los suelos finos pueden presentar, el límite plástico “WP” y el límite líquido “WL”.

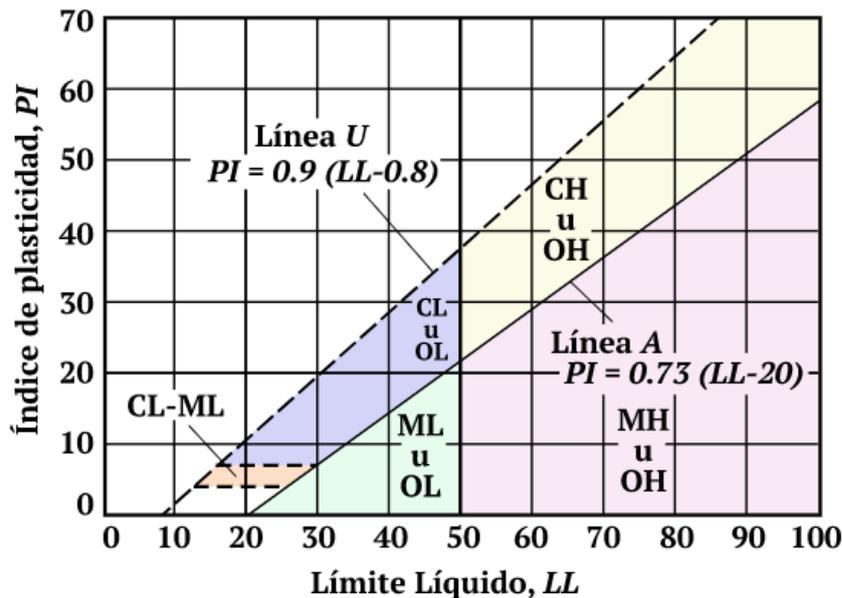


Figura. 3 Carta de Plasticidad de Casagrande (Olavarría 2018).

Fuente: <https://ingenieriaelemental.com/carta-de-plasticidad-de-casagrande-online/>

Proctor modificado

Es un ensayo de laboratorio que requiere suelo alterado el cual recreará a escala la compactación del suelo y de esta forma determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, se desarrolla utilizando un molde cilíndrico al cual se le aplicará energía de compactación en cinco capas a humedades diferentes para dibujar la parábola de contenido de humedad versus densidad.

California Bearing Ratio (CBR)

Previamente se requiere saber características del suelo fino que se pretende ensayar; los ensayos de Proctor (estándar o modificado) y el suelo clasificado son los idóneos necesarios para empezar el ensayo de CBR; seguidamente, se procede

a establecer las 3 capas empleando 12, 25 y 56 golpes con el pisón; se perfila y sumerge durante 4 días para saturar la muestra; y finalmente se aplica la carga de 1,25 milímetros por minuto, adicionalmente se nos muestra un dial de carga que nos indica la resistencia que ofrece el suelo durante el tiempo de penetración.

Propiedades mecánicas del suelo

Son la capacidad de resistencia que tienen los suelos frente a estímulos externos los cuales dependerán de la conformación mineralógica de la cual se compongan, tamaños de partículas, gradación de partículas, tensión natural, contenido de humedad y unidad de peso. En otras palabras, son las capacidades que el suelo con las que transmite los esfuerzos hacia capas inferiores sin presentar deformaciones, la presencia de deformaciones en el suelo es un indicativo de que se ha sobrepasado los límites para los que se diseñó el suelo.

2.1.2 Variable 2: Escoria de Hornos Artesanales

Tipos de Estabilización

En la norma técnica EG-2013 existen las diferentes estabilizaciones de suelos como:

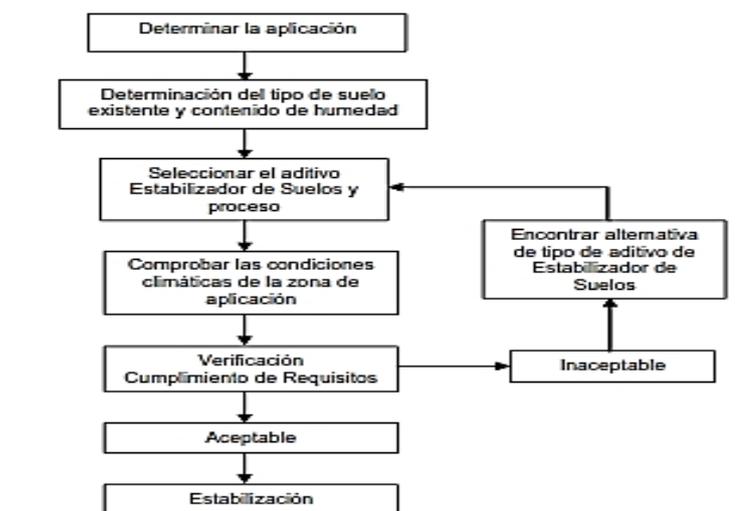


Figura. 4. Procedimiento seguir, estabilización de suelos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2013).

Fuente: manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos R.D. N° 10 -2014 -MTC/14

El manual de carreteras menciona alternativas de estabilización de suelos de lo que podemos resumir primeramente la estabilización mecánica, Incorporación de aditivos y empleo de geosintéticos, todo esto se define desde un criterio costo-beneficio.

Estabilización mecánica de suelos

La estabilización mecánica es elevar las propiedades del suelo en cuestión sin modificar la estructura o composición, se recurre métodos donde el suelo pueda adquirir capacidades portantes mejores a partir de la aplicación de fuerzas externas como estímulos de compactación estáticas o dinámicas para llegar a un grado de compactación adecuado, mediante la aplicación de fuerzas externas se reducen los espacios vacíos del suelo aumentando la densidad por este motivo es que aumenta su capacidad de soporte. Se debe tener cuidado al aplicar la compactación de ciertos suelos, debido a las características que cada tipo de suelo presenta.

Estabilización por Combinación o Reemplazo

La estabilización combinada del suelo significa mezclar el suelo que existe con otro de mejor que aporte características resultando un producto más estable; el suelo existente se tritura a una profundidad de 15 cm y luego se coloca el material prestado. Los materiales mencionados se humedecen o se realiza la incorporación de aire según lo requiera para llegar a la humedad adecuada para la compactación, seguidamente se tiene listo la combinación de suelo para ser transportado y compactado. En cuanto al reemplazo significa que el suelo no presenta condiciones adecuadas; por lo tanto, emplear alguna combinación o aditivo para mejorar las propiedades resultaría poco económico, forzándonos a reemplazar el suelo como alternativa que mejor se adecúa a la situación.

Estabilización con Aditivos

La estabilización empleando aditivos para mejorar las características el suelo son la incorporación de insumos químicos que reaccionan a cada tipo de suelo, elevado los parámetros de resistencia y mitigando problemas relacionados con suelos expansivos.

Estabilización con cemento

Se sabe que la estabilización con suelo-cemento, se obtiene de la adición de cemento al suelo a mejorar donde además se agrega agua y si se requiere, aditivos, luego se debe realizar la compactación, el cemento reacciona con el agua y de esta forma obtenemos dureza, en otras palabras, el material suelto se endurece inicialmente y con la compactación se eleva la densidad. Sin embargo, a diferencia del hormigón, los granos de suelo no están cubiertos con pasta de cemento endurecido, sino se encuentran enlazados entre sí por un punto de unión, por lo tanto, el suelo-cemento tiene resistencias menores y menor coeficiente de elasticidad que el concreto.

Estabilización con cloruros

La estabilización con cloruro de sodio o más conocida como sal, es aplicada en lugares donde la proliferación de polvo al momento de usar el pavimentos es un problema, utilizado en lugares de poco tráfico o superficies de carreteras donde la carpeta de rodadura se conforma de compactación de suelos, por su característica higroscópica se debido a que la sal actúa como sello retenedor de partículas de agua, al estabilizar con cloruro de sodio en dosificaciones de 98° NaCl y 2° arcilla y limo, su capacidad de coagulación reduce los esfuerzos mecánicos necesarios para conseguir la compactación deseada producto del cambio iónico entre el sodio y los componentes minerales de la matriz fina de los materiales, creando un efecto cementoso. La estabilización que emplea cloruro de calcio tiene un comportamiento similar a la adición de cloruro de sodio presentando una mejora producto de la acción oxidante que este provoca, en cualquier caso, el cloruro cálcico favorece el al momento de conformar las capas de compactación aportando así en la característica de resistencia de suelo, factor importante en pavimentos, evita el desmoronamiento superficial y ablanda las partículas de polvo.

Estabilización con productos asfálticos

El propósito de mezclar el suelo con el producto asfáltico es incrementar su estabilidad debido a las propiedades aglutinantes de los productos asfálticos que rodea las partículas del suelo, el suelo es mayormente impermeable, ofreciendo de

esta manera una impermeabilización de las capas y por tanto confinando el suelo provocando estabilidad del suelo frente a efectos adversos.

Estabilización con cal

La estabilización implica la adición de cal y agua sobre el suelo a estabilizar, se compone químicamente de óxido de calcio (cal anhidra o cal viva), que se obtiene calcinando componentes calizos, o hidróxido de calcio (cal hidratada), estas también se denominan cales aéreas porque tienen la propiedad de dosificarse en el aire mezclado con dióxido de carbono. Es recurrente emplear la estabilización con cal para suelos que presenten plasticidad elevada.

Estabilización con Geosintéticos

Haciendo la variedad de revestimientos para pisos, los geosintéticos brindan resistencia a la tracción y mejoran notablemente el desempeño y la estructura del pavimento, la experiencia internacional previa con materiales geosintéticos en términos de comportamiento y resistencia mecánica a sustancias agresivas, permitió la difusión de mejoras que ofrecen de los materiales geosintéticos; luego tenemos una función de drenaje y anti polución como función especial de los geotextiles; la tarea específica de reforzar, fortalecer el suelo (o explanada) o las aceras está relacionada con las geomallas; y la función de resistencia al agua es proporcionada por las geomembranas por su estructuración.

2.2 ENFOQUES CONCEPTUALES

2.2.1 Variable 1: Mejoramiento de Subrasante

Subrasante.

Es la primera estructura que trabaja como capa del pavimento que soporta las cargas transmitidas de la subbase o base los cuales son transmitidas al suelo, según el Código de Circulación, la geología del suelo, la geotecnia y las superficies de las carreteras son R.D. N° 10 -201 -MTC/1, la base es la calzada terminada a nivel técnico constructivo (relleno y corte), sobre la cual se ubicará el pavimento o firme de la calzada; bajo la capa base de pavimento, a una distancia de

aproximadamente 0.60 metros, las condiciones requeridas, contar con una subrasante catalogada como buena; es decir, debe contar con $CBR \geq 6$.

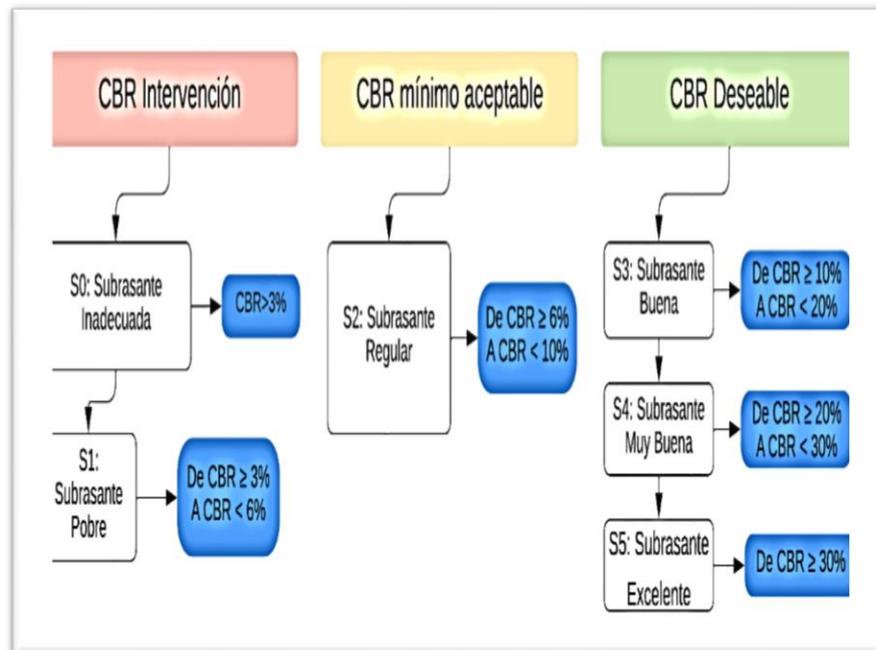


Figura. 5 Categorías de subrasante
Fuente: personal

Mejoramiento de subrasante

El mejoramiento de suelos será necesario cuando los parámetros de CBR no sean los adecuados (véase la figura 5); por lo tanto, podemos entender que un mejoramiento del suelo es optimizar las propiedades del suelo empleando para este caso diferentes metodologías, las cuales también sugiere el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), a fin de establecer una subrasante con capacidades de soporte mínimas sobre las cuales se apoyará el prisma de pavimento, Díaz (2018).

2.2.2 Variable 2: Estabilización con Escorias Artesanales

Composición de la Escoria de Hornos Artesanales

Ahirwar & Chore, (2022) Esta arcilla está constituida por descomposición mineral de aluminio. Químicamente es un silicato, alúmina, óxido de potasio. Es un

material que es tomado para hacer una mezcla con la arcilla. En cuanto al carbón como insumo es un biocombustible que es producto de la combustión incompleta de la madera.



Figura. 6. Carbón de madera (Carbones Reinares 2020)

Fuente: <https://carbonesreinares.es/blog/que-es-el-carbon-vegetal-y-como-se-produce/>

Se llama estiércol a los excrementos producidos por los animales que crían en la zona de Juliaca este estiércol posee contenido de nitrógeno y potasio.



Figura. 7. Estiércol de ganado (Actualidad Ganadera 2021).

Fuente: <https://actualidadganadera.com/region-puno-se-posiciona-como-lider-en-crianza-de-vacunos-brown-swiss/>

La escoria de hornos artesanales es un Material fino que es extraído del horno y que es producto de la quema artesanal con estiércol de ovino y carbón de madera, comprende también la fracción gruesa de ceniza se mezcla con las impurezas minerales contenidas como la arcilla, tierra arenosa el material cae al fondo del horno y se separa mecánicamente.



Figura. 8. Remanente de hornos artesanales en los que se contienen partículas de ladrillos y ceniza (producto de la quema de carbón y estiércol de animales).
Fuente: personal

Estabilización con escoria

La estabilización con escorias son la adición de cualquier remanente o residuo de cualquier rubro, pudiendo ser el sector construcción, el sector de minería, producto de la calcinación en hornos y otros que hayan cumplido su cometido y requieran ser descartados, por su transformación presentan propiedades similares a productos aditivos que mejoran las propiedades de los suelos, tales como los cloruros, productos calcinados u otros que son de origen industrial. La estabilización con escorias reduce la contaminación ambiental, utilizando productos que difícilmente son reutilizables.

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

El desarrollo de investigación en el ámbito de las ingenierías comprende procedimientos sistemáticos de los que podemos resumir dos tipos de investigación que son consecuentes entre sí, mientras que la investiga básica explora los conocimientos básicos para el entendimiento de una situación; la investigación aplicada emplea conocimientos que permita el mejor entendimiento y tratamiento de los fenómenos, de esta forma se pretende explicar las causas que provocan las variables independientes sobre la variable dependiente, de tal forma que se produzca nuevos discernimiento para el mejor entendimiento de la investigación COBAO (2017). En tal sentido se busca saber en cuanto se mejoran las propiedades del suelo arcilloso de la vía Maravillas Vilcapata empleando un tipo de investigación aplicada.

Enfoque de investigación

La investigación que lleva un enfoque cuantitativo comprende la recolección e indagación de datos de carácter cuantificable o medibles siendo la consideración de este enfoque de tal forma que podamos contrastar las hipótesis planteadas o formuladas previamente; el enfoque de la presente investigación se ajusta a los parámetros cuantitativos Bernal (2010), puesto que se posibilita la medición de las variables y se cuenta con referencias similares que sirven de principio de indagación haciendo posible la recolección de datos como son el CBR y Análisis Granulométrico.

Diseño de la investigación

Contemplamos la adopción de un diseño de investigación cuasi-experimental de acuerdo a la concepción que tiene, la literatura indica que las muestras no presentan condiciones similares entre si; en tal sentido, este diseño es cuasi-experimental, porque no es posible tratar a las muestras de forma similar por

cuestiones de características; de esta forma es que se emplea una asignación aleatoria que no son comparables en los grupos de la población en los que se está investigando (Bono 2012), entendido esto, sabemos que las características del tramo a intervenir son diferentes en toda su longitud, requiriendo precisar un tramo pequeño para su estudio.

3.2 Variables y operacionalización:

Variable Dependiente: Propiedades del suelo de la Subrasante.

Definición conceptual CBR (“California Bearing Ratio”) es un parámetro numérico que expresa la compactación utilizada para evaluar la calidad del subsuelo en función de su resistencia. Esta prueba mide la resistencia al corte del suelo.

Definición Operacional, se realiza una compactación a escala empleando los equipos de laboratorio para el desarrollo de la capacidad portante, se utiliza una variable definida operativamente que determina la CBR.

Variable Independiente: Escoria de Hornos Artesanales.

Definición conceptual, se define a la estabilización con escoria de hornos artesanales a la adición del remanente de la producción de ladrillos hechos a mano, aprovechando este desperdicio para mejorar las propiedades físicas y mecánicas; la calcinación de la arcilla ofrece potencial mitigador de índice de plasticidad.

Definición Operacional, esta variable se obtiene a través de pruebas de laboratorio en base a ensayos realizados a diferentes porcentajes hasta determinar la adición óptima.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Toda fuente de información se considera población como el conjunto de objetos, datos y lugares a intervenir que cuentan con la descripción de sus

características dentro de un espacio tiempo, esta dependerá de complejidad y variedad que tenga Vara (2012), para la presente investigación la población es la carretera carrozable denominada Maravillas – Vilcapata.

Muestra

Es parte de la carretera de unidades elementales seleccionadas de tal forma que se puede decir que representa una parte de la población que se pretende investigar Jurado (2017), de tal forma que nos permita estudiar una parte del extenso tramo que se pretende mejorar, para tal caso es la progresiva km 5+500 al km 6+000.

Muestreo

Es el procedimiento estadístico o conjunto de métodos para determinar la muestra o conjunto de muestras, tiene por objetivo elemental proporcionar los procedimientos por lo que se someterán las muestras para su elección desglosando dos tipos de muestreo, uno es el muestreo probabilístico en el que se emplea la aleatoriedad para determinar las muestras a tomar en cuenta y por otro lado Ramírez (2009); por lo que, se empleará un muestreo no probabilístico al precisar el lugar donde se extraerán las muestras (calicatas) dentro de la muestra.

Unidad de análisis

Comprende la cantidad en unidades de muestra que se pretende estudiar dentro del muestreo probabilístico y no probabilístico, para tal caso las guías del manual de carreteras indican la cantidad de 3 muestras o calicatas para la extracción de los estratos de suelo para su posterior estudio, en las cantidades que requieran para cada ensayo (Darío 2013).

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas

Existen dos tipos de observación participante, esta es cuando el investigador participa o se involucra en las vivencias de la población o del hecho observado.

Permite una penetración y comprensión profunda de la naturaleza del trabajo de investigación. La presencia del investigador puede en ciertas situaciones crear un sesgo en el registro de la información debido a sus sentimientos, observaciones u otras razones; mientras que la observación no participante se da cuando el investigador permanece des observado en el estudio y la población no se siente observada. Puede tener más objetividad, pero no permite un conocimiento profundo del tema Ríos (2017).

Instrumentos de recolección de datos

La ficha o formato de recolección de datos. Comprende la confección o utilización de formatos o fichas de recolección de datos los cuales los cuales serán llenados en base a la información proporcionada por los ensayos de laboratorio de Granulometría y CBR cuyo registro será indispensable para hacer el modelamiento del espesor óptimo de CBR equivalente. Se debe procurar pertinencia y consistencia en la recolección de datos (Hernández y Avila 2020).

Validez

La validez se refiere a la importancia que le da la forma o formato de recolección de datos de tal manera que permita medir lo planteado en los objetivos del proyecto de investigación, que cuente con los medios para validar el contenido del instrumento, que verifique que el formato es realmente relevante para los objetivos que pretendemos medir y construir evaluando la relación del instrumento con la teoría aplicada (Galicia, Balderrama y Edel 2017).

Confiabilidad de los instrumentos

Se refiere a cuándo se reciben los resultados de las pruebas de laboratorio contemplan una consistencia interna, quiere decir que los resultados no son muy variados entre las muestras, dando una idea clara de que los ensayos guardan relación entre sí y son confiables, en términos estadísticos se indica que las muestras no presentan mucha dispersión (Diaz y Sime 2009).

3.5 Procedimientos:

Se consideraron dos periodos principales a la hora de realizar la tesis:

- Recolección de información de los antecedentes y adecuación a la investigación presente; empleando ensayos de laboratorio y recabando información en fichas de recolección de datos para y su posterior tratamiento en softwares de procesamiento.
- Se inició el muestreo de suelo para la toma de datos, se realizaron tres calicatas en la carretera investigada, seguidas de pruebas de laboratorio que se especifica en seguida:

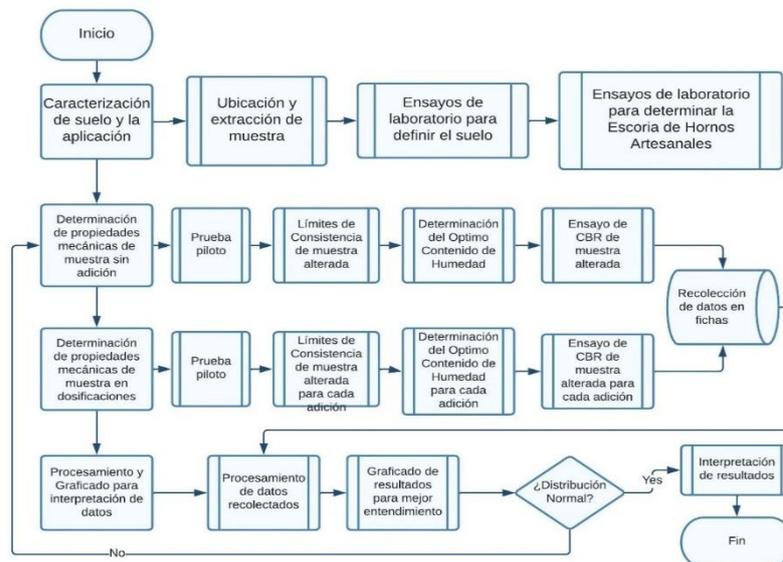


Figura. 9 procedimiento para realizar la tesis (Lucid Software Inc. 2017)
Fuente: Elaboración personal

Periodo de Campo

Reconocimiento en suelo (calicatas)

El periodo actual se inició con la visita y aprobación del tramo de estudio ubicado en la carretera Maravillas - Vilcapata en la progresiva km 05+500 al km 06+000. Donde se llevaron a cabo tres sondeos de calicatas de prueba en los que se tomaron muestras de suelo de la subrasante, las calicatas de prueba se

excavaron desde el nivel de la subrasante hasta una profundidad de 1,50 m de acuerdo con el Manual de Carreteras 2013. Una vez obtenido el material se almaceno en el laboratorio.



Figura. 10. Carretera Maravillas – Vilcapata – ciudad de Juliaca
Fuente: Elaboración personal

La vía exploratoria está ubicada en la provincia de San Román-Juliaca y para llegar al sector de investigación se tarda unos 15 minutos desde el centro de la provincia, se han perforado 3 calicatas de prueba en el sector, los cuales se considerarán a continuación:

Descripción de la calicata N°1

Profundidad: 1.50m

Dimensiones: 1.10x1.10m

Margen de la vía: Der.



Figura. 11. Calicata N°1
Fuente: Elaboración personal

Descripción de la calicata N°2

Profundidad: 1.50m

Dimensiones: 1.10x1.10m

Margen de la vía: Izq.



Figura. 12. Calicata N° 2
Fuente: Elaboración personal

Descripción de la calicata N°3

Profundidad: 1.50m

Dimensiones: 1.10x1.10m

Margen de la vía: Der.



Figura. 13. Calicata N°3
Fuente: Elaboración personal

Periodo de Campo (Escoria de hornos artesanales)

El horno artesanal se ubica en la ciudad de Juliaca, en el lado oeste, en la salida Arequipa al costado de Universidad Peruana Unión. En dicho, lugar existe hornos artesanales los cuales tiene dueño propio y ellos hacen el acopio de material de la escoria de hornos artesanales. Una vez realizada la incineración de la fabricación artesanal de ladrillos, se extrajo el material en bandejas y luego se procedió a realizar ensayos granulométricos para trabajar con el tamaño homogéneo del material de escoria de hornos artesanales dentro de la combinación de suelo. Límites de Atterberg (LL, LP, e IP), Modificado Proctor (PM) y California Bearing Ratio (CBR) con porcentajes variables con escoria de hornos artesanales y el suelo natural.



Figura. 14. Lugar de acopio de los residuos de escoria de hornos artesanales
Fuente: Elaboración personal

Para obtener la escoria de hornos artesanales basta con fijarse en la periferia; se obtiene en la ciudad de Juliaca, las cuales se encuentra a 25 min desde el centro de Juliaca, en el cual se encuentran los hornos artesanales.



Figura. 15. Recolección de escoria de hornos artesanales
Fuente: Elaboración personal

Periodo de laboratorio (Ensayos)

Prueba de Análisis granulométrico

La carretera Maravillas-Vilcapata se realizó los ensayos de granulometría para determinar los agregados gruesos, arenosos y finos. Para lo cual se procedió a realizar la referencia de la ASTM D422 y la MTC E 107.

Cueva del Ingeniero Civil (2010) Primero, el material obtenido de la Carretera Maravillas - Vilcapata se secó naturalmente durante 24 horas, luego se separó la muestra en cuatro partes homogéneas, se pesó el material recolectado en recipientes y luego se realizó un tamizado separando la muestra gruesas retenida en el tamiz N°4 y los materiales finos retenidos en el tamiz N° 200. En este caso, las muestras se lavaron y se evitó la pérdida de material fino. Los equipos y materiales empleados fueron:

- Balanzas de exactitud.
- Tamices de malla cuadrada



Figura. 16. Cuarteo de muestra y granulometría realizados en laboratorio.
Fuente: Elaboración personal.

Prueba para límites de consistencia

Para medir la plasticidad del suelo natural se realizó una prueba de límite de consistencia y se escogieron 500 g de material extraído del terreno natural para determinar Límite Líquido. Se homogeneizó. El material homogeneizado se colocó en la copa de Casagrande y se utilizó un acanalador para separar la muestra en dos partes iguales, hasta que la abertura ranurada tienda a cerrarse (FLNV 2003). Se utilizaron los siguiente:

- Recipiente de porcelana
- Copa de Casagrande
- Acanalador
- Recipientes
- Balanza de precisión
- Espátula



Figura. 17. Desarrollo del ensayo de limite liquido
Fuente: Elaboración personal

El material residual de los ensayo de Limite Liquido se utilizó para cuantificar el Límite Plástico, de material se realizar pequeñas cilindros de barro de unos 3.2 mm de diámetro en una zona lisa rondando, hasta ver grietas transversales de los cilindros, finalmente se colocó el material sobrante dentro de pequeños recipientes, los cuales se pesaron para establecer el porcentaje de humedad en el material húmedo obtener así la adición optima de humedad a ser utilizada en los ensayos posteriores. Se utilizó:

- Espátula con mango de madera
- Recipiente de porcelana
- Balanza de precisión
- Agua
- Área de rodadura



Figura. 18. Desarrollo del ensayo de límites plástico.
Fuente: Elaboración personal

Ensayo de Proctor modificado

Para calcular el grado de compresión del terreno natural, se tomó una porción del material y se realizó el ensayo de Proctor Modificado según el método ASTM D 1557, el peso del molde de 4614 gr. Después de pesar los materiales, los agregados se colocaron en una bandeja y se agregaron varias proporciones de agua para su posterior homogeneización y se dejó durante 24 horas, homogenizadas las muestras se dividieron en 5 partes iguales y se compactaron con 25 golpes, se retiró el anillo superior y se enrazo con varillas metálicas. Se realizó a pesar y quito un fragmento de material para establecer el porcentaje de humedad. La muestra exhibe una granulometría adaptada al método A para Proctor Modificado, como indicativo para desarrollar el ensayo (Geotécnia fácil 2018). Se utilizaron:

- Molde de 931.22 cm³
- Pisón
- Balanza de precisión
- Horno
- Regla metálica rígida
- Tamices



Figura. 19. Molde de Proctor modificado y aplicación de energía de compactación.
Fuente: Elaboración personal

Ensayo de CBR (california Bearing Ratio)

Con el fin de establecer la capacidad portante de un suelo natural, se realizó el ensayo de California Bearing Ratio, donde primero se escogió el material, con el cual se alcanzó a llegar al OCH, luego se dividió la muestra en 5 fracciones semejantes. Una vez realizado el procedimiento, se aisló el collar y también se enraza la muestra. Las muestras comprimidas se zambulleron en un contenedor de agua por una etapa de 96 horas y se incorporó el dial en la parte superficial de las muestras para establecer la expansión. Al final del período de días, se dejó circular el exceso de agua del molde por un periodo de 10 minutos fuera del contenedor de agua, cuando colocando el material dentro del equipo se utilizó una sobrecarga de 5 kg, con el fin de fijar el pistón, luego se utilizó el dial, el paso final es realizar la prueba CBR mediante una carga aplicada a través de la prensa, en el método MTC E 1883 – MTC E 132-2016. (Ministerio de Infraestructura 2003) Se utilizó:

- Molde de metálico
- Disco espaciador
- Pisón compactador

- Molde de metálico
- contenedor de agua
- Balanzas
- Filtro del diámetro del molde
- Prensa
- Aparato medidor de expansión



Figura. 20. Saturación de muestras para CBR.
Fuente: Elaboración personal



*Figura. 21. Aparato aplicador de carga, aplicación de carga progresiva según guía
Fuente: Elaboración personal*

Adición de escoria de hornos artesanales

Una vez obtenido los datos que nos permitirán saber las características de la muestra es necesario conocer la gravedad específica y la granulometría de la escoria de hornos artesanales, que es la variable que pretendemos adicionar para efectos de mejora el suelo.

Primero se determinó la gradación que presenta la escoria de hornos artesanales empleando para ello los tamices anotando de esta forma el agregado retenido en cada malla.



Figura. 22. Ensayo de granulometría aplicado a la Escoria de hornos artesanales.
Fuente: Elaboración personal

Luego se realizar los ensayos de límites de consistencia aplicando para ello los diferentes porcentajes de adición planteados en la matriz de consistencia y seguidamente por factores de centrar el trabajo de investigación se busca el punto de quiebre en donde la adición de escoria de hornos artesanales no ofrece aporte a efector de cerrar el tema de investigación.

Los cálculos se realizan en oficina después de recibir los datos de los ensayos para establecer la clasificación del suelo estudiado, el CBR correspondiente.

Diseño de espesor para la estabilización con escoria de hornos artesanales

Con el fin de diseñar un espesor de estabilización de escoria de horno artesanal que exceda los límites inferiores recomendados por el Manual Diseño de Carreteras, que indica que el CBR debe ser $\geq 6\%$, estimamos el espesor del suelo estabilizado con escoria de hornos artesanales utilizando la fórmula para encontrar ponderado. valor de CBR, que es el siguiente:

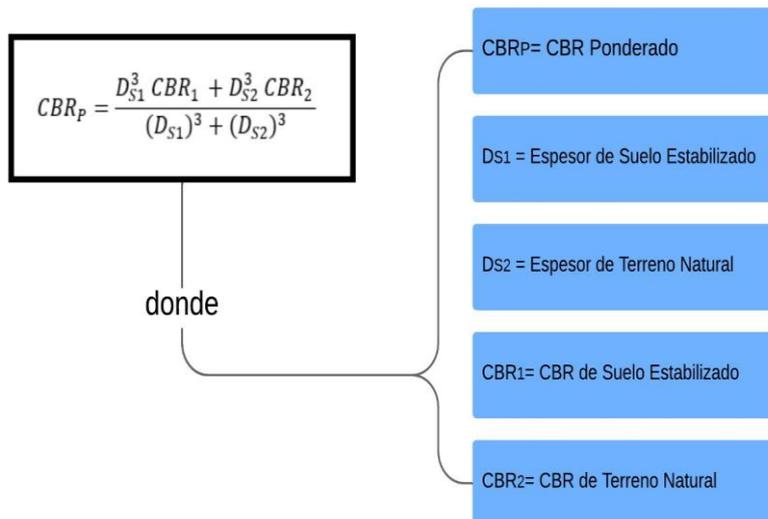


Figura. 23. Formula del CBR equivalente
Fuente: propia

3.6 Método de análisis de datos

Se empleara un análisis cuantitativo, pues los apuntes seleccionados por medio de las fichas de registro que transmiten datos que son interpretados en gráficos interviniendo en el software, para corroborar la hipótesis se empleó la prueba de normalidad empleando el software SPSS (IBM 2013).

3.7 Aspectos Éticos

Después de este estudio, se produce el compromiso social ya que esta investigación es una alternativa de solución en vías no pavimentadas que procura la empleabilidad de la directiva de ética de la UCV, procura el uso de las normas ISO 690 para referenciación respetando los derechos de autor, el tramo indicado cuenta con usuarios del sector transporte, como son camiones, volquetes y vehículos particulares menores, a partir de la implementación de una alternativa de emergencia a la cual pueden acudir los ingenieros responsables de ejecución o mantenimiento vial (Universidad César Vallejo 2020).

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación del proyecto

El tramo a intervención se ubica en la región Puno, provincia de San Román, distrito de Juliaca siendo conocida como el tramo Maravillas – Vilcapata, con Latitud $15^{\circ}24'$, Longitud $70^{\circ}06'$ siendo la altitud de 3825 m.s.n.m.

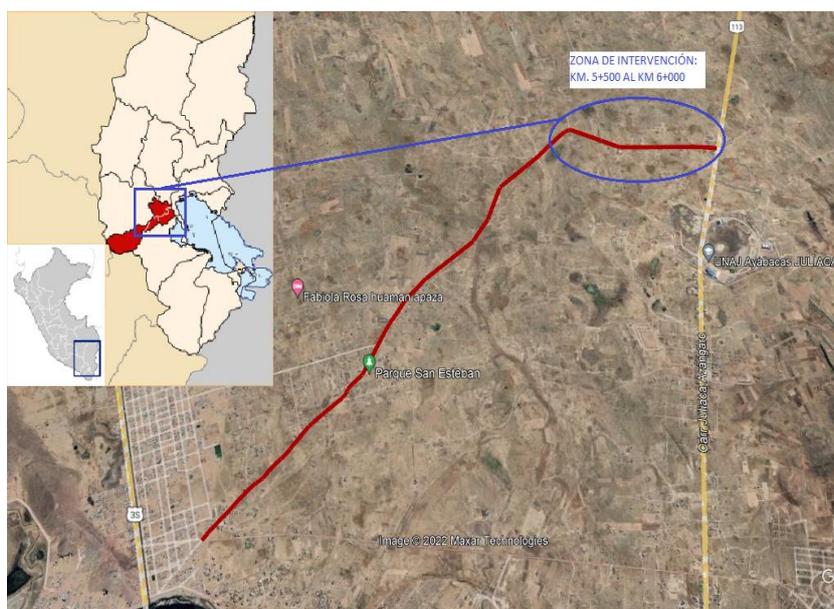


Figura. 24. Ubicación del sector de intervención.
Fuente: Elaboración personal

Se empleará del apoyo de personas adicionales que cuenten con el conocimiento basado en experiencia en el laboratorio y en el campo de la investigación, también se necesitará de un asesor externo que ayudara de guía para desarrollar el tema de investigación, procurando ser un especialista en el tema a desarrollar, para tal caso es necesario indicar la especialidad en Geotécnica, que es una rama de Infraestructura vial.

Límites

Norte : Con el distrito de Juliaca

Sur : Con el distrito de Juliaca

Oeste : Con el distrito de Juliaca

Este : Con el distrito de Juliaca

Ubicación geográfica

Juliaca se encuentra sobre el altiplano, específicamente se le ubica con las siguientes coordenadas, 15° 29' 27" de latitud sur y 70° 07' 37" de longitud oeste, comprendiendo la característica del altiplano con altitudes de poca pendiente los cuales oscilan los 3825 m.s.n.m. considerándola como una de las ciudades más altas a nivel global.

Clima

Juliaca al situarse sobre el altiplano presenta vientos que pueden alcanzar los 40 km/h debido a la variación térmica que ofrece la zona, predominando el frío los cuales suelen mostrar su crudeza en temperaturas bajo cero en los meses de mayo a agosto, regularmente se presentan temperaturas de 4°C a 12°C pudiendo encontrar temperaturas máximas de 18°C.

Objetivo específico 1

Reducir el Índice de Plasticidad del suelo de subrasante de la carretera Maravillas Vilcapata.

La vía exploratoria está ubicada en la provincia de San Román y para llegar a la zona de investigación se tarda unos 15 minutos desde el centro de la provincia, se han perforado 3 calicatas de prueba en la zona, y se extrajeron muestras y se trasladó al laboratorio fueron sometidas a los ensayos de análisis granulométrico, límites de consistencia. Obteniéndose los siguientes resultados:



Figura. 25. Disgregado de partículas gruesas y finas
Fuente: Desarrollo personal

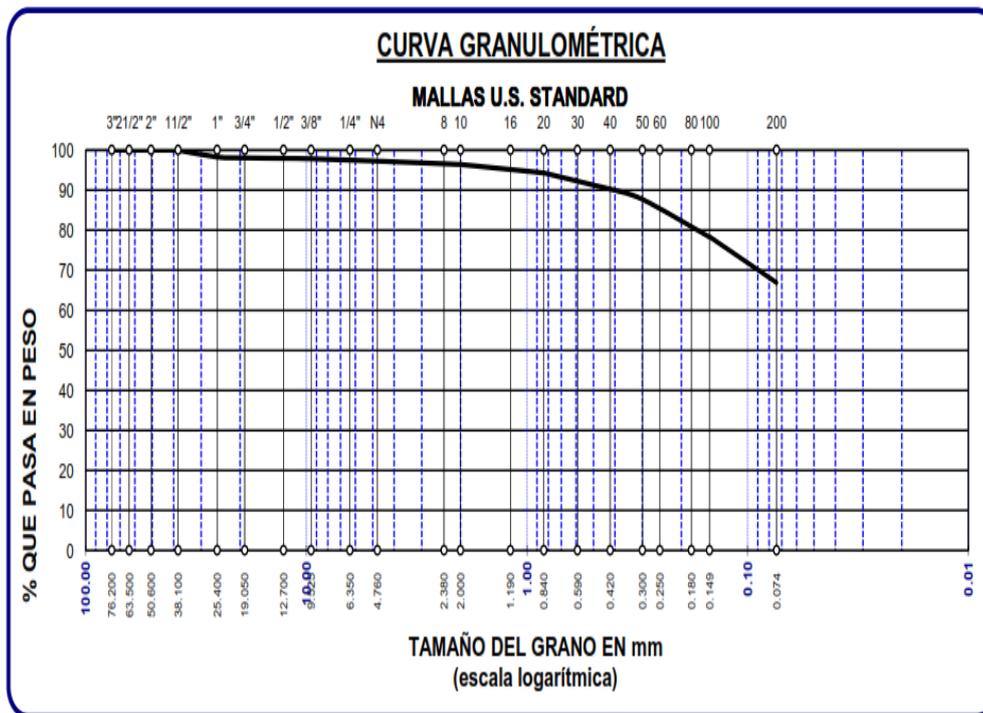


Figura. 26. Curva granulométrica del suelo natural C-2
Fuente: Desarrollo personal

se determinó que el suelo más crítico conforme a la estimación desarrollada de la muestra C-2, se logró determinar que la muestra vinculada a la C-2 implica ARCILLA LIGERAMENTE ARENOSA (CL) esta se focaliza con un grupo A-6.

Las pruebas realizadas en laboratorio y valores alcanzados se muestran en seguida:

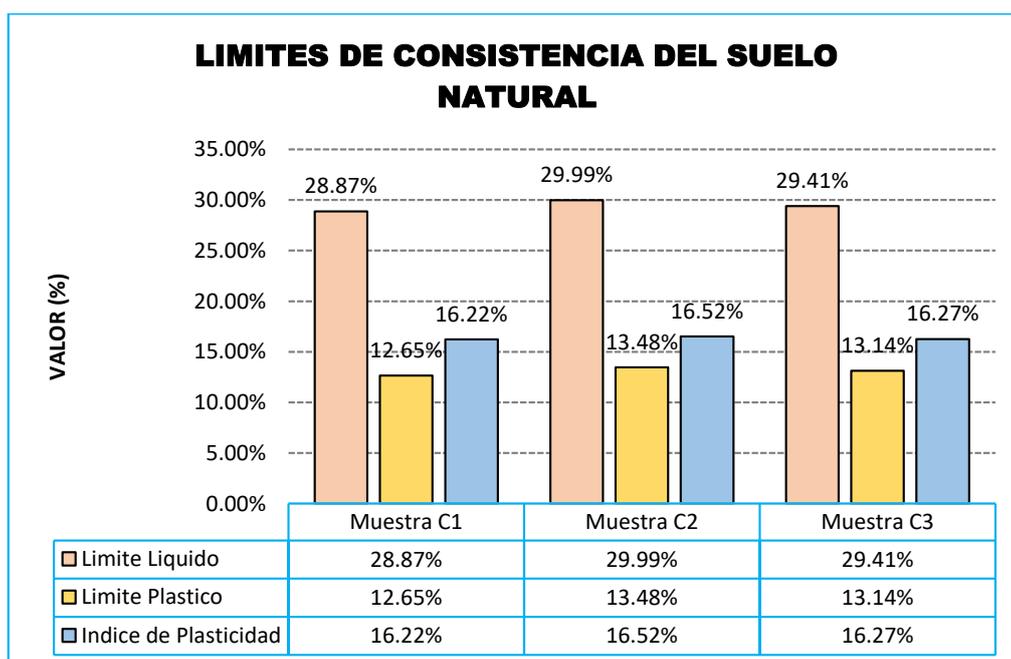
Tabla 1. *Recopilación de resultado del Suelo Natural.*

Tabla PARAMETRO\CALICATA		Muestra C1	Muestra C2	Muestra C3
Profundidad de calicata (m)		1.5	1.5	1.5
Granulometría	% Grava	0.58%	0.58%	0.58%
	% Arenas	33.09%	33.09%	33.09%
	% Finos	68.79%	68.79%	68.79%
Clasificación de suelos	SUCS	CL	CL	CL
	AASHTO	A-6 (9)	A-6 (9)	A-6 (9)
Límites de consistencia	LL	28.87	29.99	29.41
	LP	12.65	13.48	13.14
	IP	16.22	16.52	16.27

Fuente: Desarrollo personal

Cabe señalar que el suelo más crítico del terreno natural es C-2, pues se observó que LL al 29.99%, LP al 13.48% y IP al 16.52%, por ende, se procedió a adicionar escoria de hornos artesanales en porcentajes de 10%, 15% y 20%, logrando los siguientes resultados:

Tabla 2. Límites de consistencia del suelo natural



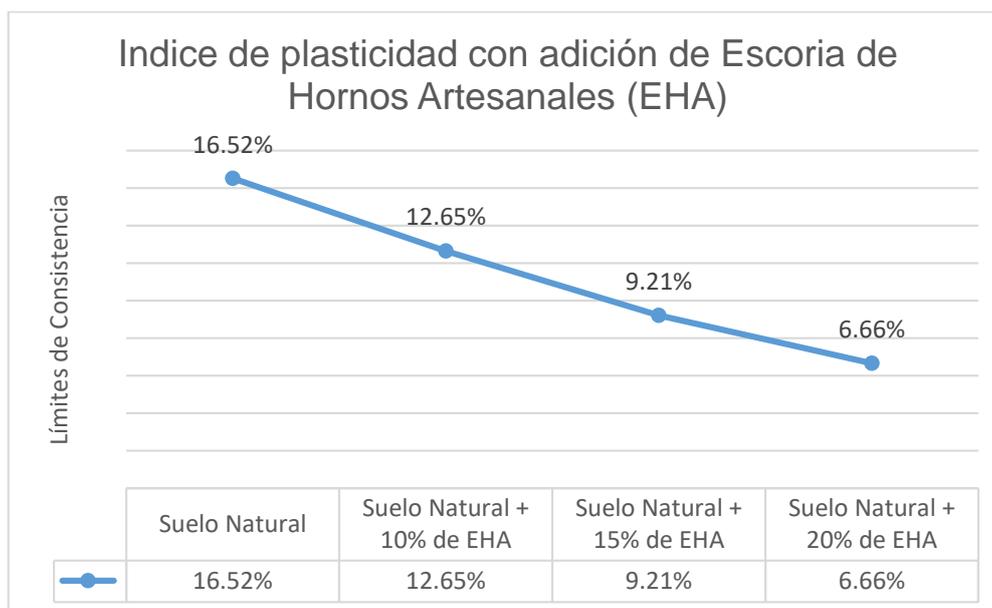
Fuente: Desarrollo personal

Tabla 3. Recopilación de resultados de muestras combinadas con escoria de hornos artesanales.

	Promedio			
C-1	M1 SN + 10% EHA	34.11	21.53	12.59
C-2	M2 SN + 10% EHA	35.11	22.46	12.65
C-3	M3 SN + 10% EHA	33.13	20.52	12.61
	Promedio			
C-1	M1 SN + 15% EHA	37.14	27.64	9.50
C-2	M2 SN + 15% EHA	36.14	26.93	9.21
C-3	M3 SN + 15% EHA	35.21	26.08	9.13
	Promedio			
C-1	M1 SN + 20% EHA	40.15	34.00	6.15
C-2	M2 SN + 20% EHA	39.69	33.03	6.66
C-3	M3 SN + 20% EHA	41.23	34.45	6.78

Fuente: Desarrollo personal

Tabla 4. Índice de plasticidad con adición de escoria de hornos artesanales



Fuente: Desarrollo personal

Según información de los certificados las de propiedades plásticas de la muestra con y sin escoria de hornos artesanales, se distinguen variaciones notorias, ya que el IP es de 16.52% en tanto al combinar una cantidad de escoria de hornos artesanales en una dosificación de 20% en relación de la muestra patrón, es factible reducir un 6.66% de la plasticidad.

Objetivo específico 2

Elevar la capacidad de soporte (CBR) del suelo de subrasante de la Carretera Maravillas – Vilcapata.

Como referencia para las pruebas realizadas en el laboratorio, mencionamos los valores obtenidos utilizando la tabla a continuación.

Tabla 5. *Recopilación de resultados de las muestras de suelo natural.*

PARAMETRO\CAL.		Muestra C1	Muestra C2	Muestra C3
Proctor Modificado	Optimo contenido de humedad (OCH%)	16.47%	16.67%	16.47%
	Densidad máxima seca (MDS g/cm ³)	1.777gr/cm ³	1.771gr/cm ³	1.774gr/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)	AI 95% MDS (%)	1.45%	1.62%	1.60%
	AI 100% MDS (%)	2.35%	2.52%	2.61%

Fuente: Desarrollo personal

De acorde a lo examinado sobre el ensayo de Proctor modificado obteniéndose CHO y MDS, se asegura que los valores estables se apuntan del 16.67% y 1.771gr/cm³. Congruentemente se da comienzo al sistema de saturación de la M-2, de esta manera calcular el valor CBR en correlación de la MDS, ya que estos datos son CBR_{95%MDS} = 1.62%, como resultado, este valor no es suficiente para establecer una subrasante y se debe utilizar método de estabilización óptimo.

Tabla 6. *Resultado de CBR*

MUESTRAS	% CBR 95%
Suelo patrón	1.62
Suelo Natural + 10% Escoria	2.58
Suelo Natural + 15% Escoria	4.50
Suelo Natural + 20% Escoria	6.97

Fuente: Desarrollo personal

Tabla 7. Resultados del CBR al 95% de la M.D.S.

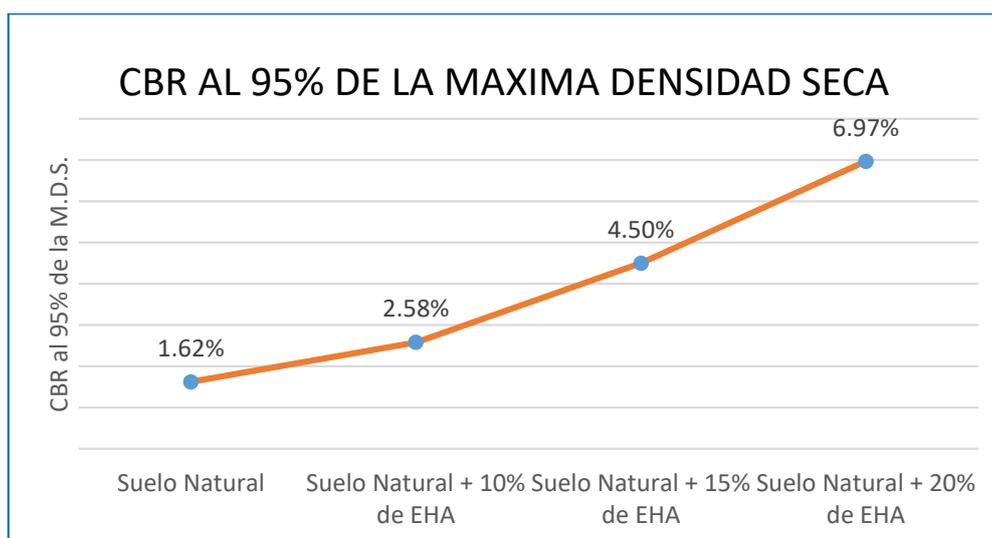


Figura. 27. Resultados del CBR al 95%
Fuente: Desarrollo personal

Las muestras intervenidas en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR). Donde el CBR natural es de 1.62%, al adicionar escoria de hornos artesanales un 10% de escoria de hornos artesanales se incrementa en 2.58%, con la adición de 15% de escoria de hornos artesanales incrementa el valor de 4.50% y con la adición de 20% de escoria de hornos artesanales incrementa el valor de 6.97%, de modo que en la combinación 20% se logró la estabilización de la subrasante.

Objetivo específico 3

Determinar el espesor adecuado para cumplir el requerimiento técnico según la Guía AASHTO para el diseño de pavimentos.

Conforme al Manual de Carreteras, la capa de la subrasante debe ser igual o mayor al 6%, con una profundidad mínima de 15 cm

A fin de proyectar el diseño del espesor de la subrasante se calculó la próxima fórmula de CBR equivalente, por lo que los resultados obtenidos deben ser mayores al 6%, estos resultados se correlacionan con 1.62% CBR y 6.97% del suelo natural, se logró la estabilización del suelo con una combinación del 20% de escoria de hornos artesanales

$$\text{CBR eq.} = D1 \text{ CBR1} + D2 \text{ CBR2} / D1 + D2$$

$$\text{CBR eq.} = 0.95^3 (6.97) + 0.55^3 (1.62) / 0.95^3 + 0.55^3$$

$$\text{CBR equivalente} = 6.46 \%$$

En el diseño actual la altura total se estima en 1.50 m, debido a que a esta altura se puede llegar a los esfuerzos de la carretera y 2 capas de suelo, donde D1 es la altura de la capa estable y D2 es la altura del suelo natural. El porcentaje de CBR correspondiente cumple con los criterios de suelos adecuados, en un 6,46 % por encima del requisito mínimo para el cual el espesor del suelo a estabilizar es de 0,95 cm (D1).

Análisis estadístico

Pruebas de normalidad

Se llega a la siguiente hipótesis; previamente probando la normalidad de los datos recolectados, usando SW evidenció dicha conformación de datos, para datos menores a 50:

Normalidad para las dosificaciones terreno natural + Escoria de Horno

Artesanal:

Formulación de las hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1).

H0: Datos de la variable x (CBR) se aproxima a una distribución normal

H1: Datos de la variable x (CBR) no se aproxima a una distribución normal

El CBR de cada una de las dosificaciones terreno natural + escoria de horno artesanal se aproxima a una distribución normal (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H0).

Tabla 8. Prueba de normalidad de la dosificación terreno natural + escoria de hornos artesanales.

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Índice de Plasticidad	0,897	12	0,144
CBR al 95%	0,864	12	0,055

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Producción personal

Regla de decisión:

Si el $p \geq 0,05$ se concluye H_0

Si el $p < 0,05$ se concluye H_1

El valor de Shapiro-Wilk para la variable del el Índice de Plasticidad (0,144 de significancia) y para la variable CBR al 95% (0,055 de significancia).

Concluyendo: Como la significancia en la variable Índice de Plasticidad cuenta con un nivel de significación mayor ($0,144 > 0,050$) a 5% ($\alpha = 0,050 = 5\%$) entonces se acepta H_0 es decir se acepta que: La distribución de la variable si proviene de una distribución normal. al tener una distribución normal se procede a realizar la prueba paramétrica.

Concluyendo: Como el nivel de significancia en la variable CBR al 95% cuenta con un nivel de significación mayor ($0,144 > 0,050$) a 5% ($\alpha = 0,050 = 5\%$) entonces se acepta H_0 es decir se acepta que: La distribución de la variable si proviene de una distribución normal. al tener una distribución normal se procede a realizar la prueba paramétrica.

De tal forma, se procede a realizar la correlación de Pearson:

Planteando que:

H0: la incorporación de Escoria de Hornos Artesanales no mejora las propiedades del suelo de fundación.

H1: la incorporación de Escoria de Hornos Artesanales mejora las propiedades del suelo de fundación.

Empleando la prueba estadística de Pearson (r).

Tabla 9. Correlaciones

Correlaciones			
		CBR al 95%	Índice de Plasticidad
CBR al 95%	Correlación de Pearson	1	-0,971**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	12	12
Índice de Plasticidad	Correlación de Pearson	-0,971**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	12	12
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Fuente: Desarrollo Personal

Regla de decisión:

Si el $p \geq 0,05$ se concluye H0

Si el $p < 0,05$ se concluye H1

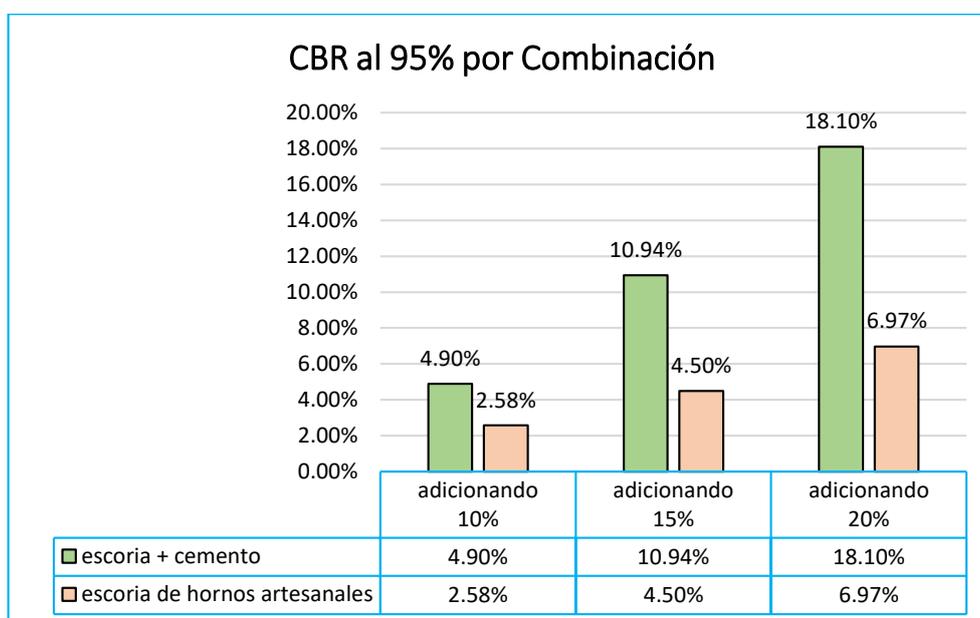
El valor de Shapiro-Wilk para la variable del el Índice de Plasticidad (0,144 de significancia) y para la variable CBR al 95% (0,055 de significancia).

Concluyendo: la relación y con una correlación de Pearson de Inversamente proporcional muy Alta (-0,971) de esta forma se acepta H1 es decir se acepta que: Existe evidencia estadística para afirmar que la incorporación de Escoria de Hornos Artesanales mejora las propiedades del suelo de fundación.

V. DISCUSION

Discucion1: Vilcas (2022), en su tesis de investigación adicionando ceniza de ladrillo en los suelos arcillosos mejora su propiedades físicas y mecánicas pues valido que al adicionar 5%, 10% y 15% ceniza de ladrillo el CBR sube a 7.54%, 10.94% y 13.50%. En tato el índice de plasticidad se reduce de 27.57% a 14.37%, mientras en la investigación realizada al adicionar 10%, 15% y 20% el CBR sube 2.54%, 4.62%, 6.87% respectivamente y mientras que en nuestra investigación el índice de plasticidad se reduce 16.52% a 6.66% de lo cual coincide con la referencia mencionada.

Tabla 10. Evaluación de CBR de ceniza de ladrillo y CBR de escoria de hornos artesanales

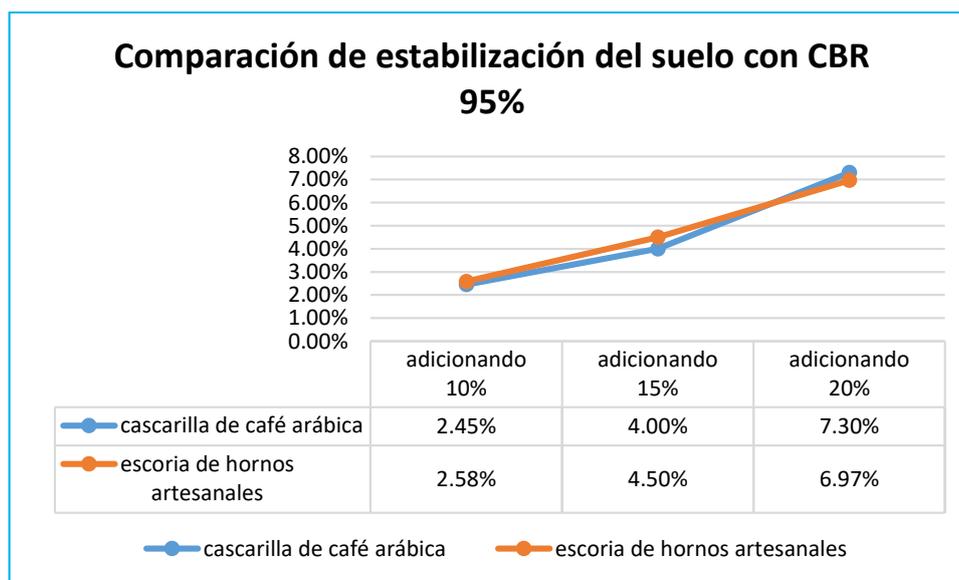


Fuente: personal

Discusión 2: Olano et al. (2021), en su artículo de investigación busca descubrir la dosificación para la estabilización de suelos cohesivos con la incorporación de la cascarilla de café arábica por que causan agrietamientos, fallas inestabilidad, trayendo consigo gastos habituales en su mejoramiento por ello se debe de brindar una estabilización de suelos cohesivos. Los resultados indican que el suelo era de resistencia baja de 4.7% se incorporó cascarilla de café arábica al 10%, 20%, 25%, la resistencia del suelo con eco estabilizante se mejora de manera considerable;

mientras en nuestra presente investigación al adicionar 10%, 15% y 20% de escoria de hornos artesanales la resistencia del suelo cohesivo, con la adición del 20% de escoria de hornos artesanales resulta un CBR de 6.97%, de modo que en la combinación de 20% se logró la máxima resistencia, por consiguiente existe semejanza con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

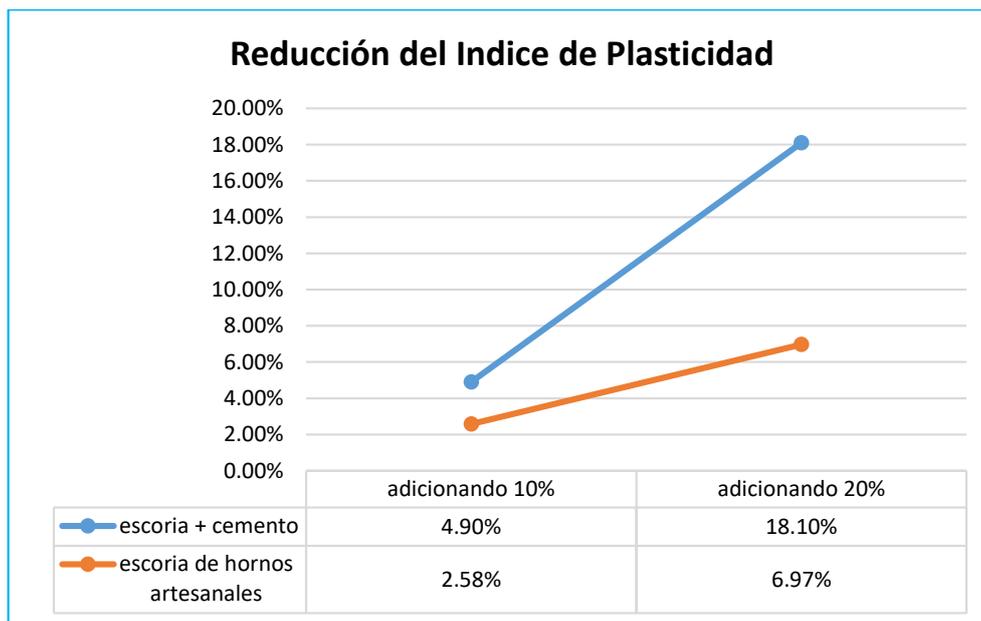
Tabla 11. Comparación de estabilización del suelo patrón + combinación



Fuente: personal

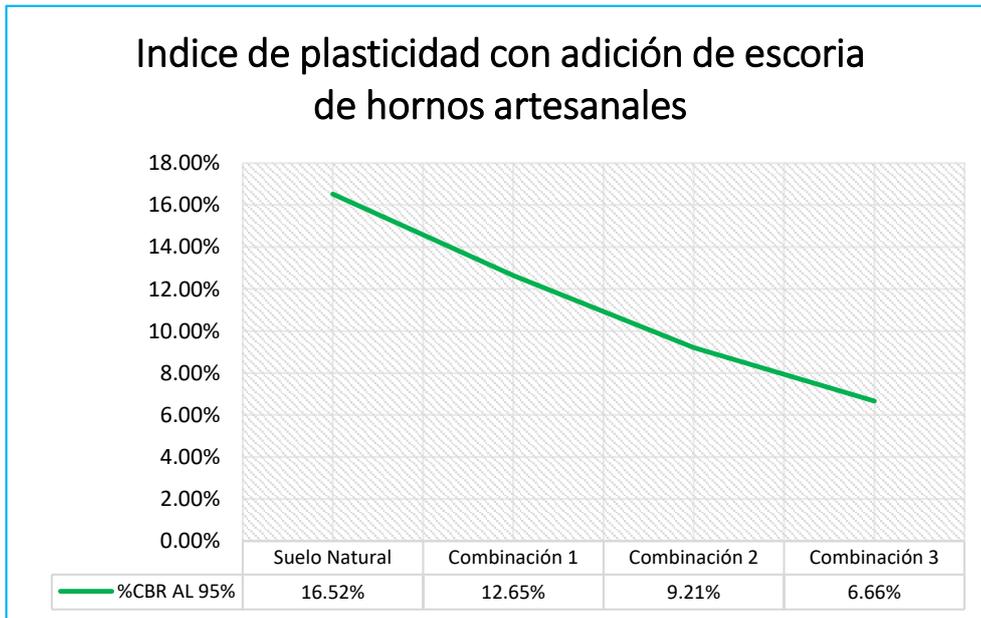
Discusión 3: Tala (2022), en su tesis de investigación expuso un espesor equivalente de suelo estimando un CBR natural de 4.9% y obteniendo el máximo valor con un CBR de 18.10%, alcanzando un CBR equivalente de 6.05% cumpliendo con un suelo adecuado para la estabilización; en tanto que en nuestra investigación se diseña un espesor de la capa de la subrasante para estabilización con un CBR 6.66% logrando la máxima resistencia, cumpliendo con un CBR equivalente mínimo de 6.46%, por lo tanto, hay similitud con nuestros resultados.

Tabla 12. Reducción del Índice de plasticidad



Discusión 4: asimismo, Zamin et al. (2021), propone que al adicionar 0%, 4%, 8%, 12%, 16% y 20% de residuos de polvo de vidrio, de tal manera que se pueda obtener el valor de mejor reducción de plasticidad, la adición óptima fue de 20% de residuos de polvo de vidrio, por lo que en nuestra presente investigación la adición de 20% de escoria de hornos artesanales se obtuvo un índice de plasticidad de 6.66% logrando la estabilización de la subrasante, por lo que se tiene una similitud con los resultados de nuestra investigación.

Tabla 13. *Combinación para la estabilización de suelo*



Fuente: personal

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: en la presente investigación se busca dar una solución al problema de la carretera Maravillas - Vilcapata las mismas que cuentan con suelos arcillosos. Los investigadores plantearon utilizar escoria de hornos artesanales mejorando las propiedades físicas y mecánicas de las subrasante del suelo arcilloso, por tal motivo los parámetros a evaluar serán el índice de plasticidad, CBR y evaluaremos el espesor adecuado de estabilización.

Conclusión 2: en razón a la plasticidad se verificó que dosificando 10%,15%, y 20 % de escoria de hornos artesanales la plasticidad se redujo 12.65%, 9.21%, 6.66% con lo cual hay una tendencia clara que a mayor tasa de escoria de hornos artesanales se reduce la plasticidad, logrando con la combinación de 20% la estabilización del suelo, lo cual fue una afirmación que se planteó al inicio de la investigación.

Conclusión 3: en relación al parámetro CBR evaluado en laboratorio se tiene que, con una dosificación de 10%,15%,20% de escoria de hornos artesanales el CBR expresado al 95% de la Máxima Densidad seca presenta un resultado de se verifica que hay una tendencia de incrementar el CBR a mayor tasa de escoria de hornos artesanales lo cual fue una idea planteada al inicio de investigación en base a las referencias y conocimientos a los aditivos similares.

Conclusión 4: para fines de diseñar el espesor de la capa de la subrasante por estabilizar se utilizó el concepto del CBR equivalente analizando el suelo de fundación hasta 1.50 como indica los conceptos básicos de pavimentos, en ese sentido se calcularon los espesores con la finalidad de cumplir lo especificado en las especificaciones generales que indican que el suelo de fundación debe de cumplir un CBR mínimo de 6%, con un CBR de 6.46% con lo cual se valida la premisa.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: se recomienda formalizar los depósitos de materiales excedentes de la escoria de hornos artesanales dado que su uso del material es beneficioso para la estabilización de los suelos.

Recomendación 2: se recomienda en futuras investigaciones aplicar el rango de dosificación escoria de hornos artesanales como agente estabilizante de los suelos arcillosos.

Recomendación 3: se recomienda realizar los ensayos insitu para evaluar la capacidad de soporte de subrasante y no solo confiar en los ensayos del laboratorio por que los ensayos del laboratorio se realizan bajo principios ideales.

Recomendación 4: procesar de diferente manera la escoria de hornos artesanales ya que con diferentes tipos de suelos en proporciones superiores podría mejorar sus propiedades físico mecánicas, considerando la presente investigación como punto de referencia.

VIII. REFERENCIAS

ACTUALIDAD GANADERA, 2021. Región Puno se posiciona como líder en crianza de vacunos Brown Swiss. [en línea]. Disponible en: <https://actualidadganadera.com/region-puno-se-posiciona-como-lider-en-crianza-de-vacunos-brown-swiss/>.

AHIRWAR, A. y CHORE, H., 2022. Strength characterization of steel slag–cement-stabilized marine clay mixes for highway construction. *Innovative Infrastructure Solutions* [en línea], vol. 7, no. 4, pp. 1-12. [Consulta: 7 marzo 2023]. ISSN 23644184. DOI 10.1007/S41062-022-00846-4/METRICS. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-022-00846-4>.

BERNAL, César, 2010. *Metodología de la Investigación*. III. Colombia: Universidad de La Sabana. ISBN 9789586991285.

BONO, Roser, 2012. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. *Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, pp. 13-15.

BRAJA, Das, 2013. *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica Cuarta Edición* [en línea]. IV. México: Cengage Learning © 2013. ISBN 9781111576752. Disponible en: <http://latinoamerica.cengage.com>.

CAÑAR, Edwin, 2017. *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL CORTE Y ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS FINOS Y ARCILLOSOS COMBINADAS CON CENIZA DE CARBÓN*. S.I.: Universidad Técnica de Ambato.

CARBONES REINARES, 2020. ¿Qué es el carbón vegetal? [en línea]. [Consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://carbonesreinares.es/blog/que-es-el-carbon-vegetal-y-como-se-produce/>.

COBAO, 2017. *Metodología de la Investigación*. 1. Oaxaca: COBAO.

CUEVA DEL INGENIERO CIVIL, 2010. ¿Qué es Cuarteo de suelos? [en línea]. [Consulta: 26 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.cuevadelcivil.com/2010/01/cuarteo-de-suelos.html>.

DARÍO, Jessica, 2013. UBA Sociales ANIVERSARIO 1988-2013 FACULTAD DE

CIENCIAS SOCIALES. revista UBA Sociales,

DÍAZ, C. y SIME, L., 2009. Una Mirada a las técnicas e instrumentos de investigación. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ* [en línea]. LIMA, enero 2009. pp. 1-11. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/184/2009/02/bolet3.pdf>.

DÍAZ, Greisi, 2018. *Mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con cloruro de sodio* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. [Consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14062>.

FLNV, 2003. LIMITE DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO). . S.I.:

FONSECA, K., BECERRA, Y. y MUÑOZ, S., 2020. Artículo de revisión científica. *Suelos Ecuatoriales*, vol. 50, no. 50, pp. 54-69. DOI 10.47864/SE(50)2020p54-69.

GALICIA, L., BALDERRAMA, J. y EDEL, R., 2017. Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura (Guadalajara, Jal.)* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 42-53. [Consulta: 25 marzo 2023]. ISSN 1665-6180. DOI 10.32870/AP.V9N2.993. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802017000300042&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

GEOTÉCNIA FÁCIL, 2018. Ensayo Proctor. *Geotecnia Fácil* [en línea]. [Consulta: 26 enero 2023]. Disponible en: <https://geotecniafacil.com/ensayo-proctor-normal-y-modificado/>.

HERNÁNDEZ, Roberto, 2014. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* [en línea]. Mexico D. F.: Mc Graw & Hill Education. [Consulta: 23 diciembre 2021]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2>. Hernandez, Fernandez y Baptista- Metodología Investigacion Cientifica 6ta ed.pdf.

HERNÁNDEZ, S. y AVILA, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
%0A%0A.

IBM, 2013. SPSS. 2013. S.I.: International Business Machines. IBM SPSS Statistics 22.0.

JURADO, Sergio, 2017. *Estadística Inferencial* [en línea]. Huancayo: Universidad Continental. ISBN n.º 978-612-4196-. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/>.

LUCID SOFTWARE INC., 2017. Lucidchart. [en línea]. [Consulta: 26 marzo 2023]. Disponible en: https://www.lucidchart.com/pages/es/landing?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=_chart_es_tier2_mixed_search_brand_exact_&km_CPC_CampaignId=1501207859&km_CPC_AdGroupId=63362176052&km_CPC_Keyword=lucidchart&km_CPC_MatchType=e&km_CPC_ExtensionID=&km_CPC_Network=g&km_CPC_AdPosition=&km_CPC_Creative=286841060369&km_CPC_TargetID=kwd-33511936169&km_CPC_Country=1011141&km_CPC_Device=c&km_CPC_placement=&km_CPC_target=&gclid=Cj0KCQjw2v-gBhC1ARIsAQdKY1tOW0uBNfwYcsfgTIDXwBcoMvTzjYOfcblwS1HN8r3oajZldaMdEaAkkTEALw_wcB.

MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA, 2003. FLNV-MVS-15B MANUAL VISUALIZADO VERSION 2 CBR EN LABORATORIO. . S.I.:

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013. Manual de Carreteras. *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*. S.I.: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pp. 104-116.

MORALES, Daniel, 2015. *VALORACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA Y SU USO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS*. S.I.: Universidad de Medellín.

OLANO, L., MARÍN, N. y BENITES, J., 2021. Artículo de investigación científica. *Suelos Ecuatoriales*, vol. 51, no. 51, pp. 68-76. DOI 10.47864/SE(51)2021p68-76.

- OLAVARRÍA, Jorge, 2018. Carta de plasticidad de Casagrande Online | Ingeniería Elemental. *Ingeniería Elemental* [en línea]. [Consulta: 1 marzo 2023]. Disponible en: <https://ingenieriaelemental.com/carta-de-plasticidad-de-casagrande-online/>.
- OSPINA, M., CHAVES, S. y JIMÉNEZ, L., 2020. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación* [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 185-196. [Consulta: 13 enero 2023]. ISSN 2027-8306. DOI 10.19053/20278306.V11.N1.2020.11692. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062020000200185&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- RAMÍREZ, Alberto, 2009. Metodología formal de la investigación científica. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA* [en línea], vol. I, pp. 111. Disponible en: <http://www.worldcat.org/profiles/afgomez/lists/2904204>.
- RÍOS, Roger, 2017. *ROGER RICARDO RIOS RAMIREZ Metodología para la investigación y redacción*. S.l.: s.n. ISBN 9788417211233.
- SÁNCHEZ, Javier, 2019. Límites de Atterberg: limite líquido y límite plástico gráfico de plasticidad de Casagrande - YouTube. *Universitat Politècnica de València* [en línea]. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VRp_nQKVeOk.
- SINGH, G. y SINGH, J., 2020. Soil Stabilization with Fly-Ash and Glass Powder. ,
- SOTO, Jaime, 2015. *Mejoramiento del suelo cohesivo por medio de la compactación dinámica* [en línea]. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. [Consulta: 16 octubre 2022]. Disponible en: <http://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17478>.
- TALA, Elizabeth, 2022. *Estabilización de subrasante mediante la combinación óptima de cemento y escoria de cobre, Tramo Los Ángeles – Yacango, Moquegua, 2021* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. [Consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97896>.

- TIRADO, C. y BAYAS, M., 2020. *Análisis comparativo del uso de escoria de siderurgia para la estabilización de suelo* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil. [Consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30933>.
- TSEGANEH, A. y QUEZON, E., 2022. Prediction of Subgrade Strength from Index Properties of Expansive Soil Stabilized with Bagasse Ash and Calcined Termite Clay Powder Using Artificial Neural Network and Regression. *Advances in Civil Engineering*, vol. 2022. ISSN 16878094. DOI 10.1155/2022/9186567.
- UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2020. Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales. *Vicerrectorado de Investigación*, pp. 1-37.
- VARA, Arístides, 2012. *7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentación*. III. LIMA: universidad San Martín de Porres.
- VILCAS, Edwin, 2022. *ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE LADRILLO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1625>.
- VILLACÍS, E. y otros, 2022. Estabilización de arcillas expansivas con ceniza volcánica y ceniza de cascarilla de arroz. *Revista Tecnológica - ESPOL*, vol. 34, no. 2, pp. 14-27. ISSN 0257-1749. DOI 10.37815/rte.v34n2.821.
- WANG, Q. y otros, 2021. Study on Performance Tests and the Application of Construction Waste as Subgrade Backfill. *Materials 2021, Vol. 14, Page 2381* [en línea], vol. 14, no. 9, pp. 2381. [Consulta: 7 marzo 2023]. ISSN 1996-1944. DOI 10.3390/MA14092381. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/9/2381/htm>.
- ZAMIN, B y otros, 2021. EFFECT OF WASTE GLASS POWDER ON THE SWELLING AND STRENGTH CHARACTERISTIC OF DISTRICT KARAK EXPANSIVE CLAY. *Sir Syed University Research Journal of Engineering &*

Technology [en línea], vol. 11, no. 2. [Consulta: 7 marzo 2023]. ISSN 2415-2048. DOI 10.33317/SSURJ.362. Disponible en: <https://sirsyeduniversity.edu.pk/ssurj/rj/index.php/ssurj/article/view/362>.

ZENG, L., XIAO, L., ZHANG, J. y FU, H., 2020. The Role of Nanotechnology in Subgrade and Pavement Engineering: A Review. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 20, no. 8, pp. 4607-4618. ISSN 1533-4880. DOI 10.1166/JNN.2020.18491.

IX. ANEXOS:

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo de Subrasante de la Carretera Maravillas - Vilcapata con Escoria de Hornos Artesanales, Juliaca, 2023

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	ÍNDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
En la actualidad el tramo de carretera Maravillas - Vilcapata presenta una serie de fallas superficiales debido a que el suelo de fundación está compuesto por suelos cohesivos que tienen una deficiente capacidad de soporte. ¿Cuál será la influencia de la Escoria de Hornos Artesanales en la estabilización del Suelo de Fundación de la Carretera Maravillas - Vilcapata?	Mejorar las propiedades del Suelo Cohesivo de la carretera Maravillas - Vilcapata ubicado en la ciudad de Juliaca.	La incorporación de Escoria de Hornos Artesanales para estabilizar el suelo de fundación de la carretera Maravillas - Vilcapata mejoraría las propiedades del suelo de fundación.	Escoria de Hornos Artesanales	Dosificación	10 - 15 - 20 %	Fichas de laboratorio	Enfoque: Cuantitativo
							Tipo de Investigación: Aplicada
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	ÍNDICADORES	INSTRUMENTOS	
Los suelos cohesivos del tipo arcillas componentes de la fundación de la carretera Maravillas - Vilcapata presentan Índices de Plasticidad (IP) elevados ¿En qué medida la Escoria de Hornos Artesanales reduce la plasticidad de los suelos arcillosos de la fundación de la carretera Maravillas- Vilcapata?	Reducir el Índice de Plasticidad del suelo de subrasante de la carretera Maravillas – Vilcapata	La adición de Escorias de Hornos Artesanales al suelo de fundación de la carretera Maravillas Vilcapata, reduciría el Índice de plasticidad existente	Propiedades del suelo de la Subrasante	Propiedades Físicas y Mecánicas de la Subrasante	Límites de Consistencia	Ensayos de Laboratorio	Diseño de Investigación: Experimental; Tipo: Cuasiexperimental
Los suelos arcillosos de la subrasante de la carretera Maravillas - Vilcapata presentan una deficiente capacidad de soporte (CBR) lo cual requiere de una estabilización. ¿Cuánto mejoraría la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera maravillas Vilcapata al adicionar Escoria Hornos Artesanales?	Elevar la capacidad de soporte (CBR) del suelo de subrasante de la Carretera Maravillas – Vilcapata	La incorporación adecuada de Escoria Hornos Artesanales elevaría la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera Maravillas - Vilcapata			CBR	Ensayos de Laboratorio	Población: Carretera Maravillas- Vilcapata
Debido a las condiciones actuales de la subrasante de la carretera Maravillas-Vilcapata los pavimentos construidos hasta la fecha fallan de manera prematura debido a que NO cumplen la condición mínima exigida por la Guía AASHTO de diseño de pavimentos (CBR de subrasante ≤ 6%) ¿Que espesor de subrasante sería necesario estabilizar con Escoria de Hornos Artesanales para fines de cumplir con las exigencias de diseño de la Guía AASHTO?	Determinar el espesor adecuado para cumplir el requerimiento técnico de la Guía AASHTO para el diseño de pavimentos	Mediante un análisis del CBR EQUIVALENTE DE LA SUBRASANTE se calcularía el espesor necesario por estabilizar la subrasante de la carretera Maravillas Vilcapata.			Espesor de Estabilización	Fichas de Cálculo	Muestra: km 5+500 al km 6+000
					Tipo de Muestreo: NO probabilístico		

Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo de Subrasante de la Carretera Maravillas - Vilcapata con Escoria de Hornos Artesanales, Juliaca, 2023.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. ESTABILIZACIÓN CON ESCORIA DE HORNO ARTESANAL	Se define a la estabilización con escoria de hornos a la adición del remanente de la producción de ladrillos artesanales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, la calcinación de la arcilla ofrece potencial mitigador de índice de plasticidad. Por otro lado (Tirado y Bayas 2020) indica que para estabilizar los suelos los parámetros a evaluar son CBR y límites de consistencia.	La variable operacionalizará empleando ensayos de laboratorio para la medición desde el estado base de la subrasante hasta las dosificaciones de 10%, 15% y 20%.	Dosificación	10% Escoria de Horno Artesanal	Razón
				15% Escoria de Horno Artesanal	
				20% Escoria de Horno Artesanal	
V.D. MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Se define al mejoramiento de subrasante a la optimización de las propiedades de la subrasante, recurriendo a parámetros de resistencia mediante la relación de soporte californiana (CBR). Por otro lado podemos entender que agregando materiales a la subbase se pueden mejorar sus propiedades (Ospina, Chaves y Jiménez 2020)	La variable operacionalizará empleando ensayos de laboratorio tomando como parámetro la relación de soporte californiana (CBR) la cual es expresada en porcentaje (%).	Propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado	Límites de Consistencia (Límite líquido, Límite Plástico e Índice de plasticidad)	Razón
				CBR de Subrasante	
			Diseño de espesor de estabilización	Espesor Equivalente	

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS

SOLICITANTES

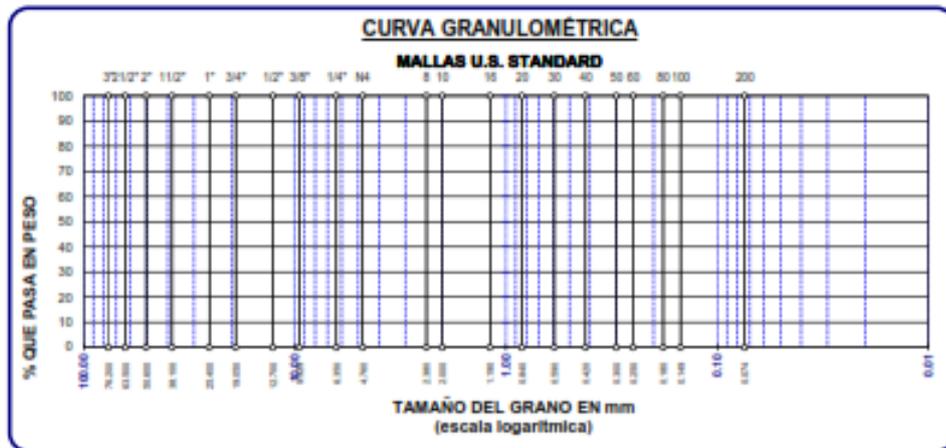
UBICACIÓN

CALICATA

PROFUNDIDAD

FECHA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA P.L.= P.L.= P.P.= % W= LÍMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= L.P.= L.R.= CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= --- CLASIFICACIÓN: I.G. = SUSCS ASSTHO OBSERVACIONES:
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
No4	4.750						
No8	2.360						
No10	2.000						
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.420						
No 50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No 100	0.149						
No200	0.074						
BASE							
TOTAL							
% PROPIA							



OBSERVACIONES:

TESIS
 SOLICITANTES
 MUESTRA
 CALICATA
 PROFUNDIDAD
 UBICACIÓN
 PROGRESIVA
 FECHA
 ADICIÓN

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gf	
SUELO SECO + TARA	gf	
PESO DE LA TARA	gf	
PESO DEL AGUA	gf	
PESO DEL SUELO SECO	gf	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
TARA N°				
SUELO HUMEDO + TARA	gf			
SUELO SECO + TARA	gf			
PESO DE LA TARA	gf			
PESO DEL AGUA	gf			
PESO DEL SUELO SECO	gf			
HUMEDAD %	%			
N° DE GOLPES				
LÍMITE LÍQUIDO %:		LÍMITE PLÁSTICO %:		
ÍNDICE PLÁSTICO %:				

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

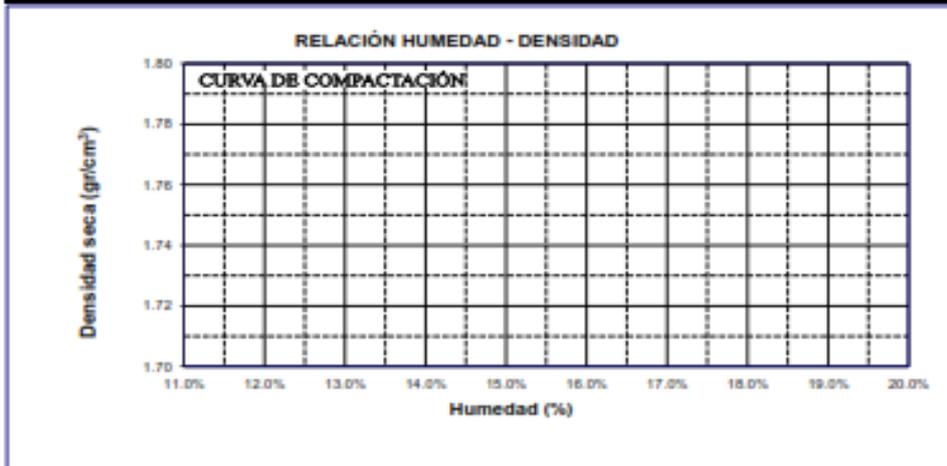
TESIS :
 SOLICITANTES :
 MUESTRA :
 CALICATA :
 PROFUNDIDAD :
 UBICACIÓN :
 PROGRESIVA :
 FECHA :
 ADICIÓN :

MOLDE No	VOLUMEN DEL MOLDE	:	cm ³
No DE CAPAS	GOLPES POR CAPA	:	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr						
Peso del Molde	gr						
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³						
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³						

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr								
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr								
Peso del Agua	gr								
Peso de la Capsula	gr								
Peso del Suelo Seco	gr								
% de Humedad	%								
Promedio de Humedad	%								
Densidad del Suelo Seco	%								

METODO:	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	gr/cm ³
	HUMEDAD OPTIMA	:	%



OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS

SOLICITANTES

MUESTRA

CALICATA

PROFUNDIDAD

UBICACIÓN

PROGRESIVA

FECHA

ADICIÓN

MOLDE No	II		I		I	
No DE CAPAS						
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr					
Peso del Molde	gr					
Peso del Suelo Humedo	gr					
Volumen del Suelo	cm ³					
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³					

Capsula No	No	M	W	R	C	S	F
Suelo Humedo + Capsula	gr						
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr						
Peso del Agua	gr						
Peso de la Capsula	gr						
Peso del Suelo Seco	gr						
% de Humedad	%						
Promedio de Humedad	%						
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³						

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		24:00:00									
		48:00:00									
		72:00:00									
		96:00:00									

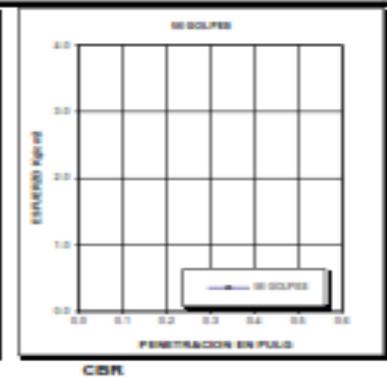
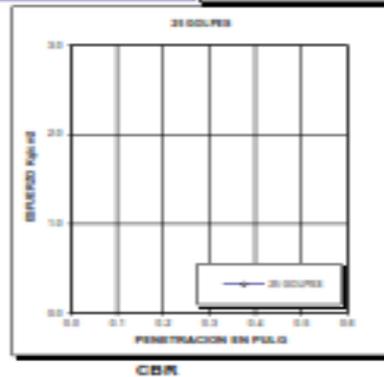
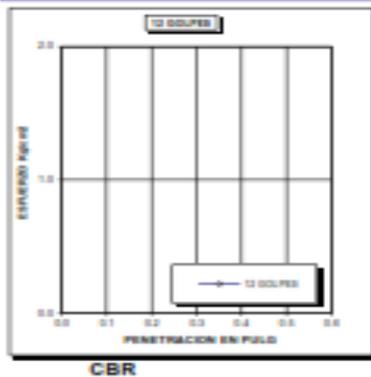
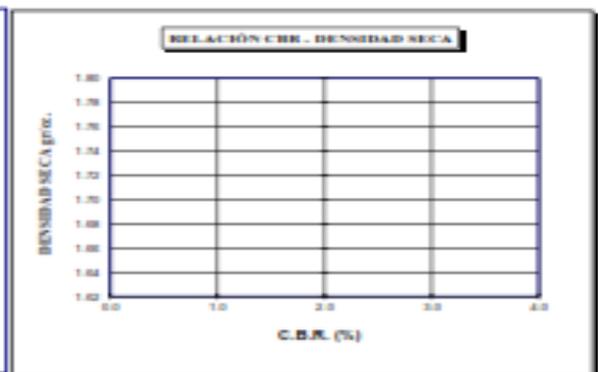
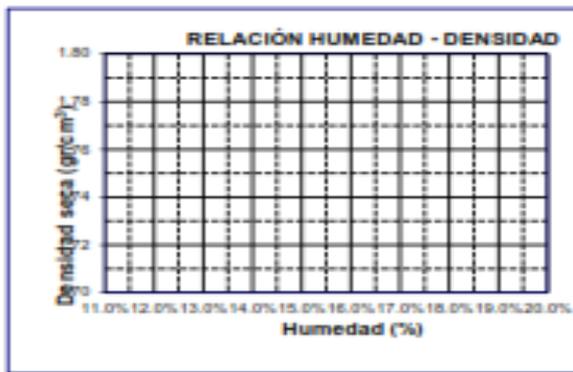
PENETRACIÓN

Penetración Pulg	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No. II				MOLDE No. I				MOLDE No. I					
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.		
0.300	0:00															
0.325	00:30															
0.350	01:00															
0.375	01:30															
0.400	02:00	70.31														
0.425	02:30															
0.450	03:00															
0.475	04:00	105.46														
0.500	05:00															
0.400	05:00															
0.500	10:00															

OBSERVACIONES:

**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
BACHILLERES	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm3.)
UBICACION	HUMEDAD OPTIMA (%)
CALICATA	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"
FECHA	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"
ADICION	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"
	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"
	CLASIFICACION :
	AASHTO :
	EMBERIDO :



OBSERVACIONES:

Anexo 4. Validez



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Escoria de Hornos Artesanales	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
	DIMENSIÓN 1	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
1	Escoria de Hornos Artesanales				
2					
	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
3					
4					
	VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades del suelo de la Subrasante	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
5	Límites de Consistencia				
6					
	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
7	CBR				
8					
	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
9	Espesor de Estabilización				

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Mg/Dr: Pablo Cesar Gamez Enriquez DNI: 44733199

Especialidad del validador: Ingeniero Civil *Mag. En Ing. Civil con Mención en Gerencia en la construcción.*

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Juliaca, 17 de marzo del 2023

Pablo Cesar Gamez Enriquez
INGENIERO CIVIL
CIP N° 194430

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Estabilización con escoria de hornos artesanales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	Escoria de Hornos Artesanales							
2								
	DIMENSIÓN 2.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3								
4								
	VARIABLE DEPENDIENTE: Mejoramiento de Subrasante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Limites de Consistencia							
6								
	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	CBR							
8								
	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Espesor de Estabilización							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir [/]** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg/Dr: **BEXHY SANDRA CONDORI CHURLA** DNI: 40030163

Especialidad del validador: **Ingeniero Civil**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Juliaca, 17 de marzo del 2023



BEXHY SANDRA CONDORI CHURBA
INGENIERO CIVIL
C.P. 94160

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Escoria de Hornos Artesanales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSION 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	Escoria de Hornos Artesanales							
2	DIMENSION 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3								
4								
	VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades del suelo de la Subrasante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSION 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Limites de Consistencia							
6	DIMENSION 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	CBR							
8	DIMENSION 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Espesor de Estabilización							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

 Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Helmer Lujan Minaya DNI: 01206028

Especialidad del validador: Ingeniero Civil

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

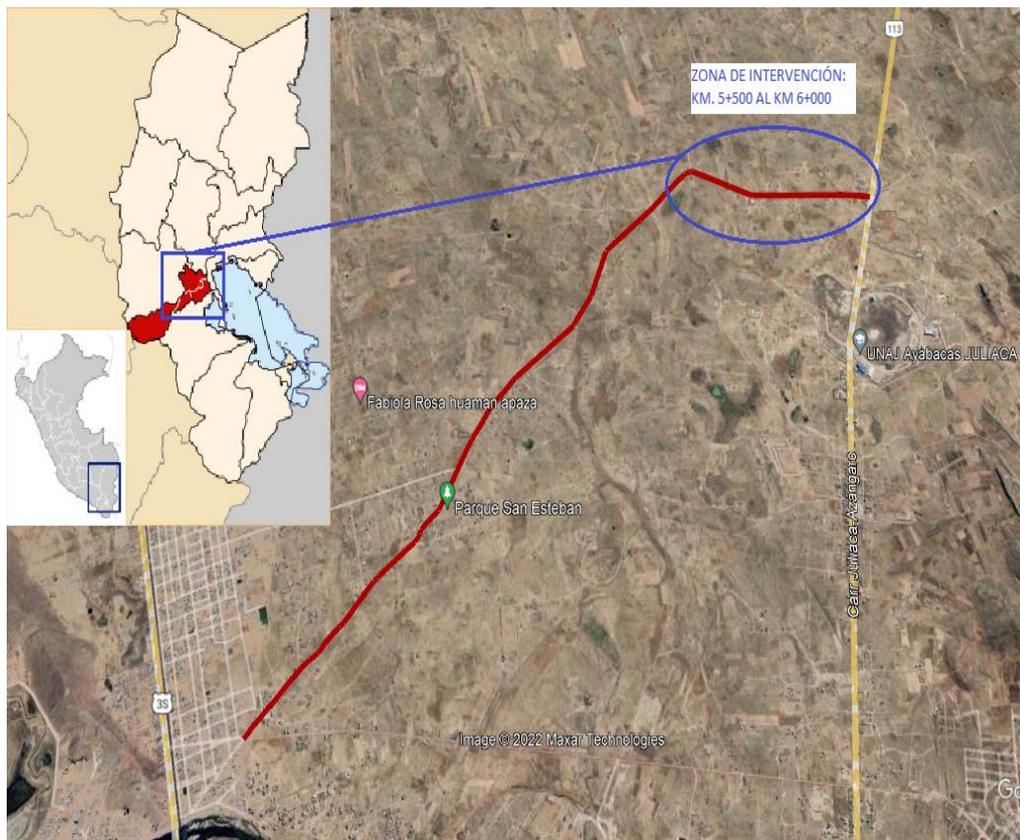
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Juliaca, 17 de marzo del 2023


 Helmer Lujan Minaya
 INGENIERO CIVIL

Firma del Experto Informante.

Anexo 5. Mapas y Planos



Anexo 6. Panel fotográfico

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS:	Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo de Subrasante de la Carretera Maravillas - Vilcapata con Escoria de Hornos Artesanales, Juliaca, 2023
AUTORES:	Bachiller: Gámez Condori, Flavio Oscar Bachiller: Vargas Condori, Guido Elard

	
Foto N° 01	Foto N° 02
Se aprecia extracción de material de la calicatas de tramo	Se aprecia el material extraído secando

	
Foto N° 03	Foto N° 04
Se aprecia realizando el cuarto del material	Se aprecia lavado de la muestra para realizar el ensayo de granulometría



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS:

Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo
de Subrasante de la Carretera Maravillas -
Vilcapata con Escoria de Hornos
Artesanales, Juliaca, 2023

AUTORES:

Bachiller: Gámez Condori, Flavio Oscar
Bachiller: Vargas Condori, Guido Elard



Foto N° 05

Se aprecia la selección de muestra por el
tamiz N° 40



Foto N° 06

Se aprecia el tamizado de la muestra fina



Foto N° 07

Se aprecia incorporando % de agua a la
muestra



Foto N° 08

Se aprecia realizando el ensayo de limite
liquido



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS:

Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo
de Subrasante de la Carretera Maravillas -
Vilcapata con Escoria de Hornos
Artesanales, Juliaca, 2023

AUTORES:

Bachiller: Gámez Condori, Flavio Oscar
Bachiller: Vargás Condori, Guido Elard



Foto N° 09

Se aprecia la extracción de la muestra



Foto N° 10

Se aprecia realizando bastoncitos en el
ensayo limite plástico



Foto N° 11

Se aprecia escoria de hornos artesanales



Foto N° 12

Se aprecia el cuarteo de la escoria de hornos
artesanales



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS:

Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo
de Subrasante de la Carretera Maravillas -
Vilcapata con Escoria de Hornos
Artesanales, Juliaca, 2023

AUTORES:

Bachiller: Gámez Condori, Flavio Oscar
Bachiller: Vargas Condori, Guido Elard



Foto N° 13

Se aprecia el tamizado de escoria de
hornos artesanales



Foto N° 14

Se aprecia el proceso de compactación de la
muestra



Foto N° 15

Se aprecia homogenizando la combinación
de la muestra natural con escoria de hornos
artesanales



Foto N° 16

Se aprecia el pesado de las muestras y los
recipientes para realizar el ensayo de CBR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS:

Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo
de Subrasante de la Carretera Maravillas -
Vilcapata con Escoria de Hornos
Artesanales, Juliaca, 2023

AUTORES:

Bachiller: Gámez Condori, Flavio Oscar
Bachiller: Vargás Condori, Guido Elard



Foto N° 17

Se aprecia las muestras en los moldes con
la combinación



Foto N° 18

Se aprecia realizando la saturación de las
muestras combinadas



Foto N° 19

Se aprecia la lectura de la expansión



Foto N° 20

Se aprecia la anotación de la lectura de
expansión

Anexos 7. Certificados de laboratorio de los ensayos

CERTIFICADOS CON
100% DE SUELO
NATURAL



ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

BACHILLERES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

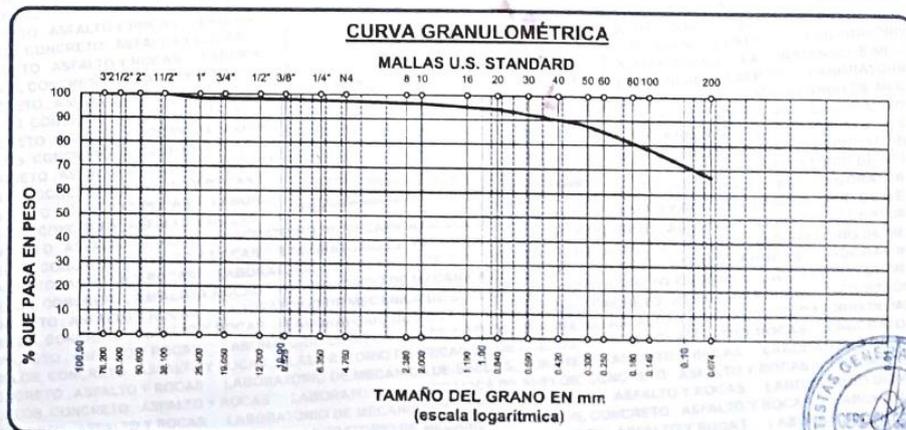
UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA Km 5+500 a Km 6+000.

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

FECHA : 16 de enero del 2023.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500						P.I.= 3582.00
2"	50.600						P.L.= 3238.03
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 343.97
1"	25.400	61.35	1.71	1.71	98.29		%w= 20.05
3/4"	19.050	8.25	0.23	1.94	98.06		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	3.80	0.11	2.05	97.95		LL.= 29.99
3/8"	9.525	3.71	0.10	2.15	97.85		LP.= 13.48
1/4"	6.350						I.P.= 16.52
No4	4.760	20.76	0.58	2.73	97.27		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380						D10= — Cu= —
No10	2.000	4.31	0.86	3.57	96.43	500 gr	D30= — Cc= —
No16	1.190						
No20	0.840	10.86	2.17	5.68	94.32		
No30	0.590						
No40	0.420	20.83	4.17	9.74	90.26		CLASIFICACIÓN:
No50	0.300	13.11	2.62	12.29	87.71		I.G. 9
No60	0.250						SUSCS CL
No80	0.180						ASSTHO A-6 (9)
No100	0.149	47.97	9.59	21.62	78.38		OBSERVACIONES:
No200	0.074	58.95	11.79	33.09	66.91		CL = Arcilla ligera arenosa.
BASE		343.97	68.79	100.00	0.00		
TOTAL		3582.00	100.00				
% PERDIDA		9.60					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Mery Malgras Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA : KM 5+500 ±

PROGRESIVA : 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 0% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gr	1116.83
SUELO SECO + TARA	gr	1000.00
PESO DE LA TARA	gr	417.22
PESO DEL AGUA	gr	116.83
PESO DEL SUELO SECO	gr	582.78
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	20.05

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	D	5	7	4	
SUELO HUMEDO + TARA	gr	39.54	38.95	23.25	22.54
SUELO SECO + TARA	gr	34.44	33.94	22.46	21.72
PESO DE LA TARA	gr	16.62	16.57	16.23	15.24
PESO DEL AGUA	gr	5.10	5.01	0.79	0.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.82	17.37	6.23	6.48
HUMEDAD %	%	28.62	28.84	12.68	12.62
N° DE GOLPES		26	26		
LÍMITE LÍQUIDO %:	28.87	LÍMITE PLÁSTICO %:	12.65		

ÍNDICE PLÁSTICO %: 16.22

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
LL = Límite Líquido
W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CAUCATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 0% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	44	33	13Z	13z
SUELO HUMEDO + TARA	gr	41.48	40.07	
SUELO SECO + TARA	gr	37.64	36.39	16.06
PESO DE LATARA	gr	25.08	24.40	15.37
PESO DEL AGUA	gr	3.84	3.68	10.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.56	11.99	0.69
HUMEDAD %	%	30.57	30.69	5.15
N° DE GOLPES		21	21	13.40
				13.56
LÍMITE LÍQUIDO %:		29.99	LÍMITE PLÁSTICO %:	13.48
ÍNDICE PLÁSTICO %:				16.52

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

Mary Milagros Condori Chura
Mary Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 0% ESCORIA DE HORNO ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		1A	2C	SD4	SX
SUELO HUMEDO + TARA	gr	37.92	38.53	15.57	15.84
SUELO SECO + TARA	gr	34.82	34.99	14.95	15.21
PESO DE LATARA	gr	24.53	23.31	10.20	10.45
PESO DEL AGUA	gr	3.10	3.54	0.62	0.63
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.29	11.68	4.75	4.76
HUMEDAD %	%	30.13	30.31	13.05	13.24
N° DE GOLPES		20	20		
LÍMITE LÍQUIDO %:		29.41	LÍMITE PLÁSTICO %:	13.14	

ÍNDICE PLÁSTICO %: **16.27**

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los tesisistas.



CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
 Mary Milagros Condori Churu
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 111434



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA.

PROGRESIVA : KM 5+500 A KM 6+000.

FECHA : 27 DE ENERO DEL 2023

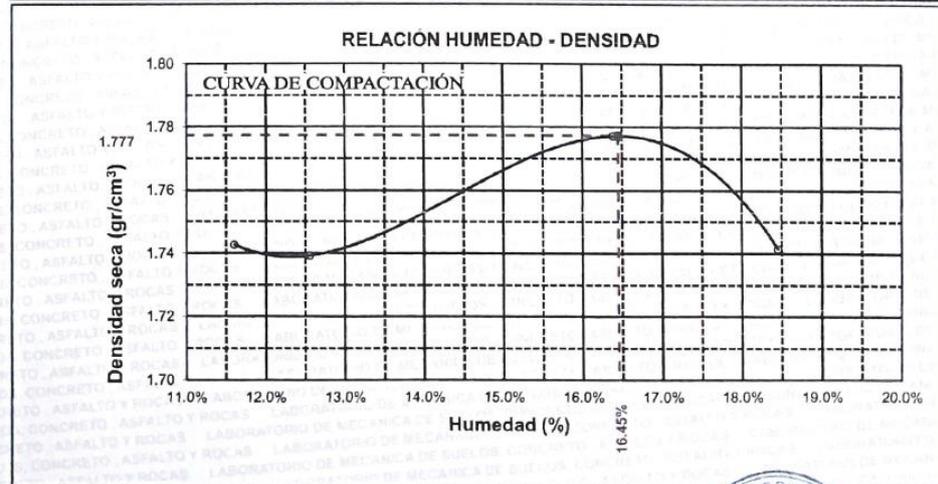
ADICIÓN : 0% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6425	6437	6540	6535
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1811	1823	1926	1921
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.945	1.958	2.068	2.063

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	652.00	652.00	489.38	489.38	679.53	679.53	421.14	421.14
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	593.00	593.00	444.27	444.27	595.72	595.72	369.21	369.21
Peso del Agua	gr.	59.00	59.00	45.11	45.11	83.81	83.81	51.93	51.93
Peso de la Capsula	gr.	84.52	84.52	85.03	85.03	84.17	84.17	87.82	87.82
Peso del Suelo Seco	gr.	508.48	508.48	359.24	359.24	511.55	511.55	281.39	281.39
% de Humedad	%	11.60%	11.60%	12.56%	12.56%	16.38%	16.38%	18.45%	18.45%
Promedio de Humedad	%	11.60%		12.56%		16.38%		18.45%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.743		1.739		1.777		1.742	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.777	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	16.45%	



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.I.P. 11112





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 a KM 6+000

FECHA : 27 DE ENERO DEL 2023

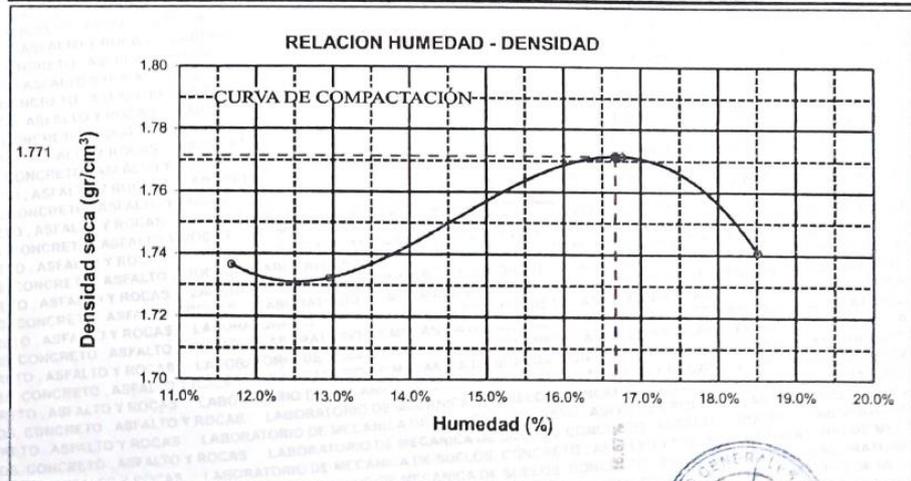
ADICIÓN : 0% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6420	6436	6540	6535
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1806	1822	1926	1921
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.939	1.957	2.068	2.063

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	715.23	715.23	354.31	354.31	784.51	784.51	521.12	521.12
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	649.80	649.80	323.15	323.15	684.12	684.12	452.40	452.40
Peso del Agua	gr.	65.43	65.43	31.16	31.16	100.39	100.39	68.72	68.72
Peso de la Capsula	gr.	89.54	89.54	82.54	82.54	85.16	85.16	81.21	81.21
Peso del Suelo Seco	gr.	560.26	560.26	240.61	240.61	598.96	598.96	371.19	371.19
% de Humedad	%	11.68%	11.68%	12.95%	12.95%	16.76%	16.76%	18.51%	18.51%
Promedio de Humedad	%	11.68%		12.95%		16.76%		18.51%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.737		1.732		1.771		1.741	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.771 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.67%



OBSERVACIONES:

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 111434





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A KM 6+000

FECHA : 27 DE ENERO DEL 2023

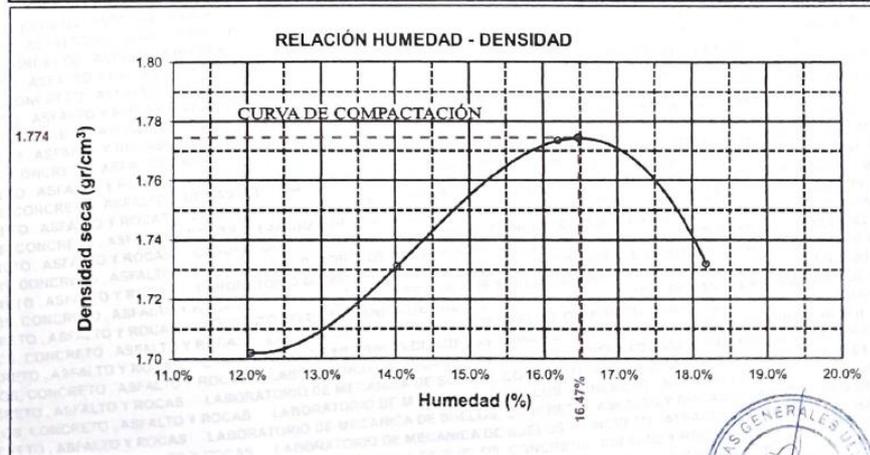
ADICIÓN : 0% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6390	6452	6533	6520
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1776	1838	1919	1906
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.907	1.974	2.061	2.047

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	512.56	512.56	684.15	684.15	587.70	587.70	569.41	569.41
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	466.31	466.31	610.39	610.39	518.52	518.52	496.96	496.96
Peso del Agua	gr.	46.25	46.25	73.76	73.76	69.18	69.18	72.45	72.45
Peso de la Capsula	gr.	82.50	82.50	84.30	84.30	91.50	91.50	98.45	98.45
Peso del Suelo Seco	gr.	383.81	383.81	526.09	526.09	427.02	427.02	398.51	398.51
% de Humedad	%	12.05%	12.05%	14.02%	14.02%	16.20%	16.20%	18.18%	18.18%
Promedio de Humedad	%	12.05%		14.02%		16.20%		18.18%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.702		1.731		1.773		1.732	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.774 gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	16.47%



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

M. Milagro Condori Chura
M. Milagro Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALIZADA EN PROTECCION
CIP: 111921





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VII CAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 Metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VII CAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 a KM 6+000

FECHA : 27 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 0% DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
	No DE CAPAS	5	5	25	56	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12					
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11665	11598	12014	11952	12002	11935
		Peso del Molde	7464	7464	7676	7676	7544
Peso del Suelo Humedo	gr.	4201	4134	4338	4276	4458	4391
Volumen del Suelo	cm3.	2116.88	2116.88	2113.99	2113.99	2121.38	2121.38
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.985	1.953	2.052	2.023	2.101	2.070

Capsula No	No	M		U		B		C		S		F	
		gr.	1061.17	1061.17	524.02	832.78	832.78	305.96	788.40	788.40	374.98		
Suelo Humedo + Capsula	gr.	968.49	968.49	472.00	764.59	764.59	284.14	732.07	732.07	342.95			
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	92.68	92.68	52.02	68.19	68.19	21.82	56.39	56.39	32.03			
Peso del Agua	gr.	499.94	499.94	155.61	414.89	414.89	151.52	437.32	437.32	148.44			
Peso del Suelo Seco	gr.	468.55	468.55	316.39	349.70	349.70	132.62	294.75	294.75	194.51			
% de Humedad	%	19.78%	19.78%	16.44%	19.50%	19.50%	16.45%	19.13%	19.13%	16.47%			
Promedio de Humedad	%	19.78%	16.44%	19.50%	16.45%	19.13%	16.47%						
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.657	1.677	1.717	1.737	1.764	1.777						

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		
			mm	%	mm	%	mm	%			
23/01/2023	11:55 a.m.		7.61	0.00	0	12.28	0.00	0	9.12	0.00	0
24/01/2023	11:55 a.m.	24:00:00	12.76	5.15	4.45	19.01	6.73	5.60	14.16	5.04	4.34
25/01/2023	11:55 a.m.	48:00:00	12.84	5.23	4.52	19.22	6.94	5.98	16.05	6.93	5.96
26/01/2023	11:55 a.m.	72:00:00	12.87	5.26	4.54	19.29	7.01	6.04	16.94	7.82	6.73
27/01/2023	11:55 a.m.	96:00:00	12.91	5.30	4.58	19.37	7.09	6.11	18.23	9.11	7.84

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		4.3	4.3	0.22	10.3	10.3	0.53	10.7	10.7	0.55			
0.050	01:00		8.5	8.5	0.44	16.4	16.4	0.85	18.7	18.7	0.97			
0.075	01:30		11.1	11.1	0.57	21.2	21.2	1.10	26.7	26.7	1.38			
0.100	02:00	70.31	14.1	14.1	0.73	25.2	25.2	1.30	31.9	31.9	1.65			
0.125	02:30		16.8	16.8	0.87	28.5	28.5	1.47	37.2	37.2	1.93			
0.150	03:00		19.2	19.2	0.99	32.3	32.3	1.67	41.7	41.7	2.18			
0.200	04:00	105.46	24.0	24.0	1.24	40.0	40.0	2.07	50.7	50.7	2.62			
0.300	06:00		29.0	29.0	1.50	47.1	47.1	2.44	59.8	59.8	3.09			
0.400	08:00		34.0	34.0	1.76	54.2	54.2	2.81	68.8	68.8	3.56			
0.500	10:00													

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS

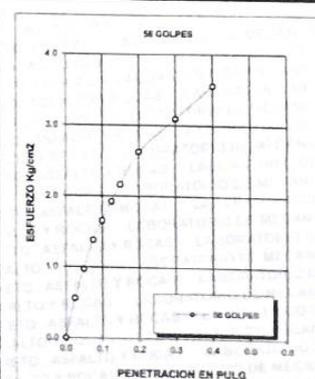
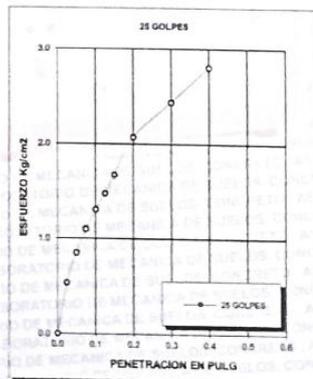
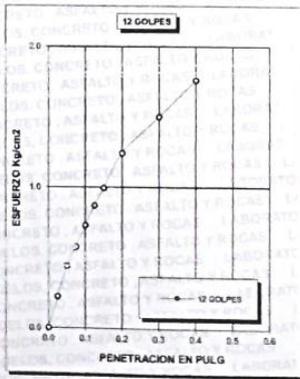
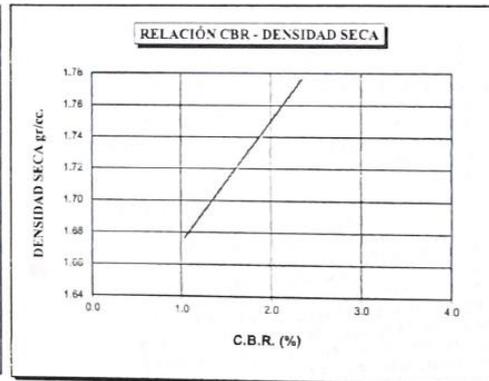
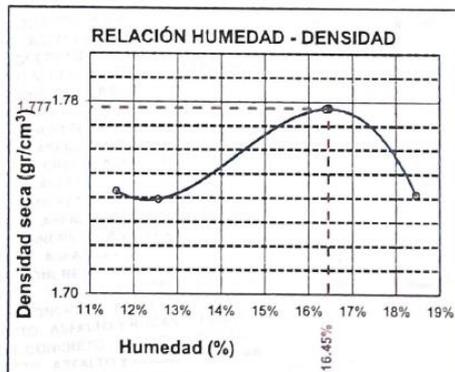
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.A.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA DE SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³) : 1.777
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%) : 16.45%
CALICATA	: C-1	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1" : 2.35%
FECHA	: 27 DE ENERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1" : 1.45%
ADICIÓN	: 0% DE ESCORIA DE HORNO ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2" : 2.49%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2" : 1.58%
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-6 (9)
		EMBEBIDO : 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 3114





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

BACHILLERES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA Km 5+500 a Km6+000.

PROGRESIVA : KM 5+500 a KM 6+000

FECHA : 27 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 0% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	11737	11641	11982	11917	11890	11855
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7546	7546	7674	7674	7464	7464
Peso del Molde	gr.	4191	4095	4308	4243	4426	4391
Peso del Suelo Humedo	gr.	2117.74	2117.74	2120.41	2120.41	2125.13	2125.13
Volumen del Suelo	cm3	1.979	1.934	2.032	2.001	2.083	2.056
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3						

Capsula No	No	M			U			B			C			S			F				
		M	U	B	C	S	F	M	U	B	C	S	F	M	U	B	C	S	F		
Suelo Humedo + Capsula	gr.	578.45	578.45	324.15	451.20	451.20	268.21	456.45	456.45	426.81	399.51	399.51	244.06	399.51	399.51	379.59	399.51	399.51	379.59	399.51	399.51
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	499.14	499.14	292.34	393.11	393.11	244.06	399.51	399.51	379.59	399.51	399.51	244.06	399.51	399.51	379.59	399.51	399.51	379.59	399.51	399.51
Peso del Agua	gr.	79.31	79.31	31.81	58.09	58.09	24.15	56.94	56.94	47.22	56.94	56.94	24.15	56.94	56.94	47.22	56.94	56.94	47.22	56.94	56.94
Peso de la Capsula	gr.	98.81	98.81	98.80	94.12	94.12	95.56	98.74	98.74	98.32	98.74	98.74	95.56	98.74	98.74	98.32	98.74	98.74	98.32	98.74	98.74
Peso del Suelo Seco	gr.	399.33	399.33	193.54	298.99	298.99	148.50	300.77	300.77	283.27	300.77	300.77	148.50	300.77	300.77	283.27	300.77	300.77	283.27	300.77	300.77
% de Humedad	%	19.86%	19.86%	16.41%	19.43%	19.43%	16.26%	18.93%	18.93%	16.67%	18.93%	18.93%	16.26%	18.93%	18.93%	16.67%	18.93%	18.93%	16.67%	18.93%	18.93%
Promedio de Humedad	%	19.86%			16.41%			19.43%			16.26%			18.93%			16.67%				
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.651			1.661			1.701			1.721			1.751			1.771				

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/01/2023	11:55: a.m.		12.15	0.00	0	15.40	0.00	0	7.14	0.00	0
24/01/2023	11:55: a.m.	24:00:00	17.30	5.15	4.44	22.13	6.73	5.79	12.18	5.04	4.34
25/01/2023	11:55: a.m.	48:00:00	17.38	5.23	4.51	22.34	6.94	5.97	14.07	6.93	5.97
26/01/2023	11:55: a.m.	72:00:00	17.41	5.26	4.53	22.41	7.01	6.03	14.96	7.82	6.74
27/01/2023	11:55: a.m.	96:00:00	17.45	5.30	4.57	22.49	7.09	6.10	16.25	9.11	7.85

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.025	00:30		5.6	5.6	0.29		11.8	11.8	0.61		13.1	13.1	0.68	
0.050	01:00		9.8	9.8	0.51		17.9	17.9	0.93		21.1	21.1	1.09	
0.075	01:30		12.4	12.4	0.64		22.7	22.7	1.17		29.1	29.1	1.51	
0.100	02:00	70.31	15.4	15.4	0.80		26.7	26.7	1.38		34.3	34.3	1.78	
0.125	02:30		18.1	18.1	0.94		30.0	30.0	1.55		39.6	39.6	2.05	
0.150	03:00		20.5	20.5	1.06		33.8	33.8	1.75		44.1	44.1	2.28	
0.200	04:00	105.46	25.3	25.3	1.31		41.5	41.5	2.15		53.1	53.1	2.75	
0.300	06:00		30.3	30.3	1.57		48.6	48.6	2.52		62.2	62.2	3.22	
0.400	08:00		35.3	35.3	1.83		55.7	55.7	2.88		71.2	71.2	3.68	
0.500	10:00													

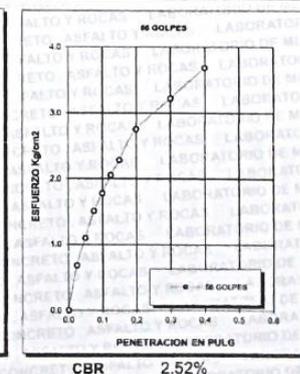
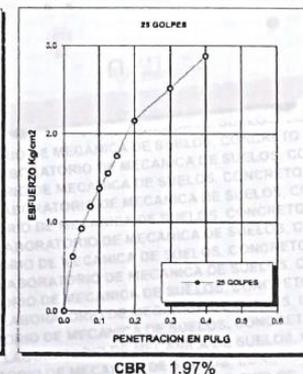
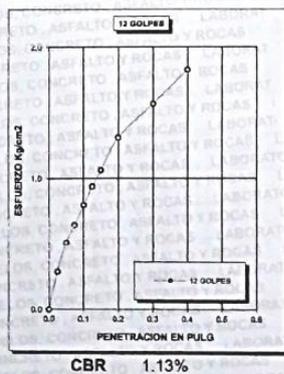
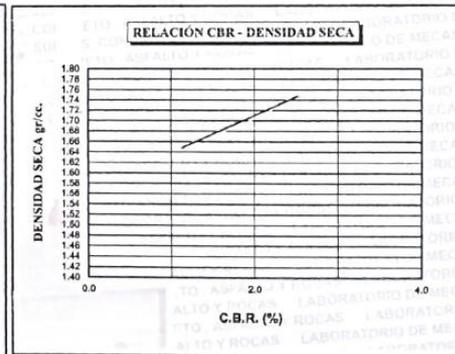
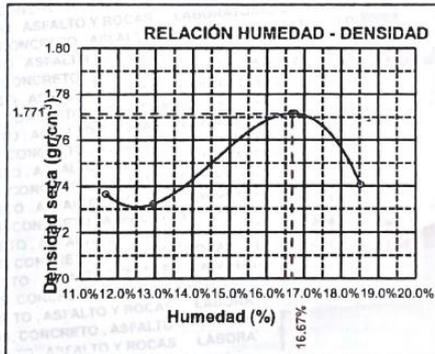
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
Mary Milagros Condori Chura
Mary Milagros Condori Chura
INGENIERA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
		MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³)	1.771
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	HUMEDAD OPTIMA (%)	16.67%
		CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	2.52%
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	1.62%
		CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	2.61%
CALICATA	: C-2	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	1.71%
FECHA	: 27 DE ENERO DEL 2023	CLASIFICACIÓN	: CL
		AASHTO	: A-6 (9)
ADICIÓN	: 0% DE ESCORIA DE HORNO ARTESANALES	EMBEBIDO	: 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 1114





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA COM ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA. 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 27 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 0% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12276	12179	12616	12545	12741	12681
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8066	8066	8278	8278	8292	8292
Peso del Molde	gr.	4210	4113	4338	4267	4449	4389
Peso del Suelo Humedo	cm3	2128.78	2128.78	2126.96	2126.96	2124.16	2124.16
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.978	1.932	2.040	2.006	2.094	2.066

Capsula No	No	M	U	B	C	S	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	498.15	498.15	365.85	364.23	384.23	295.15
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	429.58	429.68	326.38	320.60	320.60	266.20
Peso del Agua	gr.	68.47	68.47	39.49	43.63	43.63	28.95
Peso de la Capsula	gr.	85.12	85.12	81.50	87.40	87.40	89.60
Peso del Suelo Seco	gr.	344.56	344.56	241.88	233.20	233.20	176.60
% de Humedad	%	19.87%	19.87%	16.33%	18.71%	18.71%	16.39%
Promedio de Humedad	%	19.87%	18.33%	18.71%	16.39%	18.74%	16.47%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.650	1.661	1.718	1.724	1.764	1.774

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/01/2023	11:55: a.m.		11.10	0.00	0	15.23	0.00	0	7.15	0.00	0
24/01/2023	11:55: a.m.	24:00:00	16.25	5.15	4.43	21.96	6.73	5.79	12.19	5.04	4.34
25/01/2023	11:55: a.m.	48:00:00	16.33	5.23	4.50	22.17	6.94	5.97	14.08	6.93	5.96
26/01/2023	11:55: a.m.	72:00:00	16.38	5.26	4.52	22.24	7.01	6.03	14.97	7.82	6.73
27/01/2023	11:55: a.m.	96:00:00	16.40	5.30	4.56	22.32	7.09	6.10	16.28	9.11	7.84

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.		
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
0.025	00:30		5.9	5.9	0.31		12.0	12.0	0.62	14.2	14.2	0.73				
0.050	01:00		10.1	10.1	0.52		18.1	18.1	0.94	22.2	22.2	1.15				
0.075	01:30		12.7	12.7	0.66		22.9	22.9	1.19	30.2	30.2	1.56				
0.100	02:00	70.31	15.7	15.7	0.81		26.9	26.9	1.39	35.4	35.4	1.83				
0.125	02:30		18.4	18.4	0.95		30.2	30.2	1.56	40.7	40.7	2.11				
0.150	03:00		20.8	20.8	1.08		34.0	34.0	1.76	45.2	45.2	2.34				
0.200	04:00	105.46	25.6	25.6	1.32		41.7	41.7	2.16	54.2	54.2	2.81				
0.300	06:00		30.6	30.6	1.58		48.8	48.8	2.53	63.3	63.3	3.28				
0.400	08:00		35.6	35.6	1.84		55.9	55.9	2.89	72.3	72.3	3.74				
0.500	10:00															

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISISTAS.

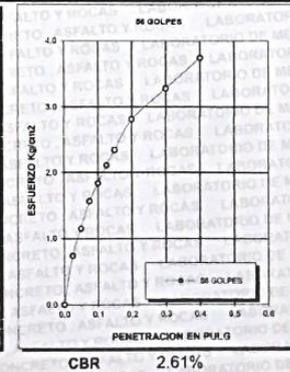
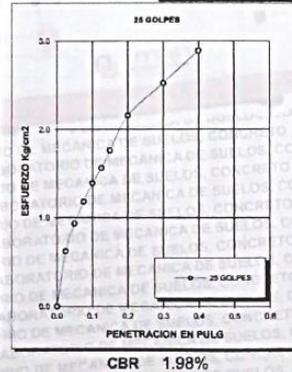
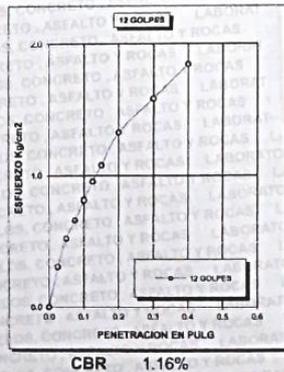
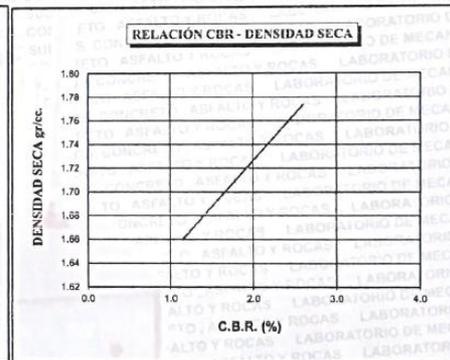
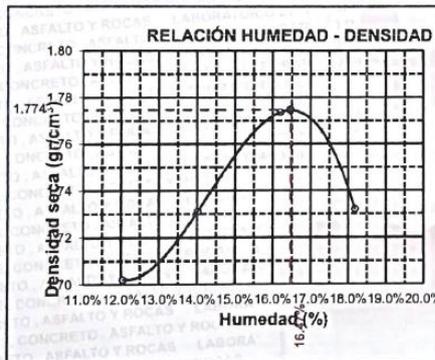
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
[Firma]
Merly Milagros Condori Chirra
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 1111





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm3.)	1.774
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%)	16.47%
CALICATA	: C-3	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	2.61%
FECHA	: 27 DE ENERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	1.60%
ADICIÓN	: 0% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	2.66%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	1.68%
		CLASIFICACIÓN	: CL
		AASHTO	: A-6 (9)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 1114



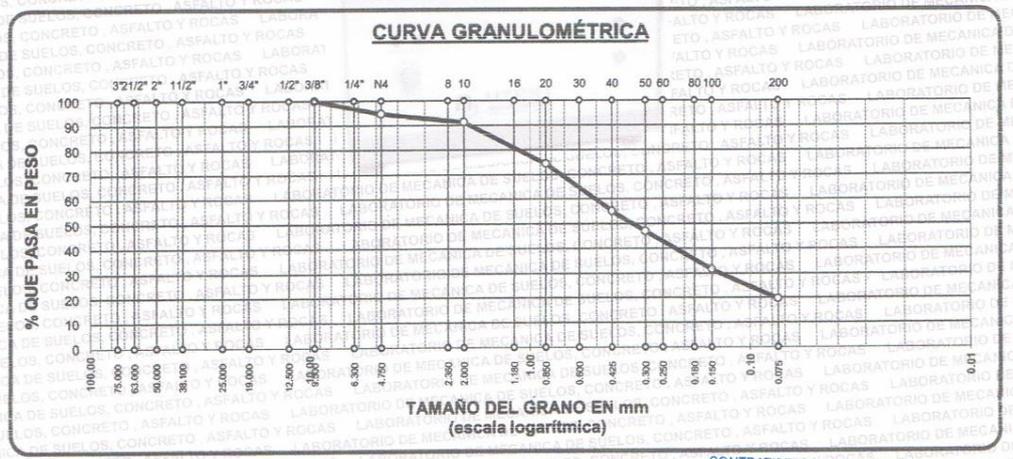
CERTIFICADOS CON
100% DE ESCORIA DE
HORNOS
ARTESANALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2218 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".
BACHILLERES : GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARDE
MUESTRA : ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES
FECHA : 09 DE DICIEMBRE DEL 2022



TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 196.52
2 1/2"	63.000						P.L.= 157.93
2"	50.000						P.P.= 38.59
1 1/2"	38.100						% W =
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.=
1/2"	12.500						L.P.=
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.=
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	10.47	5.33	5.33	94.67		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= 0.140 Cc= —
No10	2.000	6.65	3.38	8.71	91.29		D60= 0.54
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	33.29	16.94	25.65	74.35		I.G. =
No30	0.600						SUCS
No40	0.425	38.13	19.40	45.05	54.95		ASSTHO
No50	0.300	15.61	7.94	53.00	47.00		OBSERVACIONES:
No60	0.250						La muestra fue cuarteada y tamizada en seco.
No80	0.180						
No100	0.150	30.26	15.40	68.40	31.60		
No200	0.075	23.52	11.97	80.36	19.64		
BASE TOTAL		38.59	19.64	100.00	0.00		
% PERDIDA		19.64					



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
 M. [Firma]

CERTIFICADOS CON
90% DEL SUELO
NATURAL + 10% DE
ESCORIA DE HORNOS
ARTESANALES



TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	G	T	14L	15L
SUELO HUMEDO + TARA	gr	38.35	15.60	16.12
SUELO SECO + TARA	gr	35.08	14.65	15.20
PESO DE LATARA	gr	25.52	10.17	10.99
PESO DEL AGUA	gr	3.27	0.95	0.92
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.56	4.48	4.21
HUMEDAD %	%	34.21	21.21	21.85
N° DE GOLPES		28		

LÍMITE LÍQUIDO %: 34.11 **LÍMITE PLÁSTICO %:** 21.53

ÍNDICE PLÁSTICO %: 12.59

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
LL = Límite Líquido
W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Jr. Cahuide n° 583 - barrio Manco Capac - Juliaca
998 906037 - 977 883488 - 990 119075



TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 10B

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-431B AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA N°		4	8	25	21
SUELO HUMEDO + TARA	gr	39.85	40.90	15.32	14.95
SUELO SECO + TARA	gr	36.17	36.45	14.36	14.20
PESO DE LATARA	gr	25.49	23.56	10.10	10.85
PESO DEL AGUA	gr	3.68	4.45	0.96	0.75
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.68	12.89	4.26	3.35
HUMEDAD %	%	34.46	34.52	22.54	22.39
N° DE GOLPES		29	29		
LÍMITE LÍQUIDO %:		35.11		LÍMITE PLÁSTICO %:	
				22.46	
ÍNDICE PLÁSTICO %:		12.65			

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTOS Y ROCAS
[Firma]
Merly Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 11434





TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	TARA N°	5	45	6	8
SUELO HUMEDO + TARA	gr	42.10	38.29	16.90	17.54
SUELO SECO + TARA	gr	37.82	34.79	15.76	16.33
PESO DE LATARA	gr	25.02	24.34	10.19	10.45
PESO DEL AGUA	gr	4.28	3.50	1.14	1.21
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.80	10.45	5.57	5.88
HUMEDAD %	%	33.44	33.49	20.47	20.58
N° DE GOLPES		23	23		
LÍMITE LÍQUIDO %:		33.13	LÍMITE PLÁSTICO %:	20.52	

ÍNDICE PLÁSTICO %: **12.61**

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS-VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A KM 6+000

FECHA : 02 DE FEBRERO DEL 2023

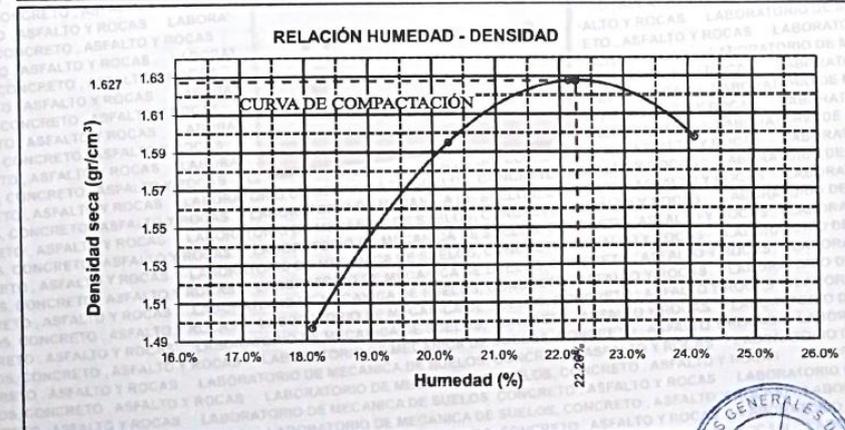
ADICIÓN : 10% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No de CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6260	6400	6465	6460
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1646	1786	1851	1846
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.766	1.916	1.988	1.982

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	645.12	645.12	528.15	528.15	615.24	615.24	441.23	441.23
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	559.37	559.37	453.53	453.53	437.28	437.28	372.74	372.74
Peso del Agua	gr.	85.75	85.75	74.62	74.62	77.96	77.96	68.49	68.49
Peso de la Capsula	gr.	85.36	85.36	85.03	85.03	85.16	85.16	88.45	88.45
Peso del Suelo Seco	gr.	474.01	474.01	368.50	368.50	352.12	352.12	284.29	284.29
% de Humedad	%	18.09%	18.09%	20.25%	20.25%	22.14%	22.14%	24.09%	24.09%
Promedio de Humedad	%	18.09%		20.25%		22.14%		24.09%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.497		1.595		1.627		1.597	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.627	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	22.26%	



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
Merly Milagros Condori Chura
N.º CIVIL EN REGISTRO EN EL C.º N.º 119075





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA
MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-2

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : MARAVILLAS- VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A KM 6+000

FECHA : 02 DE FEBRERO DEL 2023

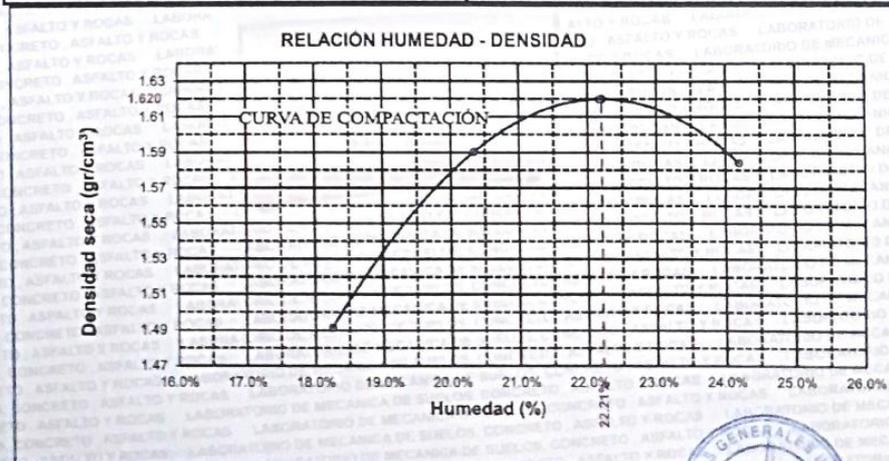
ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6256	6396	6457	6446
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1642	1782	1843	1832
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.763	1.914	1.979	1.967

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	624.13	624.13	519.21	519.21	498.56	498.56	596.54	596.54
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	540.96	540.96	446.02	446.02	423.41	423.41	497.79	497.79
Peso del Agua	gr.	83.17	83.17	73.19	73.19	75.15	75.15	98.75	98.75
Peso de la Capsula	gr.	85.23	85.23	86.20	86.20	84.50	84.50	89.54	89.54
Peso del Suelo Seco	gr.	455.73	455.73	359.82	359.82	338.91	338.91	408.25	408.25
% de Humedad	%	18.25%	18.25%	20.34%	20.34%	22.17%	22.17%	24.19%	24.19%
Promedio de Humedad	%	18.25%		20.34%		22.17%		24.19%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.491		1.590		1.620		1.584	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.620	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	22.21%	



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR LOS TÉCNICOS

Mery Milagros Condori Chura
NO OVAL ESPECIALISTA EN GEOTECA
CIP 111434





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : km 5+500 a km 6+000

FECHA : 02 DE FEBRERO DEL 2023

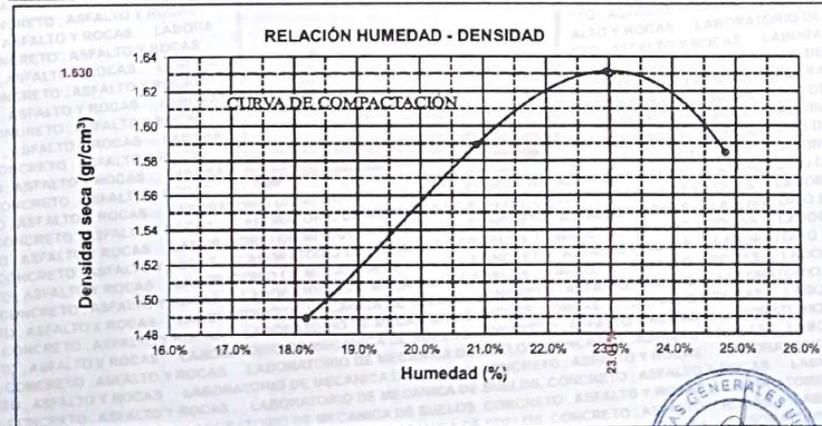
ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6253	6403	6482	6456
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1639	1789	1868	1842
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.760	1.921	2.006	1.978

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	623.15	623.15	546.23	546.23	487.56	487.56	541.23	541.23
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	549.45	540.45	466.60	466.60	412.53	412.53	451.43	451.43
Peso del Agua	gr.	82.70	82.70	79.63	79.63	75.03	75.03	89.80	89.80
Peso de la Capsula	gr.	85.30	85.30	85.41	85.41	85.62	85.62	89.79	89.79
Peso del Suelo Seco	gr.	455.15	455.15	381.19	381.19	326.91	326.91	361.64	361.64
% de Humedad	%	18.17%	18.17%	20.89%	20.89%	22.95%	22.95%	24.83%	24.83%
Promedio de Humedad	%	18.17%		20.89%		22.95%		24.83%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.489		1.589		1.632		1.585	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.630 gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	23.01%



OBSERVACIONES:
LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chirra
INGENIERA ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
C.I.P. 11143





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

BACHILLERES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 a KM 6+000

FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2023

ADICIÓN : 10% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	12		25		56	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	III		II		I	
		5	5	5	5	5	5
Peso del Molde	gr.	7306	7306	8082	8082	7432	7432
Peso del Suelo Humedo	gr.	4125	4049	4193	4105	4316	4218
Volumen del Suelo	cm ³ .	2115.80	2115.80	2126.09	2126.09	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.950	1.914	1.972	1.931	2.036	1.989

Capsula No	No	M			U			B			C			S			F			
		M	U	B	C	S	F	M	U	B	C	S	F	M	U	B	C	S	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	732.81	732.81	1233.16	991.01	991.01	1153.54	704.03	704.03	900.14										
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	611.75	611.75	1124.59	884.64	884.64	1060.92	643.70	643.70	812.26										
Peso del Agua	gr.	121.06	121.06	108.57	106.37	106.37	92.62	60.33	60.33	87.88										
Peso de la Capsula	gr.	150.91	150.91	635.80	479.43	479.43	643.69	414.68	414.68	417.47										
Peso del Suelo Seco	gr.	460.84	460.84	488.79	405.21	405.21	417.23	229.02	229.02	394.79										
% de Humedad	%	26.27%	26.27%	22.21%	26.25%	26.25%	22.20%	26.34%	26.34%	22.26%										
Promedio de Humedad	%	26.27%			22.21%			26.25%			22.20%			26.34%			22.26%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³ .	1.544			1.586			1.562			1.580			1.612			1.627			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/02/2023	11:55: a.m.		9.46	0.00	0	11.25	0.00	0	8.04	0.00	0
03/02/2023	11:55: a.m.	24:00:00	13.82	4.36	3.75	16.81	5.56	4.79	17.69	9.65	8.29
04/02/2023	11:55: a.m.	48:00:00	13.82	4.36	3.75	16.90	5.85	4.87	18.77	10.73	9.22
05/02/2023	11:55: a.m.	72:00:00	13.87	4.41	3.80	16.99	5.74	4.95	19.09	11.05	9.49
06/02/2023	11:55: a.m.	96:00:00	13.90	4.44	3.82	17.02	5.77	4.97	18.18	11.15	9.58

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		5.4	5.4	0.28	9.3	9.3	0.48	10.2	10.2	0.53				
0.050	01:00		12.2	12.2	0.63	17.8	17.8	0.92	22.5	22.5	1.16				
0.075	01:30		21.2	21.2	1.10	30.0	30.0	1.55	45.1	45.1	2.33				
0.100	02:00	70.31	33.5	33.5	1.73	43.2	43.2	2.24	70.9	70.9	3.67				
0.125	02:30		43.9	43.9	2.27	54.6	54.6	2.83	85.5	85.5	4.42				
0.150	03:00		55.1	55.1	2.85	67.5	67.5	3.49	98.5	98.5	5.10				
0.200	04:00	105.46	68.5	68.5	3.55	81.7	81.7	4.23	120.5	120.5	6.24				
0.300	06:00		83.2	83.2	4.31	105.2	105.2	5.44	135.6	135.6	7.02				
0.400	08:00		88.2	88.2	4.56	120.6	120.6	6.24	145.0	145.0	7.50				
0.500	10:00		91.0	91.0	4.71	132.5	132.5	6.86	150.0	150.0	7.76				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

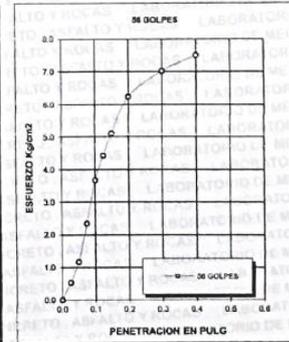
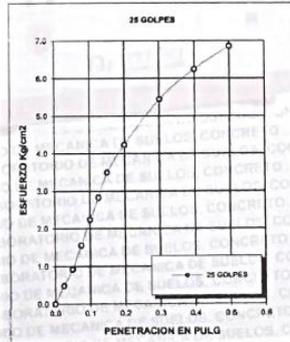
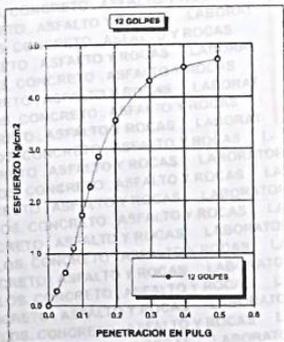
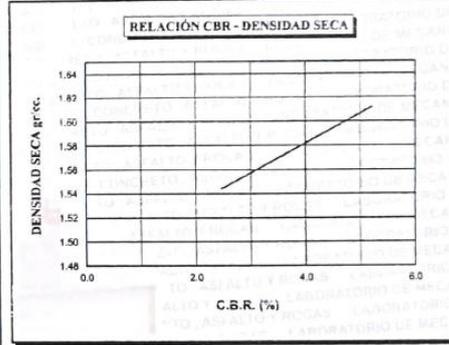
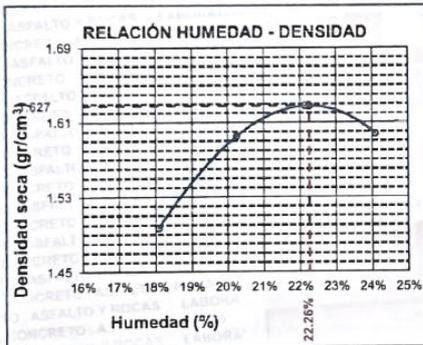
Mary Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
BACHILLERES	: GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm3.)	1.627
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%)	22.26%
CALICATA	: C-1	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	5.22%
FECHA	: 06 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	2.54%
ADICIÓN	: 10% DE ESCORIA DE HORNO ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	5.91%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	3.42%
		CLASIFICACIÓN	CL
		AASHTO	A-6 (9)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



CBR 2.47%

CBR 3.18%

CBR 5.22%

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERAL ULIBEX E I R L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 1114





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".
SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.
MUESTRA : M-2 (ALTERADA)
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 1,50 metros
UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA
PROGRESIVA : KM 5.500 A 6+000
FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2023
ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

		III	II	I
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11579	11504	11857
Peso del Molde	gr.	7464	7464	7676
Peso del Suelo Humedo	gr.	4115	4040	4181
Volumen del Suelo	cm3	2118.59	2118.59	2130.71
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.942	1.907	1.962

Capsula No	No	M	U	B	C	S	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	751.15	751.15	654.12	689.54	689.54	745.38
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	614.28	614.28	551.80	565.75	565.75	627.34
Peso del Agua	gr.	136.87	136.87	102.32	123.79	123.79	118.02
Peso de la Capsula	gr.	95.23	95.23	93.15	93.26	93.26	94.51
Peso del Suelo Seco	gr.	519.05	519.05	458.65	472.49	472.49	532.83
% de Humedad	%	26.37%	26.37%	22.31%	26.20%	26.20%	22.15%
Promedio de Humedad	%	26.37%	22.31%	26.20%	22.15%	26.29%	22.21%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.537	1.559	1.555	1.573	1.605	1.620

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/02/2023	11:55 a.m.		7.45	0.00	0	12.45	0.00	0	9.15	0.00	0
03/02/2023	11:55 a.m.	24:00:00	11.81	4.36	3.75	18.01	5.56	4.79	18.80	9.55	8.30
04/02/2023	11:55 a.m.	48:00:00	11.81	4.36	3.75	18.10	5.65	4.87	19.88	10.73	9.23
05/02/2023	11:55 a.m.	72:00:00	11.86	4.41	3.80	18.19	5.74	4.94	20.20	11.05	9.50
06/02/2023	11:55 a.m.	96:00:00	11.89	4.44	3.82	18.22	5.77	4.97	20.30	11.15	9.59

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		6.1	6.1	0.32	10.0	10.0	0.51	11.5	11.5	0.60			
0.050	01:00		12.9	12.9	0.67	18.5	18.5	0.95	23.8	23.8	1.23			
0.075	01:30		21.9	21.9	1.13	30.7	30.7	1.59	46.4	46.4	2.40			
0.100	02:00	70.31	34.2	34.2	1.77	43.9	43.9	2.27	72.2	72.2	3.74			
0.125	02:30		44.6	44.6	2.31	55.3	55.3	2.86	86.8	86.8	4.49			
0.150	03:00		55.8	55.8	2.89	68.2	68.2	3.53	99.8	99.8	5.17			
0.200	04:00	105.46	69.2	69.2	3.58	82.4	82.4	4.26	121.8	121.8	6.30			
0.300	06:00		83.9	83.9	4.34	105.9	105.9	5.48	136.9	136.9	7.09			
0.400	08:00		88.9	88.9	4.60	121.3	121.3	6.28	146.3	146.3	7.57			
0.500	10:00		91.7	91.7	4.75	133.2	133.2	6.89	151.3	151.3	7.83			

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISISTAS.

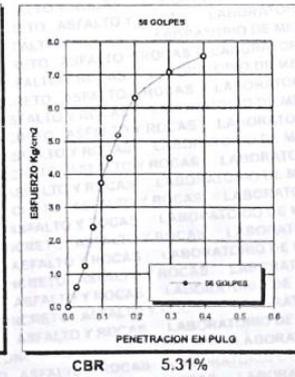
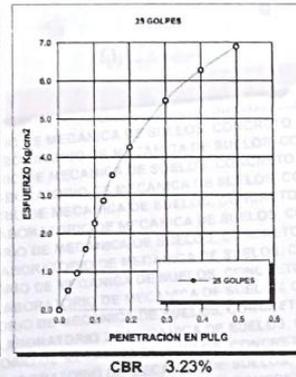
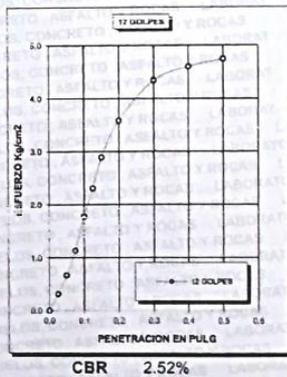
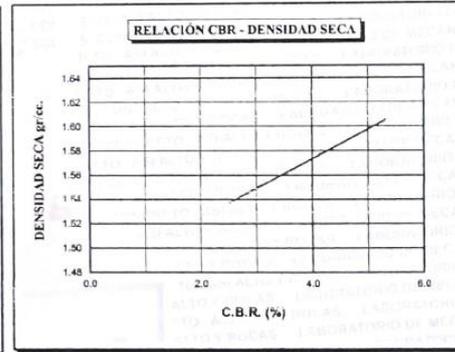
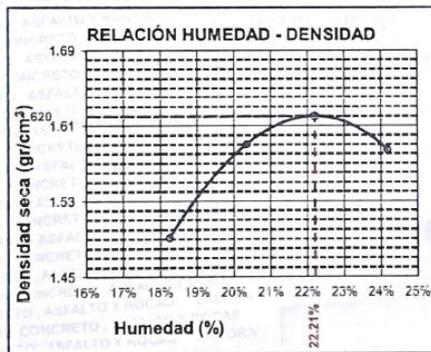
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS	:"MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
		MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm ³ .)	1.620
BACHILLERES	: GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	HUMEDAD OPTIMA (%)	22.21%
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	5.31%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	2.58%
CALICATA	: C-2	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	5.98%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	3.45%
FECHA	: 06 DE FEBRERO DEL 2023	CLASIFICACIÓN	: CL
ADICIÓN	: 10% ESCORIA DE HORNO ARTESANALES	AASHTO	: A-6 (9)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 METROS

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : Km 5+500 a Km6+000.

FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2023

ADICIÓN : 10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
	5	5	5	5	5	5
No DE CAPAS	12		25		56	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11719	11644	11876	11788	11609	11708
		gr.	7546	7546	7674	7674	7464
Peso del Molde <td>gr.</td> <td>4173</td> <td>4098</td> <td>4202</td> <td>4114</td> <td>4345</td> <td>4244</td>	gr.	4173	4098	4202	4114	4345	4244
Peso del Suelo Humedo <td>gr.</td> <td>7546</td> <td>7546</td> <td>7674</td> <td>7674</td> <td>7464</td> <td>7464</td>	gr.	7546	7546	7674	7674	7464	7464
Volumen del Suelo <td>cm³.</td> <td>2121.38</td> <td>2121.38</td> <td>2113.99</td> <td>2113.99</td> <td>2116.88</td> <td>2116.88</td>	cm ³ .	2121.38	2121.38	2113.99	2113.99	2116.88	2116.88
Densidad del Suelo Humedo <td>gr/cm³</td> <td>1.967</td> <td>1.932</td> <td>1.988</td> <td>1.946</td> <td>2.053</td> <td>2.005</td>	gr/cm ³	1.967	1.932	1.988	1.946	2.053	2.005

Capsula No	No	M			U			B			C			S			F		
		gr.																	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	742.13	742.13	623.38	604.52	604.52	524.04	520.32	520.32	465.23	429.45	429.45	395.96	632.45	632.45	724.51	517.35	517.35	605.44
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	137.61	137.61	99.32	98.05	98.05	94.26	90.87	90.87	69.27	92.89	92.89	94.12	115.10	115.10	119.07	92.45	92.45	87.95
Peso de la Capsula	gr.	506.47	506.47	429.78	506.47	506.47	429.78	336.56	336.56	301.84	336.56	336.56	301.84	424.90	424.90	517.49	424.90	424.90	517.49
% de Humedad	%	27.17%	27.17%	23.11%	27.17%	27.17%	23.11%	27.00%	27.00%	22.95%	27.00%	27.00%	22.95%	27.09%	27.09%	23.01%	27.09%	27.09%	23.01%
Promedio de Humedad	%	27.17%			23.11%			27.00%			22.95%			27.09%			23.01%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³ .	1.547			1.569			1.585			1.583			1.615			1.630		

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/02/2023	11:55 a.m.		12.15	0.00	0	13.15	0.00	0	7.45	0.00	0
03/02/2023	11:55 a.m.	24:00:00	16.51	4.36	3.75	18.71	5.56	4.79	17.10	9.65	8.33
04/02/2023	11:55 a.m.	48:00:00	16.51	4.36	3.75	18.80	5.65	4.87	18.18	10.73	9.27
05/02/2023	11:55 a.m.	72:00:00	16.56	4.41	3.80	18.89	5.74	4.94	18.50	11.05	9.54
06/02/2023	11:55 a.m.	96:00:00	16.59	4.44	3.82	18.92	5.77	4.97	18.60	11.15	9.63

PENETRACIÓN

Penetración Pulo.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		7.5	7.5	0.39	10.1	10.1	0.52	13.1	13.1	0.68	13.1	13.1	0.68
0.050	01:00		14.3	14.3	0.74	18.6	18.6	0.96	25.4	25.4	1.31	25.4	25.4	1.31
0.075	01:30		23.3	23.3	1.21	30.8	30.8	1.59	48.0	48.0	2.48	48.0	48.0	2.48
0.100	02:00	70.31	35.6	35.6	1.84	44.0	44.0	2.28	73.8	73.8	3.82	73.8	73.8	3.82
0.125	02:30		46.0	46.0	2.38	55.4	55.4	2.87	88.4	88.4	4.58	88.4	88.4	4.58
0.150	03:00		57.2	57.2	2.96	68.3	68.3	3.53	101.4	101.4	5.25	101.4	101.4	5.25
0.200	04:00	105.46	70.6	70.6	3.65	82.5	82.5	4.27	123.4	123.4	6.39	123.4	123.4	6.39
0.300	06:00		85.3	85.3	4.41	106.0	106.0	5.49	138.5	138.5	7.17	138.5	138.5	7.17
0.400	08:00		90.3	90.3	4.67	121.4	121.4	6.28	147.9	147.9	7.65	147.9	147.9	7.65
0.500	10:00		93.1	93.1	4.82	133.3	133.3	6.90	152.9	152.9	7.91	152.9	152.9	7.91

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

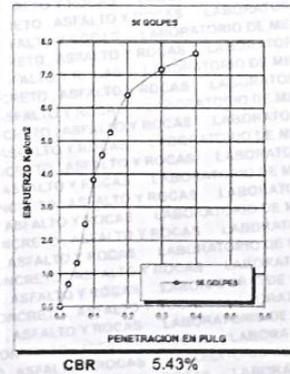
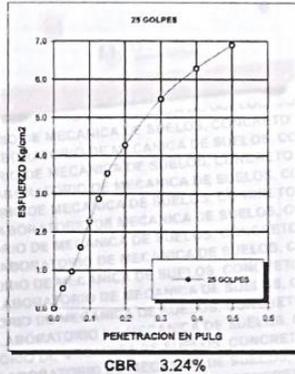
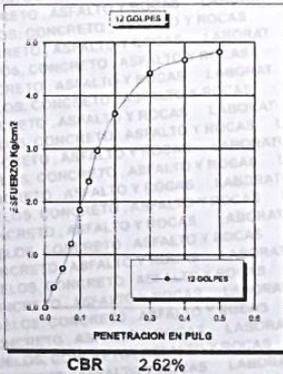
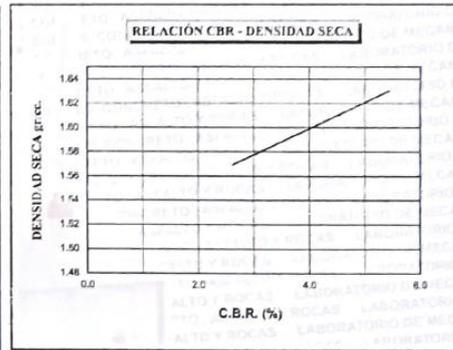
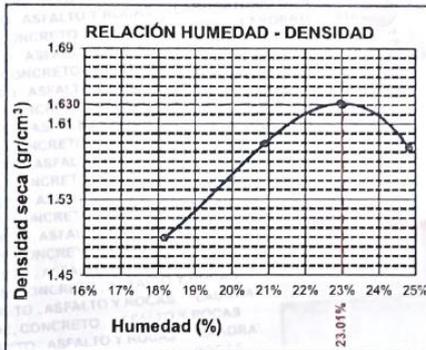
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Merly Malagris Condori Chirra
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TEISIS	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-81
BACHILLERES	GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm3.) 1.630
UBICACIÓN	VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%) 23.01%
CALICATA	C-3	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1" 5.43%
FECHA	06 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1" 2.64%
ADICIÓN	10% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2" 6.06%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2" 3.49%
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-6(9)
		EMBEBIDO : 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori
Mery Milagros Condori
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GESTIÓN
CIP 111434



CERTIFICADOS CON
85% DEL SUELO
NATURAL + 15% DE
ESCORIA DE HORNOS
ARTESANALES



TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.
MUESTRA : M-1 (ALTERADA)
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 metros
UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA
PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000
FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023
ADICIÓN : 15% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
TARA N°	H	T	F	W
SUELO HUMEDO + TARA	gr	38.55	17.45	17.11
SUELO SECO + TARA	gr	34.50	16.04	15.74
PESO DE LATARA	gr	23.54	10.92	10.80
PESO DEL AGUA	gr	4.05	1.41	1.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.96	5.12	4.94
HUMEDAD %	%	36.95	27.54	27.73
N° DE GOLPES		26		
LÍMITE LÍQUIDO %:	37.14	LÍMITE PLÁSTICO %:	27.64	
ÍNDICE PLÁSTICO %:	09.50			

$$LL = W\% * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
LL = Límite Líquido
W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los tesisas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Jr. Cahuide n° 583 - barrio Manco Capac - Juliaca
998 906037 - 977 883488 - 990 119075



TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 15% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	SA	SE	C	V
SUELO HUMEDO + TARA	gr	38.90	16.47	16.72
SUELO SECO + TARA	gr	35.32	15.30	15.45
PESO DE LATARA	gr	25.45	10.95	10.74
PESO DEL AGUA	gr	3.58	1.17	1.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.87	4.35	4.71
HUMEDAD %	%	36.27	26.90	26.96
N° DE GOLPES		24		24

LÍMITE LÍQUIDO %: **36.14** **LÍMITE PLÁSTICO %:** **26.93**

ÍNDICE PLÁSTICO %: **09.21**

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

M. Milagros Condori Churu
Merly Milagros Condori Churu
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACION : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 15% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - TSO**

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	P	L	H	J	
SUELO HUMEDO + TARA	gr	41.05	39.18	18.13	18.25
SUELO SECO + TARA	gr	36.78	35.39	16.47	16.65
PESO DE LA TARA	gr	24.59	24.58	10.10	10.52
PESO DEL AGUA	gr	4.27	3.79	1.66	1.60
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.19	10.81	6.37	6.13
HUMEDAD %	%	35.03	35.06	26.06	26.10
N° DE GOLPES		26	26		
LÍMITE LÍQUIDO %		35.21	LÍMITE PLÁSTICO %		26.08

ÍNDICE PLÁSTICO % : 09.13

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.A.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 111434



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023"

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACION : VIA MARAVILLAS-VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

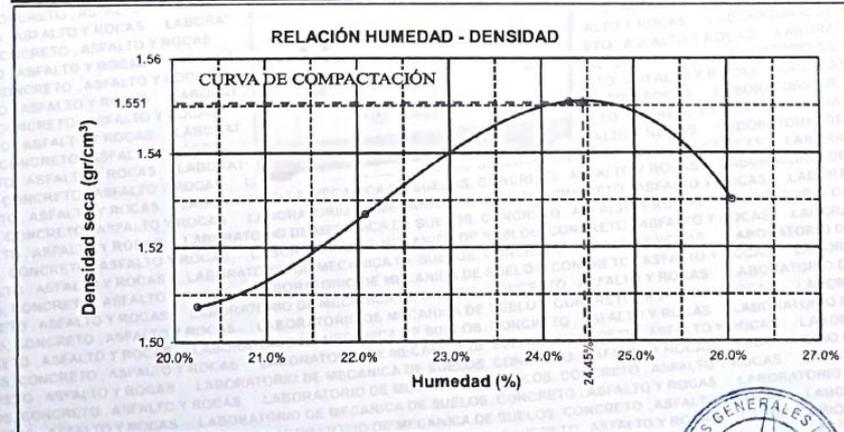
ADICIÓN : 15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6302	6350	6409	6410
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1688	1736	1795	1796
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.813	1.864	1.928	1.929

Capasula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	624.51	624.51	483.12	483.12	952.12	952.12	439.52	439.52
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	533.58	533.58	411.12	411.12	782.61	782.61	366.96	366.86
Peso del Agua	gr.	90.93	90.93	72.00	72.00	169.51	169.51	72.66	72.66
Peso de la Capsula	gr.	84.52	84.52	85.06	85.06	85.04	85.04	87.95	87.95
Peso del Suelo Seco	gr.	449.06	449.06	326.06	326.06	697.57	697.57	278.91	278.91
% de Humedad	%	20.25%	20.25%	22.08%	22.08%	24.30%	24.30%	26.05%	26.05%
Promedio de Humedad	%	20.25%		22.08%		24.30%		26.05%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.507		1.527		1.551		1.530	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.551	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	24.45%	



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E I R L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

Mary Milagros Condori Churu
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.I.P. 1112





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACION : VIA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

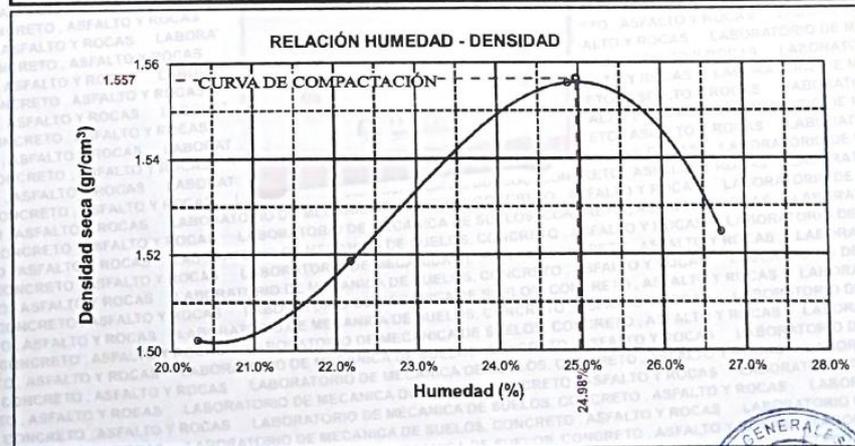
ADICIÓN : 15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6297	6342	6423	6413
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1683	1728	1809	1799
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.807	1.856	1.943	1.932

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		gr.							
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	521.15	521.15	421.32	421.32	643.98	643.98	456.78	456.78
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	447.53	447.53	360.32	360.32	532.74	532.74	379.24	379.24
Peso del Agua	gr.	73.62	73.62	61.00	61.00	111.24	111.24	77.54	77.54
Peso de la Capsula	gr.	85.02	85.02	85.41	85.41	85.47	85.47	88.95	88.95
Peso del Suelo Seco	gr.	362.51	362.51	274.91	274.91	447.27	447.27	290.29	290.29
% de Humedad	%	20.31%	20.31%	22.19%	22.19%	24.87%	24.87%	26.71%	26.71%
Promedio de Humedad	%	20.31%		22.19%		24.87%		26.71%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.502		1.519		1.556		1.525	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.557 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	24.98%



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 11143





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023.

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACION : VIA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

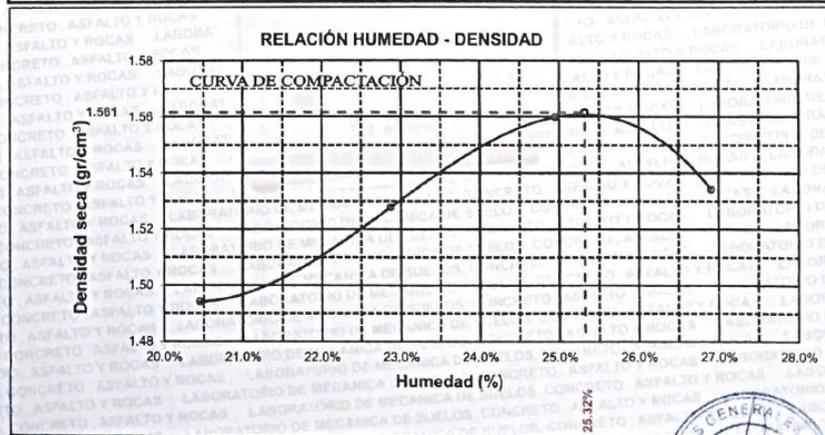
ADICIÓN : 15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6290	6362	6429	6427
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1676	1748	1815	1813
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.800	1.877	1.949	1.947

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	512.30	512.30	487.12	487.12	621.45	621.45	389.69	389.69
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	439.75	439.75	412.35	412.35	514.41	514.41	326.05	326.05
Peso del Agua	gr.	72.55	72.55	74.77	74.77	107.04	107.04	63.64	63.64
Peso de la Capsula	gr.	85.01	85.01	85.43	85.43	85.41	85.41	89.54	89.54
Peso del Suelo Seco	gr.	354.74	354.74	326.92	326.92	429.00	429.00	236.51	236.51
% de Humedad	%	20.45%	20.45%	22.87%	22.87%	24.95%	24.95%	26.91%	26.91%
Promedio de Humedad	%	20.45%		22.87%		24.95%		26.91%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.494		1.528		1.560		1.534	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.561	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	25.32%	



OBSERVACIONES:
LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
[Signature]
Merly Migueros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.I.P. 1114 J-1





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA COM ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023.

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2022

ADICIÓN : 15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	III		II		I	
		11381	11316	11767	11621	11675	11550
Peso del Molde	gr.	7546	7546	7674	7674	7464	7464
Peso del Suelo Humedo	gr.	3835	3770	4093	3947	4211	4086
Volumen del Suelo	cm ³	2121.38	2121.38	2113.99	2113.99	2116.88	2116.88
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.808	1.777	1.936	1.867	1.989	1.930

Capsula No	No	M		U		B		C		S		F	
		1278.59	1278.59	707.28	1595.08	1595.08	514.90	1614.58	1614.58	396.54	1395.85	1395.85	335.58
Suelo Humedo + Capsula	gr.	1103.21	1103.21	585.99	1375.21	1375.21	432.30	1395.85	1395.85	335.58	1614.58	1614.58	396.54
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	175.28	175.28	121.29	219.87	219.87	82.60	218.83	218.83	80.98	643.85	643.85	86.13
Peso del Agua	gr.	499.92	499.92	84.38	636.38	636.38	88.85	752.00	752.00	249.43	29.10%	29.10%	24.45%
Peso de la Capsula	gr.	603.39	603.39	501.61	738.83	738.83	343.45	29.76%	29.76%	24.05%	29.10%	29.10%	24.45%
Peso del Suelo Seco	gr.	603.39	603.39	501.61	738.83	738.83	343.45	29.76%	29.76%	24.05%	29.10%	29.10%	24.45%
% de Humedad	%	29.05%	29.05%	24.16%	29.76%	29.76%	24.05%	29.10%	29.10%	24.45%	29.10%	29.10%	24.45%
Promedio de Humedad	%	29.05%	24.16%	29.76%	24.05%	29.10%	24.45%						
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.401	1.431	1.492	1.505	1.541	1.551						

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/02/2023	11:55 a.m.		9.87	0.00	0	12.00	0.00	0	7.72	0.00	0
07/02/2023	11:55 a.m.	24:00:00	13.01	3.14	2.70	18.95	6.95	5.89	16.51	8.79	7.59
08/02/2023	11:55 a.m.	48:00:00	13.05	3.18	2.74	19.05	7.05	6.07	16.63	8.91	7.69
09/02/2023	11:55 a.m.	72:00:00	13.09	3.22	2.77	19.14	7.14	6.15	16.74	9.02	7.79
10/02/2023	11:55 a.m.	96:00:00	13.12	3.25	2.80	19.17	7.17	6.18	16.80	9.08	7.84

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.		
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00				
0.025	00:30		9.1	9.1	0.47		16.0	16.0	0.83	24.0	24.0	1.24				
0.050	01:00		16.0	16.0	0.83		28.0	28.0	1.45	45.0	45.0	2.33				
0.075	01:30		23.0	23.0	1.19		48.0	48.0	2.48	74.0	74.0	3.83				
0.100	02:00	70.31	29.2	29.2	1.51		71.1	71.1	3.68	95.0	95.0	4.92				
0.125	02:30		35.0	35.0	1.81		84.0	84.0	4.35	110.0	110.0	5.69				
0.150	03:00		42.2	42.2	2.18		98.0	98.0	5.07	125.0	125.0	6.47				
0.200	04:00	105.46	50.1	50.1	2.59		120.1	120.1	6.22	153.0	153.0	7.92				
0.300	06:00		60.1	60.1	3.11		135.0	135.0	6.99	178.0	178.0	9.21				
0.400	08:00		69.4	69.4	3.59		143.0	143.0	7.40	198.0	198.0	10.25				
0.500	10:00		75.3	75.3	3.90		152.0	152.0	7.87	200.0	200.0	10.35				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

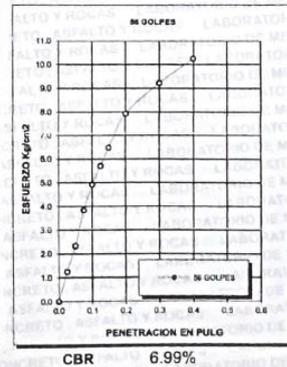
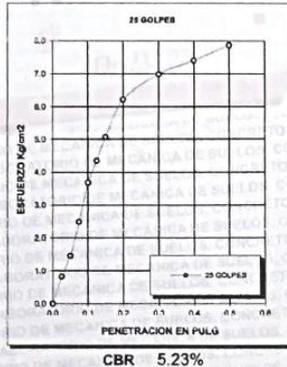
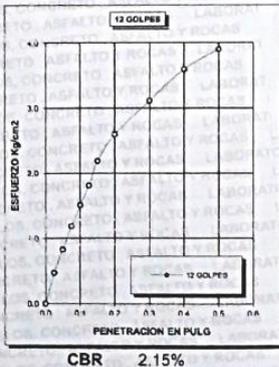
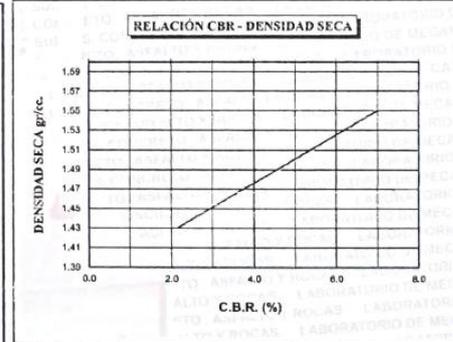
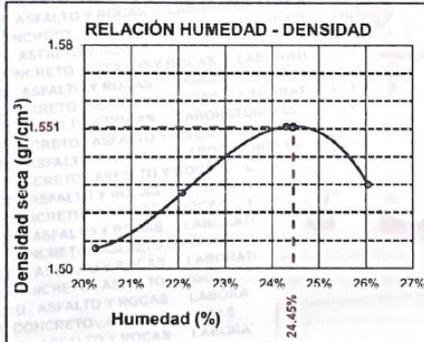
Mary Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³) : 1.551
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%) : 24.45%
CALICATA	: C-1	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1" : 6.99%
FECHA	: 10 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1" : 4.62%
ADICIÓN	: 15 % DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2" : 7.51%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2" : 5.11%
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-6 (9)
		EMBEBIDO : 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Merly Milagros Condori Churu
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

ADICIÓN : 15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12143	12077	12201	12055	12523	12397
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8292	8292	8066	8066	8278	8278
Peso del Molde	gr.	3851	3785	4135	3989	4245	4119
Peso del Suelo Humedo	cm3	2121.38	2121.38	2113.99	2113.99	2116.88	2116.88
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.815	1.784	1.956	1.887	2.005	1.946

Capsula No	No	M	U	B	C	S	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	678.00	678.00	532.14	352.14	352.14	356.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	545.53	545.53	445.04	289.40	289.40	303.54
Peso del Agua	gr.	132.47	132.47	87.10	62.74	62.74	53.26
Peso de la Capsula	gr.	89.05	89.05	84.38	84.25	84.25	89.11
Peso del Suelo Seco	gr.	456.48	456.48	360.66	205.15	205.15	214.13
% de Humedad	%	29.02%	29.02%	24.15%	30.58%	30.58%	24.87%
Promedio de Humedad	%	29.02%	24.15%	30.58%	24.87%	29.63%	24.98%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.407	1.437	1.498	1.511	1.547	1.557

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
06/02/2023	11:55 a.m.		7.85	0.00	0	11.41	0.00	0	8.54	0.00	0
07/02/2023	11:55 a.m.	24:00:00	10.99	3.14	2.70	18.36	6.95	5.99	17.33	8.79	7.59
08/02/2023	11:55 a.m.	48:00:00	11.03	3.18	2.74	18.46	7.05	6.07	17.45	8.91	7.69
09/02/2023	11:55 a.m.	72:00:00	11.07	3.22	2.77	18.55	7.14	6.15	17.56	9.02	7.79
10/02/2023	11:55 a.m.	96:00:00	11.10	3.25	2.80	18.58	7.17	6.18	17.62	9.08	7.84

PENETRACIÓN

Penetración Pulg	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I								
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.			
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
0.025	00:30		8.7	8.70	0.45		14.2	14.2	0.73		21.5	21.5	1.11				
0.050	01:00		15.6	15.6	0.81		26.2	26.2	1.36		42.5	42.5	2.20				
0.075	01:30		22.6	22.6	1.17		46.2	46.2	2.39		71.5	71.5	3.70				
0.100	02:00	70.31	28.8	28.8	1.49		69.3	69.3	3.59		92.5	92.5	4.79				
0.125	02:30		34.6	34.6	1.79		82.2	82.2	4.25		107.5	107.5	5.56				
0.150	03:00		41.8	41.8	2.16		96.2	96.2	4.98		122.5	122.5	6.34				
0.200	04:00	105.46	49.7	49.7	2.57		118.3	118.3	6.12		150.0	150.0	7.76				
0.300	06:00		59.7	59.7	3.09		133.2	133.2	6.89		175.5	175.5	9.08				
0.400	08:00		69.0	69.0	3.57		141.2	141.2	7.31		195.5	195.5	10.12				
0.500	10:00		74.9	74.9	3.88		150.2	150.2	7.77		197.5	197.5	10.22				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS

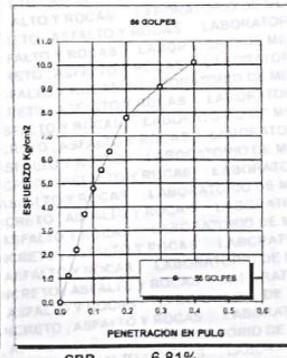
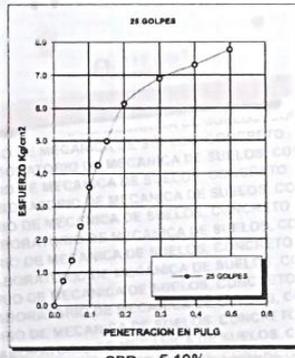
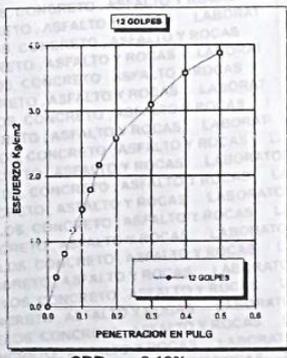
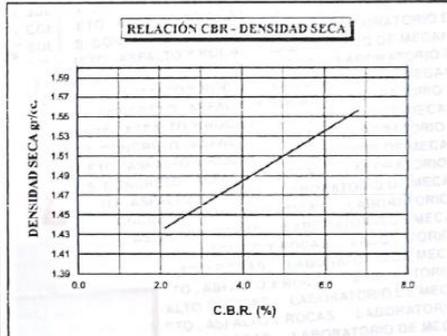
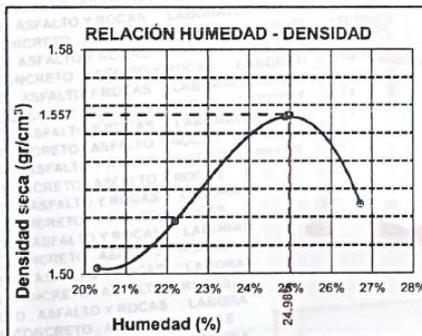
Mery Milagros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
BACHILLERES	GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm ³) : 1.557
UBICACIÓN	VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%) : 24.98%
CALICATA	C-2	CBR AL 100% DE M.D.S. (% 0.1" : 6.81%
FECHA	10 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (% 0.1" : 4.50%
ADICIÓN	15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (% 0.2" : 7.36%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (% 0.2" : 5.02%
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-6 (9)
		EMBEBIDO : 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Mary Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M - 3 (ALTERADA)

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

ADICIÓN : 15% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	11566	11500	11715	11568	11739	11612
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7676	7676	7544	7544	7464	7464
Peso del Molde	gr.	3890	3824	4171	4024	4275	4148
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2120.41	2120.41	2119.56	2119.56	2120.52	2120.52
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.835	1.803	1.968	1.899	2.016	1.956
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	U	B	C	S	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	542.12	542.12	569.23	482.21	482.21	471.26
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	437.50	437.50	471.92	387.99	387.99	393.74
Peso del Agua	gr.	104.62	104.62	97.31	94.22	94.22	77.52
Peso de la Capsula	gr.	89.12	89.12	85.14	81.26	81.26	87.45
Peso del Suelo Seco	gr.	348.38	348.38	386.78	303.73	303.73	306.29
% de Humedad	%	30.03%	30.03%	25.16%	31.02%	31.02%	25.31%
Promedio de Humedad	%	30.03%	30.03%	25.16%	31.02%	31.02%	25.31%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.411	1.441	1.502	1.515	1.551	1.561

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
23/01/2023	11:55: a.m.		10.15	0.00	0	13.15	0.00	0	7.98	0.00	0
24/01/2023	11:55: a.m.	24:00:00	13.29	3.14	2.70	20.10	6.95	5.99	16.77	6.79	7.58
25/01/2023	11:55: a.m.	48:00:00	13.33	3.18	2.73	20.20	7.05	6.07	16.89	8.91	7.88
26/01/2023	11:55: a.m.	72:00:00	13.37	3.22	2.77	20.29	7.14	6.15	17.00	9.02	7.78
27/01/2023	11:55: a.m.	96:00:00	13.40	3.25	2.79	20.32	7.17	6.18	17.08	9.08	7.83

PENETRACIÓN

Penetración Pula	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		10.5	10.50	0.54	15.3	15.3	0.79	22.2	22.2	1.15				
0.050	01:00		17.4	17.4	0.90	27.3	27.3	1.41	43.2	43.2	2.24				
0.075	01:30		24.4	24.4	1.26	47.3	47.3	2.45	72.2	72.2	3.74				
0.100	02:00	70.31	30.6	30.6	1.58	70.4	70.4	3.64	93.2	93.2	4.82				
0.125	02:30		36.4	36.4	1.88	83.3	83.3	4.31	108.2	108.2	5.60				
0.150	03:00		43.6	43.6	2.26	97.3	97.3	5.04	123.2	123.2	6.38				
0.200	04:00	105.46	51.5	51.5	2.67	119.4	119.4	6.18	151.2	151.2	7.83				
0.300	06:00		61.5	61.5	3.18	134.3	134.3	6.95	176.2	176.2	9.12				
0.400	08:00		70.8	70.8	3.66	142.3	142.3	7.36	196.2	196.2	10.15				
0.500	10:00		76.7	76.7	3.97	151.3	151.3	7.83	198.2	198.2	10.26				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISAS.

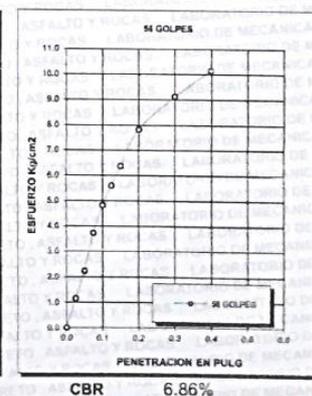
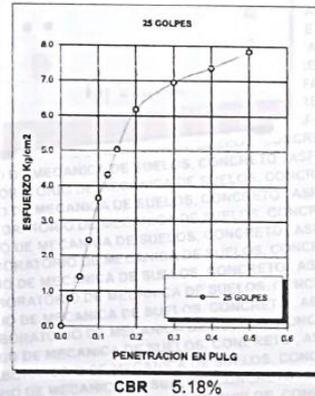
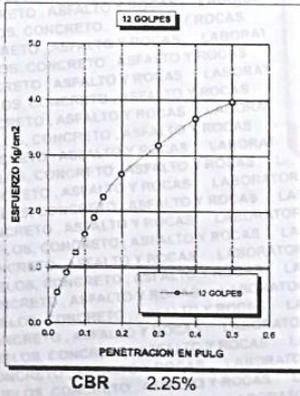
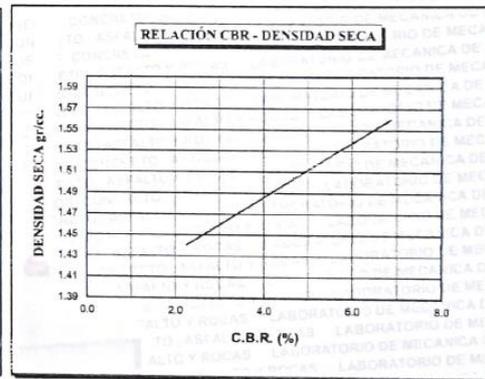
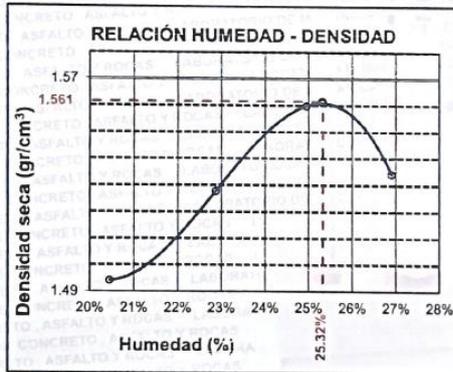
CONTRATISTAS GENERAL ULIBEX S.A.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³) : 1.561
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%) : 25.32%
CALICATA	: C-3	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1" : 6.86%
FECHA	: 10 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1" : 4.62%
ADICIÓN	: 15% DE ESCORIA DE HORNO ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2" : 7.42%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2" : 5.11%
		CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-6 (9)
		EMBEBIDO : 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los tesisas.

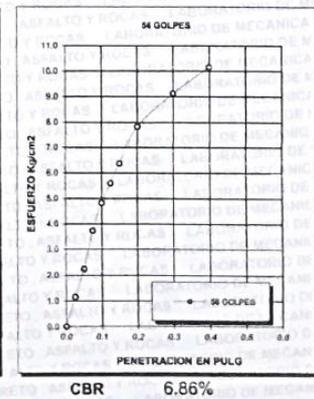
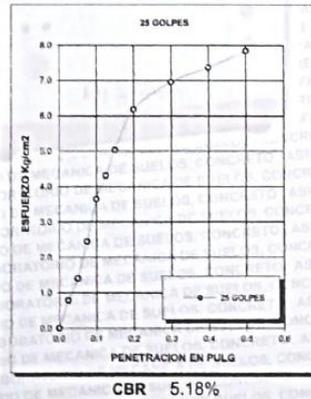
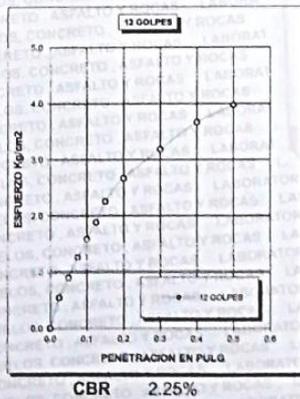
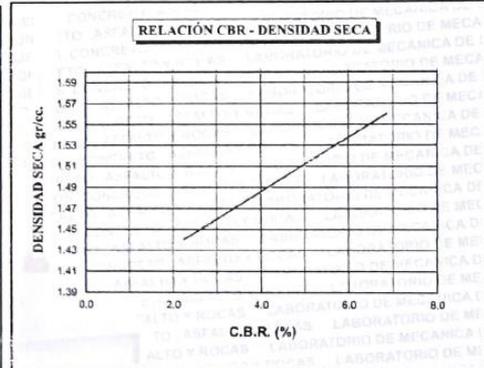
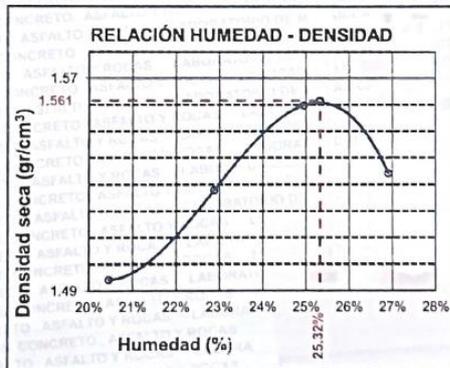
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
[Signature]
Merly Milagros Condori Chirra
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNO ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³)	1.561
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%)	25.32%
CALICATA	: C-3	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	6.86%
FECHA	: 10 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	4.62%
ADICIÓN	: 15% DE ESCORIA DE HORNO ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	7.42%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	5.11%
		CLASIFICACIÓN	CL
		AASHTO	A-6 (9)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
[Signature]
Mery Milagros Condori China
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434



CERTIFICADOS CON
80% DEL SUELO
NATURAL + 20% DE
ESCORIA DE HORNOS
ARTESANALES



TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	S	D	V	J	
SUELO HUMEDO + TARA	gr	40.48	36.24	16.50	16.82
SUELO SECO + TARA	gr	35.98	32.59	15.09	15.15
PESO DE LA TARA	gr	24.85	23.62	10.88	10.89
PESO DEL AGUA	gr	4.50	3.65	1.41	1.47
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.13	8.97	4.21	4.26
HUMEDAD %	%	40.43	40.69	33.49	34.51
N° DE GOLPES		23	23		

LÍMITE LÍQUIDO %: 40.15 **LÍMITE PLÁSTICO %:** 34.00

ÍNDICE PLÁSTICO %: 06.15

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
LL = Límite Líquido
W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los tesisistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
M. Milagros Condori Chura
Merly Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

ALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	1C	DS	S1	S2
SUELO HUMEDO + TARA	gr	37.20	17.53	17.42
SUELO SECO + TARA	gr	33.25	15.89	15.75
PESO DE LA TARA	gr	23.43	10.90	10.72
PESO DEL AGUA	gr	3.95	1.64	1.67
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.82	4.99	5.03
HUMEDAD %	%	40.22	32.87	33.20
N° DE GOLPES		22		

LÍMITE LÍQUIDO %: 39.69 **LÍMITE PLÁSTICO %:** 33.03

ÍNDICE PLÁSTICO %: 06.66

$$LL = W\% * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
LL = Límite Líquido
W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS

Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





TESIS

:"MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES

: GÁMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA

: M-3 (ALTERADA)

CALICATA

: C-3

PROFUNDIDAD

: 1.50 metros

UBICACIÓN

: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA

: KM 5+500 A 6+000

FECHA

: 28 DE ENERO DEL 2023

ADICIÓN

: 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARA	gr	
SUELO SECO + TARA	gr	
PESO DE LA TARA	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LÍQUIDO

TARA N°		f	b
SUELO HUMEDO + TARA	gr	32.38	33.14
SUELO SECO + TARA	gr	28.27	29.39
PESO DE LATARA	gr	18.10	20.15
PESO DEL AGUA	gr	4.11	3.75
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.17	9.24
HUMEDAD %	%	40.41	40.58
N° DE GOLPES		29	29

LÍMITE PLÁSTICO

m	n
16.28	17.56
14.71	15.84
10.15	10.85
1.57	1.72
4.56	4.99
34.43	34.47

LÍMITE LÍQUIDO %:	41.23	LÍMITE PLÁSTICO %:	34.45
--------------------------	--------------	---------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO %:	06.78
---------------------------	--------------

$$LL = W\% \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:
LL = Límite Líquido
W% = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los tesisistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-1 (ALTERADA)

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

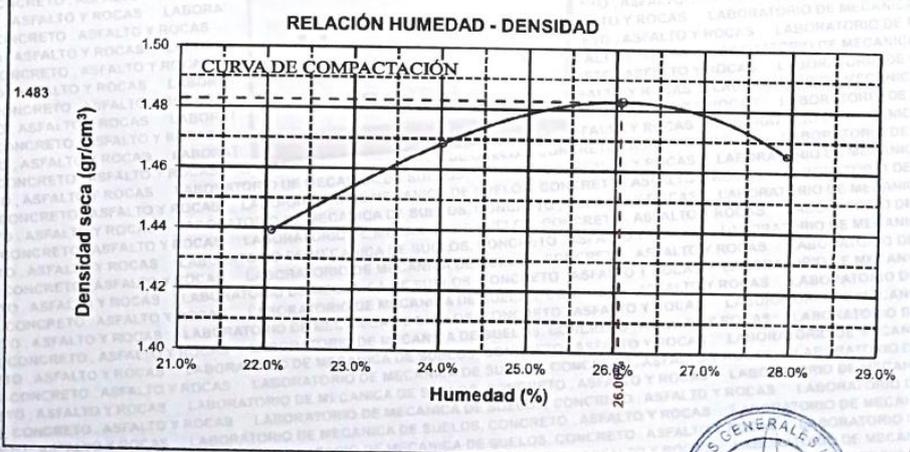
ADICIÓN : 20% DE ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm3
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6250	6310	6355	6360
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3.	1636	1696	1741	1746
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.757	1.821	1.870	1.875

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	542.13	542.13	483.12	483.12	651.14	651.14	415.84	415.84
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	459.32	459.32	406.25	406.25	534.06	534.06	344.56	344.56
Peso del Agua	gr.	82.81	82.81	76.87	76.87	117.08	117.08	71.28	71.28
Peso de la Capsula	gr.	84.12	84.12	86.23	86.23	85.14	85.14	89.54	89.54
Peso del Suelo Seco	gr.	375.20	375.20	320.02	320.02	448.92	448.92	255.02	255.02
% de Humedad	%	22.07%	22.07%	24.02%	24.02%	26.08%	26.08%	27.95%	27.95%
Promedio de Humedad	%	22.07%		24.02%		26.08%		27.95%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.439		1.469		1.483		1.465	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.483	gr/cm3
		HUMEDAD OPTIMA	:	26.06%	



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISISTAS.

Mery Milagros Condori Churu
INGENIERA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Churu
INGENIERA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 11143-1





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA
MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD

MUESTRA : M-2

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACION : MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

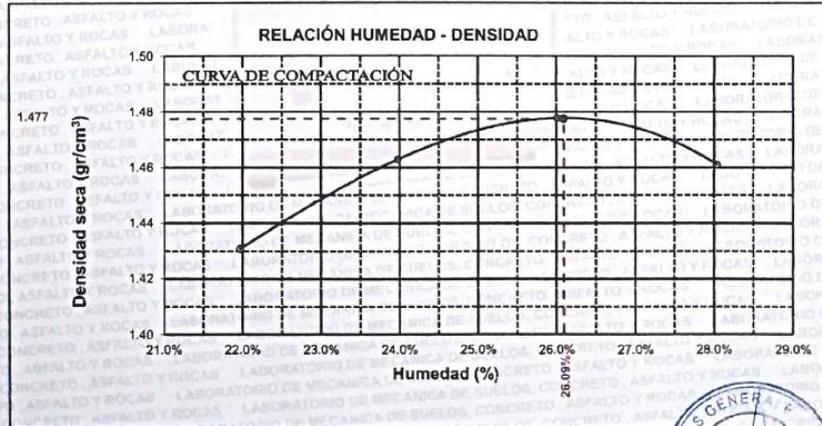
ADICIÓN : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6239	6303	6348	6356
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1625	1689	1734	1742
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.745	1.814	1.862	1.871

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	562.10	562.10	475.32	475.32	624.12	624.12	312.54	312.54
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	476.96	476.96	400.29	400.29	513.78	513.78	263.47	263.47
Peso del Agua	gr.	85.14	85.14	75.03	75.03	110.34	110.34	49.07	49.07
Peso de la Capsula	gr.	89.41	89.41	87.41	87.41	89.54	89.54	88.47	88.47
Peso del Suelo Seco	gr.	387.55	387.55	312.88	312.88	424.24	424.24	175.00	175.00
% de Humedad	%	21.97%	21.97%	23.98%	23.98%	26.01%	26.01%	28.04%	28.04%
Promedio de Humedad	%	21.97%		23.98%		26.01%		28.04%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.431		1.463		1.478		1.461	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.477	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	26.09%	



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESISISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 1113





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

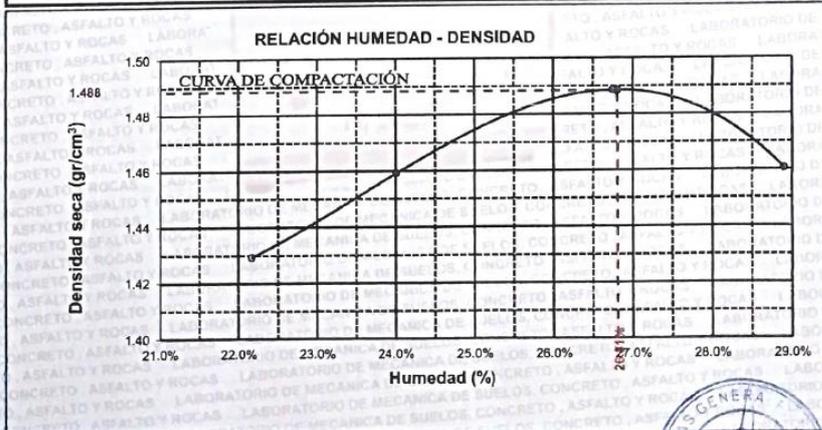
SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.
MUESTRA : M-3 (ALTERADA)
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 1.50 metros
UBICACIÓN : VIA MARAVILLAS - VILCAPATA, JULIACA, 2022.
PROGRESIVA : KM 5+500 a KM 6+000
FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023
ADICIÓN : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	931.22 cm ³
No de CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6240	6299	6371	6367
Peso del Molde	gr.	4614	4614	4614	4614
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	1626	1685	1757	1753
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.746	1.809	1.887	1.882

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	451.54	451.54	498.15	498.15	613.41	613.41	319.24	319.24
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	385.20	385.20	418.82	418.82	502.43	502.43	267.61	267.61
Peso del Agua	gr.	66.34	66.34	79.33	79.33	110.98	110.98	51.63	51.63
Peso de la Capsula	gr.	85.95	85.95	88.41	88.41	87.56	87.56	88.95	88.95
Peso del Suelo Seco	gr.	299.25	299.25	330.41	330.41	414.87	414.87	178.66	178.66
% de Humedad	%	22.17%	22.17%	24.01%	24.01%	26.75%	26.75%	28.90%	28.90%
Promedio de Humedad	%	22.17%		24.01%		26.75%		28.90%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.429		1.459		1.489		1.480	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.488	gr/cm ³
	MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA	:	26.81%	



OBSERVACIONES:
LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR LOS TESTISTAS

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
[Signature]
Merby Milagros Condori Chura
NO. CUILESPECIA ESTADISTICO
CIP 1114





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-1

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACIÓN : VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM 5+500 A 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

ADICIÓN : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	11200	11099	11620	11491	11615	11509
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7464	7464	7676	7676	7544	7544
Peso del Molde	gr.	3736	3635	3944	3815	4071	3965
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2116.88	2116.88	2113.99	2113.99	2121.38	2121.38
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.765	1.717	1.866	1.805	1.919	1.869
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M		U		B		C		S		F	
		gr.	451.52	451.52	72.54	467.33	467.33	107.03	418.79	418.79	97.96	418.79	418.79
Suelo Humedo + Capsula	gr.	362.48	362.48	61.87	374.96	374.96	90.43	340.44	340.44	82.76	340.44	340.44	82.76
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	89.04	89.04	10.67	92.37	92.37	16.60	78.35	78.35	15.20	78.35	78.35	15.20
Peso del Agua	gr.	85.51	85.51	20.81	86.68	86.68	26.60	87.84	87.84	21.41	87.84	87.84	21.41
Peso del Suelo Seco	gr.	276.97	276.97	41.06	288.28	288.28	63.83	252.60	252.60	58.35	252.60	252.60	58.35
% de Humedad	%	32.15%	32.15%	25.99%	32.04%	32.04%	26.01%	31.02%	31.02%	26.05%	31.02%	31.02%	26.05%
Promedio de Humedad	%	32.15%	25.99%	32.04%	26.01%	31.02%	26.05%						
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.336	1.363	1.413	1.432	1.465	1.483						

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/02/2023	11:55 a.m.		9.87	0.00	0	12.00	0.00	0	7.72	0.00	0
07/02/2023	11:55 a.m.	24:00:00	13.01	3.14	2.71	18.95	6.95	5.99	16.51	8.79	7.56
08/02/2023	11:55 a.m.	48:00:00	13.05	3.18	2.75	19.05	7.05	6.07	16.83	8.91	7.67
09/02/2023	11:55 a.m.	72:00:00	13.09	3.22	2.78	19.14	7.14	6.15	16.74	9.02	7.76
10/02/2023	11:55 a.m.	96:00:00	13.12	3.25	2.81	19.17	7.17	6.18	16.80	9.08	7.81

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		12.1	12.1	0.63		18.3	18.3	0.95		22.5	22.5	1.16		
0.050	01:00		21.5	21.5	1.11		36.2	36.2	1.87		48.5	48.5	2.51		
0.075	01:30		37.0	37.0	1.91		70.5	70.5	3.65		95.0	95.0	4.92		
0.100	02:00	70.31	52.5	52.5	2.72		96.7	96.7	5.00		123.9	123.9	6.41		
0.125	02:30		65.0	65.0	3.36		115.0	115.0	5.95		145.0	145.0	7.50		
0.150	03:00		75.0	75.0	3.88		135.0	135.0	6.95		164.0	164.0	8.49		
0.200	04:00	105.46	95.0	95.0	4.92		160.0	160.0	8.28		201.0	201.0	10.40		
0.300	06:00		115.0	115.0	5.95		175.0	175.0	9.06		230.0	230.0	11.90		
0.400	08:00		125.0	125.0	6.47		189.0	189.0	9.78		245.0	245.0	12.68		
0.500	10:00														

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

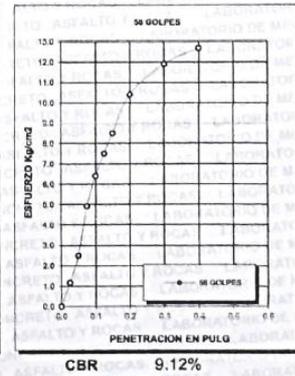
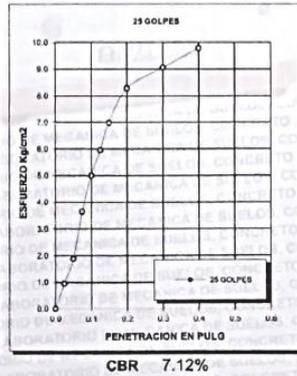
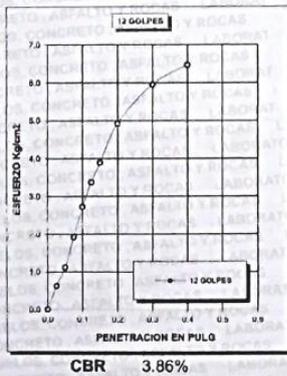
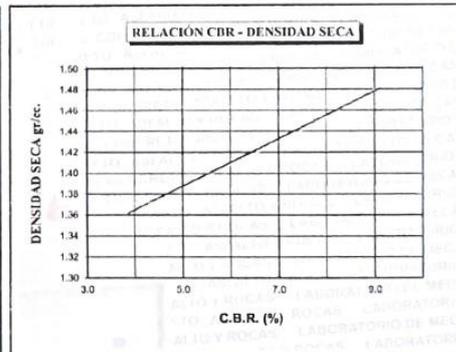
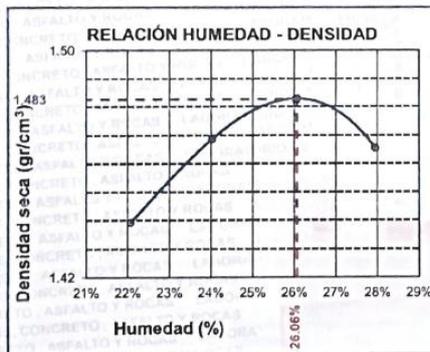
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori Chura
Mery Milagros Condori Chura
INGENIERA ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
BACHILLERES	: GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³)	1.483
UBICACIÓN	: VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%)	26.06%
CALICATA	: C-1	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	9.12%
FECHA	: 10 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	6.87%
ADICIÓN	: 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	9.86%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	7.52%
		CLASIFICACIÓN	: CL
		AASHTO	: A-6 (9)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagros Condori & hura
ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA COM. ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GAMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M-2 (ALTERADA)

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

UBICACION : VIA MARAVILLAS - VILCAPATA Km 5+500 a Km6+000.

PROGRESIVA : KM 5+500 a 6+000

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

ADICION : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12002	11901	12232	12103	12073	11969
Peso Suelo Humedo * Molde	gr.	8278	8278	8292	8292	8066	8066
Peso del Molde	gr.	3724	3623	3940	3811	4007	3903
Peso del Suelo Humedo	cm3	2115.92	2115.92	2118.70	2118.70	2095.53	2095.53
Volúmen del Suelo	gr/cm3	1.760	1.712	1.860	1.799	1.912	1.863

Capsula No	No	M	U	B	C	S	F
Suelo Humedo * Capsula	gr.	449.10	449.10	125.12	487.36	487.36	254.15
Peso del Suelo Seco * Capsula	gr.	360.40	360.40	116.41	390.48	390.48	221.88
Peso del Agua	gr.	88.70	88.70	8.71	96.88	96.88	32.29
Peso de la Capsula	gr.	86.12	86.12	83.12	89.41	89.41	98.40
Peso del Suelo Seco	gr.	274.28	274.28	33.29	301.07	301.07	123.48
% de Humedad	%	32.34%	32.34%	26.16%	32.18%	32.18%	26.15%
Promedio de Humedad	%	32.34%	26.16%	32.18%	26.15%	31.05%	26.09%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.330	1.357	1.407	1.426	1.459	1.477

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/01/2023	11:55 a.m.		9.87	0.00	0	12.00	0.00	0	7.72	0.00	0
24/01/2023	11:55 a.m.	24:00:00	13.01	3.14	2.71	18.95	6.95	6.00	16.51	8.79	7.58
25/01/2023	11:55 a.m.	48:00:00	13.05	3.18	2.74	19.05	7.05	6.08	16.63	8.91	7.88
26/01/2023	11:55 a.m.	72:00:00	13.09	3.22	2.78	19.14	7.14	6.16	16.74	9.02	7.78
27/01/2023	11:55 a.m.	96:00:00	13.12	3.25	2.80	19.17	7.17	6.19	16.80	9.08	7.83

PENETRACION

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		12.8	12.8	0.66	19.2	19.2	0.99	23.5	23.5	1.22			
0.050	01:00		22.2	22.2	1.15	37.1	37.1	1.92	49.5	49.5	2.56			
0.075	01:30		37.7	37.7	1.95	71.4	71.4	3.70	96.0	96.0	4.97			
0.100	02:00	70.31	53.2	53.2	2.75	97.6	97.6	5.05	124.9	124.9	6.46			
0.125	02:30		65.7	65.7	3.40	115.9	115.9	6.00	146.0	146.0	7.56			
0.150	03:00		75.7	75.7	3.92	135.9	135.9	7.03	165.0	165.0	8.54			
0.200	04:00	105.45	95.7	95.7	4.95	160.9	160.9	8.33	202.0	202.0	10.45			
0.300	06:00		115.7	115.7	5.99	175.9	175.9	9.10	231.0	231.0	11.96			
0.400	08:00		125.7	125.7	6.51	189.9	189.9	9.83	246.0	246.0	12.73			
0.500	10:00													

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

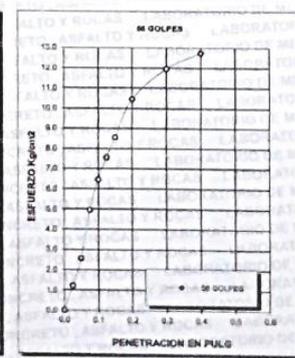
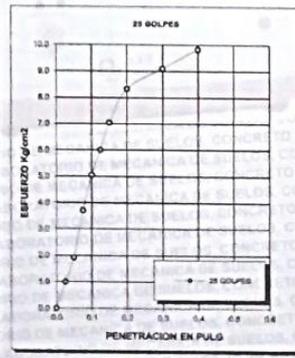
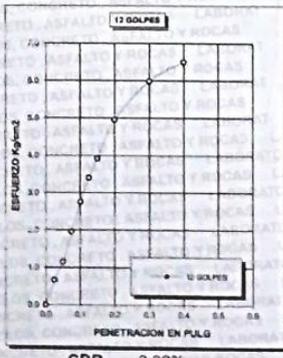
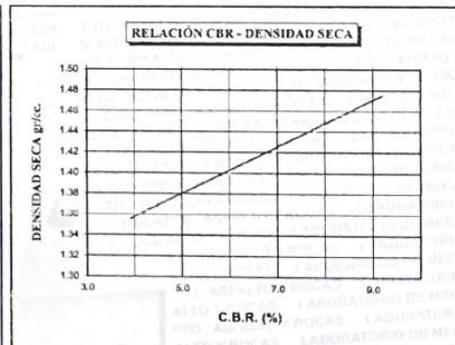
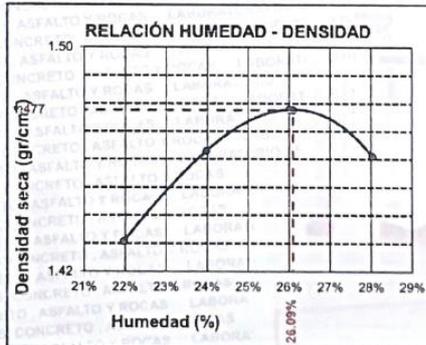
CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mary Milagros Condori Llanos
INGENIERA EN MECANICA DE SUELOS
CIP: 111434





**ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016**

TEJES	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
	BACHILLERES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR, VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.	MAXIMA DENSIDAD SECA PROCTOR (gr/cm³)	1.477
UBICACIÓN	VÍA MARAVILLAS - VILCAPATA km 5+500 a 6+000.	HUMEDAD OPTIMA (%)	26.09%
CALICATA	: C-2	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	9.19%
FECHA	: 10 DE FEBRERO DEL 2023	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	6.97%
ADICIÓN	: 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES	CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	9.91%
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	7.70%
		CLASIFICACIÓN	CL
		AASHTO	A-6 (9)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en laboratorio por los testistas.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX S.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS
Mery Milagro Contreras
INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434





ENSAYO DE CBR EN SUELOS
(California Bearing Ratio)
ASTM D 1883 - MTC E 132 - 2016

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023".

SOLICITANTES : GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR ; VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD.

MUESTRA : M - 3 (ALTERADA)

CALICATA : C - 3

PROFUNDIDAD : 1.50 metros.

UBICACIÓN : VIA MARAVILLAS - VILCAPATA

PROGRESIVA : KM5+500 a KM 6+000.

FECHA : 10 DE FEBRERO DEL 2023

ADICIÓN : 20% ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR

	gr.	11842	11740	11415	11284	11403	11257
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8082	8082	7432	7432	7306	7306
Peso del Molde	gr.	3760	3658	3983	3852	4057	3991
Peso del Suelo Humedo	cm3	2110.46	2110.46	2124.16	2124.16	2114.96	2114.96
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.782	1.733	1.875	1.813	1.937	1.887
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	U	B	C	S	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	435.12	205.20	465.12	312.15	342.12	184.52
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	348.54	179.68	373.75	267.36	281.23	153.49
Peso del Agua	gr.	86.58	25.52	91.37	44.79	60.89	31.03
Peso de la Capsula	gr.	85.14	84.12	80.15	96.32	89.56	85.53
Peso del Suelo Seco	gr.	263.40	95.56	283.60	171.04	191.67	78.46
% de Humedad	%	32.87%	26.71%	32.22%	26.19%	31.77%	26.80%
Promedio de Humedad	%	32.87%	26.71%	32.22%	26.19%	31.77%	26.80%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.341	1.368	1.418	1.437	1.470	1.488

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
23/01/2023	11:55 a.m.		9.87	0.00	0	12.00	0.00	0	7.72	0.00	0
24/01/2023	11:55 a.m.	24:00:00	13.01	3.14	2.72	18.95	6.95	5.98	16.51	6.79	7.58
25/01/2023	11:55 a.m.	48:00:00	13.05	3.18	2.75	19.05	7.05	6.07	16.83	6.91	7.65
26/01/2023	11:55 a.m.	72:00:00	13.09	3.22	2.79	19.14	7.14	6.14	16.74	9.02	7.78
27/01/2023	11:55 a.m.	96:00:00	13.12	3.25	2.81	19.17	7.17	6.17	16.80	9.08	7.83

PENETRACIÓN

Penetración Pulg.	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.		
0.000	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	00:30		13.1	13.1	0.68	20.3	20.3	1.05	24.9	24.9	1.29					
0.050	01:00		22.5	22.5	1.16	38.2	38.2	1.98	50.9	50.9	2.63					
0.075	01:30		38.0	38.0	1.97	72.5	72.5	3.75	97.4	97.4	5.04					
0.100	02:00	70.31	53.5	53.5	2.77	98.7	98.7	5.11	126.3	126.3	6.54					
0.125	02:30		68.0	68.0	3.42	117.0	117.0	6.06	147.4	147.4	7.63					
0.150	03:00		76.0	76.0	3.93	137.0	137.0	7.09	166.4	166.4	8.61					
0.200	04:00	105.46	96.0	96.0	4.97	162.0	162.0	8.38	203.4	203.4	10.53					
0.300	06:00		116.0	116.0	6.00	177.0	177.0	9.15	232.5	232.5	12.03					
0.400	08:00		126.0	126.0	6.52	191.0	191.0	9.89	247.4	247.4	12.80					
0.500	10:00															

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS TESISTAS.

CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS
W. J. Ulibe
Merly Milagros Condori Chura
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 111434



Anexo 10. Certificado de calibración del equipo



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° IIA-055-2022

Firma 1 de 2

Fecha de emisión: 2022/03/21

Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES UUREK EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección: JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CORA DE LA PLAZA MARCO) CAPACI PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de recibir: TAMEN 4

Identificación: NO INDICA

Marca: FORNEY

Modelo: MO INDICA

Serie: 47858925750

Díametro: 10 mm

Estructura: BRONCE

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración: JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CORA DE LA PLAZA MARCO) CAPACI PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración: 2022/03/21

Método/Procedimiento de calibración: La Calibración se realizó por comparación tomándose como referencia el método descrito en el PC-012-Sia Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Re de ley" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - F11.



Este certificado de calibración garantiza la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales que están en las unidades de medida de acuerdo a la Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitar la recalibración alguna vez en el momento actualice sus instrumentos e intervalos regulares, los cuales están en el momento sobre la base de las recomendaciones del fabricante, ya que el mantenimiento, limpieza y conservación del instrumento de medida o de acuerdo a las regulaciones vigentes.

Arsou Group, S.A.C. no se responsabiliza de los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de la calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración, elaborada en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido, ni difundido parcialmente, sin la autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Los Angeles Carols METROLOGIA

Patrones e instrumentos auxiliares

Tracabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
MACAL	Fin de Ray digital de 300 nm a 0.01 nm	L-0031-2021
MACAL	Microscopio de 0.5 mm a 3 um	LA-313-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19.3 °C	Final: 20.0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 66 %	Final: 65 %
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUI	EMP
N° 1	4,70	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 2	4,60	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 3	4,60	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 4	4,60	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 5	4,50	4,75mm	+/- 0,15 mm
PROMEDIO	4,60	OK	

UBICACIÓN DE PUNTOS



[Signature]
Arsou Group S.A.S.

ARSOU GROUP S.A.S
Ing. Hugo Luis Arboles Carmona
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° IIA-057-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022/03/21

Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección: JR. CAHUEDE NRO. 583 (A 1 CORA DE LA PLAZA MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - TULACA

Instrumento de evaluación: TAWE WF 3D

Identificación: NO INDICA

Marca: FORMEY

Modelo: NO INDICA

Serie: 81750493698

Diámetro: Ø 40MM

Estructura: BRONCE

Precedencia: ESTADOS UNIDOS

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración: JR. CAHUEDE NRO. 583 (A 1 CORA DE LA PLAZA MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - TULACA



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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. El cliente se compromete a conservar el instrumento y realizarlo regularmente, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, las condiciones de uso y mantenimiento, incluido la conservación del instrumento de medición o de acuerdo a representaciones rigurosas.

Arsou Group S.A.C. no se responsabiliza de los resultados que pueda obtener el uso frecuente de este instrumento después de la calibración, si se usa incorrectamente, interpretación de los resultados de la calibración declarada en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o alterado parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

[Signature]
Arsou Group S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Pío Luis Arriaga Carrera
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° IIA-057-2021

Página 2 de 2

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trasabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pa de Ray digital de 300 mm a 0,01 mm	4-0210-2021
INACAL	Microscopio de 0,5 mm a 5 x	CA-313-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiente	INCL: 15,2 °C	FALT: 20,8 °C
Humedad Relativa	INCL: 51,70%	FALT: 63,30%
Presión Atmosférica	INCL: 1015 mbar	FALT: 1025 mbar

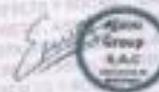


Resultados

TABLA N° 01
MECIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MECIÓN (mm)	LUZ	IMP
N° 1	1,90	3mm	+/- 0,07 mm
N° 2	1,95	3mm	+/- 0,07 mm
N° 3	2,00	3mm	+/- 0,07 mm
N° 4	1,90	3mm	+/- 0,07 mm
N° 5	2,01	3mm	+/- 0,07 mm
PROMEDIO	1,95	OK	

UBICACIÓN DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Rogo Luis Arriaga Cerna
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LIA-062-2022

Página 2 de 2

Petrones e Instrumentos auxiliares

Trasabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Fp de Hoy digital de 100 mic a 0,01 mm	1-0031-2022
INACAL	Microscopio de 0,25 mm a 1 um	LIA - 813 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 54 %hr	Final: 66 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar



TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	UZ	EMP
N° 1	297,00	300µm	+/- 14 µm
N° 2	311,00	200µm	+/- 14 µm
N° 3	304,00	300µm	+/- 14 µm
N° 4	297,00	300µm	+/- 14 µm
N° 5	312,00	300µm	+/- 14 µm
PROMEDIO	304,20		DE

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Nogo Luis Alfredo Carmona
METROLOGIA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-063-2022

Página 2 de 2

Fecha de emisión: 2022/02/21

Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES UBIBEX EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Descripción: IR CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CORA DE LA PLAZA MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición: TAMIZ N° 100

Identificación: NO INDICA

Marca: BRANDTEST

Modelo: NO INDICA

Serie: 75741

Diámetro: 5"

Estructura: BRONCE

Procedencia: COLOMBIA



Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración: IR CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CORA DE LA PLAZA MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración: 2022/02/21

Método/Procedimiento de calibración: La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sio Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Re-de-ley" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Argentina ASTM - E11.



Este certificado de calibración documenta la trazabilidad y precisión de las mediciones que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Las mediciones son válidas en el momento de la calibración. Al solicitar la calibración, el cliente garantiza que el instrumento a ser calibrado cumple con los requisitos de uso establecidos en la base de los procedimientos de trabajo del laboratorio, las condiciones de uso, el mantenimiento, el estado y la conservación del instrumento de medida o de acuerdo a la legislación vigente.

ARSO GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los parámetros que pueda presentar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una honesta interpretación de los resultados de la calibración obtenidos en este documento.

Este certificado no podrá ser reemplazado ni otorgado parcialmente. Ejemplo de sustitución válida por escrito de ARSO GROUP S.A.C.

[Signature]
ARSO GROUP S.A.C.

ARSO GROUP S.A.C.
Ing. Jorge Luis Antezano Candia
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos Calibrados

Trasabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Fie de Rey Light de 300 mm a 0.01 mm	L-0033-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 2 set	LLA-313-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicio: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicio: 64 %	Final: 65 %
Presión Atmosférica	Inicio: 1013 mbar	Final: 1015 mbar

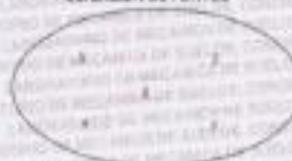


Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	156,00	150µm	+/- 8µm
N° 2	140,00	150µm	+/- 8µm
N° 3	148,00	150µm	+/- 8µm
N° 4	147,00	150µm	+/- 8µm
N° 5	149,00	150µm	+/- 8µm
PROMEDIO	149,80	OK	

UBICACIÓN DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Wago Luis Arvalo Castro
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 61A-064-2022

Metrología

Fecha de emisión	2022/02/11
Solicitante	EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 3 CORRA DE LA PLAZA MARCO) CAPAC PUÑO - SAN ROMÁN - JULIACA
Instrumento de medida	TAMIZ N° 200
Identificada	NO INDICA
Marca	FORNEY
Modelo	NO INDICA
Serie	200/05850210
Cálculo	8"
Material	BRONCE
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
Ubicación	LABORATORIO DE JULIACA
Lugar de calibración	JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 3 CORRA DE LA PLAZA MARCO) CAPAC PUÑO - SAN ROMÁN - JULIACA
Fecha de calibración	2022/02/21
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación con el método descrito en el PC-012 Ed. 2012 "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



Este certificado de calibración documenta la exactitud de los patrones nacionales e internacionales que realizan las evaluaciones de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Las mediciones son válidas en el momento de la calibración y válidas la compañía durante el momento de realizar los movimientos e inspecciones regulares, las cuales deben ser realizadas según la ley de los electrodinámicos propios de cualquier tipo de condiciones de uso. El mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medida a la medida a reglamentación vigente.

ARSOU GROUP S.A.C. no es responsable de los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración derivado en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido por cualquier medio sin el consentimiento previo por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arriola Careña
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-064-2021

Folios 1 de 2

Patrones e instrumentos auxiliares

Transabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pa de Rey digital de 500 mm a 0.01 mm	1-0013-2021
INACAL	Micrómetro de 0.5 mm a 1 um	LLA-312-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

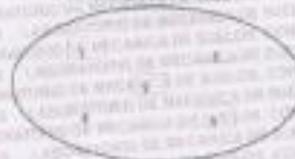
Temperatura Ambiental	Inicio: 18,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicio: 64 %R	Final: 65 %R
Presión Atmosférica	Inicio: 1025 mbar	Final: 1025 mbar

Resultados

TABLA N° III
MECIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MECIÓN (µm)	UM	EMF
N° 1	70,58	75µm	+/- 5 µm
N° 2	75,48	75µm	+/- 5 µm
N° 3	78,14	75µm	+/- 5 µm
N° 4	75,25	75µm	+/- 5 µm
N° 5	74,15	75µm	+/- 3 µm
PROMEDIO	75,52		OK

UBICACION DE PUNTOS



[Signature]
Alfonso Tumbao S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Alvarez Carmona
METROLOGÍA

Arso Group
Laboratorio de Metrológica

Fecha de emisión: 2022/02/21
Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES UJUNEX
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

Dirección: J. CAHUIDE NRO. 583 (A) 1 CORA DE LA PLAZA
MARCO CAPACI PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición: HORNO DE LABORATORIO

Identificación: NO INDICA

Marca: A & A INSTRUMENT

Modelo: 57106-3A

Serie: 150042

Clasificación: Z25 I

Verificación: NATURAL

Problema: NEGATIVA

Modelo: 0704-3A

Procedencia: CHINA

Utilización: LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración: J. CAHUIDE NRO. 583 (A) 1 CORA DE LA PLAZA
MARCO CAPACI PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración: 2022/02/21

Método/Procedimiento de calibración:

- NM - PC-018 3da Ed. 2009 - Procedimiento para calibración de medidores con aire como medio termométrico. (N. CA)
- ASTM D 2216, MTE 1 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo



Este certificado de calibración documenta la exactitud y precisión de los patrones técnicos internacionales, que se aplican en unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades SI.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración, al sustituir la correspondiente descripción de la muestra, receptiva sus modificaciones e intervenciones regulares, en todas ellas, en establecimientos, entre la base de las características propias del instrumento, sus modificaciones de uso, y modificaciones, reparadas y reparaciones del instrumento de medición, a fin de asegurar la representatividad.

ARSO GROUP S.A.C. se responsabiliza de la precisión que puede obtener el uso autorizado de este instrumento después de la calibración, si de una correcta interpretación de los resultados de la calibración derivados en este documento.

Este certificado es válido por normalidad y afijado permanentemente, excepto modificaciones previas por escrito de ARSO GROUP S.A.C.



ARSO GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arzuola Carrasco
METROLOGÍA

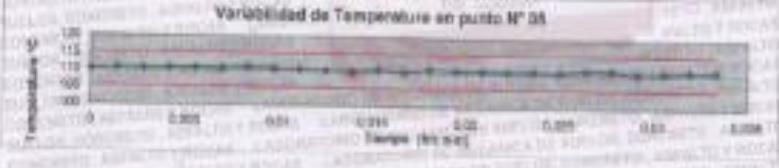
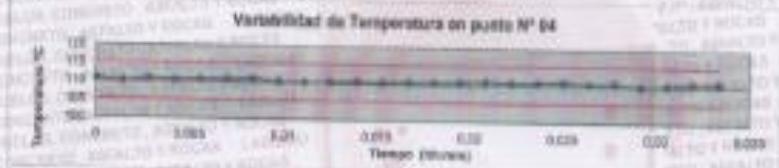
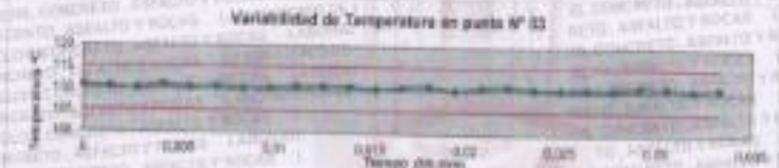
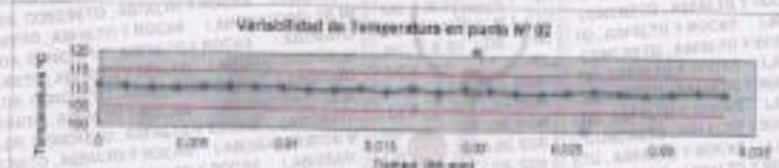
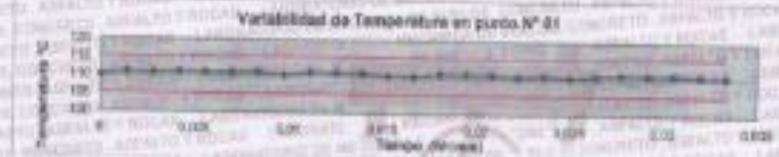


Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° IM-005-2022

Página 2 de 5

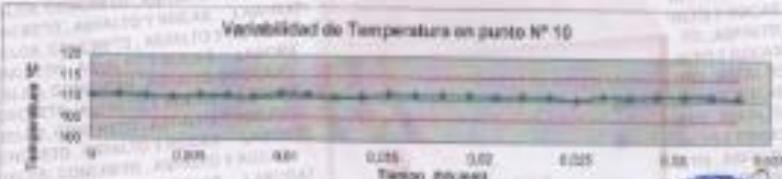
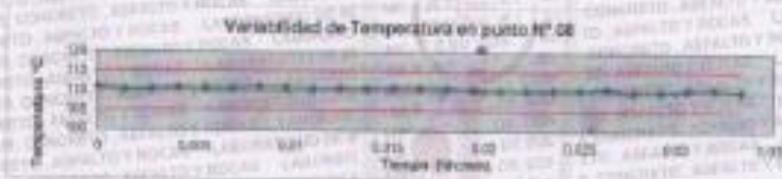
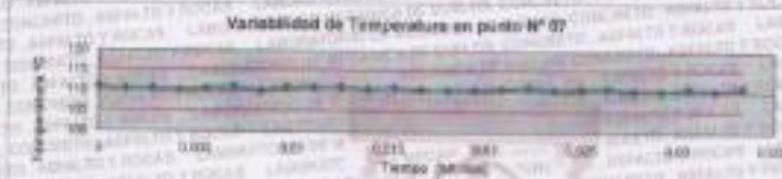
GRÁFICO



[Signature]
Arso Group S.A.C.

ARSO GROUP S.A.C.

Hg. Kato Lari Arrale Camisa



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



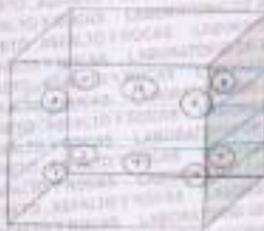
ARSO GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Anivalo Carabá
METROLOGÍA

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95% con un factor de cobertura k=2.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta sobre el frente con la indicación "CALIBRADO".



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Raúl Luis Arriola Camacho
GERENTE GENERAL



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2022/02/21

Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX,
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

Dirección: JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CDRA DE LA PLAZA
MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición: COPA CASAGRANDE

Identificación: NO INDICA

Marca: UTEST

Modelo: NO INDICA

Serie: COP01

Mecanismo: Manual

Ranurador: BRONCE

Procedencia: PERU

Ubicación: Laboratorio de Suelos

Lugar de calibración: JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CDRA DE LA PLAZA
MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA



Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o divulgado parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración: 2022/02/21

Método/Procedimiento de calibración: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.L.L.	Pie de Rey digital	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 23,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Conjunta de la Cazuela			Base			Extremo Cerrado			
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espejete	Largo	Ancho	Espejete	Monte Cerrado	Ancho
Métrico, mm	54	2,0	27	47	50	150	125	10,0	2,0	13,5
Tolerancia, mm	± 2	± 0,1	± 1	± 1,5	± 5	± 5	± 5	± 0,1	± 0,1	± 0,1
Inglés, pulg	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01
CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2,10	+/- 0,1	OK
PROFUNDIDAD	27,10	+/- 1	OK



Arso Group
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47,30	+/- 1,5	OK
ESPESOR	50,60	* +/- 5	OK
LARGO	150,20	+/- 5	OK
ANCHO	125,20	+/- 5	OK
HUELLA	5,93	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALBRADOR CUADRADO	10,02	+/- 0,2	OK
ESPESOR	10,00	+/- 0,1	OK
BORDE CORTANTE	2,00	+/- 0,1	OK
ANCHO	13,40	+/- 0,1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Miraflores 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 901 1640 / Cel: +51 928 196 793 / Ctl: +51 925 151 437
ventas@arsogroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Rog. Luis Alvarez Carpio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 185-123-2022

Página 2 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Traseabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.02 mm	1-0031-2021
Patrones de referencia de INACAL	Balanza Ohaus de 30 kg ± 1 g	144-IM-2020

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 15,6 °C	Final: 15,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 49 %hr	Final: 36 %hr

Resultados

TABLA N° 02
VERIFICACIÓN

	Promedio	Tolerancia	Resultado
Peso Martillo (g.)	2494	2500 ± 10	OK
Ø Caja Impacto (mm)	50,8	50,8 ± 0,13	OK
Altura de Caída (mm)	305	304,5 ± 1,3	OK

Observaciones

- Arnes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- (*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

M. Néstor Luis Alvarado Cepeda

Arsoú Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2022/02/21

Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES UUBEX,
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

Dirección: JR. CAHUADE NRO. 583 (A 1 CDRA DE LA PLAZA
MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición: PRESNA CBR CON CELDA DE CARGA

Identificación: NO INDICA

Marca/Francia: A & A INSTRUMENTS

Modelo: STCBR-1

Serie: 150777

Celda de Carga: TIPO 5

Modelo: H3_C3_T.OTE

Indicador: DIGITAL

Modulo: NO INDICA

Serie: NO INDICA

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración: JR. CAHUADE NRO. 583 (A 1 CDRA DE LA PLAZA
MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA



Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitar la calibración dispone en su momento recibir los certificados e intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a regulaciones vigentes.

ARSOÚ GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso indebido de este instrumento después de su calibración. No se hará responsable de la interpretación de los resultados de la calibración declarada en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o adaptado parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOÚ GROUP S.A.C.

Fecha de calibración: 2022/02/21

Método/Procedimiento de calibración:
El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static universal testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

[Handwritten Signature]
Arsoú Group S.A.C.
Laboratorio de Metrología

ARSOÚ GROUP S.A.C.
Av. de Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1480 / Cel: +51 978 196 705 / Cel: +51 925 151 457
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOÚ GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Las Armas Camilla
Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Tracabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de MOP	Celda de Carga 100 T	INF-4E N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 25,3 °C	Final: 19,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 37,5hr	Final: 38,5hr

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO	ERROR	RPTBLD
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)			
"A"	Kg	Kg	%	%	"B"	Ep	Rp
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	%	%
500	495,2	499,6	-0,96	-0,08	497,4	-0,52	-0,63
1000	993,7	999,2	-0,61	-0,08	996,5	-0,35	-0,39
1500	1497,3	1502,1	-0,18	0,14	1499,7	-0,02	0,23
2000	1995,5	2005,1	-0,23	0,25	2000,3	0,01	0,34
2500	2495,7	2508,1	-0,17	0,32	2501,9	0,08	0,35
3000	2997,3	3011,8	-0,09	0,39	3004,6	0,15	0,34
3500	3498,2	3515,3	-0,05	0,44	3506,8	-0,19	0,34
4000	3997,9	4018,0	-0,05	0,45	4008,0	0,20	0,35

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.
 $Ep = \frac{|(A-B)|}{B} * 100$ $Rp = \frac{Error(2) - Error(1)}{B}$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1,0%

ARSOU GROUP S.A.C.

Avos. de viv. Las Flores de San Diego Miraflores 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301 1680 / Cel. +51 988 286 783 / Cel: +51 925 151 437
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Rg. Reg. Luis Alana Cermeño
 METROLOGÍA

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste

Donde: $y = 1.0034x - 5.7054$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)
 Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Aso: dir. Av. Las Flores de San Diego Mz C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301 3180 / Cel: +51 928 176 793 / Cel: +51 925 354 437

ventas@arsogroup.com

www.arsogroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Av. Las Flores de San Diego Mz C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301 3180 / Cel: +51 928 176 793 / Cel: +51 925 354 437

ventas@arsogroup.com

www.arsogroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trasabilidad	Patrones (Definido)	Certificado de Calibración
Kilómetros de referencia de INACAL	SI, COCERES, PATRONES	LA-245-3020

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 17,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 43 %	Final: 48 %



Resultados

ALCANCE DE ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (m)	INDICACIÓN (m)	ERROR (m)
1,01	0,0998	0,0999	0,0001
2,01	0,0997	0,0999	0,0002
4,01	0,1075	0,1079	0,0004
5,01	0,1069	0,1078	0,0009
7,01	0,2756	0,276	0,0004
10,01	0,3017	0,301	0,0007
15,01	0,5006	0,5023	0,0017
17,01	0,6603	0,671	0,0107
24,01	0,9449	0,9461	-0,0008
25,01	0,9863	0,9861	-0,0002

Error de indicación (m)	0,0005
Incertidumbre del error de indicación (m)	0,0007

ERROR DE REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (m)	INDICACIÓN (m)	ERROR (m)
1,01	0,0998	0,0999	0,0001
		0,0999	0,0001
		0,0999	0,0001
		0,0999	0,0001

Error de indicación (m)	0,0003
Incertidumbre del error de indicación (m)	0,0003

Observaciones:

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
3. (*) Código indicado es una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta a esta hoja con la indicación "CALIBRADO".



Arsou Group S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Cerna
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 185-123-2022

Página 1 de 1

Fecha de emisión: 2022/04/08

Solicitante: EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

Dirección: J.L. CAHUIDE NRO. 383 (A) CDRA DE LA PLAZA
MANCO CAPAC PUÑO - SAN ROMAN - JUJUYA

Instrumento de medición: MARTILLO PROCTOR DE 5.5 LB

Identificación: NO INDICA

Marca: ARSOU

Modelo: INDICA

Serie: 228045

Estructura: FIERRO

Acabado: ZINCADO

Procedencia: PERU

Ubicación: Laboratorio de sueldos

Lugar de calibración: LABORATORIO DE ARSOU GROUP SAC



Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que resultan en unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante se le recomienda disponer en su momento recibir sus instrumentos e inservicio regular, los cuales deben ser etiquetados sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento, realizado y conservación de instrumento de medición o de acuerdo a regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los errores que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración derivadas en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración: 2022/04/08

Método/Procedimiento de calibración:
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Fie de Ray", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-ft/m³) [2 700 kN-m/m³].



Arsou Group S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.

Anexo 8. Boleta de ensayo de laboratorio (doc. Que sustente)



RECIBO			
CIUDAD	DÍA	MES	AÑO
JULIACA	15	03	2023

S/. 3,765.00

Nº 00101

Recibí de: BACHILLERES EN INGENIERIA CIVIL: VARGAS CONDORI, GUIDO ELARD
GÁMEZ CONDORI, FLAVIO OSCAR

La suma de
TRES MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO CON 00/100 SOLES.

Por concepto de:
ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA TESIS DENOMINADA: "MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA MARAVILLAS - VILCAPATA CON ESCORIA DE HORNOS ARTESANALES, JULIACA, 2023"; LAS CUALES SE MENCIONAN A CONTINUACION:

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	NORMA	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
ESTUDIO DE SUELOS					
1	5	LIMITE LIQUIDO CALICATA 01	ASTM D - 4318	8.00	40.00
2	5	LIMITE LIQUIDO CALICATA 02	ASTM D - 4318	8.00	40.00
3	5	LIMITE LIQUIDO CALICATA 03	ASTM D - 4318	8.00	40.00
4	5	LIMITE PLÁSTICO 01	ASTM D - 4318	8.00	40.00
5	5	LIMITE PLÁSTICO 02	ASTM D - 4318	8.00	40.00
6	5	LIMITE PLÁSTICO 03	ASTM D - 4318	8.00	40.00
7	5	CBR CALICATA 01 (0%, 5%, 10%, 15% Y 20%)	ASTM D - 1883	160.00	800.00
8	5	CBR CALICATA 02 (0%, 5%, 10%, 15% Y 20%)	ASTM D - 1883	160.00	800.00
9	5	CBR CALICATA 03 (0%, 5%, 10%, 15% Y 20%)	ASTM D - 1883	160.00	800.00
10	5	PROCTOR MODIFICADO CALICATA 01	ASTM D - 1557	75.00	375.00
11	5	PROCTOR MODIFICADO CALICATA 02	ASTM D - 1558	75.00	375.00
12	5	PROCTOR MODIFICADO CALICATA 03	ASTM D - 1559	75.00	375.00

TOTAL: S/3,765.00

998906037
ulibex@hotmail.com
/facebook.com

CONTRATISTAS GENERALES
ULIBEX E.I.R.L.
RUC: 20448426026
INC: SANDRA CONDORI CHURA
GERENTE GENERAL
DNI. 40080163

RECIBI CONFORME



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de Propiedades del Suelo Cohesivo de Subrasante de la Carretera Maravillas - Vilcapata con Escoria de Hornos Artesanales, Juliaca, 2023", cuyos autores son GAMEZ CONDORI FLAVIO OSCAR, VARGAS CONDORI GUIDO ELARD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
OLARTE PINARES JORGE RICHARD DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 29-03- 2023 11:09:49

Código documento Trilce: TRI - 0539254