



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Potencial de expansión y capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020”

AUTOR:

Cerna Vasquez, Jherson Glimer (ORCID: 0000-0002-1412-6021)

ASESOR:

Mgr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, por la salud y vida, por iluminar y guiar mi camino durante todo el proceso de mi carrera.

A todas las personas que me apoyaron en los momentos más difíciles, a toda mi familia que siempre me ayudo en toda mi Carrera con sus consejos, escuchándome con palabras de ánimo para seguir adelante.

A nuestros docentes de toda nuestra carrera de ingeniería civil, que fueron un apoyo constante desde el inicio de la carrera hasta el final, compartiendo sus conocimientos.

Agradecimiento

A Dios, por lo maravilloso que nos ha dado en la vida y en especial por ayudarme a concluir una meta trazada, como nuestra carrera de Ingeniería Civil.

A toda mi familia en general, por su apoyo diario para salir adelante, por ser los principales motores para lograr cada uno de nuestros más grandes sueños, por confiar en mí, por estar presente en los altos y bajos a lo largo de todos estos años.

Por último, agradezco a nuestros docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por los sabios conocimientos brindados a lo largo de esta etapa profesional.

Índice de contenidos

caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de la investigación	15
3.2. Variables	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	52

Índice de tablas

TABLA N°1: Suelo en su estado natural y con adición de ceniza al 4%, 7% y 10%	31
TABLA N°2: Porcentaje óptimo de ceniza de cascara de arroz	32
TABLA N°3: Analisis de varianza	33
TABLA N°4: Sub conjuntos homogéneos Potencial de expansión	35
TABLA N°5: Sub conjuntos homogéneos Capacidad Portante	36

Índice de gráficos

GRÁFICO N°1: Contenido de humedad de las calicatas	23
GRÁFICO N°2: Límites de Atterberg de las calicatas	24
GRÁFICO N°3: Proctor Modificado	25
GRÁFICO N°4: CBR Calicata 2.....	26
GRÁFICO N°5: Límites de Atterberg de las calicatas	27
GRÁFICO N°6: Proctor Modificado	28
GRÁFICO N°7: CBR Calicata 2.....	29

Resumen

La presente investigación titulada: “Potencial de expansión y capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020”. Buscando mejorar el suelo de la subrasante de la carretera del Colcap, determinando la influencia de la ceniza de cascara de arroz en la estabilización del suelo de la carretera del Colcap, agregando porcentajes de ceniza de cascara de arroz, buscando el porcentaje óptimo para la estabilización del suelo de la carretera del Colcap.

La variable independiente a evaluar fue la ceniza de cascara de arroz y las dependientes la potencial de expansión y la capacidad portante del suelo. El tipo de investigación es aplicada, utilizando conocimiento llevados a la práctica y el diseño es cuasi experimental, utilizando la variable independiente del estudio para modificar las variables dependientes.

La población para esta investigación estuvo conformada por el suelo de la trocha del Colcap que comprende del kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 2+000 carretera del centro poblado de Colcap, la muestra para la investigación coincide con la población.

Los instrumentos utilizados fueron protocolos establecidos por el laboratorio de: Mecanica de suelos Geolab Geolab Ingenieros Consultores E.I.R.L. logrando desarrollar los ensayos propuestos.

Concluyendo que la estabilización del suelo de la carretera del Colcap con ceniza de cascara de arroz influye positivamente con la adición de 7%, en la estabilización del suelo de la carretera del Colcap en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020.

Palabra clave: ceniza de cascara de arroz, potencial de expansión, capacidad portante, estabilización de suelos.

Abstract

The present investigation entitled: "Potential for expansion and bearing capacity of the soil of the Colcap road in the subgrade by adding ash of rice husk, Colcap, Caceres del Perú, Ancash-2020". Seeking to improve the subgrade soil of the Colcap highway, determining the influence of rice husk ash on the stabilization of the Colcap highway soil, adding percentages of rice husk ash, seeking the optimal percentage for stabilization off the floor of the Colcap road.

The independent variable to evaluate was the rice husk ash and the dependent ones the expansion potential and the bearing capacity of the soil. The type of research is applied, using knowledge put into practice and the design is quasi-experimental, using the independent variable of the study to modify the dependent variables.

The population for this investigation was made up of the soil of the Colcap trail that ranges from kilometer 0 + 000 to kilometer 2 + 000 highway of the Colcap populated center, the sample for the investigation coincides with the population.

The instruments used were protocols established by the laboratory of: Soil Mechanics Geolab Geolab Consulting Engineers E.I.R.L. managing to develop the proposed tests.

Concluding that the soil stabilization of the Colcap road with rice husk ash positively influences with the addition of 7%, in the soil stabilization of the Colcap road in the subgrade by adding rice husk ash, Colcap, Caceres of Peru, Ancash-2020.

Keywords: rice husk ash, expansion potential, bearing capacity, soil stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

La labor de rehabilitación y mejoramiento que se ejecutan en las carreteras tienen el propósito de garantizar la circulación de vehículos tanto de transporte público como de transporte de mercancías y carga pesada de forma permanente durante todo el año proporcionando al usuario la seguridad, comodidad y transitabilidad de la carretera, favoreciendo a las personas de la zona del Colcap en su economía y en el traslado de sus productos con mayor frecuencia y entregarlos en un buen estado a sus proveedores en diferente tipo de estación del año.

Por otro lado, la carretera tiene una subrasante que en épocas de lluvias es muy mala, porque las condiciones climáticas hacen que el suelo pierda su estabilidad, se produzcan asentamientos, transformando al suelo en algunas partes en fangos, convirtiéndose en una amenaza para los conductores que transitan la zona, debido a la humedad puesto que el clima es la causante de una u otra forma de los cambios bruscos de volumen de la subrasante de la carretera.

Por lo descrito anteriormente se hace evidentemente el problema de los suelos expansivos en el Perú ha alcanzado notoriedad, la primera vez que se vio un suelo expansivo en el Perú fue durante la construcción del canal Quiroz en Piura. Seguidamente se consideró el proyecto del canal que fue de Chira-Piura que contaba con la existencia de arcilla expansiva. En lo referente a carreteras en la provincia de Oyón la carretera de Churín-Oyón colapsó ya que cuenta con la existencia de suelos expansivos específicamente en el kilómetro 115+750, estas numerosas fallas en los suelos que han ocurrido en los últimos años en el país se ha debido en gran parte a la ignorancia de la conducta de ciertos tipos de suelos de cimentación, y por otro lado a la negligencia o incompetencia, que se evidencia generalmente en la insuficiencia de hacer lo requerido en un determinado proyecto, tal como en muchos casos se ha establecido después de haberse producido la falla. (Foinquinos y Hurtado, 2011, p. 1).

Carrillo (1980) menciona que en distintas áreas de nuestro país se muestran suelos, expansivos, colapsables y de rellenos sueltos, estos suelos deben ser estudiados eficazmente para brindarles una alternativa de solución y soporte en las obras de ingeniería de poca o gran envergadura, ya que se presentan preocupaciones principalmente en las deformaciones por asentamientos o por cambio de volumen del suelo, mayormente estos cambios se deben a la presencia de filtración de agua en exceso del contenido de humedad natural (p. 53).

Debido a estos distintos problemas de hundimientos y de inestabilidad que se presentan en las obras, son debido al cambio morfológico que sufre la arcilla cuando el agua entra en contacto con ella, pues como bien menciona Levatti (2015) “los suelos arcillosos tienen una facilidad de cambiar su forma esto debido a la cantidad de agua a la que está expuesta” (p. 34).

Teniendo en cuenta estas características analizamos entonces que las arcillas cuando contiene grandes cantidades de agua y saturada esta presentara formas totalmente plásticas maleables y deformables, no presentando rigidez ni retorno elástico; lo que contribuye a que en época lluviosa los caminos se tornen resbaladizos e intransitables, no se puede acceder con los vehículos hasta los sectores más alejados de la ciudad impidiendo cualquier tipo de comunicación (Bravo, 2019, p. 32).

A diferencia de las arcillas cuando se encuentran en condiciones secas tienen una elevada rigidez y al momento de aplicar o recibir cargas muy elevadas estas se van a desmoronar; y si a estos problemas le sumamos el hecho de que en nuestro país los caminos son el resultado de hacer cortes al suelo, sin darle ningún tipo de mejoramiento, ello contribuye a que el suelo no tratado, con la presencia del agua se licúe perdiendo su capacidad portante y mostrando grandes deformaciones sobre la superficie (Vivas, Briceño y Celis, 2013, p. 3).

Por consiguiente, la cascarilla de arroz se está imponiendo como material de estabilización de construcción de pavimentos, ya que “la ceniza de cascarilla de

arroz (CCA), ha demostrado poseer grandes propiedades puzolánicas; pues su gran comportamiento mecánico como estabilizante influye en la capacidad de los suelos para resistir las cargas transmitidas por los vehículos” (Morales, 2015, p.53).

II. MARCO TEÓRICO

Después de realizar un análisis exhaustivo sobre los problemas de suelos arcillosos, se pudo observar que no solo en nuestro país existen ese tipo de suelos que son desfavorables para la construcción a nivel internacional Hernández, Mejía y Zelaya (2016) en su tesis propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador en sus resultados obtuvo un valor de CBR de 1.93% en el suelo en su estado natural, la cual lo hace un suelo inapropiado o marginal para componer una subrasante de un pavimento. Al adicionar cal al suelo esto lo produce un incremento significativo en la capacidad portante del suelo que realizo su ensayo transformándolo a la cal en un aditivo apto para estabilizar. En su caso de su estudio el adicióno el 5% de cal en peso la cual este arrojo un CBR de 54.00 %, transformándolo a la cal en un material eficaz para estabilizar la capa de la subrasante de un pavimento.

En cuanto a, Deepak, Arvind (2017) en su investigación “Evaluación de desempeño de la mezcla de ceniza y arcilla de ceniza de arroz de estanque estabilizada con cemento como material de construcción de carreteras” este documento informa los resultados de una investigación realizada en suelos arcillosos estabilizados con cenizas de estanque (PA), cenizas de cáscara de arroz (RHA) y cemento. La arcilla se reemplazó con PA y RHA a una dosis del 30% al 45% y del 5% al 20%, respectivamente, los resultados obtenidos indicaron una disminución en la densidad seca máxima (MDD) y un aumento simultáneo en el contenido óptimo de humedad (OMC) con la adición de PA y RHA. El análisis de regresión lineal múltiple (MLRA) mostró que los valores predichos de las pruebas de CBR están en buen acuerdo con los valores experimentales.

A nivel nacional Mamani, Yataco (2017) en su tesis estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho, emplearon para el desarrollo de su tesis la quema de Eucalipto más carbón, de acuerdo con los datos que obtuvieron

al realizar los ensayos en el lugar de trabajo con respecto a los porcentajes que utilizaron para la fabricación de ladrillos rojo como resultado que la ceniza de madera de fondo disminuye la plasticidad del suelo arcilloso, también disminuye la humedad óptima del suelo arcilloso a su vez aumenta el esfuerzo del suelo arcilloso y disminuye la deformación con los parámetros de resistencia del suelo arcilloso.

En ese mismo contexto, Castro (2017) en su tesis estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en Moyobamba obtuvo como resultados en sus ensayo de CBR, valores de expansión en el suelo, debido a la expansión de los suelos combino la ceniza de cáscara de arroz en distintas proporciones, este como resultado dio resultados positivos disminuyendo significativamente la expansión de la muestra en un 1.91%, esto en un suelo arcilloso es decir casi hasta un valor de cero cuando se agrega 40% de ceniza de cáscara de arroz, pudiéndose observar que el valor óptimo se da con las combinaciones de 20% de ceniza de cáscara de arroz, la cual está permite un incremento de 5 a 19.40%, lo que quiere decir que su capacidad de soporte del suelo aumenta 4 veces más que en su estado natural.

Mientras que, para Llamoga (2017) en su tesis Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2017, se basó en analizar la expansión del suelo, el suelo natural, plasticidad y capacidad portante (CBR); luego el combinado el suelo con ceniza de cascarilla de arroz con porcentajes de 4%,7% y 10%. Los resultados que obtuvo en la expansión del suelo es que se incrementó en un 0.43% con el contenido del 10% de ceniza, y con los porcentajes de 4% y 7% disminuyó en 16.84% y en 21.12%. Para la capacidad portante del suelo paso lo mismo con el porcentaje de 10% de ceniza de cascara de arroz no aumento la capacidad portante, sino que disminuyo en un 0.85%; pero con los porcentajes de 4% y 7% el CBR se incrementó de 2.85% a 4.52% y de 2.85% a

7.80% respectivamente, observando que el resultado más óptimo es el de 7% de ceniza de cascara de arroz.

Naturalmente el suelo arcilloso presenta una composición de partículas con diámetro de 0,002 mm tiene una textura pesada, y es pegajosa cuando entra en contacto con el agua o está en un ambiente húmedo, por otro lado, al carecer de agua se pone muy duro, mayormente se usa en la alfarería. Una de sus características es que se puede moldear fácilmente es parecido a la plastilina, este tipo de suelo es impermeable precisamente por estar compuesta por partículas de arcilla, para identificar a este tipo de suelos es muy fácil ya que con tocar una parte de ella lo podrás manipular fácilmente, este tipo de suelos no es apto para poder construir en ella, debido a que es inestable al estar en presencia con la humedad y tiende a fracturarse produciendo fallas. (Junco del Pino y Tejeda, 2013, p. 4).

Cabe considerar, que un suelo con un potencial de expansión elevado, para poder expandirse va a depender de muchos factores. En primer lugar, es la humedad de campo al momento de la construir y el equilibrio de la humedad que se alcanza al terminar la construcción. Por otro lado, si este equilibrio de humedad es considerable o mayor que la humedad de campo, y si a su vez el suelo tiene una elevada capacidad de expansión, se puede decir que está en alto grado la cual la consecuencia sería el levantamiento del suelo o la estructura, pero si la humedad de equilibrio es más baja que la humedad de campo, tendrá efectos contrarios, es decir que el suelo no se expandirá, sino que se va a contraer, (Lopez,2014, p. 2).

En otras palabras, La expresión de suelos expansivos, no se refiere simplemente al aumento de volumen cuando incrementa el contenido del agua, sino que también al contrario al perder el agua el suelo esta se va a contraer y va a disminuir su volumen, por eso es que se debe mantener presente que la contracción es simplemente el proceso inverso. De forma general se podría decir que el potencial de expansión de un suelo está relacionado con su índice de plasticidad. (Hossne, 2008, p. 195).

Por consiguiente, si se quiere diferenciar entre los suelos que tiene la capacidad de expandirse con los suelos que, si presentan realmente características expansivas en el terreno, primero que los suelos que no tienen la capacidad para expandirse o poca facilidad de expansión, no lo harán en ninguna condición. Por otro lado, los suelos que si tiene una elevada amplitud de expansión pueden expandirse como también no hacerlo; este comportamiento se debe a las condiciones físicas al iniciar una construcción, y también a la variación de humedad y esfuerzos a los que les sujete. (Aracibia, 2003, p. 2).

Por otro lado, se tiene a la subrasante de un suelo que es la capa en la que descansa la estructura del pavimento y está conformada por suelos seleccionados, la subrasante tiene que tener características adecuadas y ser compactado por capas para construir un cuerpo permanente y que con el tiempo esta no sea afectada por la carga que va a soportar constantemente para ello existe una tabla donde te indica la categoría de la subrasante y según esa categoría se puede saber si va a ser un suelo inadecuado, pobre, regular, bueno, muy bueno excelente, de acuerdo a su categoría también se puede ver los rangos de porcentaje de CBR que comprenden desde un 3% mínimo hasta un 30% máximo de los porcentajes de CBR . (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 201).

Por ello, para clasificar los suelos, es importante indicar sus propiedades mecánicas y físicas, la cual se clasifican en siete grupos (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7), según su granulometría y su plasticidad. Estos siete grupos pertenecen a dos categorías: suelos granulares y suelos finos; los suelos granulares son pasados por el tamiz N°200 y tienen un 35% de material fino, estos suelos forman los grupos A1(A1-a, A1-b), A2 (A2-4, A2-5, A2-6, A2-7) y A3, los suelos finos son también pasados por el tamiz número 200 pero tienen más del 35% del material fino. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. (Bañón y Bevia, 2000, p. 20)

Por consiguiente, para clasificar las capas de una superficie de la carretera lo que se hace es principalmente clasificar según el sistema AASHTO, de acuerdo con la descripción del suelo para usos de subrasante rigiéndose a las normas AASTHO-M145 (Braja, 2014, p. 17).

Este sistema de clasificación se basa en su grado de plasticidad, su límite líquido, y porcentaje de material fino que pasa a través el tamiz número 200 la cual existe una tabla para clasificarla de acuerdo a su índice de grupo estas van desde 0 hasta el mayor que es 9 de acuerdo a este índice se puede determinar el tipo de subrasante del suelo si este va a ser un suelo muy pobre o muy bueno. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, p. 201).

Dicho de otro modo, la clasificación de los suelos tiene como objetivo proporcionar un tipo de lenguaje entre los ingenieros, la cual es etiquetar a los suelos y transmitir el mismo significado universal. En Estados unidos y demás departamentos estatales, utilizan los sistemas del SUCS Y AASHTO para clasificar los suelos. (Guerrero y Cruz, 2018, p. 378).

Debe señalarse que, su función principal de la clasificación de los suelos es designar sus características y propiedades de una forma sencilla, la clasificación de ASHHTO Y SUCS es la de dividir los suelos de granulometría fina con los suelos granulares, para la granulometría fina utiliza los límites de atterberg y el análisis de granulometría completa para luego proceder a su clasificación. (ROLDAN DE PAZ, 2010, p. 4).

En función de lo planteado para clasificar los suelos existen varios criterios para hacerlo de forma adecuada, para empezar, tenemos el método de determinación del grado de expansión se basa en el método del análisis de las propiedades del índice de los suelos (límite líquido, límite plástico y límite de contracción volumétrica), estos límites nos sirven primero para reconocer y luego clasificar los suelos expansivos. Para determinar el potencial de expansión se hace mediante métodos indirectos esto se basa en los ensayos de contracción lineal, Límite de

Atterberg, el contenido coloidal y cambio de volumen potencial entre otros. (Calvo y Duran, 2013, p. 23)

Seguidamente, Holtz y Gibbs (1956, p. 641) mostraron que el límite líquido y el índice plástico son clasificaciones valiosas para determinar las características de expansión de las arcillas. Las arcillas según su grado de peligrosidad han sido correlacionadas en un cuadro la cual se puede determinar el grado de expansión, si el grado de expansión de un suelo va a ser bajo, medio, alto o muy alto esto dependiendo al porcentaje de índice plástico y límite líquido de acuerdo al porcentaje de partículas (Anampa, 2014, p. 2)

En cuanto al método de Seed, Woodward y Lundgren ellos indicaron que las propiedades plásticas del suelo se pueden utilizar como un indicador principal de las características expansivas de las arcillas. Ellos nos desarrollaron un cuadro donde se puede observar de acuerdo al vínculo entre el índice de plasticidad y el potencial de expansión o hinchamiento de las arcillas según ello el suelo llegaría a ser bajo, medio, alto y muy alto esto de acuerdo al índice de plasticidad, si el índice de plasticidad es mayor entonces se va a manifestar mayor hinchamiento y si el índice de plasticidad es menor se presentará menor hinchamiento, además ellos desarrollaron una fórmula donde el potencial de hinchamiento es igual 60 por una constante ($3.6 \cdot 10^{-5}$) por 0.44 ($S = 60 \cdot K \cdot 0.44$) (Seed, Woodward y Lundgren, 1962, p. 53)

Así mismo, Ranganathan y Satyanarayana nos dicen que, para reconocer la potencialidad de la expansión, dando un nuevo índice de contracción en donde este índice de contracción es obtenido como la variación del contenido de humedad correspondiente al límite líquido y al límite de contracción se plasmaría según una fórmula que desarrollaron la cual es $IC = LL - LC$ donde el índice de contracción es igual al límite líquido menos el límite de contracción, también desarrollaron una tabla donde se puede ver el peligro de hinchamiento de acuerdo al índice de contracción donde a mayor índice de contracción mayor será el peligro

de hinchamiento y al contrario a menor índice de contracción menor será el peligro de hinchamiento (Aquesolo, 1980, p. 71)

Con respecto a la capacidad portante de un terreno se refiere a la presión máxima que se da cuando la cimentación y el terreno están en contacto esto quiere decir que el terreno tiene que soportar todas las cargas aplicadas sobre él, de tal manera que no tiene que producirse fallas o asentamientos en el suelo, en otras palabras, la capacidad portante tiene que soportar una determinada tensión o carga aplicadas sobre la estructura o el terreno (Maldonado y Muñoz, 2018, p. 49).

Por tanto, todas las estructuras de ingeniería civil, ya sean edificios, presas, puentes, canales, todo tipo de construcción, están construidas sobre suelos la cual se requiere una base para transmitir la carga de la estructura en una gran área de suelo. La base de la estructura debe estar diseñada de manera que el suelo debajo no falle en el corte ni haya un asentamiento excesivo de la estructura. El método convencional de diseño de cimientos se basa en el concepto de capacidad de carga, la capacidad de carga de los cimientos es la carga máxima por unidad de área que el suelo puede soportar sin fallas. Depende de la resistencia al corte del suelo, así como de la forma, el tamaño, la profundidad y el tipo de base (Cheng, 2013, p. 34).

Naturalmente, el ingeniero frecuentemente confronta los suelos que usara en ciertos trabajos, forzándolo a modificar las propiedades del suelo o material existente para cumplir con el proyecto, lo que permite que la estabilización se lleve a cabo ya sea por medios mecánicos o mezclas de suelo (Montejo, 2002, p. 378).

Cabe destacar que la naturaleza del suelo puede ser alterada, pero eso va a depender si se manipula correctamente ya que un suelo no depende de la aglomeración a través de la cual formado, sino por las partículas contenidas en la aglomeración (Terzaghi, 1996, p. 3).

Generalmente se realiza una estabilización cuando esta tiene una subrasante inadecuada o muy pobre, modificando sus propiedades hasta mejorar su rendimiento (Bhavani y Prasad, 2017, p. 105).

Ahora bien, para estabilizar un suelo es muy importante verificar el suelo donde se va aplicar y en donde está ubicado, de acuerdo al uso que se le va a dar al suelo se seleccionara el aditivo que se va a utilizar. Por otro lado es muy importante disponibilidad del aditivo y también de verificar los costos que demandan al realizar la practica (MTC, 2014, p. 95).

Si bien es cierto, uno de los principales productos a nivel nacional que se consume es el arroz, por ello el Minagri menciona que se espera que se alcance a nivel nacional 446.966 hectáreas, esto representa un 5.4% respecto a lo anterior. (Dirección Regional de Agricultura Ancash,2019, p. 1)

Una de las ventajas del arroz es que se puede encontrar en grandes cantidades en cualquier parte del mundo y cuando se lleva al proceso de calcinación produce grandes cantidades de puzolanas y a su vez contiene hasta un 90% de sílice disminuyendo así las emisiones de CO₂ (Mejia, Mejia y Puertas, 2013, p. 7).

También la casca de arroz se aplica en la elaboración de abonos y material para el cultivo, también en materiales de construcción (cemento, mortero, hormigón), aumenta su resistencia, durabilidad, impermeabilidad, disminuye la necesidad de agua y también como combustible fósil y en carreteras aplicándolo en la Subrasante (Tomas, Borrachero, Monzo y Paya,2013, p. 129).

Otra forma de contribuir, es en ceniza de cascara de arroz, la cual se obtiene mediante técnicas de calcinación, existen tres técnicas las cuales son calcinación de lecho fluidizado, a campo abierto y calcinación en hornos, cada una realiza la calcinación de manera distinta; la calcinación a campo abierto mayormente es realizado en recintos circulares de ladrillo con un diámetro de 16 metros, con una altura de 2.5 metros y se obtiene una ceniza de color negro o blanco, este tiene que ser extraída cada cierto tiempo. No se recomienda esta técnica porque no

sabremos a que temperatura está y se perdería porcentaje de sílice y eso es lo que no se quiere, se espera tener una ceniza no cristalina, , por último la técnica de calcinación en lecho fluidizado se desarrolla en un horno con una cámara de combustión de acero inoxidable y un lecho fluidizado donde mediante un plato perforado la cual está ubicado en la cámara de combustión es suministrado el aire, se recomienda precalentar a 500°C, la temperatura tiene que ser monitoreada Según (Juárez B, 2012, p. 35).

Para que se obtenga una gran puzolánica es necesario controlar el tiempo de la calcinación, esta no tiene que pasar su temperatura de 700°C, sino la sílice se cristaliza y eso no se quiere, ya que cuando la sílice no está cristalizada es cuando contiene las propiedades que se requiere por eso se debe mucho a la duración de combustión y a la temperatura para poder obtener un material que se requiere al momento de producción de ceniza de cascarilla de arroz Según (Pode, 2016, p. 53).

Por consiguiente, para Juliano (1985), estima que la constitución de la ceniza de cáscara de arroz es de alrededor 20% aproximadamente en peso de la cascara de la que fue incinerada.

En los años anteriores la cascarilla de arroz se calcinaba de forma incontrolada es decir que lo quemaban a distintas temperaturas y eso hacía que se produzca puzolanas muy pobres, hace 45 años aparecieron nuevas técnicas para poder controlar el proceso de calcinación, logrando como resultado que no se pierda tanto porcentaje de sílice para tener ceniza altamente puzolánica. Solo la sílice amorfa reacciona químicamente con la cal, logrando un buen material para estabilizar el suelo y este tenga un mejor comportamiento, según estudios se pudo comprobar que calcinando la cascarilla de arroz en hornos industriales hace que llegue hacer más ricos en sílice por lo tanto una mejor puzolana, llega hasta un 95% de sílice, a campo abierto se podría tener sílice cristalina ya que no podría controlar el tiempo y tendríamos puzolana muy pobre (Esquivel y Gamez, 2019, p.73).

Según la norma ASTM (2018, p. 109) nos dice que, la ceniza de cascarilla de arroz está conformada por puzolana, la puzolana es un material de silicio – amorfos o aluminio, existen dos tipos artificiales y naturales, la cual estos poseen poco o ningún valor cementante, cuando estas entran en contacto con el agua tienden a reaccionar químicamente a una temperatura ambiente y luego formar compuestos con propiedades cementantes, cuando este material se separa esta se transforma en cemento natural. Para que esta llegue a reaccionar puzolanicamente la sílice tiene que estar en estado amorfo. Por otro lado, se dice que las puzolanas pueden actuar como el cemento, debido a que al ser separados finamente o molidos y ser mezclado con cal o cualquier otro material estabilizante esta tiende a endurecer similarmente al cemento, según estudios realizados a las puzolanas estas pueden reemplazar un buen porcentaje de cemento sin disminuir la resistencia del concreto ya que eso es lo que se quiere.

Igualmente, (Mattey, Robayo, Diaz, Delvasto y Monzò, 2015, p. 12) explica que una opción viable para el reemplazo del cemento sería la ceniza de cascarilla de arroz, ya que este posee grandes porcentajes de sílice y eso hace que tenga grandes propiedades puzolánicas, es por esto que durante el proceso de la combustión es importante que la temperatura sea controlada para obtención de la ceniza de cascarilla de arroz.

De acuerdo a lo anteriormente planteado se formula la siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo actúa el potencial de expansión y capacidad portante del suelo en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáculos del Perú, Ancash-2020?

De este modo, la investigación del estudio se justifica, con el objetivo de ofrecer una alternativa para mejora a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos.

Por otro lado, se quiere proponer una alternativa distinta que posibiliten el uso de suelos arcillosos para la construcción de carreteras en la zona de Colcap. Una de

las opciones que se ha estado utilizando es la estabilización habitual, que utiliza la cal como material para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos. Sin embargo, con el objetivo de descubrir otras elecciones para solucionar los suelos se plantea estabilizar los suelos con ceniza de cascarilla de arroz como un material no tradicional.

Es por ello, la hipótesis principal de esta investigación es: El potencial de expansión disminuye y la capacidad portante del suelo en la subrasante aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020, y la hipótesis nula es: El potencial de expansión no disminuye y la capacidad portante del suelo en la subrasante no aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020.

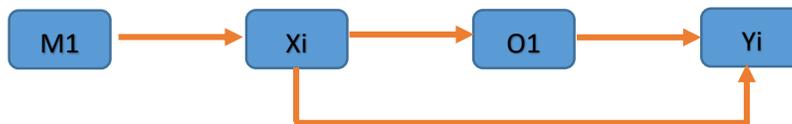
Por esto, Ante las hipótesis planteadas se propuso Como objetivo general de la investigación se busca determinar cómo actúa el potencial de expansión y capacidad portante del suelo en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020 y como objetivos específicos: Medir el potencial de expansión y la capacidad portante de las muestras de suelo en su estado natural, medir el potencial de expansión del suelo, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, de la misma manera medir la capacidad portante del suelo, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, seguidamente comparar los resultados del potencial de expansión y la capacidad portante del suelo en su estado natural con el potencial de expansión y la capacidad portante del suelo adicionando porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz y por ultimo determinar cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de casca de arroz en el potencial de expansión y la capacidad portante.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación es cuasi experimental en el sentido que se manipula la variable independiente para establecer el posible efecto de la causa que se manipula, a su vez es aplicada, porque se busca resolver un problema real, el cual es conocer si la incorporación de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascarilla de arroz influye en el potencial de expansión y capacidad portante en el suelo del Colcap, Cáceres del Perú, Ancash.

El diseño de la investigación es transversal, porque se ha medido una sola vez las variables e inmediatamente se procedió a analizar los diferentes ensayos realizados y ordenar los resultados.



M1: Muestra a utilizar en la investigación

Suelos.

Xi: Variable independiente

Ceniza de cascara de arroz (4%, 7% y 10%).

O1: Resultados

Yi: Variables dependientes

Potencial de expansión y capacidad portante.

3.2. Variables

Se tendrán dos variables en la presente investigación, una dependiente y otra independiente.

3.2.1. Variable Independiente

En la presente investigación, la variable independiente es ceniza de cascara de arroz, es manipulada intencionalmente con porcentajes de 4%, 7% y 10%, se utiliza estos porcentajes por antecedentes de otras investigaciones donde se ve el mejor comportamiento para el análisis de los resultados, con estos porcentajes se ve de manera objetiva el comportamiento que tiene la ceniza de cascarilla de arroz en el suelo, la finalidad es ver si aumenta la capacidad portante y disminuye el potencial de expansión, se utiliza 4% como un límite base, 10% es el límite máximo y 7% que es la iteración, son porcentajes por literatura revisada y antecedentes de investigación.

3.2.2. Variable Dependiente

- Variable dependiente 1: Potencial de expansión
- Variable dependiente 2: Capacidad portante del suelo.

3.2.3. Operacionalización de la variable

La variable estudiada será la independiente adicionada a la variable dependiente y la influencia en el potencial de expansión y la capacidad portante.

3.2.4. Definición conceptual

Ceniza de cascarilla de arroz: Castro (2008, p.6) sostiene que: La ceniza de cascara de arroz se obtiene de la quema de la cascara de arroz, la cual se quemar en hornos o al aire libre, para la obtención de puzolanas.

Potencial de expansión y capacidad portante del suelo: Según Naranjo Víctor menciona que el cambio de volumen que sufre el suelo por la presencia de agua y también nos menciona que: El índice de plasticidad representa el porcentaje de humedad que debe tener las arcillas para conservar el estado plástico, por otro lado, también dice que la capacidad portante Es la capacidad de resistir las cargas de tráfico y medio ambiente, conservando su estabilidad volumétrica sin deformarse (2012, p.9).

3.2.5. Definición operacional

Ceniza de cascarilla de arroz: para analizar las cenizas de cascará de arroz se tendrá en cuenta los porcentajes de adición que se le haga a la subrasante, los cuales están en relación de 4%, 7% y 10%.

Potencial de expansión y capacidad portante del suelo: para la comprensión de la variable dependiente se puede calcular a través de sus indicadores; análisis granulométrico, contenido de humedad, límites de consistencia, proctor modificado y ensayo de CBR.

3.2.6. Dimensiones

Las dimensiones para la variable independiente es la proporción y las dimensiones para las variables dependientes son estabilidad volumétrica, índice de plasticidad y resistencia.

3.2.7. Indicadores

Para la variable independiente se utilizaron los porcentajes de 4% del peso de la muestra del suelo, 7% del peso de la muestra del suelo, 10% del peso de la muestra del suelo y para las variables dependientes son límite de contracción, ensayos de proctor modificado y ensayos de CBR.

3.2.8. Escala de medición

Para los indicadores de la variable independiente se utilizó la escala nominal y para las variables dependientes la escala razón e intervalo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población para la investigación está constituida por el suelo de la trocha del Colcap que comprende del kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 2+000 carretera del centro poblado de Colcap.

3.3.2. Muestra

La muestra para la investigación coincide con la población, de acuerdo a eso según la indagación de los suelos del Ministerio de Transportes se sacaron muestras en el kilómetro del área de estudio, realizando 2 calicatas una en cada kilómetro con una profundidad mínima de 1.50 metros.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la investigación se usó la técnica de la observación experimental, que nos ayudó a recaudar los datos mediante ensayos, los instrumentos que se van a utilizar son protocolos, que son formatos estandarizados según la norma ASTM, la cual son adaptadas por el Ministerio de Transportes a las circunstancias particulares de nuestra realidad, lo que permite recopilar información confiable de los ensayos:

MTC E107-2018 (Análisis granulométrico) ASTM D 422

MTC E108-2018 (Determinación del contenido de humedad de un suelo) ASTM D2216

MTC E110-2018 (Límite líquido de los suelos) ASTM D4318

MTC E111-2018 (Límite plástico, índice de plasticidad) ASTM D4318

MTC E115-2018 (Proctor modificado) ASTM D1557

MTC E132-2018 (CBR de los suelos) ASTM D1883

3.4.1. Validez y confiabilidad

Para comprobar la validez y confiabilidad de este proyecto, se utilizaron protocolos, que son instrumentos tales como hojas de laboratorio, certificados de laboratorio y las especificaciones técnicas de calibración de los equipos que se utilizara en los ensayos técnicos, que no necesitaran ser evaluados por expertos ya que estos fueron desarrollados por un equipo altamente calificado y especializado en el tema, quienes también elaboraron normas como ASTM, que se aplican tanto a nivel nacional como también internacional.

3.5. Procedimientos

Se procedió a buscar cascarilla de arroz en las plantas arroceras, en esta ocasión se logró encontrar el material en el centro poblado Cambio puente anexos (Chimbote – Santa), se compró el material y se trasladó al laboratorio industrial del instituto Carlos Salazar Romero, la quema se realizó en una mufla de 12 cm de ancho, una longitud de 25 cm y una altura de 10 cm, con temperaturas en esta ocasión de 500 a 700 °C, se tuvieron que meter al horno 15 veces el material porque al quemarse se reducía de un 100% a un 5 a 7% de su volumen, la duración por cada quema era de tres a cuatro horas.

Una vez obtenida la ceniza de la cascarilla de arroz se procedió a obtener la muestra del suelo haciendo calicatas en la trocha que se dirige al centro poblado del Colcap, se realizaron dos calicatas la calicata 01 se realizó al inicio de la carretera del Colcap con una profundidad de 1.50 metros y la segunda calicata a un kilómetro de distancia de la primera calicata con una profundidad de 1.50 metros, al realizar las calicatas se encontró tres tipos de muestras para la primera calicata, la primera muestra se encontró a 0.50 metros de profundidad, la segunda muestra a 0.50 metros de profundidad y la última a 0.40 metros de profundidad,

para la segunda calicata también se encontraron tres muestras la primera muestra se encontró a 0.35 metros de profundidad, la segunda muestra a 0.55 metros de profundidad y la última muestra a 0.50 metros de profundidad, una vez obtenida las muestras, se trasladó las muestras al laboratorio para realizar los estudios correspondientes, se determinaron sus características en su estado natural y luego con la adición de la ceniza de cascara de arroz.

Después de tener todas las muestras se realizaron los ensayos, primero se realizó el análisis granulométrico para determinar el tipo de suelo, se hizo el cuarteo se secó y degrero el material, seguidamente se lavó el material por el tamiz 200 para quitar los finos, después del lavado y secado se pesa para posterior a ello pasar por los tamices, el material retenido en cada tamiz se pesó y anoto para realizar los cálculos.

para el ensayo de contenido de humedad se tomó una parte del material cuarteado se pasó por el tamiz N°4 para este ensayo se utilizó 500g de muestra se sacaron 3 muestras para cada calicata, luego se colocaron al horno hasta el otro día, después de sacarlo del horno se pesó y se realizaron los cálculos respectivos.

Para los ensayos de límites de aterberg se secó la muestra 24 horas se utilizó 100g de material pasados por el tamiz N°40 para realizar el limite líquido, después de tener la muestra se calibro la copa casa grande con una altura de 1 cm seguidamente se coloca la muestra y se hace una ranura en el centro para luego realizar los golpes, se hicieron tres veces el mismo procedimiento pero con diferente cantidad de agua para tener una diferencia de golpes sacando una muestra de cada una de ellas para pesarlo y ponerlo al horno por 24 horas después de sacar la muestra del horno se pesó y realizo los cálculos respectivos, para el limite plástico se realizó con el mismo material del límite liquido realizando rollitos en una lámina de vidrio hasta que se produzca fisuras, luego se pesó los rollitos y se puso al horno también por 24 horas, luego se pesó y se realizó los cálculos correspondientes.

para el ensayo de proctor modificado se realizó en la calicata 2 para eso se secó la muestra se degrero y paso por la malla N°4 obteniendo más del 20% de porcentaje retenido y se descartó el método A y luego se pasó por la malla 3/8 obteniendo el porcentaje retenido más del 20% por la cual se utilizó el método C, luego se mezcló el material con 2 %, 3% y 4% de agua, se realizaron 5 capas con una compactación de 56 golpes por cada capa, luego se pesa la muestra y se pone a secar para encontrar la humedad óptima de compactación y la densidad máxima seca con esos datos se trabajó el CBR para realizar el ensayo de CBR se utilizó 8 kilos a esa muestra se agregó el agua de acuerdo al contenido de humedad que nos salió en el proctor luego se colocó la muestra en el molde y se compacto, después de ello se colocó las muestras en el agua por 96 horas a los 4 días se sacó y se hizo la prueba de penetración correlacional de 0.1”.

se realizaron los mismos ensayos de límites de atterbeg, proctor modificado y CBR para los porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, realizados todos los ensayos respectivos, recolectado toda la información de cada ensayo realizado, estos se pasaron a la computadora para realizar el trabajo de gabinete, cada uno de los resultados se ordenaron y analizaron los datos mediante hojas de cálculo y también se realizaron gráficos comparativos para analizar los resultados obtenidos. Estos resultados se analizaron teniendo en cuenta las normas técnicas peruanas de suelos y de los agregados.

3.6. Método de análisis de datos

Las recolecciones de datos de esta investigación se desarrollaron durante el procedimiento para validar la hipótesis planteada, se utilizó la estadística descriptiva, que consta de barras, cuadros y también el programa SPSS. Para los resultados se tomó el promedio de las diferentes muestras que se realizaron.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación considero cuestiones éticas, teniendo en cuenta que nosotros, como futuros ingenieros, debemos de tener un buen comportamiento ético, es por

ello que este proyecto está desarrollado la veracidad de los resultados y se respetó la propiedad intelectual, tomando artículos, normas y libros para extraer información para el desarrollo del proyecto de tesis, por lo que fue citado correctamente, para respetar los derechos de autor.

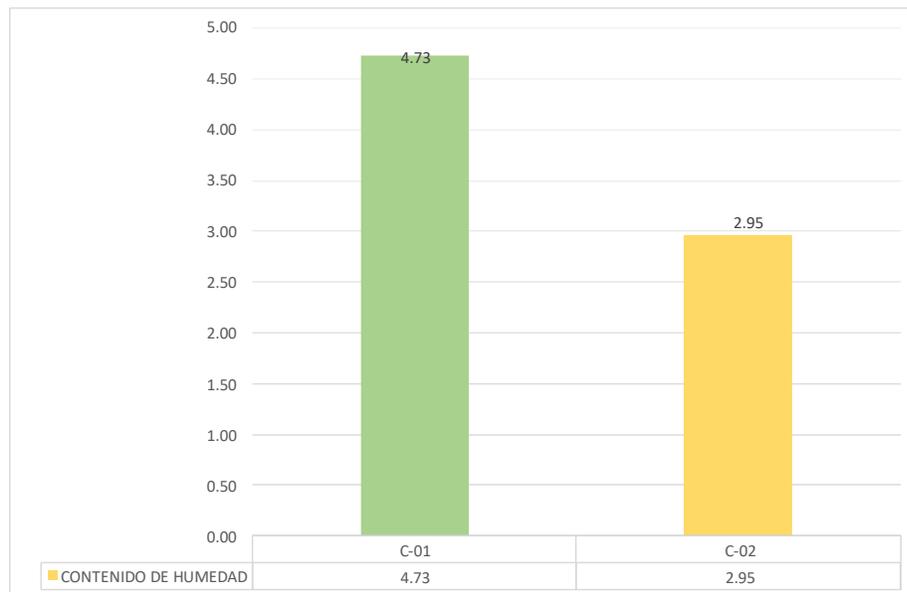
De igual forma, esta tesis tiene una finalidad la cual es dar un aporte que beneficie a la sociedad, ya que la tesis tiene un objetivo central que es la estabilización del suelo de la carretera del Colcap en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados del primer objetivo relacionado con el potencial y la capacidad portante de las muestras del suelo en su estado natural.

Para el primer objetivo se realizó los ensayos respectivos de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

GRÁFICO N°1: Contenido de humedad de las calicatas

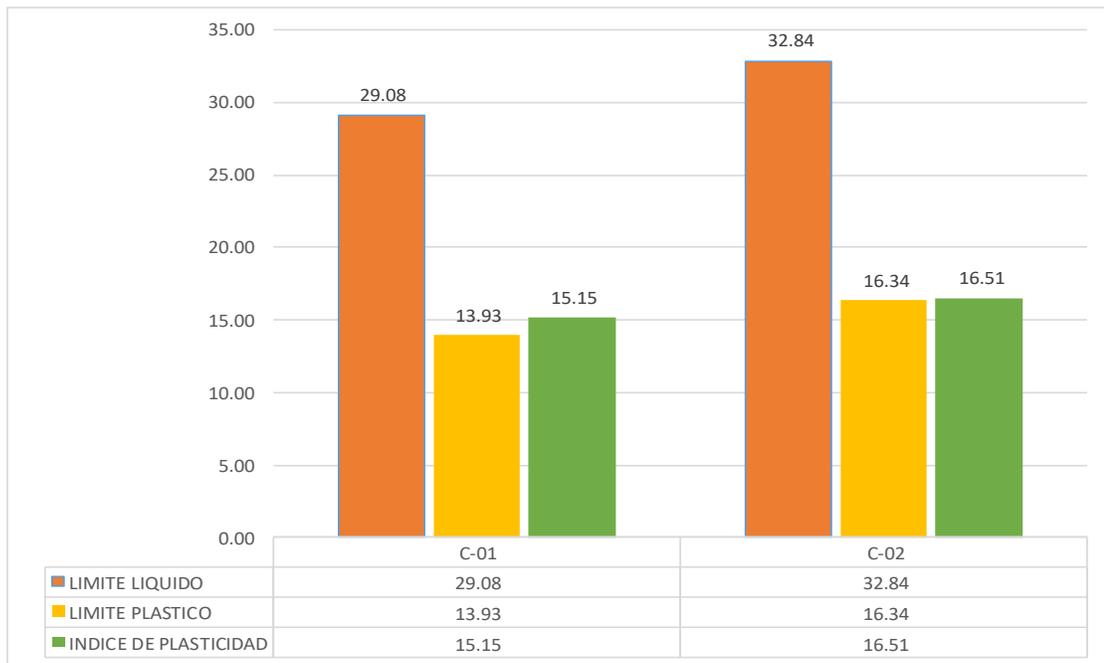


Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

De acuerdo a los ensayos de laboratorio, los resultados obtenidos del contenido de humedad del suelo, en la calicata (C-01) nos arrojó un contenido de humedad de 2.95, asimismo, en la calicata (C-02) se obtuvo una humedad de 4.73.

Con respecto a los ensayos de contenido de humedad que se realizaron, se pudo determinar que el suelo estudiado, tenía un bajo contenido de humedad, esto debido que al extraer las muestras para su respectiva evaluación no se encontraron muy húmedas, por lo tanto, al realizarse los contenidos de humedad se obtuvieron que el contenido de humedad más alta fue de 4.73 en la calicata (C-02) y el más bajo fue 2.95 de la (C-02).

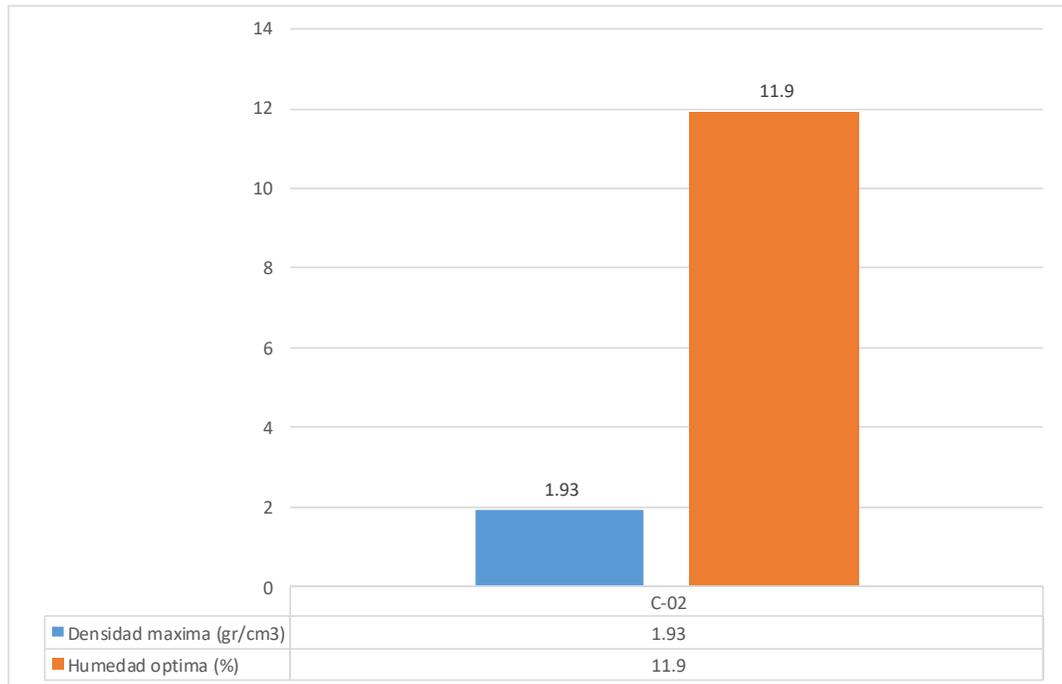
GRÁFICO N°2: Límites de Atterberg de las calicatas



Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Con respecto a los ensayos realizados para los límites de Atterberg, la cual son el Límite Líquido y el Límite plástico, que nos sirvieron para determinar el Índice de Plasticidad, se puede observar en la gráfica que el Índice de plasticidad en la calicata 1 (C-01) se obtuvo un IP de 15.15 y en la calicata 2 (C-02) un IP de 16.51 mostrándose en ambas calicatas un IP alto, la norma MTC nos dice que estos tipos de suelos al humedecerse, se vuelven altamente plásticos, la cual esto no es bueno para la construcción ya que no podrá resistir las cargas que se apliquen sobre él.

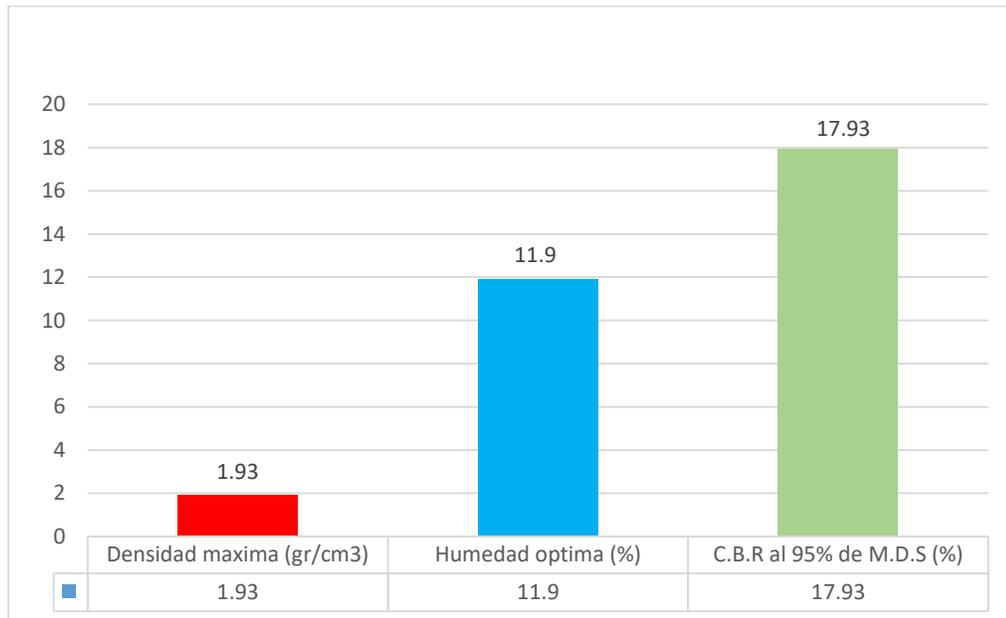
GRÁFICO N°3: Proctor Modificado



Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Para el ensayo de Proctor Modificado como muestra patrón se tomó la calicata N°2 (C-02), obteniendo una densidad máxima de 1.93 gr/cm³ con una humedad optima de compactación de 11.9%.

GRÁFICO N°4: CBR Calicata 2



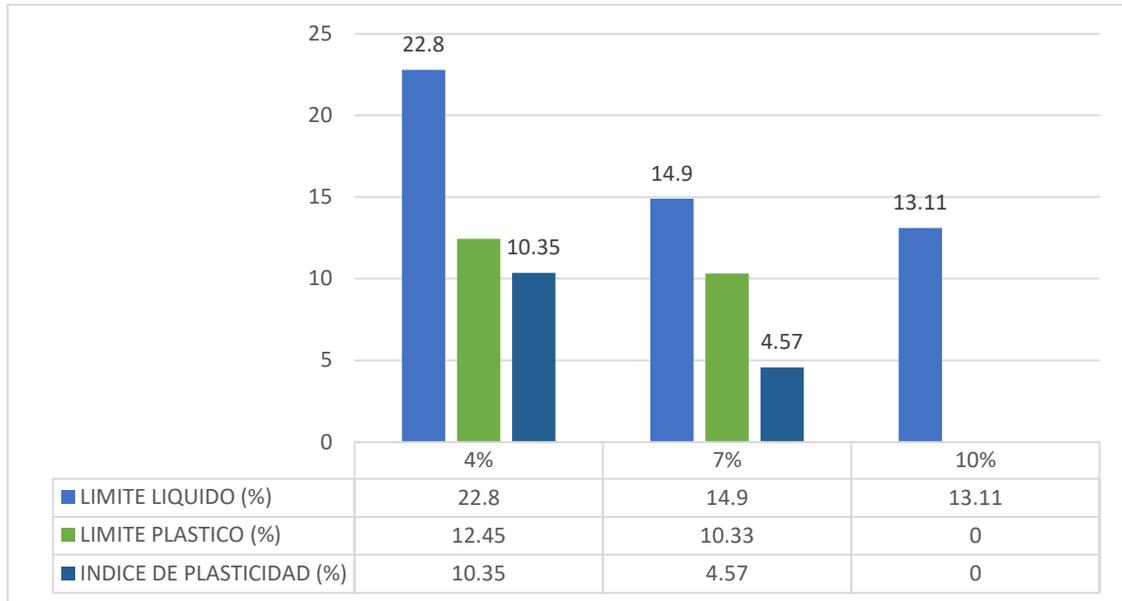
Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Con respecto al ensayo California Bearing Ratio, se tomó como muestra patrón la calicata N°2 (C-02), así mismo fue referencia para la calicata N°1 (C-01), debido a la uniformidad en el terreno.

El Proctor Modificado de la calicata 2 (C-02) se tomó como muestra patrón para realizar el CBR en la calicata 2 (C-02), la densidad máxima seca fue de 1.93 gr/cm³ y su humedad óptima de compactación fue de 11.9%, la resistencia con una penetración correlacional de 0.1", para la saturación y basada en una lectura de 95% de máxima densidad seca para la subrasante.

4.2 Para el segundo objetivo se agregó los porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz al suelo para medir el potencial de expansión.

GRÁFICO N°5: Límites de Atterberg de las calicatas

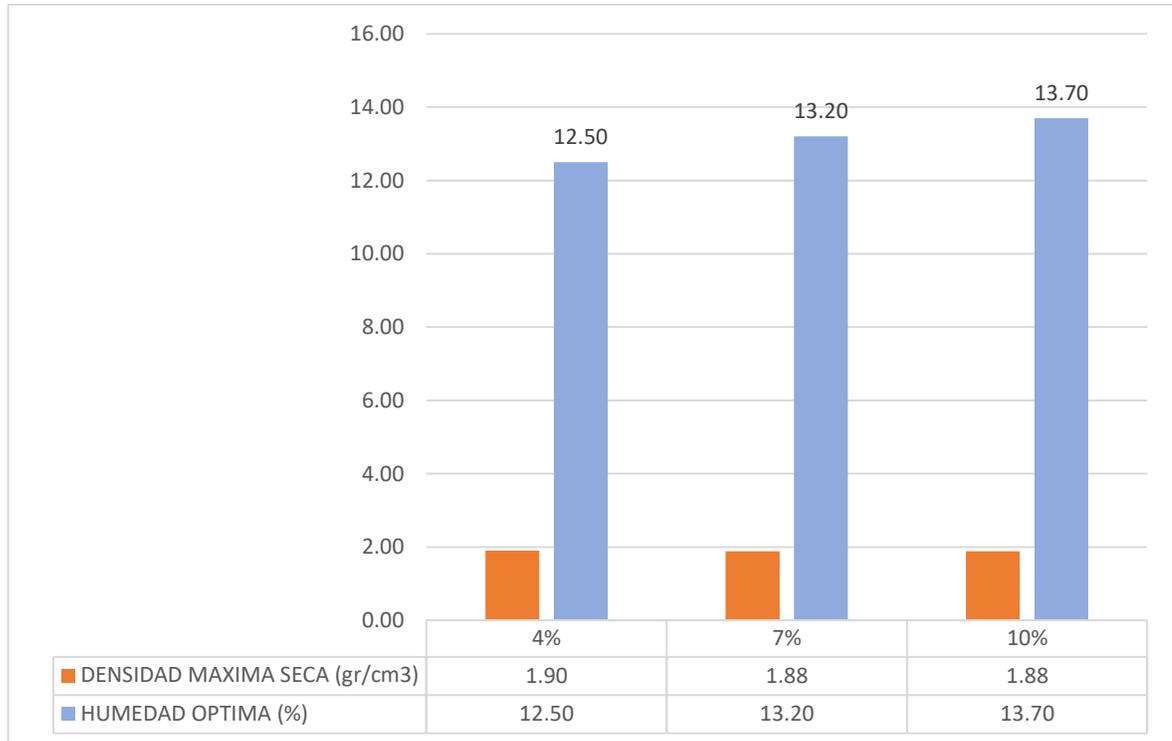


Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

De acuerdo al ensayo, se trabajó con la calicata 2 (C-02), obteniendo resultados para los porcentajes 4% de ceniza de cascara de arroz un IP de 10.35, para el porcentaje de 7% un IP de 4.57 y para el porcentaje de 10% no presente, obteniendo como porcentaje optimo el 7%.

4.3 como tercer objetivo se agregó los porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz al suelo para medir la capacidad portante del suelo.

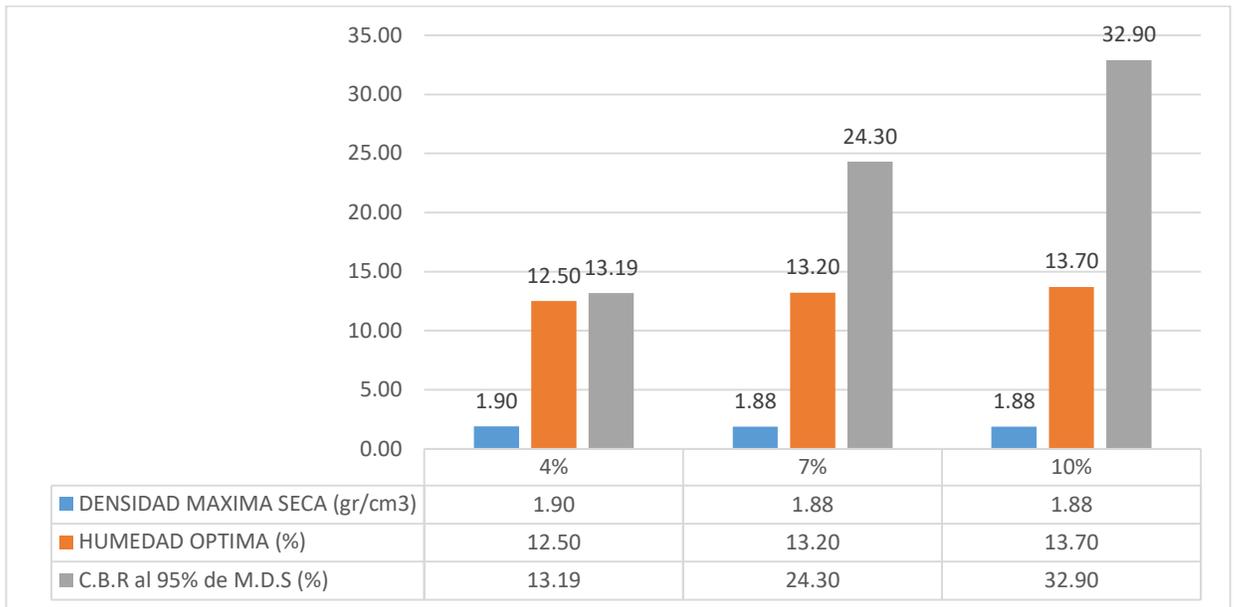
GRÁFICO N°6: Proctor Modificado



Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Para el ensayo de Proctor modificado con el contenido de porcentajes de ceniza de cascara de arroz se tomó como muestra patrón la calicata 2 (C-02), obteniendo una densidad máxima seca de 1.90 gr/cm³ y una humedad optima de compactación de 12.50% para el porcentaje 4%, para la muestra con adición de 7% de ceniza se obtuvo una densidad máxima seca de 1.89 gr/cm³ y una humedad optima de 13.20%, por ultimo para la muestra con el porcentaje de 10% se obtuvo una densidad máxima seca de 1.88 gr/cm³ y una humedad optima de compactación de 13.70%.

GRÁFICO N°7: CBR Calicata 2



Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Para el ensayo de California Bearing Ratio, con los porcentajes de ceniza de cascara de arroz agregados, el proctor modificado con los porcentajes ya agregados para el porcentaje de 4% su densidad máxima seca fue de 1.90 gr/cm³ y la humedad optima de compactación de 12.50%, la resistencia con una penetración correlacional de 0.1", para la saturación y en función con una lectura de 95% de máxima densidad seca para la subrasante, obteniendo un resultado de CBR de 13.19%.

para el porcentaje de 7% su densidad máxima seca de 1.88 gr/cm³ y una humedad optima de compactación de 13.20%, la resistencia con una penetración correlacional de 0.1", para la saturación y en función con una lectura de 95% de máxima densidad seca para la subrasante, obteniendo un resultado de CBR de 24.30%.

para el porcentaje de 10% su densidad máxima seca de 1.88 gr/cm³ y una humedad optima de compactación de 13.70%, la resistencia con una penetración correlacional de 0.1", para la saturación y en función con una lectura de 95% de

máxima densidad seca para la subrasante, obteniendo un resultado de CBR de 32.90%.

según la norma MTC, clasifica a un suelo si es apto o no para una construcción con fines de pavimentación, para la muestra patrón la calicata 2 (C-02), el resultado de CBR obtenido es de 17.93%, y los resultados con los agregados de ceniza son: con el 4% su CBR es de 13.19%, por ello se define como una subrasante bueno, seguido del porcentaje 7% con un CBR de 24.30%, se define como una subrasante muy bueno y por último el porcentaje de 10% con un CBR de 32.90%, se define como una subrasante excelente.

4.4 Para el al objetivo cuatro se comparó los resultados del potencial de expansión y la capacidad portante del suelo en su estado natural con el potencial de expansión y la capacidad portante del suelo adicionando porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz.

TABLA N°1: Suelo en su estado natural y con adición de ceniza al 4%, 7% y 10%

SUELO EN SU ESTADO NATURAL			
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR
16.51	Densidad maxima seca	Humedad optima	95% de M.D.S
	1.93	11.9	17.93

SUELO CON 4%, 7% Y 10% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ											
INDICE DE PLASTICIDAD (%)			PROCTOR MODIFICADO						CBR al 95% de M.D.S		
4%	7%	10%	4%		7%		10%		4%	7%	10%
10.35	4.57	N.P	Densidad maxima	Humedad optima	Densidad maxima	Humedad optima	Densidad maxima	Humedad optima	13.19	24.3	32.9
			1.9	12.5	1.88	13.2	1.88	13.7			

Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Con respecto a los ensayos de suelo en su estado natural y agregando porcentajes de 4%, 7% y 10% se pudo determinar que para el potencial de expansión se redujo de un 16.51% en estado natural a un 10.35 % con el porcentaje de 4% y en un 4.57% con el porcentaje de 7% para el 10% no presento.

Por otro lado, para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con un 95% de M.D.S con una resistencia de penetración correlacional de 0.1", en su estado natural se obtuvo un 17.93% mientras que con el porcentaje de 4% disminuyo a 13.19 pero con los porcentajes de 7% aumento a 24.3% y con el porcentaje de 10% respectivamente aumento a 32.90%.

4.5 Como último objetivo se determinó cual fue el porcentaje óptimo de ceniza de casca de arroz en el potencial de expansión y la capacidad portante.

TABLA N°2: Porcentaje óptimo de ceniza de cascara de arroz

SUELO CON 4%, 7% Y 10% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ											
INDICE DE PLASTICIDAD (%)			PROCTOR MODIFICADO						CBR al 95% de M.D.S		
4%	7%	10%	4%		7%		10%		4%	7%	10%
			Densidad maxima	Humedad optima	Densidad maxima	Humedad optima	Densidad maxima	Humedad optima			
10.35	4.57	N.P							13.19	24.3	32.9
			1.9	12.5	1.88	13.2	1.88	13.7			

Fuente: Elaboración propia e informa de laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

El porcentaje óptimo más factible para el uso como estabilizante en la subrasante es el 7% de ceniza de cascará de arroz, debido a que este porcentaje disminuye significativamente la expansión del suelo de un 16.51% hasta un 4.57%, la norma MTC E 110 nos dice con respecto a los límites de consistencia deberá de presentar un límite liquido no mayor al 35% y tener un Índice de Plasticidad máximo de 4 – 9%, por otro lado, tendrá una mejor capacidad de soporte, esto se debe que con el porcentaje de 7% el CBR al 95% de M.D.S será 24.3%, la norma MTC nos dice que de acuerdo a su categoría el rango de porcentaje de CBR comprende desde un 3% mínimo hasta mayor o igual del 30%, en este caso sería una subrasante muy buena que comprende desde un 20% a un 30%.

4.6. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para analizar el contraste entre variables se utilizó la estadística de análisis de varianza ANOVA, la cual permitió afirmar el nivel de confianza en este caso con un nivel de confianza de 95% si los niveles de la variable independiente influyen en los niveles de las variables dependientes. Para interpretar el contraste entre variables con el programa SPSS, se tomó en cuenta los niveles de significancia para aceptar o negar la hipótesis planteada.

HA: El potencial de expansión disminuye y la capacidad portante del suelo en la subrasante aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020.

HO: El potencial de expansión no disminuye y la capacidad portante del suelo en la subrsante no aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020.

TABLA N°3: Análisis de varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA: POTENCIAL DE EXPANSION						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	336.2363583	3	112.0787861	40.83065469	0.0000339	4.066180551
Dentro de los grupos	21.95973333	8	2.744966667			
Total	358.1960917	11				

ANÁLISIS DE VARIANZA: CAPACIDAD PORTANTE						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	647.3733667	3	215.7911222	66.556492	0.000005335	4.066180551
Dentro de los grupos	25.9378	8	3.242225			
Total	673.3111667	11				

Fuente: Elaboración propia

De la tabla de análisis de varianza ANOVA se observa que el nivel de probabilidad (significancia) es de 0.000, al ser menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula la cual es: El potencial de expansión no disminuye y la capacidad portante del suelo en la subsistente no aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz y con un 95% de confianza se acepta la hipótesis alterna confirmando que la incorporación de los porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz disminuye el potencial de expansión y aumenta la capacidad portante del suelo de la carretera del, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020. Como se acepta la hipótesis alterna se identifica que grupos tiene diferencia realizando la prueba de Tukey en la tabla N°4 Y N°5.

TABLA N°4: Sub conjuntos homogéneos Potencial de expansión

POTENCIAL DE EXPANSION			
0%	4%	7%	10%
15.86	11.2	4.35	0
15.3	10.2	5.45	0
10.2	9.65	3.9	0
13.79	10.35	4.57	0.00

HSD= 4.33

	A	B	C	D
A		3.44	9.22	13.79
B			5.78	10.35
C				4.57
D				

Fuente: Elaboracion propia

Realizando la tabla de sub conjuntos homogéneos para el potencial de expansión con la prueba de Tukey, se realizó con la diferencia significativa la cual nos dio un resultado de 6.11, seguidamente se calculó la media aritmética de cada uno de los grupos y a continuación se calcula la diferencia que hay en cada uno de los grupos por pareja como se muestra en la tabla, no va a existir diferencia en el grupo con la misma letra (A, A; B, B; C, C; D, D) porque será cero, luego se identifica los valores que sobrepasan la diferencia significativa las cuales son: A,C; A,D; B,C; B,D; Y C,D. Esto quiere decir que, si hay diferencia entre el grupo A y el grupo C, entre el grupo A y el grupo D, en el grupo B y el grupo C, entre el grupo B y el grupo D y el grupo C y el grupo D, de acuerdo a la tabla 3 nos dice que en al menos un grupo es distinto con 95% de confiabilidad y realizando la prueba de tukey se observa que grupos hacen la diferencia.

TABLA N°5: Sub conjuntos homogéneos Capacidad Portante

CAPACIDAD PORTANTE			
0%	4%	7%	10%
18.65	12.9	26.4	33.31
16.95	14.76	21.25	34.5
18.2	11.9	23.3	30.9
17.93	13.19	23.65	32.90

HSD= 4.71

	A	B	C	D
A		4.75	-5.72	-14.97
B			-10.46	-19.72
C				-9.25
D				

Fuente: Elaboracion propia

Realizando la tabla de sub conjuntos homogéneos para la capacidad portante con la prueba de Tukey, se realizó con la diferencia significativa la cual nos dio un resultado de 4.71, seguidamente se calculó la media aritmética de cada uno de los grupos y a continuación se calcula la diferencia que hay en cada uno de los grupos por pareja como se muestra en la tabla, no va a existir diferencia en el grupo con la misma letra (A, A; B, B; C, C; D, D) porque será cero, luego se identifica los valores que sobrepasan la diferencia significativa las cuales son: A,B; A,C; A,D; B,C; B,D Y C,D, esto quiere decir que si hay diferencia entre el grupo A y el grupo B, entre el grupo A y el grupo C, en el grupo A y el grupo D, entre el grupo B y el grupo D y en el grupo C y el grupo D de acuerdo a la tabla 3 nos dice que en al menos un grupo es distinto con 95% de confiabilidad y realizando la prueba de tukey se observa que grupos hacen la diferencia.

V. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo específico se midió el potencial de expansión y la capacidad portante de las muestras de suelo en su estado natural, determinado sus características mecánicas y físicas del suelo de la carretera del Colcap. Para los ensayos de límites de Atterberg del Manual de ensayo de materiales del MTC, se obtuvo como resultado para la C-01 y C-02 el Índice de plasticidad en la calicata 1 (C-01) un IP de 15.15 y en la calicata 2 (C-02) un IP de 16.51 mostrándose en ambas calicatas un IP alto, la norma MTC nos dice que estos tipos de suelos al humedecerse, se vuelven altamente plásticos, la cual esto no es bueno para la construcción ya que no podrá resistir las cargas que se apliquen sobre él, Con respecto al ensayo California Bearing Ratio, se tomó como muestra patrón la calicata N°2 (C-02), obtenido como resultado una densidad máxima seca de 1.93 gr/cm³ y su humedad óptima de compactación fue de 11.9%, la resistencia con una penetración correlacional de 0.1", para la saturación y en función con una lectura de 95% de máxima densidad seca para la subrasante.

Llamoga (2017) en su tesis Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2017, obtuvo en su investigación un Índice de plasticidad en su estado natural del terreno de 20.02% y una capacidad portante de 2.85% encontrándose en una categoría de subrasante inadecuada.

Los resultados obtenidos del potencial de expansión y capacidad portante del suelo en su estado natural tienen similitud, en el potencial de expansión de esta investigación, mientras que la capacidad portante varía bastante, analizando las diferencias entre la investigación mencionada, el potencial de expansión de esta investigación del suelo del Colcap en su estado natural tiene un Índice de plasticidad es de 16.51%, mientras que en la investigación de Llamoga (2017) tiene un Índice de plasticidad de 20.0%, para la capacidad portante de esta investigación en la carretera del Colcap se obtuvo un CBR de 17.93% mientras

que en la investigación de Llamoga se obtuvo un CBR de 2.85% notándose claramente la diferencia en el CBR.

Como segundo objetivo fue medir el potencial de expansión del suelo, Holtz y Gibbs (1954) nos dicen que el límite líquido y el índice plástico son clasificaciones valiosas para determinar las características de expansión de las arcillas, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, se observó que al agregar la ceniza de cascara de arroz hubo una reducción proporcional del índice de plasticidad con el remplazo de la ceniza de cascara de arroz, el mejor comportamiento que tuvo fue con los porcentajes de 7% y 10% con 4.57% y 0%, mientras que con el 4% se redujo a 10.35%, sin embargo, en el proyecto de Llamoga (2017) no obtuvo un mejor comportamiento en la reducción de expansión teniendo un Índice de plasticidad con el 7% y 10% con 16.84% y 21.12% respectivamente, ambos proyectos son similares ya que en ambas investigaciones se utilizaron los mismos porcentajes de ceniza de cascara de arroz.

Para el objetivo tres se midió la capacidad portante del suelo, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, según la norma MTC, clasifica a un suelo si es apto o no para una construcción con fines de pavimentación, el resultado del ensayo California Bearing Ratio. Se obtuvo que los porcentajes de 7% y 10% incrementaron su capacidad de soporte de 17.93% a 24.3% con el porcentaje de 7% el cual se define como una subrsante muy bueno, y con el porcentaje de 10% de incremento de 17.93% a 32.9% concluyendo como una subrsante excelente, mientras que con el porcentaje de 4% tuvo un efecto contrario redujo su capacidad portante de 17.93% a 13.19% clasificándose como una subrsante buena.

Así mismo Llamoga (2017) determino en su tesis que el valor de CBR al adicionar los mismos porcentajes de ceniza de cascara de arroz con los porcentajes que tuvo un incremento de CBR fue con 4% y 7% aumentado de 2.85% a 4.52% con el porcentaje de 4% y con el porcentaje de 7% incremento de 2.85% a 7.80%, por

otro lado, con el porcentaje de 10% disminuyo su capacidad portante de 2.85% a 2%. Ambas investigaciones son igual ya que en las dos se incrementó los mismos porcentajes de ceniza de cascara de arroz, pero se obtuvo diferentes resultados en su investigación de Llamoga (2017) se obtuvo un mejor comportamiento con los porcentajes de 4% y 7% de ceniza de cascara de arroz mientras que en esta investigación se obtuvo mejores resultados con los porcentajes de 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz.

En el objetivo cuatro se comparó los resultados del potencial de expansión y la capacidad portante del suelo en su estado natural con el potencial de expansión y la capacidad portante del suelo adicionando porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, observando que al adicionar los porcentajes de ceniza de cascara de arroz disminuye el potencial de expansión de 16.51% en su estado natural a 10.35%, 4.57% y 0% con los porcentajes de ceniza, por otro lado también se pudo observar que incremento la capacidad portante con los porcentajes de 7% y 10% mientras que con el porcentaje de 10% se obtuvo un efecto contrario, la capacidad portante en su estado natural fue de 17.93% y con los porcentajes de 7% y 10% se incrementó en 24.3% y 32.9% respectivamente, mientras que con el porcentaje de 4% disminuyo a 13.19%.

Como último objetivo fue determinar cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de casca de arroz en el potencial de expansión y la capacidad portante, se observó que el porcentaje óptimo para estabilizar la trocha que se dirige al centro poblado del Colcap es el 7% de ceniza de cascara de arroz ya que disminuye su potencial de expansión de 16.51% a 4.57%, según el manual de carreteras (2014): Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (sección de suelos y pavimentos) nos dice que el índice de plasticidad podrá llegar a un máximo de 12% y no menor a 9%, observando que con el porcentaje de 7% estamos entre esos rangos de Índice de plasticidad, por otro lado para la capacidad portante se pudo ver que con el porcentaje de 7% se incrementó de un 17.93% de CBR a un 24.3%, según el manual de carreteras (2014): Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (sección

de suelos y pavimentos) clasifica los porcentajes de CBR por categorías que comprende desde un CBR menor 3% como una subrasante inadecuada hasta un CBR mayor o igual a 30% como una subrasante Excelente, la cual con el porcentaje de 7% se obtuvo una subrasante muy buena.

Como objetivo general de esta investigación fue determinar cómo actúa el potencial de expansión y capacidad portante del suelo en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020. Para desarrollar este objetivo se aplicaron ensayos de características físicas y químicas, dentro de las características físicas de la ceniza de cascara de arroz se pudo observar que tiene una granulometría continua es decir tiene un aspecto amorfo de color negro, por otro lado, sus características químicas al ser calcinada a altas temperaturas entre los 500 °C a 700 °C se obtiene un alto contenido de sílice que varía de un 90% a un 95%, Juliano (1985), estima que la constitución de la ceniza de cáscara de arroz es 20% aproximadamente en peso de la cascara de la cual fue incinerada, por otro lado de la tabla de análisis de varianza se observa que el nivel de significancia es de 0.000, al ser menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula la cual es: El potencial de expansión no disminuye y la capacidad portante del suelo en la subrasante no aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz y con un 95% de confianza se acepta la hipótesis alterna confirmando que la incorporación de los porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz disminuye el potencial de expansión y aumenta la capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap.

VI. CONCLUSIONES

1. Se demostró que al agregar los porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz redujo el potencial de expansión con el 4% a 10.35%, con el 7% a 4.57% y con el 10% a 0%.
2. Se ha demostrado que los porcentajes de ceniza de cascara de arroz 7% y 10% aumentaron la capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap en 24.3% y 32.9% respectivamente, mientras que el porcentaje de 4% disminuyó la capacidad portante en 13.19%.
3. Al comparar los resultados del potencial de expansión y capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap en su estado natural con el potencial de expansión y capacidad portante del suelo al adicionar porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz, se observó que los porcentajes de ceniza mejoraron el suelo tanto en el potencial de expansión como también en su capacidad portante.
4. Se demostró que el porcentaje óptimo de ceniza de cascara de arroz fue el 7%, ya que disminuyó el potencial de expansión de 16.51% a 4.57% y aumentó su capacidad portante de 17.93% a 24.3% respectivamente.
5. El potencial de expansión y la capacidad portante del suelo actuó positivamente al adicionar ceniza de cascara de arroz, disminuyó el potencial de expansión y aumentó la capacidad portante del suelo, así mismo se evaluó esos resultados con el análisis de varianza con un 95% de confianza rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros tesisistas las siguientes recomendaciones a tener en cuenta:

Cambiar los porcentajes de 4% y 10% de ceniza de cascara de arroz para futuras investigaciones debido a que con estos porcentajes no se encuentra lo requerido para el mejoramiento de suelos con una elevada capacidad de expansión.

Hacer como mínimo 3 ensayos con el potencial de expansión y capacidad portante del suelo para obtener resultados más exactos al realizar el promedio de los resultados.

Se recomienda que al incorporar los porcentajes de ceniza de cascara de arroz hacerlo con coherencia teniendo en cuenta antecedentes de otras investigaciones debido a que va a influir mucho en el índice de plasticidad.

Se recomienda si se quiere hacer una investigación con este tema hacerlo, para verificar los resultados de las pruebas de laboratorio.

REFERENCIAS

ANAMPA, Abraham. Segundo laboratorio: Exploraciones geotécnicas [en línea]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. pp. 7 [fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en <https://docplayer.es/13463210-Exploracion-geotecnica.html>

AQUESOLO, Jesus. Sobre la edificación en arcillas expansivas. Informes de la Construcción, 1980, vol. 33, no 321, 82 pp. [fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/2311/2619>

ISSN: 1988-3234

ARACIBIA, Carolina. Arcillas expansivas: comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución. Tesis para optar el título de constructor civil. Chile: Universidad Austral de Chile. 2003. 82 pp.

Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfcia662a/pdf/bmfcia662a-TH.6.pdf>

BAÑÓN, Luis; BEVIÁ GARCÍA, José Francisco. Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. Caminos II, 2000. 328 pp. [fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/39435972_Manual_de_carreteras_Volumen_II_construccion_y_mantenimiento

DURGA, Naga y PRASAD, Dhana. Stabilization of soil using chemical methods. International Journal of Recent Trends in Engineering & Research [en línea]. Vol. 3, (9): 104121, Setiembre, 2017. [fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en <https://www.ijrter.com/papers/volume-3/issue-9/stabilization-of-soil-using-chemical-methods.pdf>

ISSN: 2455-1457

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 4ta ed. México: Cengage Learning, 2014. [Fecha de consulta: 1 de octubre del 2019].

Disponible en https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingenier%C3%ADa_De_Cimentaciones_-_Braja_M._Das_4ta_Edici%C3%B3n_

ISBN: 0-534-686-035-5

BRAVO, Pablo. Y DAZA, Pablo. Métodos para controlar el potencial expansivo en suelos arcillosos. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca, 2019. 190 pp.

Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32443/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

CALVO, María; DURÁN, Danny. Determinación del Índice de Compresibilidad e Índice de Expansión de los Suelos Cohesivos Blandos en la Zona de Tonsupa en la Provincia de Esmeraldas. Tesis para licenciatura. 2013. 188 pp.

Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11999>

CARRILLO, Arnaldo. Construction and Design of Light Structures in Peru. En Expansive Soils. ASCE, (1):469-476, 1980. [Fecha de consulta: 2 de octubre del 2019].

Disponible en http://www.acingenieros.com/descargas/pdfs/Articulo_02_Parte_02.pdf

ISBN: 97860751937

CASTRO, Axel. Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Tesis Doctoral. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2017. 265 pp.

Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

DEL PINO, Juan y PIUSSEAUT, Eduardo. Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2013, vol. 7, no 3, p. 1-12. [Fecha de consulta: 2 de octubre del 2019].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193930080004.pdf>

ISSN: 1990-8830

Dirección Regional de Agricultura Ancash. [Fecha de consulta: 2 de octubre del 2019]. Recuperado de <http://agroancash.gob.pe/agro/encuesta-campana-agricola-2019-2020/>

ESQUIVEL, Glizeth y GAMEZ, Milagros. Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la vía Santa Clemencia-Chachapoyas. Tesis de pregrado. Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2019. 299 pp.

Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3501>

FOINQUINOS, Juan y HURTADO, Jorge. Arcillas y lutitas expansivas en el norte y nororiente peruano, Rimac-Lima. (4):1-4, 2011. [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2019].

Disponible en https://guzlop-editoras.com/web_des/geo01/pld0089.pdf

ISSN: 0079-1091

GUERRERO, Cristian y CRUZ, Lucio. Experimental study of Colombian volcanic ash soil classification in the Colombian southwest with SUCS, AASHTO method and a new classification method. *Ingeniería y Desarrollo*, 2018, vol. 36, no 2, p. 378-397. [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2019].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v36n2/2145-9371-inde-36-02-378.pdf>

ISSN: 2145-9371

GUPTA, Deepak; KUMAR, Arvind. Performance evaluation of cement-stabilized pond ash-rice husk ash-clay mixture as a highway construction material. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2017, vol. 9, no 1, p. 159-169. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2019].

Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1674775516302670?token=6E306CAA992C82C23121DCB6D986DE434F0761F4E702628C53CF3BDF7990548F463DB80747DD9595E6AF378624813D37>

ISSN: 1674-7755

HERNÁNDEZ, Josué; MEJÍA, David y ZELAYA, César. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos. Tesis Doctoral. Salvador: Universidad de El Salvador. 2016. 380 pp.

Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/1/50108285.pdf>

HOSSNE, Américo. La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión/contracción del suelo. *Terra Latinoamericana*, 2008, vol. 26, no 3, p. 195-202. [Fecha de consulta: 3 de octubre del 2019].

Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n3/v26n3a1.pdf>

ISSN: 2395-8030

HOLTZ, Wesley y GIBBS, Harold. Engineering properties of expansive clays. *ASCE* 121, *Transact.* 1956. pp 641-677. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2019].

Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=WuYhOJ7r5f4C&pg=PA105&lpg=PA105&dq=19.%09HOLTZ,+Wesley+y+GIBBS,+Harold.+Engineering+properties+of+expansive+clays+1956&source=bl&ots=2osFGM9YUL&sig=ACfU3U0_D4eOYeM5GgbXhMnBHpGyWZWifw&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiF3t720qXqAhW5H7kGHbFBBxkQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=19.%09HOLTZ%2C%20Wesley%20y%20GIBBS%2C%20Harold.%20Engineering%20properties%20of%20expansive%20clays%201956&f=false

JUÁREZ, Badillo. La utilización de cascara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 125 pp.
Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3424_C.pdf

JULIANO, Bienvenido, et al. (ed.). Rice: chemistry and technology. 2da ed. St. Paul (Minnesota): Asociación estadounidense de químicos de cereales 1985. [Fecha de consulta: 3 de octubre del 2019].

Disponible en <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001034467>

ISBN: 0913250414

LEVATTI, Hector. Estudio experimental y análisis numérico de la desecación en suelos arcillosos. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2015. 422 pp.

Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/95696>

LLAMOGA, Luz. Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016. Tesis de pregrado. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017, 139 pp.

Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11195/Llamoga%20V%20a%20Luz%20Yanet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LOPEZ, Teresa, et al. Análisis de estructuras huecas invertidas colocadas sobre suelos expansivos. [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2019]. Recuperado de: http://www.smig.Org.mx/admArticulos/eventos/19_XXVII_Reunion_Nacional_de_Ingenieria_Geotecnica/36_Reunion_Nacional/83_SUELOS_NO_SATURADOS/A10LOL1

MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento

de Ayacucho. Tesis de pregrado. Lima: Universidad San Martín de Porres. 2017. 198 pp.

Disponible en <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/3635>

Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. En: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018. 208 pp. [Fecha de consulta: 3 de octubre del 2019].

Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_770.pdf

MALDONADO, Renato y MUÑOZ, Luis Enrique. Estudio de la capacidad portante del suelo del centro poblado Santa Rosa de Cumbaza en el distrito de Tarapoto. 2018. 26 pp.

Disponible en <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2711/CIVIL%20%20Renato%20Maldonado%20Ushi%20%26%20Luis%20Enrique%20Mu%20%20Obando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MATTEY, Pedro E., et al. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Revista latinoamericana de metalurgia y materiales, 2015, vol. 35, no 2, p. 285-294. [Fecha de consulta: 3 de octubre del 2019].

Disponible en <http://ve.scielo.org/pdf/rlmm/v35n2/art15.pdf>

ISSN: 2224-7113

MEJÍA, J.; MEJÍA, R.; PUERTAS, F. Ceniza de cascarilla de arroz como fuente de sílice en sistemas cementicios de ceniza volante y escoria activados alcalinamente. Materiales de construcción, 2013, vol. 63, no 311, p. 361-375. [Fecha de consulta: 3 de octubre del 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Johanna_Mejia/publication/303267516_Ceniza_de_cascarilla_de_arroz_como_fuente_de_silice_en_sistemas_cementicios

_de_ceniza_volante_y_escoria_activados_alcalinamente/links/573a7b6708ae298602e3822e.pdf

ISSN: 2175-8182

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Ensayos de Materiales. Lima, Perú, 2016. 1272 pp. [Fecha de consulta: 3 de octubre del 2019].

Disponible en <https://civilgeeks.com/2016/07/08/aprueban-la-actualizacion-manual-ensayo-materiales/>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014). Manuel de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima, Perú. [Fecha de consulta: 1 de octubre del 2019].

Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. 2. A ed. Colombia: Stella Valbuena de Fierro, 2002. 733 pp. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_-_Alfonso_Montejo_Fonseca

ISBN: 958-9603629

MORALES, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante la activación alcalina u su uso en vías no pavimentadas. Tesis de Grado. Medellín: Universidad de Medellín, 2015. 80 pp.

Disponible en <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1236/Valoraci%C3%B3n%20de%20las%20cenizas%20de%20carb%C3%B3n%20para%20la%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20mediante%20activaci%C3%B3n%20alcalina%20y%20su%20uso%20en%20v%C3%ADas%20no%20pavimentadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PODE, Ramchandra. Potential applications of rice husk ash waste from rice husk biomass power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 53, p.1468-1485. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115010217>

ISSN: 1364-0321

MATTEY, Pedro et al. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *Rev. LatinAm. Metal. Mater.* vol.35 no.2 Caracas dic. 2015. 223 pp. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2019].

Disponible en <http://ve.scielo.org/pdf/rlmm/v35n2/art15.pdf>

ISSN: 2224-7113

DE PAZ, Jairo. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala, 2010, p. 1-199.

Disponible en [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ)

[.pdf?1461111271=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ)

[disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ)

[MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ)

[vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ)

[NqH7CuF4WMuzLCyaaylih2iZ2NADkZ~LX0F8JZSEFnc5NwdkKjBqPGOIEfx1XSDugp9DxYs1](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44901326/CLORURO_DE_CALCIO.pdf?1461111271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CLORURO_DE.pdf&Expires=1595655946&Signature=drk~F~K5-cTht-MCQqO7XrQHogXdhx7UwUrIHRbsE8SX-ixxID~-vQl8g2gT4zblHdw6TcnQYSf~XjuAd2oPHhCf2~LWq~Ohac5DrASGcKAajyctHs9eORj~6KsjQ)

SEED, Bolton, et al. Prediction of swelling potential for compacted clays. *Journal of the soil mechanics and foundations division*, 1962, vol. 88, no 3, p. 53-87. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2019].

Disponible en: <https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockey=0012724>

ISBN: 816-3634600

SERRANO, Tomás, et al. Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *Dyna*, 2012, vol. 79, no 175, p. 128-136. [Fecha de consulta: 4 de octubre del 2019].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/496/49624958016.pdf>

ISSN: 0012-7353

TERZAGHI, Karl, PECK, Ralph y MESRI, Gholamreza. *Soil Mechanics In Engineering Practice*. 3.a ed. United States of America: John Wiley & Sons, 1996. 502 pp. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019].

Disponible en https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bAwVvO71FXoC&oi=fnd&pg=PR19&dq=Soil+Mechanics+In+Engineering+Practice&ots=k5J9hXgx5S&sig=TtbD_Tm0w10VEW_FvCvxSE_Uk#v=onepage&q=Soil%20Mechanics%20In%20Engineering%20Practice&f=false

ISBN: 0471-086584

VIVAS, Marisabel; BRICEÑO, María Isabel; CELIS, María Teresa. Influencia de la formulación en la estabilidad de suspoemulsiones arcilla/aceite/agua. *Ciencia e Ingeniería*, 2013, vol. 34, no 3, p. 173-179.

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550800006.pdf>

ISSN: 1316-7081.

ANEXOS

ANEXO Nº 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
INDEPENDIENTE: Ceniza de cascararilla de arroz	Castro (2008, p.6- 7) sostiene que: La ceniza de cascara de arroz se obtiene de la quema de la cascara de arroz, la cual se queman en hornos o al aire libre, para la obtención de puzolanas.	Para analizar las cenizas de cascará de arroz se tendrá en cuenta los porcentajes de adición que se le haga a la subrasante, los cuales están en relación de 4%, 7% y 10%.	Proporción	4% del peso de la muestra del suelo	Nominal
				7% del peso de la muestra del suelo	
				10% del peso de la muestra del suelo	
DEPENDIENTE: Potencial de expansión y capacidad portante del suelo	Según Naranjo Víctor menciona que: Cambio de volumen que sufre el suelo por la presencia de agua y también nos menciona que: El índice de plasticidad define el campo plástico de un suelo y representa el porcentaje de humedad que deben tener las arcillas para conservarse en estado plástico. Por otro lado también dice que: la capacidad portante Es la capacidad de resistir las cargas de tráfico y medio ambiente, conservando su estabilidad volumétrica sin deformarse (2012, Pp. 09-14)	Para la comprensión de la variable dependiente se puede calcular a través de sus indicadores: contenido de humedad, análisis granulométrico y límites de consistencia proctor modificado y ensayo de CBR.	Estabilidad volumétrica	- Contenido de humedad.	Razón
			Índice de plasticidad	- Limite liquido - Limite plástico - Límite de contracción	Razón
			Resistencia	- Ensayos de Proctor modificado - Ensayos de CBR	Intervalo

ANEXO Nº 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Potencial de expansión y capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La carretera del Colcap tiene una subrasante que en épocas de lluvias es muy mala, porque las condiciones climáticas hacen que el suelo pierda su estabilidad, se produzca asentamiento, transformado el suelo en algunas partes en fangos, convirtiéndose en una amenaza para los conductores que transitan la zona, debido a la humedad puesto que el clima es la causante de una u otra forma de los cambios bruscos de volumen de la subrasante de la carretera.

Este problema ha generado perjuicios económicos a los pobladores del centro poblado del Colcap, las cuales no pueden trasladar sus mercancías en forma permanente durante todo el año y por otro lado al trasladar sus mercancías llegan en mal estado por las condiciones de la carretera.

En base a la situación expuesta, se propone una estabilización que mejore el comportamiento del suelo añadiendo un producto que actúe de modo propicio; después realizar los estudios necesarios para el procedimiento de la estabilización. De manera que se pueda brindar una eficaz y segura carretera para la población, evitándoles molestias y exagerados costos para sus bolsillos.

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TEMA	PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	INDICADORES
Titulo:	Problema general	Objetivo general	El potencial de expansión disminuye y la capacidad portante del suelo en la subrasante aumenta al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020	Independiente	- 4% del peso de la muestra del suelo. - 7% del peso de la muestra del suelo. - 10% del peso de la muestra del suelo.
“Potencial de expansión y capacidad portante del suelo en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020”	¿Cómo actúa el potencial de expansión y capacidad portante del suelo en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020?	Determinar cómo actúa el potencial de expansión y capacidad portante del suelo en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020		Dependiente	- Contenido de humedad. - Análisis granulométrico - Limite liquido - Limite plástico - Límite de contracción
	Problemas específicos	Objetivos específicos		Potencial de expansión y capacidad portante del suelo limo arcilloso	- Proctor modificado. - CBR
	¿Cómo actúa el potencial de expansión y la capacidad portante de las muestras en su estado natural.	Medir el potencial de expansión y la capacidad portante de las muestras de suelo en su estado natural.			
	¿Cómo actúan los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz en el potencial de expansión del suelo?	Medir el potencial de expansión del suelo, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz.			
	¿Cómo actúan los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz en la capacidad portante del suelo?	Medir la capacidad portante del suelo, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz.			
	¿en qué forma varia los resultados del potencial de expansión y la capacidad portante en su estado natural y el potencial de expansión y la capacidad portante con porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz.	Comparar los resultados del potencial de expansión y la capacidad portante en su estado natural y el potencial de expansión y la capacidad portante con porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz.			
	¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascara de arroz en el potencial de expansión y capacidad portante	Determinar cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de casca de arroz en el potencial de expansión y la capacidad portante.			

ANEXO N° 3: PRUEBA POST HOC

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) % DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	(J) % DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
CAPACIDAD PORTANTE	0%	4%	4.74667*	1.47020	.048	.0386	9.4548
		7%	-5.71667*	1.47020	.019	-10.4248	-1.0086
		10%	-14.97000*	1.47020	.000	-19.6781	-10.2619
	4%	0%	-4.74667*	1.47020	.048	-9.4548	-.0386
		7%	-10.46333*	1.47020	.000	-15.1714	-5.7552
		10%	-19.71667*	1.47020	.000	-24.4248	-15.0086
	7%	0%	5.71667*	1.47020	.019	1.0086	10.4248
		4%	10.46333*	1.47020	.000	5.7552	15.1714
		10%	-9.25333*	1.47020	.001	-13.9614	-4.5452
	10%	0%	14.97000*	1.47020	.000	10.2619	19.6781
		4%	19.71667*	1.47020	.000	15.0086	24.4248
		7%	9.25333*	1.47020	.001	4.5452	13.9614
POTENCIAL DE EXPANSION	0%	4%	6.16000*	.80895	.000	3.5694	8.7506
		7%	11.94333*	.80895	.000	9.3528	14.5339
		10%	16.51000*	.80895	.000	13.9194	19.1006
	4%	0%	-6.16000*	.80895	.000	-8.7506	-3.5694
		7%	5.78333*	.80895	.000	3.1928	8.3739
		10%	10.35000*	.80895	.000	7.7594	12.9406
	7%	0%	-11.94333*	.80895	.000	-14.5339	-9.3528
		4%	-5.78333*	.80895	.000	-8.3739	-3.1928
		10%	4.56667*	.80895	.002	1.9761	7.1572
	10%	0%	-16.51000*	.80895	.000	-19.1006	-13.9194
		4%	-10.35000*	.80895	.000	-12.9406	-7.7594
		7%	-4.56667*	.80895	.002	-7.1572	-1.9761

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

ANEXO N°4: NORMAS TÉCNICAS



MTC E 107

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

1.0 OBJETO

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.

4.2 MATERIALES

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 ½"	38,100
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 8	2,360
N° 16	1,100
N° 30	0,590
N° 50	0,297
N° 100	0,149
N° 200	0,075

- 4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- 4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

5.0 MUESTRA

- 5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
- 5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.
- 5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
 - 5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

- 5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.
- 5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral **4.1.1**.
- 5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).
 - 6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:



TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y se pesa.

6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones **6.1.2** y **6.1.3**.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.1.1 Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

7.1.1.2 Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.

7.1.1.3 Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

7.1.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.2.1 Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.2 Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.3 Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

7.1.2.4 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire
W₁ = Peso de suelo secado en el horno

7.2 INFORME

7.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.



Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimento, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

- 7.2.2 Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.
- a) Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
 - b) Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar eso, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
 - c) Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
 - d) La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
 - e) Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
 - f) Errores en las pesadas y en los cálculos.



MTC E 108

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

Nota 1. (*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 °C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

4.0 EQUIPOS y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:
De 0,01 g para muestras de menos de 200 g
De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.
- Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.
- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

Nota 3. El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

- 4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- 4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.
- 5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

- 6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
- 6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota.- * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

- 6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
- 6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
- 6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.
- ### 6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO
- 6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).



- 6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
- Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
 - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
 - Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
- 6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.
- Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
 - Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

Nota 4. El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

6.3 PROCEDIMIENTO

- 6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- 6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la [sección 6.2](#) de este ensayo.
- 6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

Nota 5. Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

Nota 6. Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

- 6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a 110 ± 5 °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

Nota 7. En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

Nota 8. Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

- 6.3.5 Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en 6.3.3 de este ensayo. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

Nota 9. Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1. CALCULOS

- 7.1.1 Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- M_{CWS} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- M_{CS} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- M_C = es el peso del contenedor, en gramos
- M_W = es el peso del agua, en gramos
- M_S = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

7.3 INFORME

- 7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- a) La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- b) El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1 % ó al 0,1 %, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.
- c) Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en 6.1.2 de este ensayo.
- d) Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- e) Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a 110 ± 5 °C.
- f) Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.



8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 Repetibilidad: El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2,7 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7,8 % de su media.
- 8.2 Reproducibilidad: El coeficiente de variación multilaboratorio se encontró en 5,0 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos por diferentes operadores usando equipos diferentes no deberán ser considerados con sospecha a menos que difieran en más del 14,0 % de su media.



MTC E 110

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

1.0 OBJETO

- 1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Discusión: Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.
- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.
De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.



- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de $10,00 \pm 0,2$ mm ($0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ para secar la muestra.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm ($\frac{3}{4}$ "") de ancho aproximadamente.
- 4.3 INSUMOS
- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

5.0 MUESTRA

- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz $425 \mu\text{m}$ (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

6.0 PROCEDIMIENTO

Multipunto

- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.

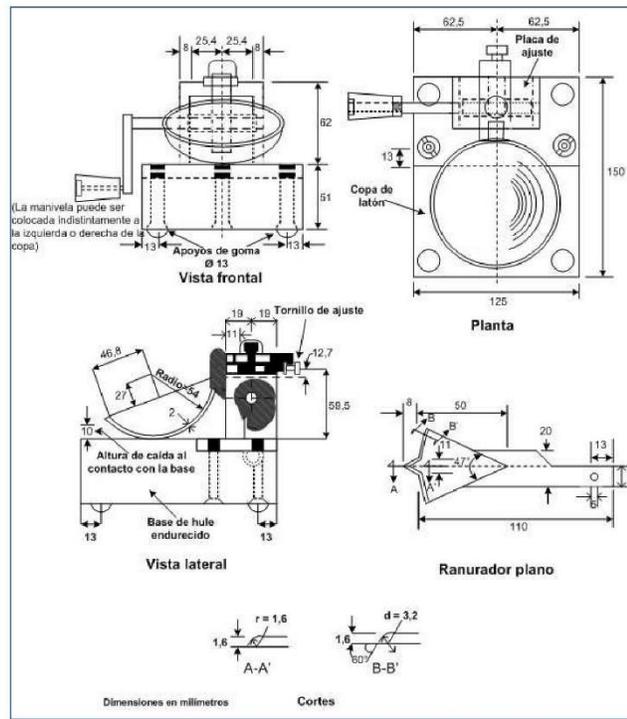
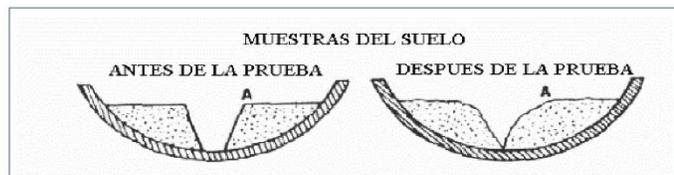


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).

Nota1. Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con



la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

- 6.4 Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- 6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- 6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- 6.7 Determinar el contenido de humedad, W^n , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

Un punto

- 6.8 El ensayo se efectúa en la misma

7.0 CALCULOS

(Multipunto)

- 7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad, W^n , y el número de golpes correspondientes, N, de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- 7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

(Un punto)

- 7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

- | | | |
|-------|---|--|
| N | = | Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad, |
| W^n | = | Contenido de humedad del suelo, |
| K | = | factor dado en la tabla A.1 |



Tabla A -1

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Tabla 1
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Líquido	0,8	2,4
Precisión Multilaboratorio		
Límite Líquido	3,5	9,9

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.



MTC E 111

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plásticos de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

- 4.1 EQUIPOS
- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 426 µm (Nº 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

5.0 MUESTRA

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 µm (Nº 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado



en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

Tabla 1
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

- L.L. = Límite Líquido
- P.L. = Límite Plástico
- L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).



8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla N° 1.

8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.



MTC E 115

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾ pulg).

Nota 3. Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm (¾ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm (¾ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

2.3.1 METODO "A"

- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
- 2.3.1.3 Número de capas: 5
- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25
- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
- 2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

2.3.2 METODO "B"

- 2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.
- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (¾ pulg).
- 2.3.2.3 Número de Capas: 5
- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25
- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg).



2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

Nota 4. Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ($F = M \cdot a$). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie³ no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad (w_o) y el Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) mediante un ensayo de

compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$). La selección del contenido de agua (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o), y el Peso Unitario Seco ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- 4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 101,6 ± 0,4 mm (4,000 ± 0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm³ (0,0333 ± 0,0005 pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.
- 4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm³ (0,075 ± 0,0009 pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.
- 4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de 457,2 ± 1,6 mm (18 ± 0,05 pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será 4,54 ± 0,01 kg (10 ± 0,02 lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de 50,80 ± 0,13 mm (2,000 ± 0,005 pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los 50,800 ± 0,25 mm (2,000 ± 0,01 pulg).

Nota 5. Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

- 4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm



($\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$ pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- 4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber 2,5 ± 0,8 mm (0,10 ± 0,03 pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.
- 4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a 73,7±0,5mm (2,90±0,02 pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.
- 4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- 4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- 4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C a través de la cámara de secado.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de ± 0,1 mm (± 0,005 pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).
- 4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.
- 4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

5.0 MUESTRA

- 5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.
- 5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 PREPARACION DE APARATOS

- 6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- 6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.



- 6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.
- Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)
 - Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
 - Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.
 - Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.
- 6.2 PREPARACION DEL ENSAYO
- 6.2.1 SUELOS
- 6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.
- 6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).
- 6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.
- 6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)
- 6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.
- 6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.
- Nota 6.** Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.
- 6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).



Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.

6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.

6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.

6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

Nota 7. Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.



- 6.2.4.5 Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- 6.2.4.6 Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- 6.2.4.7 Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).
- 6.2.4.8 Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- 6.2.4.9 Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en 7.1.3 y 7.1.4 de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,2 kN/m³ (0,1 lbf/pie³) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.
- 7.1.2 Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica en 7.1.5 de este ensayo (ver ejemplo, Fig. 3).

Nota 8. La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 á 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.



Nota 9. La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

7.1.3 Contenido de Agua, w.- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

7.1.4 Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m³)
 M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)
 M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)
 V = Volumen del molde de compactación (m³) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³)
 w = contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en lbf/pe}^3 \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en kN/m}^3$$

Donde:

γ_d = peso unitario seco del espécimen compactado.

7.1.5 En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa (%).
 γ_w = Peso unitario del agua 9,807kN/m³ ó (62,43 lbf/ pie³).
 γ_d = Peso unitario seco del suelo.
 G_s = Gravedad específica del suelo.

Nota 10. La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Procedimiento usado (A, B o C).

7.2.1.2 Método usado para la preparación (húmedo ó seco).

7.2.1.3 El contenido de agua recibida, si se determinó.

7.2.1.4 El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.



- 7.2.1.5 El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a $0,5 \text{ lbf/pe}^3$.
- 7.2.1.6 Descripción del Pisón (Manual ó Mecánico).
- 7.2.1.7 Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B ó C) empleado.
- 7.2.1.8 Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).
- 7.2.1.9 Gravedad Específica y Método de Determinación.
- 7.2.1.10 Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.
- 7.2.1.11 Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.
- 7.2.1.12 El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa), P_c en %.

8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 PRECISION.- Todos los datos están siendo evaluados para determinar la precisión de este método de ensayo. Además los datos pertinentes están siendo solicitados por los usuarios de este método de ensayo.
- 8.2 CONFIABILIDAD.- No es posible obtener la información sobre la confiabilidad porque no existe otros métodos de determinación de valores de máximo Peso Unitario Seco Modificada y Optimo Contenido de Humedad.



ANEXO
(INFORMACION OBLIGATORIA)

A1. VOLUMEN DEL MOLDE DE COMPACTACION

A1.1. OBJETIVO

A1.1.1. Este anexo describe el procedimiento para la determinación del volumen del molde de compactación.

A1.1.2. El volumen es determinado por un método de llenado con agua y chequeado con un método de medición lineal.

A1.2. APARATOS

A1.2.1. En adición a los aparatos listados en la sección 4, los siguientes ítems son requeridos:

A1.2.1.1 Vernier o Dial Calibrado, graduado en un rango de 0 a 150 mm (0 a 6 pulg) y sensibilidad de 0,02 mm (0,001 pulg).

A1.2.1.2 Micrómetro Interior, graduado en un rango de 50 a 300 mm (2 a 12 pulg) y aproximación de lectura a 0,02 mm (0,001 pulg).

A1.2.1.3 Platos de Plástico ó Vidrio, Dos platos de vidrio o plástico de de espesor 200 mm² por 6 mm (8 pulg² por 1/4 pulg).

A1.2.1.4 Termómetro, de un rango de 0 - 50 °C, con graduaciones cada 0,5 °C, de acuerdo a las Especificaciones ASTM E 1.

A1.2.1.5 Llave de cierre engrasada o sellador similar.

A1.2.1.6 Equipo diverso; jeringa de pera, secadores, etc.

A1.3. PRECAUCIONES

A1.3.1. Desarrollar este procedimiento en un área aislada de corrientes de aire y fluctuaciones extremas de temperatura.

A1.4. PROCEDIMIENTO

A1.4.1. Método de Llenado de agua:

A1.4.1.1 Engrasar ligeramente la base del molde de compactación y colocarlo en uno de los platos de plástico ó vidrio. Engrasar ligeramente la parte superior del molde. Tener cuidado de no engrasar el interior del molde. Si es necesario usar el plato base, como se anota en 6.2.4.7 de este ensayo., colocar al molde engrasado en el plato base y asegurar con los tornillos sujetadores.

A1.4.1.2 Determinar la masa del molde engrasado y platos de vidrio o plástico con aproximación al 1 g (0,01 lb-m).

A1.4.1.3 Colocar el molde y la base del plato en una superficie nivelada, firme y llenar el molde con agua ligeramente hasta los bordes.

A1.4.1.4 Deslizar el segundo plato sobre el borde superior del molde de tal manera que el molde quede completamente lleno de agua y sin burbujas de aire atrapadas. Añadir o quitar agua si es necesario, con la jeringa bombilla.

A1.4.1.5 Secar completamente cualquier exceso de agua del exterior del molde y platos.

A1.4.1.6 Determinar el peso del molde, platos y agua y registrar con aproximación a 1 g (0,01 lb-m).

A1.4.1.7 Determinar la temperatura del agua en el molde con aproximación 1 °C y registrar. Determinar la densidad absoluta del agua según la Tabla A1.1.

A1.4.1.8 Calcular el peso del agua en el molde restando el peso determinado en A1.4.1.2. del registrado en A1.4.1.6.



- A1.4.1.9 Calcular el volumen de agua dividiendo el peso del agua por la densidad de agua y registrar con aproximación a 1 cm³ (0,0001 pie³).
- A1.4.1.10 Cuando el plato de base es usado para la calibración del volumen del molde repetir los pasos A1.4.1.3 al A1.4.1.9.
- A1.4.2 Método de Mediciones Lineales:
 - A1.4.2.1 Usando el vernier calibrador o el micrómetro interior, medir el diámetro del molde seis veces la parte superior del molde y seis veces en la parte inferior del molde, espaciando proporcionalmente cada una de las seis mediciones alrededor de la circunferencia del molde. Registrar valores con aproximación a 0,02 mm (0,001 pulgadas).
 - A1.4.2.2 Usando el vernier calibrador, medir la altura interior del molde realizando tres medidas igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del molde. Registrar los valores con aproximación 0,02 mm (0,001 pulgadas).
 - A1.4.2.3 Calcular el promedio del diámetro de la parte superior del molde, promedio del diámetro de la parte inferior del molde y la altura.
 - A1.4.2.4 Calcular el volumen del molde y registrar con aproximación a 1 cm³ (0,0001 pie³) utilizando la ecuación A1a (para pulgadas-libra) ó A1b (para SI):

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(1728)} \quad (A.1.a)$$

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(10)^3} \quad (A.1.b)$$

Donde:

- V = Volumen de molde, cm³, (pie³)
- H = Promedio de altura, mm, (pulg).
- dt = Promedio de diámetro de la parte superior, mm (pulg)
- db = Promedio de diámetro de la parte inferior, mm (pulg)
- 1/1728 = Constante para convertir pulg³ a pie³
- 1/103 = Constante para convertir mm³ a cm³

- A1.5. Comparación de Resultados
 - A1.5.1 El volumen obtenido por otro método debe estar dentro de los requisitos de tolerancia de 4.1.1.1. y 4.1.1.2.
 - A1.5.2 La diferencia entre los dos métodos no debe ser mayor que 0,5 % del volumen nominal del molde.
 - A1.5.3 Repetir la determinación de volumen si estos criterios no concuerdan.
 - A1.5.4 La falla en la obtención de un acuerdo satisfactorio entre los dos métodos incluso después de varias tentativas, es una indicación que el molde se encuentra muy deformado y debe ser reemplazado.
 - A1.5.5 Emplear el volumen del molde determinado, con el método de llenado en agua, como el valor de volumen asignado para cálculo de humedad y densidad seca (ver 7.1.4).

Tabla 1
Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16



Tabla 2
Equivalencia métricas para las figuras N° 1 y 2

Pulgadas	milímetros
0,016	0,41
0,026	0,66
0,032	0,81
0,028	0,71
1/2	12,70
2 1/2	63,50
2 5/8	66,70
4	101,60
4 1/2	114,30
4,584	116,43
4 3/4	120,60
6	152,4
6 1/2	165,10
6 5/8	168,30
6 3/4	171,40
8 1/4	208,60

pie ³	cm ³
1/30 (0,0333)	943
0,0005	14
1/13,333 (0,0750)	2 124
0,0011	31

Tabla A.1.1
Densidad del Agua

Temperatura °C (°F)	Densidad del Agua g/ml
18 (64,4)	0,99862
19 (66,2)	0,99843
20 (68,0)	0,99823
21 (69,8)	0,99802
22 (71,6)	0,99779
23 (73,4)	0,99756
24 (75,2)	0,99733
25 (77,0)	0,99707
26 (78,8)	0,99681

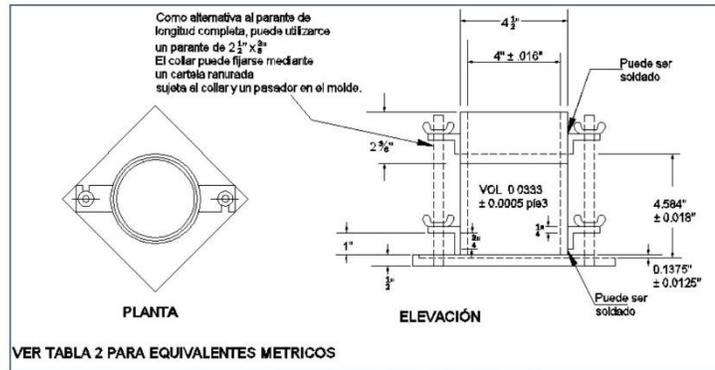


Figura 1: Molde cilíndrico de 4,0 pulg

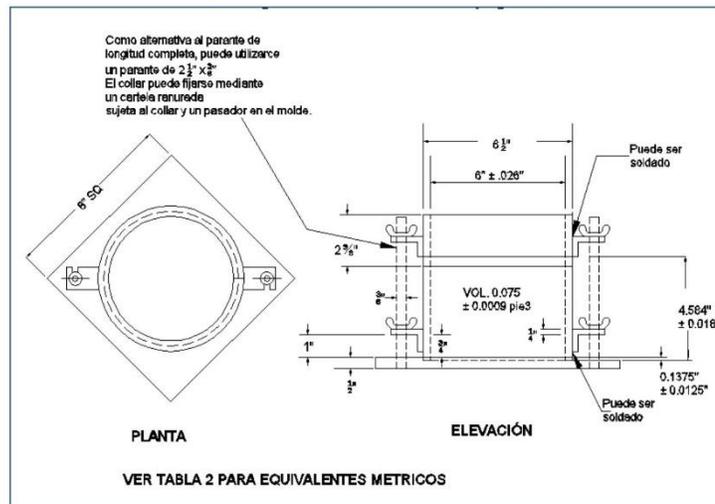


Figura 2: Molde cilíndrico de 6,0 pulg

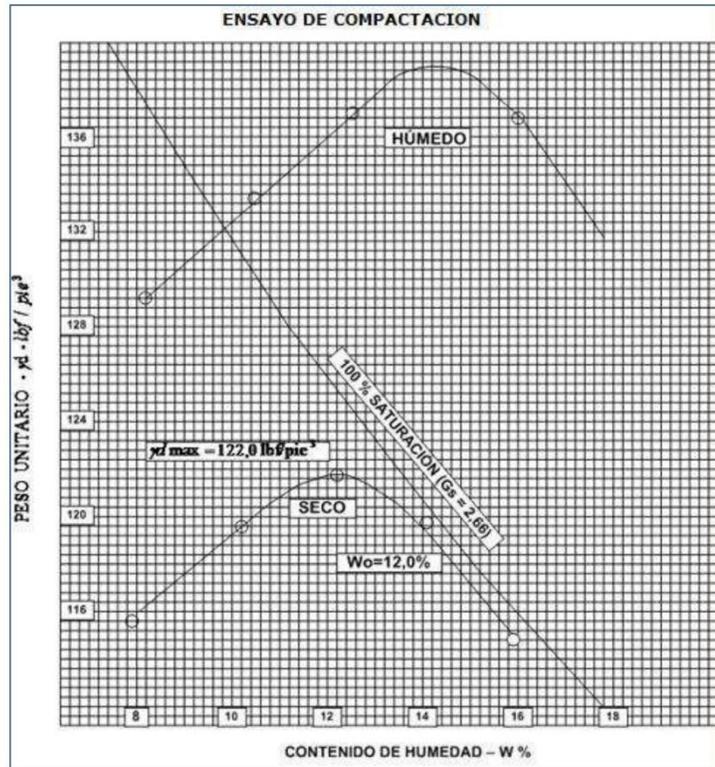


Figura 3. Ejemplo de Gráfico de Curva de Compactación



MTC E 132

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

1.0 OBJETO

- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm \pm 0,66 mm (6 \pm 0,026") de diámetro interior y de 177,8 \pm 0,46 mm (7 \pm 0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")

de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- 4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127$ mm ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- 4.1.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

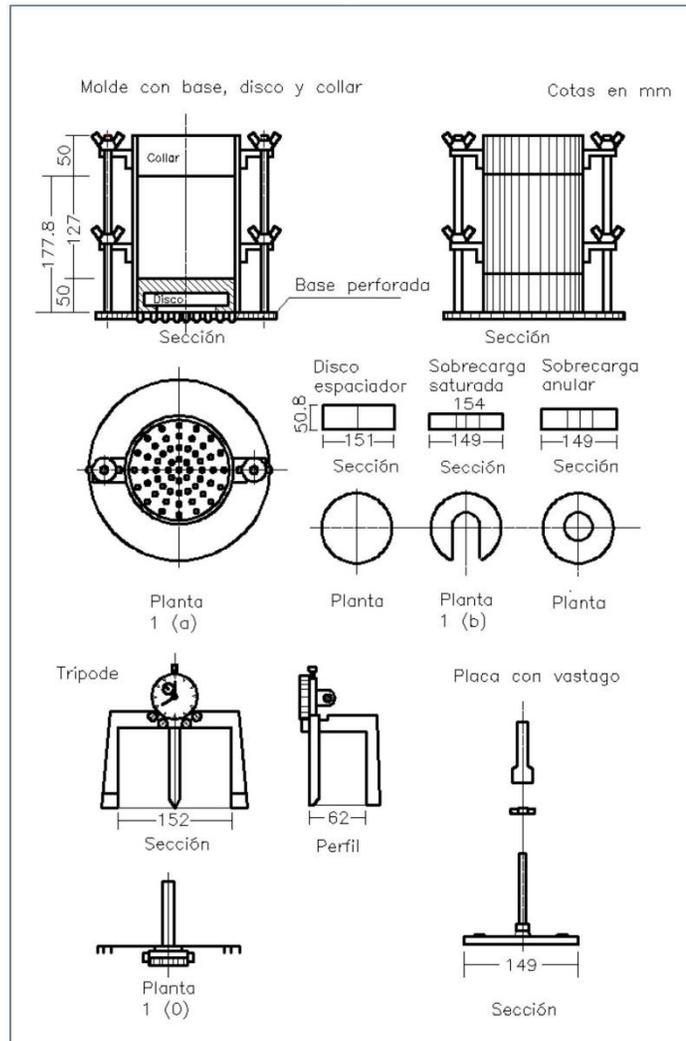


Figura 1.



4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02$ kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm (1,954 \pm 0,005") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de 3/4 de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra. - Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

- 6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

- 6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que



se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

Nota 2. A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

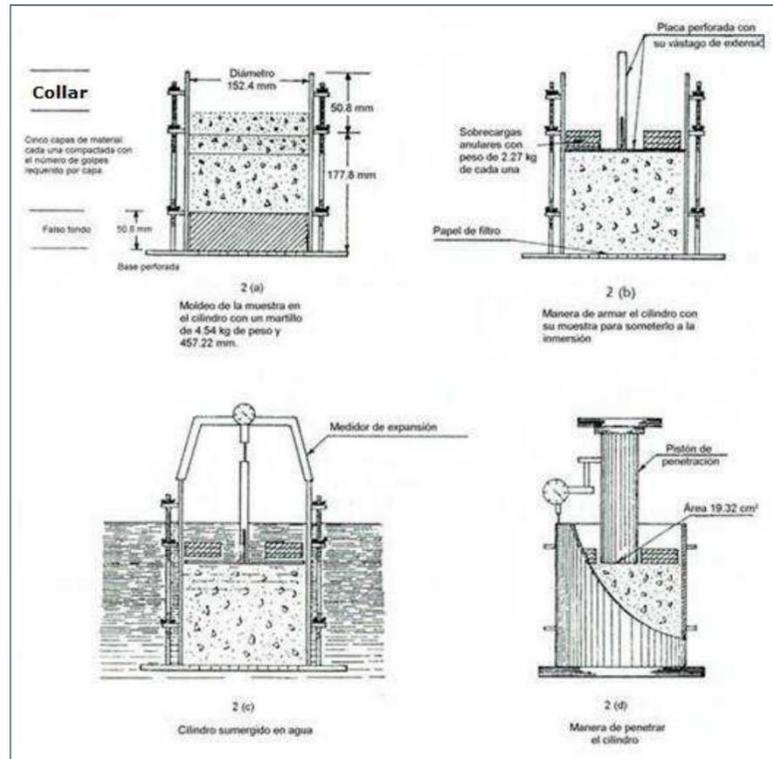


Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

- 6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con $\pm 2,27$ kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, llévase el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:



Penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

6.6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio
- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria (7,0" ± 0,16") si se utiliza un molde con 127 mm (5") de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

- H = Humedad prefijada
h = Humedad natural



- 7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.
- 7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.
- Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.
- 7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).
- 7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

- L₁ = Lectura inicial en mm.
L₂ = Lectura final en mm.

- 7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tómanse los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg²) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

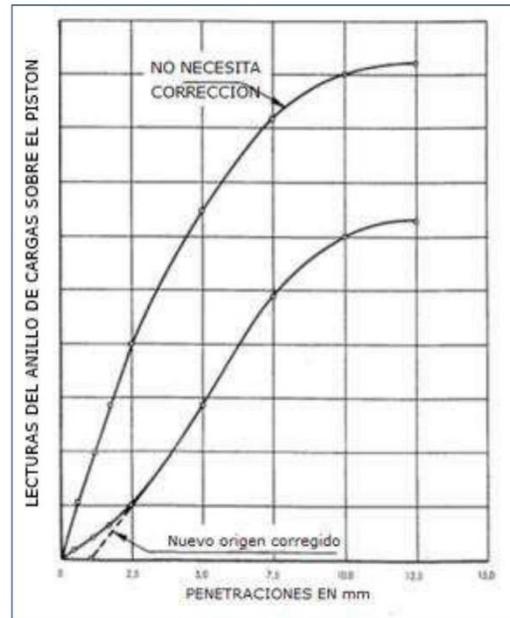


Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR

7.2 INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).

ANEXO N° 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

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

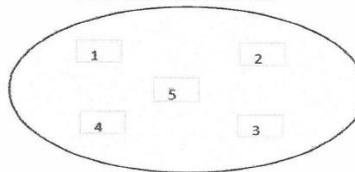
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	24.81	25mm	+/- 0.8 mm
N° 2	24.37	25mm	+/- 0.8 mm
N° 3	24.99	25mm	+/- 0.8 mm
N° 4	24.45	25mm	+/- 0.8 mm
N° 5	25.10	25mm	+/- 0.8 mm

PROMEDIO	24.744	:	OK
----------	--------	---	----

UBICACION DE PUNTOS



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 4**

Identificación 005-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

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

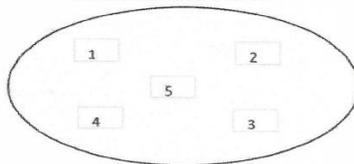
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	4.88	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 2	4.81	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 3	4.9	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 4	4.85	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 5	4.90	4.75mm	+/- 0.15 mm

PROMEDIO	4.868	:	OK
-----------------	--------------	---	-----------

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 1/4"**

Identificación 006-003-2020

Marca S.A. EQUIPOS TECNICOS E INGENIEROS

Modelo NO INDICA

Serie 3537

Diámetro g"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnic
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,4 °C	Final: 19,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

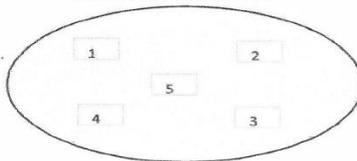
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	6.13	6.3mm	+/- 0.2 mm
N° 2	6.29	6.3mm	+/- 0.2 mm
N° 3	6.31	6.3mm	+/- 0.2 mm
N° 4	6.41	6.3mm	+/- 0.2 mm
N° 5	6.28	6.3mm	+/- 0.2 mm

PROMEDIO	6.284	:	OK
----------	-------	---	----

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 3/8"**

Identificación 007-003-2020

Marca S.A. EQUIPOS TECNICOS E INGENIEROS

Modelo NO INDICA

Serie 3537

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyrna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,5 °C	Final: 19,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

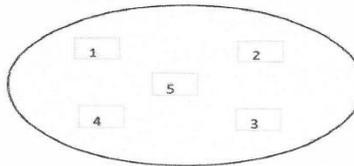
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	9.28	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 2	9.35	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 3	9.24	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 4	9.31	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 5	9.29	9.5mm	+/- 0.3 mm

PROMEDIO : **9.294** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Camica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 3/4"**

Identificación 008-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta 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 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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,6 °C	Final: 19,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

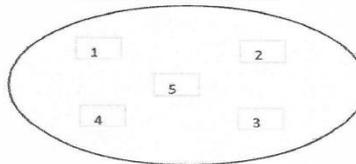
TABLA N° 01

MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	18.77	19mm	+/- 0.6 mm
N° 2	18.73	19mm	+/- 0.6 mm
N° 3	18.8	19mm	+/- 0.6 mm
N° 4	18.85	19mm	+/- 0.6 mm
N° 5	18.75	19mm	+/- 0.6 mm

PROMEDIO	18.78	:	OK
-----------------	--------------	---	-----------

UBICACION DE PUNTOS



Hugo Luis Arévalo Carnicé
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnicé
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 2 1/2"**

Identificación 009-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Camica
INGENIERO CIVIL
CIP N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,6 °C	Final: 19,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

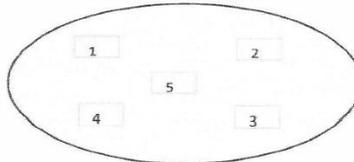
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	63.10	63mm	+/- 1.9 mm
N° 2	63.89	63mm	+/- 1.9 mm
N° 3	63.65	63mm	+/- 1.9 mm
N° 4	63.85	63mm	+/- 1.9 mm

PROMEDIO 63.62 : OK

UBICACION DE PUNTOS



[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 2"**

Identificación 010-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Camice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,6 °C	Final: 19,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

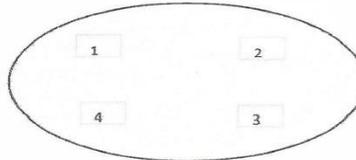
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	50.85	50mm	+/- 1.5 mm
N° 2	50.58	50mm	+/- 1.5 mm
N° 3	50.27	50mm	+/- 1.5 mm
N° 4	50.58	50mm	+/- 1.5 mm

PROMEDIO	50.57	:	OK
-----------------	--------------	---	-----------

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 1 1/2"**

Identificación 011-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,6 °C	Final: 19,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

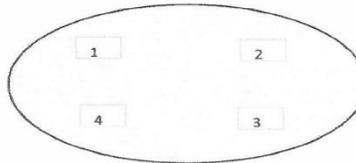
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	37.80	37.5mm	+/- 1.1 mm
N° 2	37.88	37.5mm	+/- 1.1 mm
N° 3	37.63	37.5mm	+/- 1.1 mm
N° 4	37.87	37.5mm	+/- 1.1 mm
N° 5	37.75	37.5mm	+/- 1.1 mm

PROMEDIO : 37.79 : OK

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 1"**

Identificación 012-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	MIL-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

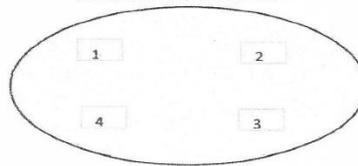
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	25.18	25mm	+/- 0.8 mm
N° 2	25.08	25mm	+/- 0.8 mm
N° 3	25.04	25mm	+/- 0.8 mm
N° 4	25.10	25mm	+/- 0.8 mm
N° 5	25.09	25mm	+/- 0.8 mm

PROMEDIO : 25.10 : OK

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición **TAMIZ 3/4"**
Identificación 013-003-2020
Marca STANDAD TEST SIEVE
Modelo NO INDICA
Serie NO INDICA
Diámetro 8"
Estructura BRONCE
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

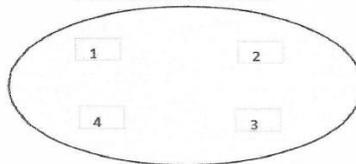
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	18.99	19mm	+/- 0.6 mm
N° 2	18.95	19mm	+/- 0.6 mm
N° 3	18.8	19mm	+/- 0.6 mm
N° 4	18.80	19mm	+/- 0.6 mm
N° 5	18.89	19mm	+/- 0.6 mm

PROMEDIO 18.89 : OK

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Camica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ 1/2"**

Identificación 014-003-2020

Marca STANDAD TEST SIEVE

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

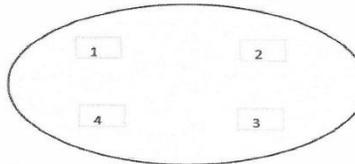
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	12.18	12.5mm	+/- 0.39 mm
N° 2	12.54	12.5mm	+/- 0.39 mm
N° 3	12.45	12.5mm	+/- 0.39 mm
N° 4	12.58	12.5mm	+/- 0.39 mm
N° 5	12.49	12.5mm	+/- 0.39 mm

PROMEDIO : **12.45** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



Hugo Luis Arévalo Camica
Ing. Hugo Luis Arévalo Camica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 10**

Identificación 015-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

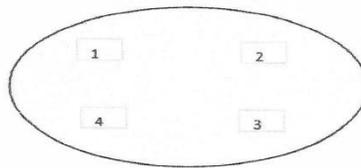
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1.93	2mm	+/- 0.07 mm
N° 2	1.95	2mm	+/- 0.07 mm
N° 3	1.93	2mm	+/- 0.07 mm
N° 4	1.98	2mm	+/- 0.07 mm
N° 5	1.97	2mm	+/- 0.07 mm

PROMEDIO : 1.95 : OK

UBICACION DE PUNTOS



[Handwritten Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 10**

Identificación 016-003-2020

Marca ORION

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnicé
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

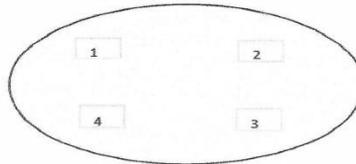
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1.98	2mm	+/- 0.07 mm
N° 2	1.99	2mm	+/- 0.07 mm
N° 3	1.98	2mm	+/- 0.07 mm
N° 4	1.97	2mm	+/- 0.07 mm
N° 5	1.97	2mm	+/- 0.07 mm

PROMEDIO **1.98** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 20**

Identificación 017-003-2020

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

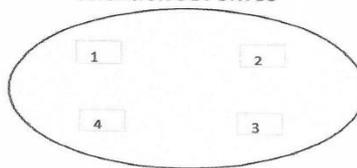
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	861.00	850µm	+/- 35 µm
N° 2	862.01	850µm	+/- 35 µm
N° 3	861.04	850µm	+/- 35 µm
N° 4	860.00	850µm	+/- 35 µm
N° 5	860.05	850µm	+/- 35 µm

PROMEDIO **860.82** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 20**

Identificación 018-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

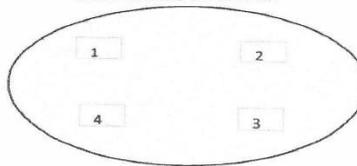
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	860.00	850µm	+/- 35 µm
N° 2	851.00	850µm	+/- 35 µm
N° 3	851.5	850µm	+/- 35 µm
N° 4	850.04	850µm	+/- 35 µm
N° 5	858.45	850µm	+/- 35 µm

PROMEDIO : **854.20** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 60**

Identificación 019-003-2020

Marca S.A. EQUIPOS T.E. INGENIEROS

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnic
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyrna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

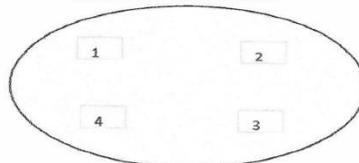
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (μ m)	LUZ	EMP
N° 1	254.15	250 μ m	+/- 12 μ m
N° 2	260.28	250 μ m	+/- 12 μ m
N° 3	261.10	250 μ m	+/- 12 μ m
N° 4	258.35	250 μ m	+/- 12 μ m
N° 5	260.42	250 μ m	+/- 12 μ m

PROMEDIO : **258.86** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición TAMIZ N° 200
Identificación 020-003-2020
Marca NO INDICA
Modelo NO INDICA
Serie NO INDICA
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta 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 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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

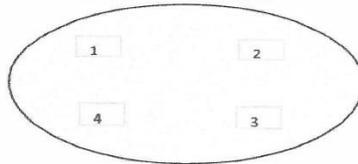
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (μ m)	LUZ	EMP
N° 1	74.20	75 μ m	+/- 5 μ m
N° 2	75.30	75 μ m	+/- 5 μ m
N° 3	77.25	75 μ m	+/- 5 μ m
N° 4	71.19	75 μ m	+/- 5 μ m
N° 5	74.10	75 μ m	+/- 5 μ m

PROMEDIO	74.41	:	OK
----------	-------	---	----

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición TAMIZ N° 100
Identificación 021-003-2020
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie NO INDICA
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta 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 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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

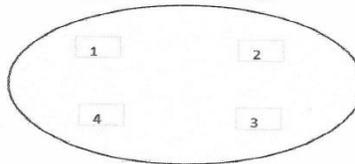
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	148.20	150µm	+/- 8 µm
N° 2	150.34	150µm	+/- 8 µm
N° 3	149.25	150µm	+/- 8 µm
N° 4	150.22	150µm	+/- 8 µm
N° 5	151.15	150µm	+/- 8 µm

PROMEDIO : 149.83 : OK

UBICACION DE PUNTOS



[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición TAMIZ N° 50
Identificación 022-003-2020
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie NO INDICA
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

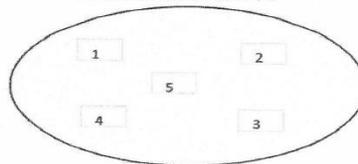
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	290.15	300µm	+/- 14 µm
N° 2	294.25	300µm	+/- 14 µm
N° 3	293.10	300µm	+/- 14 µm
N° 4	290.20	300µm	+/- 14 µm
N° 5	290.24	300µm	+/- 14 µm

PROMEDIO	291.59	:	OK
-----------------	---------------	----------	-----------

UBICACION DE PUNTOS




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición **TAMIZ N° 40**
Identificación 023-003-2020
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie NO INDICA
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta 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 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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

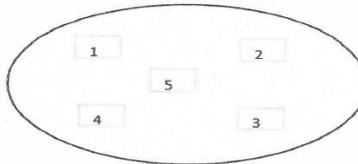
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	415.20	425µm	+/- 19 µm
N° 2	420.32	425µm	+/- 19 µm
N° 3	418.20	425µm	+/- 19 µm
N° 4	416.20	425µm	+/- 19 µm
N° 5	415.30	425µm	+/- 19 µm

PROMEDIO 417.04 : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ N° 30**

Identificación 024-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

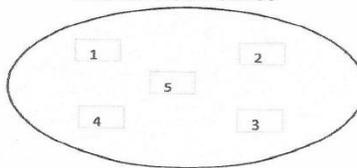
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (μ m)	LUZ	EMP
N° 1	611.20	600 μ m	+/- 25 μ m
N° 2	610.50	600 μ m	+/- 25 μ m
N° 3	612.40	600 μ m	+/- 25 μ m
N° 4	611.30	600 μ m	+/- 25 μ m
N° 5	610.40	600 μ m	+/- 25 μ m

PROMEDIO **611.16** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **TAMIZ DE LAVADO N° 200**

Identificación 025-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta 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 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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnicero
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,2 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

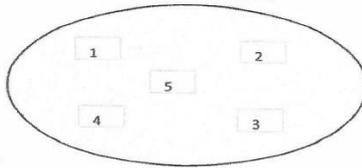
Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	74.20	75µm	+/- 5 µm
N° 2	75.30	75µm	+/- 5 µm
N° 3	73.90	75µm	+/- 5 µm
N° 4	74.50	75µm	+/- 5 µm
N° 5	74.10	75µm	+/- 5 µm

PROMEDIO **74.40** : **OK**

UBICACION DE PUNTOS



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**

Identificación 026-003-2020

Marca Prensa SHERMAN

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Celda de Carga TIPO S

Modelo H3-C3-5.0T-6B

Indicador DIGITAL

Modelo X8

Serie NO INDICA

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-16 , Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B"	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	499.8	499.3	-0.04	-0.14	499.6	-0.09	0.07
1000	999.4	999.5	-0.06	-0.05	999.5	-0.05	0.01
1500	1499.6	1499.8	-0.03	-0.01	1499.7	-0.02	0.01
2000	2000.9	2000.8	0.05	0.04	2000.9	0.04	0.00
2500	2500.2	2500.5	0.01	0.02	2500.4	0.01	0.01
3000	3000.2	3000.8	0.01	0.03	3000.5	0.02	0.01
3500	3500.9	3500.5	0.03	0.01	3500.7	0.02	0.01
4000	4000.8	4000.2	0.02	0.00	4000.5	0.01	0.01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-16
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$E_p = \frac{(A-B)}{B} * 100$$

$$R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



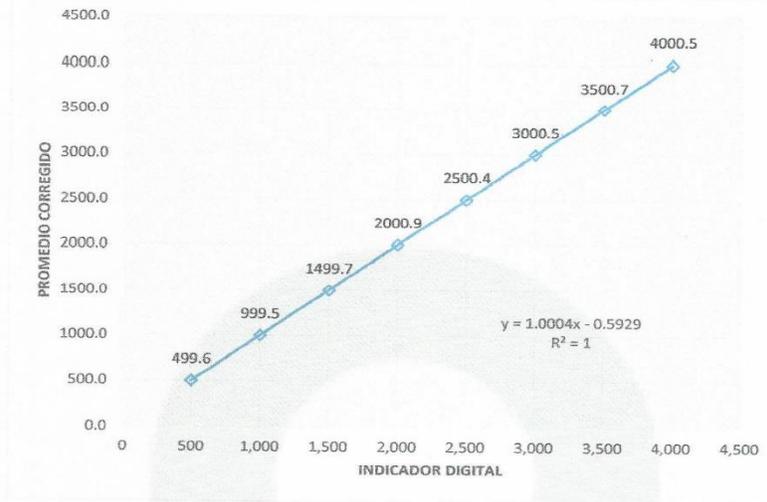

 Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com.pe
 www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:
Donde: $y = 1,0004x - 0,5929$
Coeficiente 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"


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición DÍAL INDICADOR

Identificación 027-003-2020

Marca LITZ GERMANY

Modelo NO INDICA

Serie 21278

Sensibilidad 25mm - 0.01mm

Procedencia GERMANY

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

DIAL INDICADOR PATRÓN mm	LECTURA DE DIAL DE EXPANSIÓN			SERIE PROMEDIO mm
	SERIE (1) mm	SERIE (2) mm	SERIE (3) mm	
0.50	0.490	0.490	0.500	0.4933
1.00	1.000	0.990	1.000	0.9967
1.50	1.500	1.500	1.490	1.4967
2.00	2.000	2.000	2.000	2.0000
2.50	2.500	2.500	2.500	2.5000
3.00	3.000	3.000	2.900	2.9667
4.00	3.900	3.800	4.000	3.9000
5.00	4.900	4.900	5.000	4.9333
6.00	6.000	5.900	5.900	5.9333
7.00	7.000	6.900	7.000	6.9667
8.00	8.000	8.000	8.000	8.0000
9.00	9.000	9.000	9.000	9.0000


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

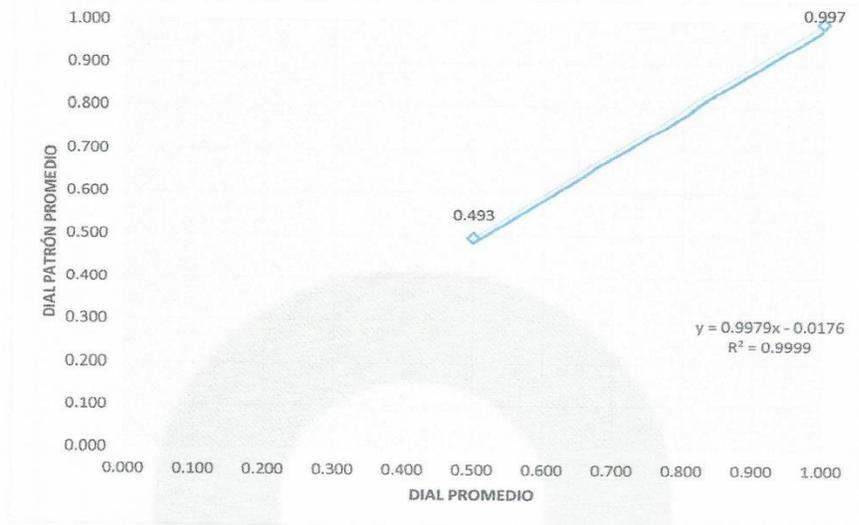


ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:

$$y = 0,9979x - 0,0176$$

Coeficiente Correlación:

$$R^2 = 1$$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)




Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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
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.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 028-003-2020

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 121

Cámara 85 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro AUTONICS

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.2	110.7	110.7	110.6	110.3	110.5	110.8	110.4	110.3	110.6	110.5	0.6
00:02	110	110.8	110.6	110.3	110.5	110.6	110.6	110.7	110.0	110.1	110.7	110.5	0.8
00:04	110	110.9	110.7	110.7	110.8	110.9	110.7	110.8	110.9	110.9	110.8	110.8	0.2
00:06	110	110.1	110.9	110.2	110.7	110.1	110.1	110.4	110.4	110.1	110.2	110.3	0.8
00:08	110	110.2	110.1	110.1	110.2	110.9	110.8	110.3	110.4	110.8	110.9	110.5	0.8
00:10	110	110.1	110.9	110.0	110.8	110.0	110.7	110.9	110.5	110.7	110.8	110.5	0.9
00:12	110	110.2	110.9	110.1	110.3	110.5	110.8	110.5	110.5	110.6	110.2	110.5	0.8
00:14	110	110.5	110.3	110.4	110.8	110.1	110.7	110.2	110.9	110.5	110.5	110.5	0.8
00:16	110	110.1	110.4	110.6	110.0	110.4	110.8	110.1	110.3	110.1	110.2	110.3	0.8
00:18	110	110.6	110.4	110.9	110.1	110.0	110.1	110.2	110.8	110.3	110.9	110.4	0.9
00:20	110	110.9	110.6	110.4	110.8	111.0	110.2	110.1	110.2	110.1	110.5	110.5	0.9
00:22	110	110.9	110.6	110.2	110.8	110.7	110.0	110.2	110.7	110.2	110.2	110.5	0.9
00:24	110	110.9	110.8	110.8	110.2	110.4	110.4	110.6	110.8	110.1	110.7	110.6	0.8
00:26	110	110.3	110.2	110.8	110.6	110.2	110.6	110.3	110.4	110.3	110.4	110.4	0.6
00:28	110	110.5	110.6	110.7	110.8	110.0	110.3	110.6	110.4	110.0	110.0	110.4	0.8
00:30	110	110.2	110.0	110.1	110.0	110.1	110.6	110.7	110.2	110.4	110.2	110.3	0.7
00:32	110	110.4	111.0	110.0	110.2	110.2	110.2	110.3	110.3	110.9	110.0	110.4	1.0
00:34	110	110.5	110.5	110.0	110.5	110.3	110.4	110.6	110.5	110.7	110.0	110.4	0.7
00:36	110	110.6	110.8	110.6	110.9	110.8	110.7	110.8	110.2	110.8	110.7	110.7	0.7
00:38	110	110.1	110.6	110.6	110.5	110.2	110.0	110.5	110.9	110.1	110.2	110.4	0.9
00:40	110	110.8	110.3	110.5	110.9	110.1	111.0	110.0	110.6	110.3	110.2	110.5	1.0
00:42	110	110.9	110.8	110.7	110.6	110.7	110.2	110.7	110.1	110.5	110.8	110.6	0.8
00:44	110	110.8	110.5	110.4	110.6	110.5	110.0	111.0	110.6	110.3	110.6	110.5	1.0
00:46	110	110.0	110.9	110.3	110.1	111.0	110.3	110.4	110.1	110.5	110.2	110.4	1.0
00:48	110	110.7	111.0	110.3	111.0	110.9	110.2	110.1	110.4	110.8	110.9	110.6	0.9
00:50	110	110.3	110.8	110.1	110.6	110.7	110.3	110.5	110.8	110.6	110.6	110.5	0.7
T. PROM.	110	110.5	110.6	110.4	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.4	110.5	110.5	
T. MAX.	110	110.9	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	110.9	110.9	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tma Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

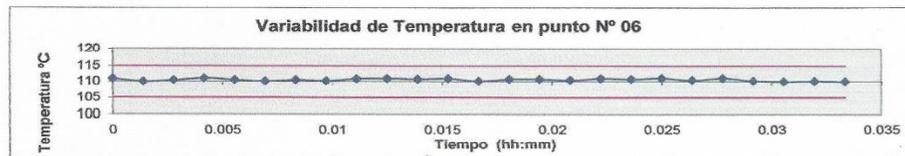
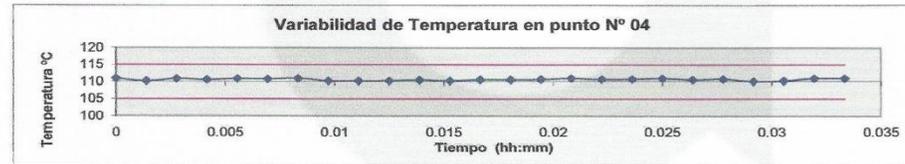
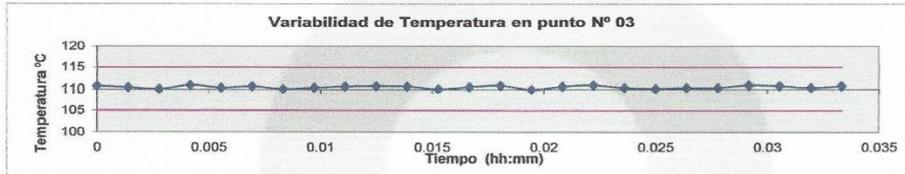
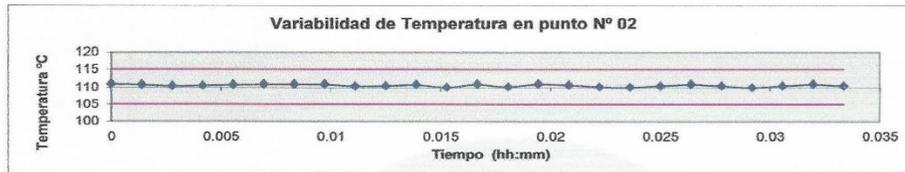
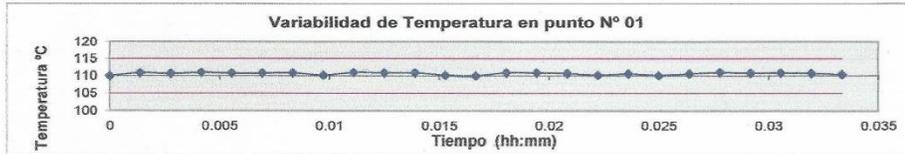
ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyrna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

GRÁFICO

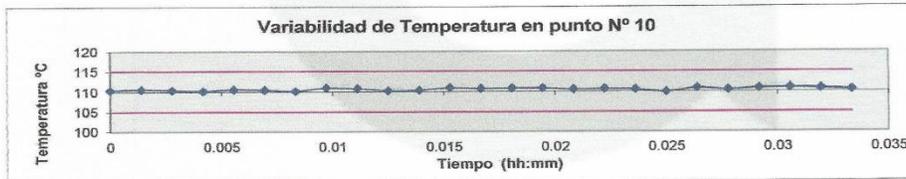
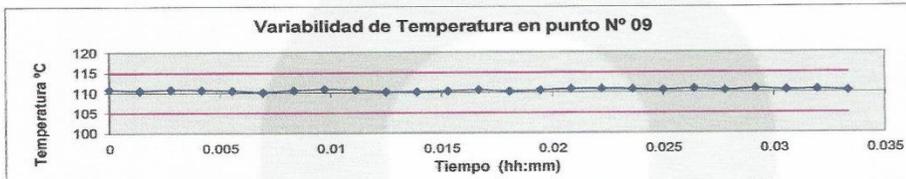
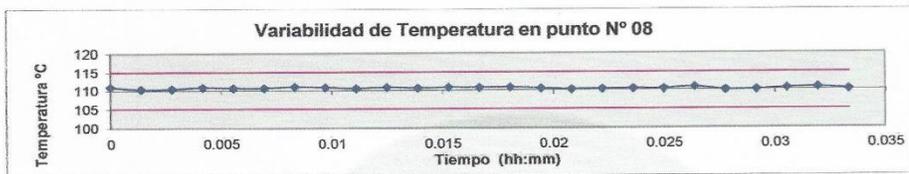
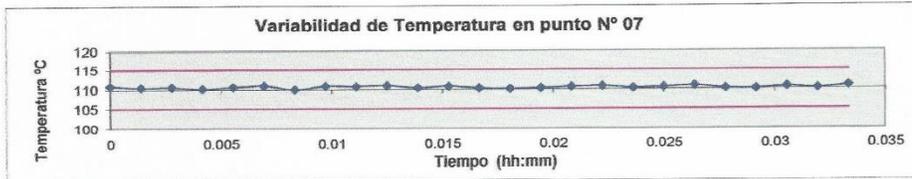


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

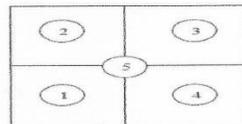


ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR

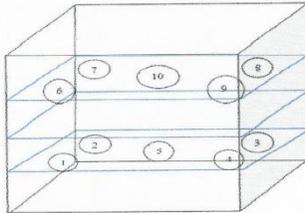


NIVEL INFERIOR

[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



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 autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición **HUMEDAD RÁPIDA (SPEEDY)**
Identificación 029-003-2020
Marca FORNEY
Modelo NO INDICA
Serie NO INDICA
Capacidad 26 g
Manometro FORNEY
Rango de Humedad 20 %
Procedencia USA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La verificación se realizó contrastando los resultados obtenidos en el equipo a verificar y los resultados obtenidos del contenido de humedad realizado según la Norma ASTM D 2216.

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnic
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con doble sonda	0545-CLT-2019
EQUIPO CALIBRADO CON EL TERMOMETRO DE DOBLE SONDA	Horno	19-5829

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °C	Final: 20,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 71 %hr	Final: 71 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

% de Humedad de Horno	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)			Serie Promedio Humedad
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)	
2.88	3.10	3.00	3.10	3.07
4.61	4.50	4.60	4.55	4.55
6.84	6.80	6.70	6.75	6.75
9.41	9.50	9.40	9.40	9.43
11.61	11.40	11.60	11.50	11.50
14.42	14.40	14.41	14.40	14.40

Coefficiente de correlación...: $R^2 = 0,9977$

Recta de ajuste: $y = 0,6456x - 0,0410$

Donde:

X : lectura del manómetro

Y : porcentaje corregido


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnic
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

TABLA N° 02

% Humedad Natural de Horno	Lectura Dial Promedio %
2.88	3.07
4.61	4.55
6.84	6.75
9.41	9.43
11.61	11.50
14.42	14.40

TABLA N° 03

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

1	N° RECIPIENTE		0	I	II	III	IV	V
2	PESO DEL RECIPIENTE	g	51.20	13.10	11.70	13.00	62.70	11.20
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	g	101.20	63.00	61.70	63.00	112.70	61.20
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	g	99.80	60.80	58.50	58.70	107.50	54.90
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4)	g	1.40	2.20	3.20	4.30	5.20	6.30
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2)	g	48.60	47.70	46.80	45.70	44.80	43.70
7	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL HORNO (5) / (6) * 100	%	2.88	4.61	6.84	9.41	11.61	14.42
8	EQUIVALENCIA EN PRESION DE BOTELLA	%	3.07	4.55	6.75	9.43	11.50	14.40



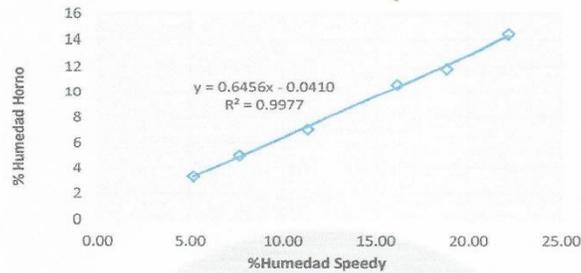

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de Ajuste

$$Y = 0,6456x - 0,0410$$

VALORES DE HUMEDAD PARA MUESTRAS DE 26 g. y 2 CUCHARADA DE REACTIVO.

Lect. %	Humedad %	Lect. %	Humedad %
1	0.6046	11	7.0606
2	1.2502	12	7.7062
3	1.8958	13	8.3518
4	2.5414	14	8.9974
5	3.187	15	9.643
6	3.8326	16	10.2886
7	4.4782	17	10.9342
8	5.1238	18	11.5798
9	5.7694	19	12.2254
10	6.415	20	12.871

L : LECTURA
H : HUMEDAD

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 autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición HUMEDAD RÁPIDA (SPEEDY)
Identificación 030-003-2020
Marca FORNEY
Modelo NO INDICA
Serie MH-519
Capacidad 26 g
Manometro FORNEY
Rango de Humedad 20 %
Procedencia USA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La verificación se realizó contrastando los resultados obtenidos en el equipo a verificar y los resultados obtenidos del contenido de humedad realizado según la Norma ASTM D 2216.

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyana, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con doble sonda	0545-CLT-2019
EQUIPO CALIBRADO CON EL TERMOMETRO DE DOBLE SONDA	Horno	19-5829

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °C	Final: 20,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 71 %hr	Final: 71 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

% de Humedad de Horno	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)			Serie Promedio Humedad
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)	
2.88	2.40	2.50	2.40	2.43
4.61	4.60	4.55	4.58	4.58
6.84	6.75	6.80	6.72	6.76
9.41	9.55	9.60	9.58	9.58
11.61	11.40	11.50	11.42	11.44
14.42	14.20	14.25	14.30	14.25

Coefficiente de correlación..: $R^2 = 0,998$

Recta de ajuste: $y = 1,0136x - 0,2334$
Donde:

X : lectura del manómetro
Y : porcentaje corregido


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

TABLA N° 02

% Humedad Natural de Horno	Lectura Dial Promedio %
2.88	2.43
4.61	4.58
6.84	6.76
9.41	9.58
11.61	11.44
14.42	14.25

TABLA N° 03

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

1	N° RECIPIENTE		0	I	II	III	IV	V
2	PESO DEL RECIPIENTE	g	51.20	13.10	11.70	13.00	62.70	11.20
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	g	101.20	63.00	61.70	63.00	112.70	61.20
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	g	99.80	60.80	58.50	58.70	107.50	54.90
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4)	g	1.40	2.20	3.20	4.30	5.20	6.30
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2)	g	48.60	47.70	46.80	45.70	44.80	43.70
7	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL HORNO (5) / (6) * 100	%	2.88	4.61	6.84	9.41	11.61	14.42
8	EQUIVALENCIA EN PRESION DE BOTELLA	%	2.43	4.58	6.76	9.58	11.44	14.25



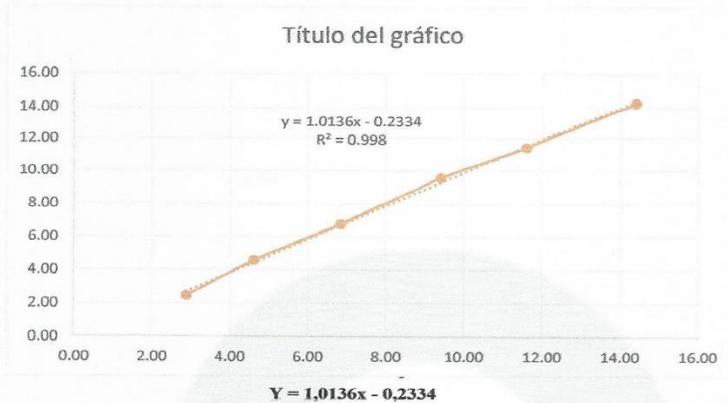
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



VALORES DE HUMEDAD PARA MUESTRAS DE 26 g. y 2 CUCHARADA DE REACTIVO.

Lect. %	Humedad %	Lect. %	Humedad %
1	0.7802	11	10.9162
2	1.7938	12	11.9298
3	2.8074	13	12.9434
4	3.821	14	13.957
5	4.8346	15	14.9706
6	5.8482	16	15.9842
7	6.8618	17	16.9978
8	7.8754	18	18.0114
9	8.889	19	19.025
10	9.9026	20	20.0386

L : LECTURA
H : HUMEDAD

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 autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición COPA CASAGRANDE

Identificación 031-003-2020

Marca PINZUAR

Modelo PS-11

Serie 7997

Mecanismo Manual

Ranurador ACERO

Procedencia COLOMBIA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Limite Liquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			N	Base			Extremo Curvado		
	A	B	C		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	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Curvado	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	1.90	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27.04	+/- 1	OK


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyrna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47.10	+/- 1.5	OK
ESPESOR	52.08	+/- 5	OK
LARGO	152.44	+/- 5	OK
ANCHO	125.65	+/- 5	OK
HUELLA	5.93	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.02	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.09	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.05	+/- 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 "CALIBRADO"


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **CENTRIFUGA**

Identificación 032-003-2020

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Capacidad 1500 g

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia las lecturas del sistema de calibración y la velocidad del extractor centrífugo, tomando como referencia la norma MTC E 502 - Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezcla para Pavimentos.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Tacómetro	LLA-098-2016.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 03

REVOLUCIÓN POR MINUTO 3600 rpm

PRUEBA	VELOCIDAD DE RECIPIENTE RPM		TIEMPO MINUTOS
	SIN MUESTRA	CON MUESTRA	
1	3637.00	3575	2
2	3637.00	3579	4
3	3642.00	3575	6
4	3640.00	3578	8
5	3633.00	3574	10
6	3633.00	3580	12
7	3634.00	3576	14
8	3640.00	3578	16
9	3640.00	3578	18
10	3643.00	3576	20

Muestra empleada: 2000 g

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 "CALIBRADO"


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 033-003-2020

Intervalo de indicación 600 g

División de escala 0.1 g
Resolución

División de verificación 0.1 g
(e)

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo SE602F

N° de serie B413425350

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300 g			Carga L1= 600 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.0	0	0	600	0	0
2	300.0	0	0	600	0	0
3	300.0	0	0	600	0	0
4	300.0	0	0	600	0	0
5	300.0	0	0	600	0	0
6	300.0	0	0	600	0	0
7	300.0	0	0	600	0	0
8	300.0	0	0	600	0	0
9	300.0	0	0	600	0	0
10	300.0	0	0	600	0	0

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
300	0.03	0.1
600	0.05	0.5



[Signature]
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0			Determinación de E_0					
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
1	1	1	0	0	500	500	0	0	0
2		1	0	0		500	0	0	0
3		1	0	0		500	0	0	0
4		1	0	0		500	0	0	0
5		1	0	0		500	0	0	0

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
1	1.00	0	0	0	1.00	0	0	0	0.1
5	5.00	0	0	0	5.00	0	0	0	0.1
10	10.01	0	0	0	10.01	0	0	0	0.1
20	20.01	0	0	0	20.01	0	0	0	0.1
50	49.99	0	0	0	49.99	0	0	0	0.1
100	100.03	0	0	0	100.03	0	0	0	0.1
150	150.00	0	0	0	150.00	0	0	0	0.1
200	200.04	0	0	0	200.04	0	0	0	0.1
400	400.00	0	0	0	400.00	0	0	0	0.5
500	499.97	0	0	0	499.97	0	0	0	0.5
600	599.95	0	0	0	599.95	0	0	0	0.5

Leyenda

I: Indicación de la balanza
 E_0 : Error en cero

ΔL : Carga Incrementada
 E_c : Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición MOLDE CBR
Identificación 034-003-2020
Marca NO INDICA
Modelo NO INDICA
Serie 56
Estructura FIERRO
Acabado ZINCADO
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyrna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.74	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.89	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.83	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.08	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	151.89	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.57	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.72	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.59	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.89	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.69	:	OK
----------	--------	---	----


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)		Promedio	Tolerancia	Resultado
150.28	150.3	150.29	150,0 +/- 0,8	OK
Peso (g)		2269	2270 +/- 20	OK
2269	2269			

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)		Promedio	Tolerancia	Resultado
149.75	149.73	149.74	150,0 +/- 0,8	OK
Peso (g)		2285	2270 +/- 20	OK
2285	2285			

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)		Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	148.14	148.14	149,6 + 1,6	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 "CALIBRADO"

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyena, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Instrumento de medición MOLDE CBR
Identificación 035-003-2020
Marca NO INDICA
Modelo NO INDICA
Serie 25
Estructura FIERRO
Acabado ZINCADO
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.70	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.75	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.82	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.10	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 151.84 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.60	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.71	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.80	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.75	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.72 : OK

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)	Promedio	Tolerancia	Resultado
150.3 150.31	150.31	150,0 +/- 0,8	OK
Peso (g)			
2270 2270	2270	2270 +/- 20	OK

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)	Promedio	Tolerancia	Resultado
149.21 149.2	149.21	150,0 +/- 0,8	OK
Peso (g)			
2285 2285	2285	2270 +/- 20	OK

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)	Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14 148.14	148.14	149,6 + 1,6	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 "CALIBRADO"

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación 036-003-2020

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 12

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia NO INDICA

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.14	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.00	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.59	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.15	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 152.22 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	178.10	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.90	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.85	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.86	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.93 : OK


Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)	Promedio	Tolerancia	Resultado
149.28 149.3	149.29	150,0 +/- 0,8	OK
Peso (g)	2270	2270 +/- 20	OK

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)	Promedio	Tolerancia	Resultado
149.58 149.82	149.7	150,0 +/- 0,8	OK
Peso (g)	2279	2270 +/- 20	OK

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)	Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14 148.14	148.14	149,6 + 1,6	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 "CALIBRADO"



 Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2020/01/14

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE-
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Instrumento de medición **ABRASIÓN LOS ANGELES**

Identificación 037-003-2020

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 202014

Estructura FIERRO

Carga abrasiva 12 BILLAS

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/01/12

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951

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 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 difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Balanza de 30 kg x 1 g - OHAUS	145-025-2019 con trazabilidad - 0828-LM-2019, 0826-LM-2019, 0827-LM-2019, 0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

Dimensiones cilindro : Long Int. 20" x Diam Int 28" +/- 0.2" .

N° DE VUELTAS POR NORMA		INDICACIÓN TIEMPO PROMEDIO	
ENSAYO 1	30 - 33	T=1':00"	
	31	T Prom.:	1':00"
ENSAYO 2	500	15':15" <T<17':06"	
		T Prom.:	16':13"
ENSAYO 3	1000	30':30" <T<33':33"	
		T Prom.:	32':26"

Medición	Diámetro de las Esferas (mm)		Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)
Nro.	1era Lectura	2da Lectura	47 ± 0,63	
1	46.060	46.400	46.230	0.01
2	46.050	46.050	46.050	0.01
3	46.990	46.990	46.990	0.01
4	47.080	47.000	47.040	0.01
5	46.990	46.990	46.990	0.01
6	46.050	46.040	46.045	0.01
7	46.990	46.990	46.990	0.01
8	47.000	46.990	46.995	0.01
9	46.990	46.990	46.990	0.01
10	46.040	46.040	46.040	0.01
11	47.000	47.000	47.000	0.01
12	46.050	46.040	46.045	0.01

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com


Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 138951



Pesaje	Peso de las billas (Carga Abrasiva)	Incertidumbre (g.)
Nro.	417,5 + 27,5	
1	398	1.00
2	398	1.00
3	425	1.00
4	425	1.00
5	425	1.00
6	398	1.00
7	425	1.00
8	425	1.00
9	425	1.00
10	398	1.00
11	425	1.00
12	398	1.00
Total	4965	

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 "CALIBRADO"



Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138951



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ANEXO N° 6: INFORME DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS:

“POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CACERES DEL PERÚ, ANCASH-2020”

TESISTA:

JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

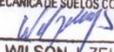
UBICACIÓN:

DISTRITO : CACERES DEL PERU

PROVINCIA : SANTA

REGIÓN : ANCASH

CHIMBOTE, MAYO DEL 2020

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

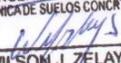
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Contenido

1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	3
1.1. - Generalidades.....	3
1.2.- Metodología y plan de trabajo	4
1.3.- Plan de trabajo.....	5
2.0.- Ubicación del área de estudio.....	6
2.1.- CLIMA Y TEMPERATURA:.....	8
2.2 DESCRIPCION DE LA VIA	8
3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO.....	8
3.1. GEOLOGÍA.....	8
3.1. Geomorfología general.....	9
3.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA.....	10
3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	14
3.4 PROCESOS GEODINAMICOS.....	14
4.0. GEODINÁMICA INTERNA:.....	15
5.0.- TRABAJO DE CAMPO.....	17
5.1.- Muestreo:	
6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO.-.....	18
6.1 Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos	18
6.2.- Ensayos químicos de suelos.....	18
7.0.- ENSAYOS ESTARDAR.....	19
7.1.- ENSAYOS ESPECIALES.....	19
8.0.- CLASIFICACIÓN DE SUELO.....	19
Perfiles estratigráficos.....	19
9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.-.....	20
10.- El valor del CBR,	20
11.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.....	21
12.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.....	22
13.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES.....	23
14.- DATOS GENERALES DE LA ZONA.....	23
15.- EFECTO DE SISMO EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	25
16.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.....	28
17.-PARAMETROS DE DISEÑOS.....	29
18.- METODOS DE DISEÑO.....	30
18.1.- ESPESORES DE DISEÑO.....	33
19.0.- Estructura de la Plataforma Vial:.....	33
20.0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
20.1 RECOMENDACIONES ADICIONALES.....	37
Anexo 01.....	39

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640

E-mail: wilze822@hotmail.com.

E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME TÉCNICO

1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

1.1. - GENERALIDADES

Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco del desarrollo del Estudio Definitivo del Proyecto "CREACION DE TROCHA CARROZABLE EN EL TRAMO DE LEONCIO PRADO Y JAUJIN DEL DISTRITO DE HUACAYBAMBA - PROVINCIA DE HUACAYBAMBA - DEPARTAMENTO DE HUANUCO".

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra, con el propósito de estimar su comportamiento así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas, capacidad portante admisible, asentamientos diferenciales y las recomendaciones necesarias.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles estratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos en el presente estudio.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195573
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



1.2.- Metodología y plan de trabajo

Metodología

El conjunto de actividades de campo (In Situ), laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de tres días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.
- Programación de las actividades a ejecutarse por las brigadas de calicateros en las áreas de estudio.
- Clasificación visual manual de las muestras, se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.
- Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.
- De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



c) Fase de gabinete

Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.

- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo con fines de pavimentación.
- Recomendaciones técnicas de construcción, diseño estructural, consideraciones constructivas y Sismoresistente de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

1.3.- Plan de trabajo.

a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:

- La definición del área del estudio.
- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.
- Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



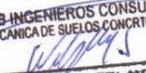
- Frente de excavaciones manuales de calicatas (1.50 m de profundidad).
- Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).
- El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

b) Programa de actividades y recursos logísticos

- En principio, el programa de actividades ha conservado la estructura inicialmente planteada en la propuesta técnico-económica para este estudio, no obstante, hubo ampliación del tiempo de ejecución del estudio por mutuo acuerdo entre las partes por la accesibilidad para la ejecución de las calicatas.
- La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

2.0.- Ubicación del área de estudio

El área en estudio se ubica en el distrito de Cáceres Del Perú, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CON CARPETA ASFALTICA EN EL TRAMO MACRACANCHA-JIMBE DEL DISTRITO CACERES DEL PERU-SANTA - ANCASH" CODIGO N° 2427755".

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP. N° 195375
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

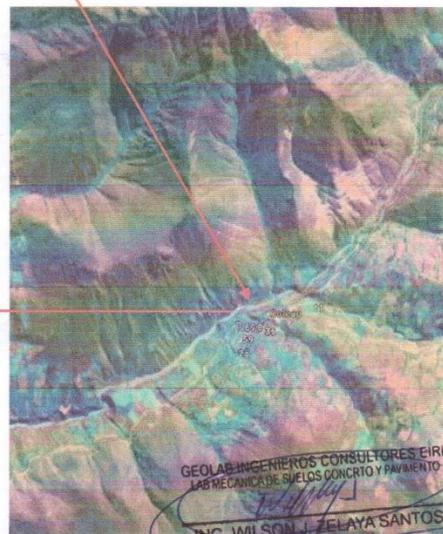
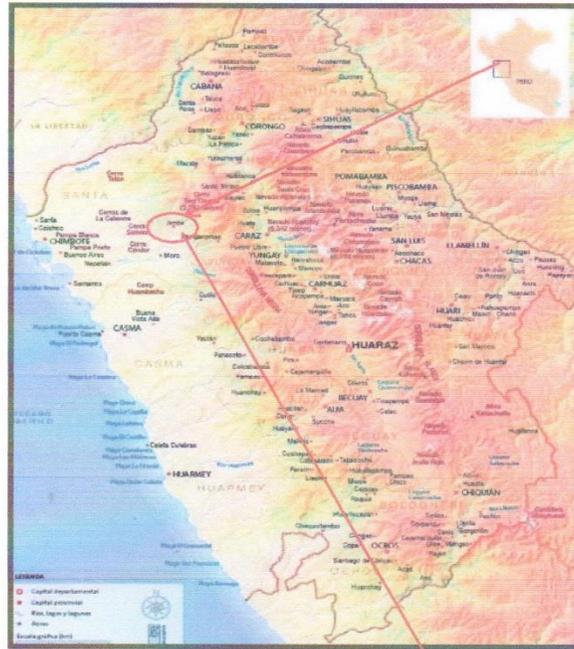


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Ubicación del Proyecto



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 185373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B.L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.1.- CLIMA Y TEMPERATURA:

Clima

El clima en la aquí es suave, y generalmente cálido y templado. Los veranos aquí tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. El clima aquí se clasifica como Cwb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura varía desde los 14°C hasta los 26 °C, teniendo una temperatura promedio de 16 °C. La precipitación es de 804 mm al año.

2.2 DESCRIPCION DE LA VIA

Esta es la etapa inicial antes de evaluar las otras etapas. Corresponde a determinar la condición de la vía existente en el área en estudio.

El tramo está compuesto de capa de rodadura de material propio en mal estado de conservación predominando el bacheo, encalaminado etc; el suelo está formado de material Arena arcillosa mal graduada de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1" y bolonería de 4", de color marrón oscuro, Condición in situ: semi compacto y húmedo.

3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

3.1. GEOLOGÍA

Geológicamente el área se caracteriza por presentar una conformación muy variada, con ocurrencia de formaciones litoestratigráficas de diferente edad, naturaleza y competencia, las cuales han sido disturbadas y alteradas en diferente grado por los diversos eventos tectónicos y morfológicos.

Se procederá a describir las principales características geológicas del área del Proyecto, incidiendo en aquellas que tendrán mayor influencia en las obras; para lo cual se ha evaluado la información geológica regional existente, complementándola con las verificaciones de campo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 196373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.1. Geomorfología general

Las unidades geomorfológicas mayores son: Valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la Cordillera Occidental, dentro de las cuales se pueden identificar las siguientes unidades menores: Valles - Quebradas y los Contrafuertes de la Cordillera.

- **Valles y quebradas.**- Los valles principales, siguen la tendencia general de Este a Oeste y se van ampliando en la faja costanera; se caracterizan por ser valles con actividad fluvial durante todo el año; sus afluentes son quebradas de actividad esporádica durante el año. En el área de estudio, los valles presentan sectores con terrazas aluviales en diferentes niveles; casi la totalidad de los valles es aprovechable para la agricultura.
- **Contrafuerte de la Cordillera.**- Es una faja continua que esta constituida por rocas ígneas ó sedimentarias; se localiza en el sector oriental del área de estudio y se caracteriza por presentar una topografía agreste con alturas que llegan hasta los 4,450 m.s.n.m. Unidad que se muestra disectada por valles y quebradas, en donde los relieves muestran laderas con inclinaciones de 25° a 30°.

El relieve general de la cuenca es similar al que caracteriza a casi todos los ríos de la costa, con una hoyada hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y pendiente pronunciada. En el tramo superior de las cuencas, se observa un relieve escarpado y en parte abrupto, cortado por quebradas profundas. La cuenca se encuentra limitada por cadenas de cerros que muestran un relieve abrupto

El relieve en la zona del presente estudio está caracterizado por presentar morfologías diferenciadas en la que se han determinado las siguientes sub unidades: Laderas de montañas, cauces fluviales, planicies y conos de los depósitos coluviales.

Los relieves del terreno están íntimamente relacionados con las formaciones geológicas:

- **Relieve Abrupto.**- Gradientes superiores a 35.0 grados; relieve que predomina en los afloramientos de rocas ígneas y en las escarpas de las terrazas aluvionales.
- **Relieve Moderado.**- Gradientes inferiores a 35.0 grados se observan en los afloramientos rocosos, depósitos aluviales y en los depósitos coluviales.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- **Relieve Suave a Llano.**- Se desarrolla en las zonas con presencia de los depósitos fluviales y aluviales; predomina una morfología subhorizontal alternándose con superficies suavemente onduladas

3.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

A nivel regional y basado en la información geológica existente y proceso de verificación de campo, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas que van del Cretácico Inferior hasta el Cuaternario reciente, con predominancia de rocas intrusivas y los depósitos cuaternarios.

La secuencia y Relaciones estratigráficas generalizadas, identificadas en la zona de estudio son las siguientes:

Formación Santa	-	Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; está conformada por calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises.
Formación Carhuaz	-	Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; está constituida por lutitas (limoarcillitas) intercaladas con algunas areniscas grises a verdes.
Formación Junco	-	Secuencia esencialmente volcánica que forma parte del Grupo Casmás; constituida por lavas almohadillas, flujos y brechas, de naturaleza andesítica.
Rocas Intrusivas	-	Complejo de rocas intrusivas que gradan en su composición de: Diorita - Tonalita y Tonalita - Granodiorita.
Grupo Calipuy	-	Secuencia volcánica de lavas, tobas y aglomerados; su litología varía de andesita a dacita. No presenta niveles sedimentarios.
Depósitos Coluviales	-	Mezcla de gravas, arenas, limos y bloques heterométricos, mayormente angulosos.
Depósitos Aluviales	-	Compuestos por gravas, arenas, limos y cantos rodados.
Depósitos Fluviales	-	Asociados a los cauces actuales; corresponden a suelos granulares, compuestos por gravas, arenas y cantos rodados.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de La Santa, Departamento de Tarma
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 106379
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.2.1 FORMACION SANTA

Unidad descrita por Benavides V. (1956) como una secuencia de calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises que sobreyacen a las areniscas cuarzosas de la Formación Chimú (Valle del Río Santa).

Sus principales afloramientos, se encuentran el Río Casma, al Oeste de Guadalupe; en el río Loco, al Oeste de Huisco y en la localidad de Breña, con una orientación NE-SO a N-S; otros afloramientos de importancia se ubican en la quebrada de Bambarí, entre los cerros Cuculí y Tambarí. Las ocurrencias más accesibles se encuentran al Sur de Pampa Colorada hasta el río Casma (Cerro Colorado y Buenos Aires) siguiendo un rumbo NO-SE.

Mayormente, la Formación Santa presenta una morfología abrupta de aspecto macizo a distancia, más resistente a la erosión y con una coloración más clara que las rocas circundantes; en las superficies meteorizadas, generalmente tiene color marrón a rojizo, sin embargo en corte frescos es gris a gris claro.

La Formación Santa es la secuencia más antigua y generalmente ocupa el núcleo de pliegues anticlinales.

De acuerdo con su posición dentro de la secuencia litoestratigráfica, se asume una edad ubicada en el cretáceo inferior, y que posiblemente corresponde a la época valanginiana.

3.2.2 FORMACION CARHUAZ

Benavides V (1956) denominó Carhuaz a una secuencia de lutitas de estratificación delgada que se encuentran intercaladas con algunas areniscas grises a verdes, en la localidad de Carhuaz (Río Santa).

La Formación Carhuaz aflora conjuntamente con la Formación Santa en el sector del cuadrángulo de Casma y en la esquina nor oriental del cuadrángulo de Culebras (Cosma y río Loco); las estructuras que caracterizan a esta unidad siguen una dirección NO-SE.

La característica más notoria en la mayoría de afloramientos es su relieve moderado a suave que generalmente toma una coloración marrón oscura a gris marrón, formando

Cumbres normalmente redondeadas, con una cobertura de material suelto constituida por fragmentos astillosos ó laminados.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Los fósiles que se han reconocido en la Formación Carhuaz son lamelibrancios, gasterópodos y fragmentos de plantas en el nivel inferior, sin embargo, no se han identificado fósiles que permitan establecer la edad de la sedimentación.

De acuerdo con su posición en la secuencia estratigráfica, se asume que la formación Carhuaz se acumuló durante el Hauteriviano al Aptiano, es así equivalente con el Grupo Huayllapampa definido por J Myers (1974).

3.2.3 FORMACION JUNCO

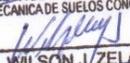
A lo largo del flanco izquierdo del Valle de Culebras entre los cerros Junco Chico y Tenten se encuentra una secuencia de lavas almohadillas, flujos y brechas que yacen directamente y al parecer con leve discordancia angular sobre los cherts y sedimentitas de las formaciones Santa y Carhuaz en el tramo superior del río Culebras (Huaraz).

Esta secuencia buza moderadamente al suroeste y se extiende a lo largo de 12 km en el flanco derecho del río; ha sido penetrada por diversos plutones del batolito sufriendo diversos grados de metamorfismo.

Otros afloramientos de la formación Junco se encuentran en los cerros Porvenir, Virahuanca al noreste del Cruce de Tortugas, hasta el cerro Chorreadero y en el cerro Colorado al noreste de Samanco.

La Formación Junco tiene un color gris oscuro a verdoso, aspecto macizo que genera geofomas de relieve moderado a abrupto; su estratificación y estructura no es muy evidente aunque si es más nítida en los casos de las secuencias esquistosas y cuando se encuentra como almohadillas. En la secuencia de la Formación Junco se distinguen claramente lavas almohadillas intercaladas con algunos aglomerados, flujos lávicos, lavas brechadas y en algunos casos horizontes tobáceos.

La Formación Junco que forma parte del Grupo Casma; sobreyace al Grupo Goyllarisquizga e infrayace a la Formación Zorra, por lo que se le asigna una edad a inicios del Albiano.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195372
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.2.4 ROCAS INTRUSIVAS

Corresponden al Batolito de la Costa y se presentan en forma alargadas de Norte a Sur, paralela a los Andes; su composición es variable y los intrusivos más importantes corresponden a:

- Unidad Paccho: Gradación de Diorita a Tonalita, los mayores afloramientos se observan próximos a la quebrada Tomeque y muestran un mayor grado de meteorización. Unidad a la que se les considera como pertenecientes a Cretáceo Inferior.
- Unidad Poctao: Gradación de Tonalita a Granodiorita, que predominan en la zona y los afloramientos mayormente corresponden a granodioritas. Por sus relaciones estratigráficas, se le asigna una Edad comprendida al Cretáceo Superior.

3.2.5 GRUPO CALIPUY

El Grupo Calipuy, se encuentra en los cerros Tomeque y Lomo de Camello al Este de Pampa Colorado; en el cerro Pan de Azúcar y en el extremo oriental de los cerros Champarca Punta, Marquito, Cosma y en el Cerro Mal Paso; constituyendo las partes más elevadas y abruptas.

El Grupo Calipuy consiste de aproximadamente 1,000 m de lavas, tobas y aglomerados que tienen una variación vertical muy rápida, sin presencia de niveles sedimentarios.

El Grupo Calipuy corresponde aun volcanismo que tuvo lugar durante el Eoceno al Mioceno Inferior.

3.2.6 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Se han reconocido depósitos del tipo aluvial, fluvial, coluviales y coluvio residual; en el área del proyecto alcanzan mayor representatividad los del tipo aluvial y coluvial.

- **Depósitos Aluviales y fluviales.**- Se trata de depósitos granulares heterogéneos, compuestos por gravas, arenas y limos, con presencia de bloques y cantos rodados de grandes dimensiones (Diámetros superiores a 1.50m.).

Dentro de este grupo se incluyen a los depósitos netamente fluviales conformados por materiales heterogéneos, incluyendo los bloques y cantos rodados; suelos de naturaleza y composición variable; los fluviales se ubican en los lechos de los ríos y quebradas afluentes.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
de Ancash
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- **Depósitos Coluviales y Coluvio residuales.-** Constituyen las acumulaciones de escombros que se localizan en la base de las laderas de los cerros; en algunos se ha complementado el traslado y deposito por la acción del agua.

Los depósitos coluviales, mayormente están constituidos por suelos heterogéneos, mezcla de fragmentos rocosos de volcánicos englobados con una matriz areno limosa y/o arcillosa; erráticamente se muestran la presencia de bloques de grandes dimensiones.

En los mixtos coluvio residuales predominan los elementos finos: Arcillas arenosas y arenas arcillosas con inclusiones de gravas angulosas.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A nivel regional el área de estudio, la secuencia volcano sedimentaria, fue plegada y levantada, entre la sedimentación del Grupo Casma y la erupción del Grupo Calipuy, estructuras que están relacionadas a la evolución del Batolito.

La estructura de la secuencia volcano sedimentaria, presenta tres fajas de deformación; la primera es paralela a la línea de costa y se ubica al oeste del Batolito; la segunda es una faja lineal entre el Grupo Goyllarisquisga y el Grupo Casma, muestra una deformación más intensa; la tercera se ubica en el sector oriental del Batolito y presenta pliegues isoclinales (Formación Santa y Carhuaz).

En el área se observan dos sistemas de fallamiento, el principal con la dirección NO - SE y el otro menos notorio con orientación NE - SO.

Las rocas intrusivas, se encuentran afectadas por sistemas de fracturas y/o diaclasas y se encuentran atravesadas por diques con orientación NO - SE; otra característica es la presencia de xenolitos mayormente máficos (Tamaños superiores a 10cm). La interacción de los sistemas de fracturas, permiten la disyunción ortogonal.

3.4 PROCESOS GEODINAMICOS

La ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa observados en el área, están relacionados a la topografía geología (Litología, grado de meteorización, rasgos estructurales, etc.) y principalmente al factor climático.

Generalmente los procesos geodinámicos, están asociados a terrenos de fuerte pendiente, acumulaciones de materiales sueltos, fuertes precipitaciones, presencia de filtraciones.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



La ocurrencia de los fenómenos de Geodinámica externa observados en el área, consisten en:

- **Dinámica fluvial.**- Se caracteriza por cambios de gran rango en el caudal de los ríos, entre las épocas de avenidas y estiaje. En las avenidas la capacidad de carga y transporte se incrementa, han existido eventos aluviónicos, como lo demuestra la presencia de bloques y cantos rodados a lo largo de los cauces. La dinámica fluvial ocasiona los procesos de erosión y acumulación de los depósitos; en algunos casos se manifiestan por la ocurrencia de huaycos (Descargas fluvio torrenciales de lodo y bloques).
- **Desprendimientos de Bloques y Derrumbes.**- Por acción de la gravedad se originan los desprendimientos de bloques y fragmentos rocosos, que tienen estabilidad precaria. Procesos facilitados por la acción del intemperismo físico químico, agua y erosión fluvial.

En la parte superior de la cuenca la zona en las condiciones actuales, se considera moderadamente estable. De originarse fuertes precipitaciones pueden ocurrir perturbaciones geodinámicas por la reactivación de la erosión (Lineal y lateral) de los cauces, originado por consiguiente la movilización de los materiales de las laderas (Depósitos aluvionales y/o materiales rocosos).

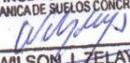
4.0. GEODINÁMICA INTERNA:

Sismicidad:

La distribución de sismos en tiempo y espacio es una materia elemental en sismología, observaciones sísmicas, las cuales no solo debe tenerse en cuenta el número de eventos registrados, sino también su dimensión, frecuencia y distribución espacial, así como su modo de ocurrencia.

Sismicidad Histórica:

Aunque se tiene referencias históricas del impacto de terremotos durante el Imperio de los Incas, la información se remonta a la época de la conquista. En la descripción de los sismos se han utilizado como documentos básicos los trabajos de Silgado (1968) y Tesis, de los cuales hacemos algunas referencias de eventos sísmicos hasta antes del 23 de Junio del 2001.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



19 de Febrero de 1600.- A las 05:00 Fuerte sismo causado por la explosión del Volcán Huaynaputina (Omate), la lluvia de ceniza oscureció el cielo de la Ciudad de Arequipa, según el relato del Padre Bartolomé Descourt. Se desplomaron todos los edificios con excepción de los más pequeños, alcanzando una intensidad de XI en la Escala Modificada de Mercalli, en la zona del volcán.

18 de Setiembre de 1833.- A las 05:45 violento movimiento sísmico que ocasionó la destrucción de Tacna y grandes daños en Moquegua, Arequipa, Sama, Arica, Torata, Locumba e Ilabaya, murieron 18 personas; fue sentido en La Paz y Cochabamba, en Bolivia.

24 de Agosto de 1942.- A las 17:51. Terremoto en la región limítrofe de los departamentos de Ica y Arequipa, alcanzando intensidades de grado IX de la Escala Modificada de Mercalli, el epicentro fue, situado entre los paralelos de 14° y 16° de latitud Sur. Causó gran destrucción en un área de 18,000 kilómetros cuadrados. Murieron 30 personas por los desplomes de las casas y 25 heridos por diversas causas. Se sintió fuertemente en las poblaciones de Camaná, Chuquibamba, Aplao y Mollendo, con menor intensidad en Moquegua, Huancayo, Cerro de Pasco, Ayacucho, Huancavelica, Cuzco, Cajatambo, Huaraz y Lima. Su posición geográfica fue -15° Lat. S. y -76° long. W. y una magnitud de 8.4, en Arequipa tuvo una intensidad de V en la Escala Modificada de Mercalli.

03 de Octubre de 1951.- A las 06:08. Fuerte temblor en el Sur del país. En la ciudad de Tacna se cuartearon las paredes de un edificio moderno, alcanzó una intensidad del grado VI en la Escala Modificada de Mercalli. Se sintió fuertemente en las ciudades de Moquegua y Arica. La posición geográfica fue de -17° Lat. S. y 71° Long. W., y su profundidad de 100 Km.

15 de Enero de 1958.- A las 14:14:29. Terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Alcanzó una intensidad del grado VII en la Escala Modificada de Mercalli, y de grado VIII en la escala internacional de intensidad sísmica M.S.K. (Medvedev, Sponheuer y Karnik), este movimiento causó daños de diversa magnitud en todas las viviendas construidas a base de sillar, resistiendo sólo los inmuebles construidos después de 1940.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



23 de Junio de 2001.- A las 15 horas 33 minutos, terremoto destructor que afectó el Sur del Perú, particularmente los Departamentos de Moquegua, Tacna y Arequipa. Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto ha originado varios miles de post-sacudidas o réplicas.

Las localidades más afectadas por el terremoto fueron las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de Tambo, Caravelí, Chuquibamba, Ilo, algunos pueblos del interior y Camaná por el efecto del Tsunami.

El Sistema de Defensa Civil y medios de comunicación han informado la muerte de 35 personas en los departamentos antes mencionados, así como desaparecidos y miles de edificaciones destruidas.

4.1.- Tectonismo.

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

5.0.- TRABAJO DE CAMPO

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavaron 02 calicatas "a cielo abierto", los que se denominan C-01 al C-02.

La profundidad alcanzada en las excavaciones mencionadas es de 1.50 m, por debajo de la sub rasante proyectada y ubicadas en forma distribuida en toda el área en estudio.

El plano mostrando la ubicación de las calicatas efectuadas, se presenta en el Anexo "Plano de Ubicación de Calicata".

- La relación resumida de las prospecciones realizadas así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo "Registro de Sondaje".
-



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



5.1.- Muestreo: se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO.-

6.1 Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas realizadas, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 03 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 03 ensayos de límite líquido y 03 ensayos de límite plástico, 01 ensayos de sales solubles totales y 01 ensayos de PH, 03 ensayos de Ion Cloruro, 01 ensayos de Ion Sulfato, Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL, han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Peruanas E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

6.2.- Ensayos químicos de suelos.

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras del cemento, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 03 ensayos de contenido de sales solubles totales 03 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 03 ensayos de Ion Cloruro y 03 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



7.0.- ENSAYOS ESTARDAR

Con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis Granulométrico. ASTM D 422
- ✓ Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
- ✓ Límites de Consistencia. ASTM D 4318
- ✓ Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
- ✓ Peso Volumétrico. ASTM D 4254
- ✓ Descripción visual de los suelos ASTM D 2488

7.1.- ENSAYOS ESPECIALES

- Análisis químicos (Cloruros y Sulfatos). ASTM D-512, ASTM D-516.

8.0.- CLASIFICACIÓN DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Oficial (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

Perfiles estratigráficos

Los perfiles estratigráficos del subsuelo para el proyecto, ha sido elaborado en base a lo siguiente:

- Un conjunto de calicatas distribuidas convenientemente en el emplazamiento de la obra.
- Registro de excavaciones del conjunto de calicatas distribuidas en el emplazamiento de la obra.

Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.-

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A-2-4 (0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- Permeabilidad - Media
- Expansión - Baja
- Valor como terreno de fundación - Bueno
- Característica de Drenaje - Bueno

10.- El valor del CBR, se tomara del punto más críticos del suelo de fundación.

El Método AASHTO 2002 propone una fórmula de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR que rige para todos los casos:

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64} \text{ (psi)}$$

Consideramos que los valores de los Módulos de Resiliencia obtenidos mediante la fórmula propuesta por el Método AASHTO 2002 son más afines a las propiedades de los suelos, por lo que en el presente estudio usaremos esta última correlación.

Para la elección del valor Relativo de Soporte de Diseño (CBR_d), se empleó un análisis estadístico, de todos los valores de CBRs en cada sector, obteniéndose los siguientes resultados:

El valor del CBR, se tomara del punto más críticos del suelo de fundación.

- ✓ La Capacidad de Soporte de California (CBR) de la sub rasante, tiene los siguientes valores:
- ✓ Calicata C-02, presenta un C.B.R de 17.93%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

Estación	CBR a l 95% MDS
CALICATA 02	17.93

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP: 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



En base a los resultados obtenidos, se aprecia que el valor de CBR más desfavorable pertenece a los suelos del tipo SP-SM, predominante; cuyo valor es de 17.93%, teniendo un módulo de resiliencia de 16206.24 psi.

A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como CBR de diseño debido a:

Ser el valor más desfavorable de CBR obtenido, perteneciente a suelos tipo arenas limosas mal graduadas con presencia de bolonería de 4", los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil estratigráfico.

11.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado no presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas no representarían ningún problema y no afectarían las estructuras de la edificación, debido a la poca agresividad de sales en el suelo.

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIÓN
SULFATOS	0 – 1,000 1,000 – 2,000 2,000 – 20,000 > 20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación.
CLORUROS	> 6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TABLA N° 2

TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO
AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS	PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) EN LA MUESTRA DE SUELO (%)	PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (p.p.m.)	TIPO DE CEMENTO	RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal)
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1,500	II	0.50
Agresivo	0.20 a 2.00	1,500 a 10,000	V	0.45
Muy Agresivo	> de 2.00	> 10,000	V + puzolana	0.45

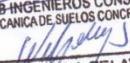
Fuente: P.C.A. Asociación Cemento Portland

12.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio:

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
0-15	BAJO
15-35	MEDIO
35-55	ALTO
>55	MUY ALTO

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos poco expansivos.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



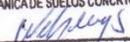
13.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES

- En el área del proyecto no se ha podido verificar otros estudios similares al Presente.
- Se ha verificado que la mayoría de las edificaciones adyacentes son de material rustico de 01 pisos en la zona de estudio. Por la ubicación de las obras previstas en el proyecto, las edificaciones adyacentes no afectara a la construcción a realizarse.

14.- DATOS GENERALES DE LA ZONA.

- a) **Geodinámica Externa.**— Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 2 cuyo factor es $Z = 0.25$, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a 9.4° Latitud Sur y 79.3° Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de $0.24g$. La magnitud calculada fue de 7.5° en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó 7.8° en la escala de Richter.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Figura 1: Zonas Sísmicas

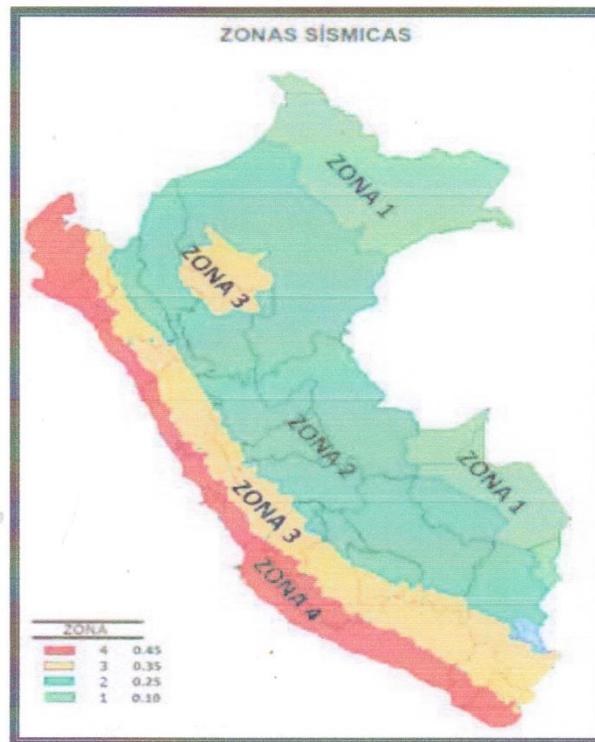


Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño Sísmorresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2018.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 196373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



15.- EFECTO DE SISMO EN LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde al distrito de Cáceres del Perú, en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 3 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de $S=1.15$, para un periodo predominante de $T_p=0.60$ s, y Z es el factor de la zona 3 resultando $Z=0.35g$.

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de $0.42g$, y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es 0.21 .

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 135373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

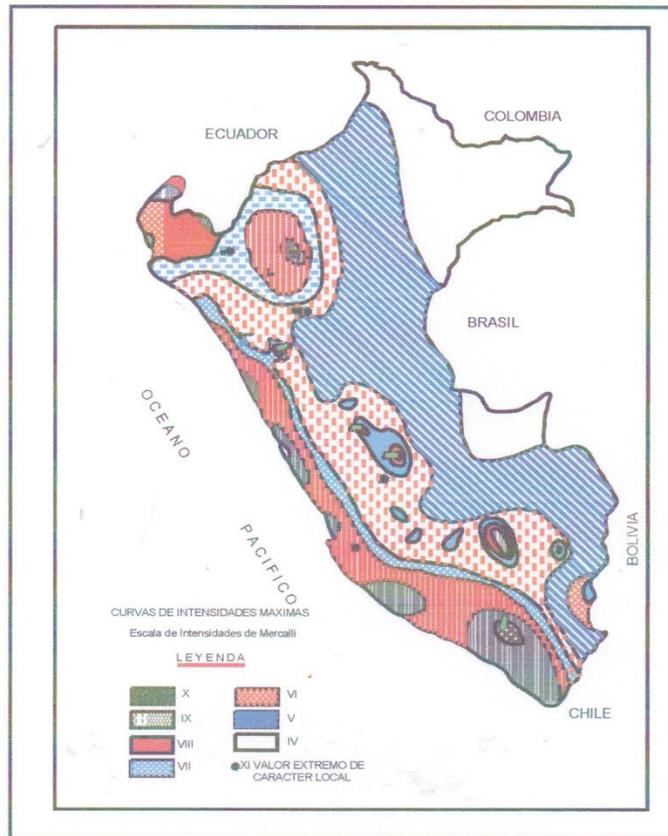


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades Sísmicas (Alva et., al, 1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

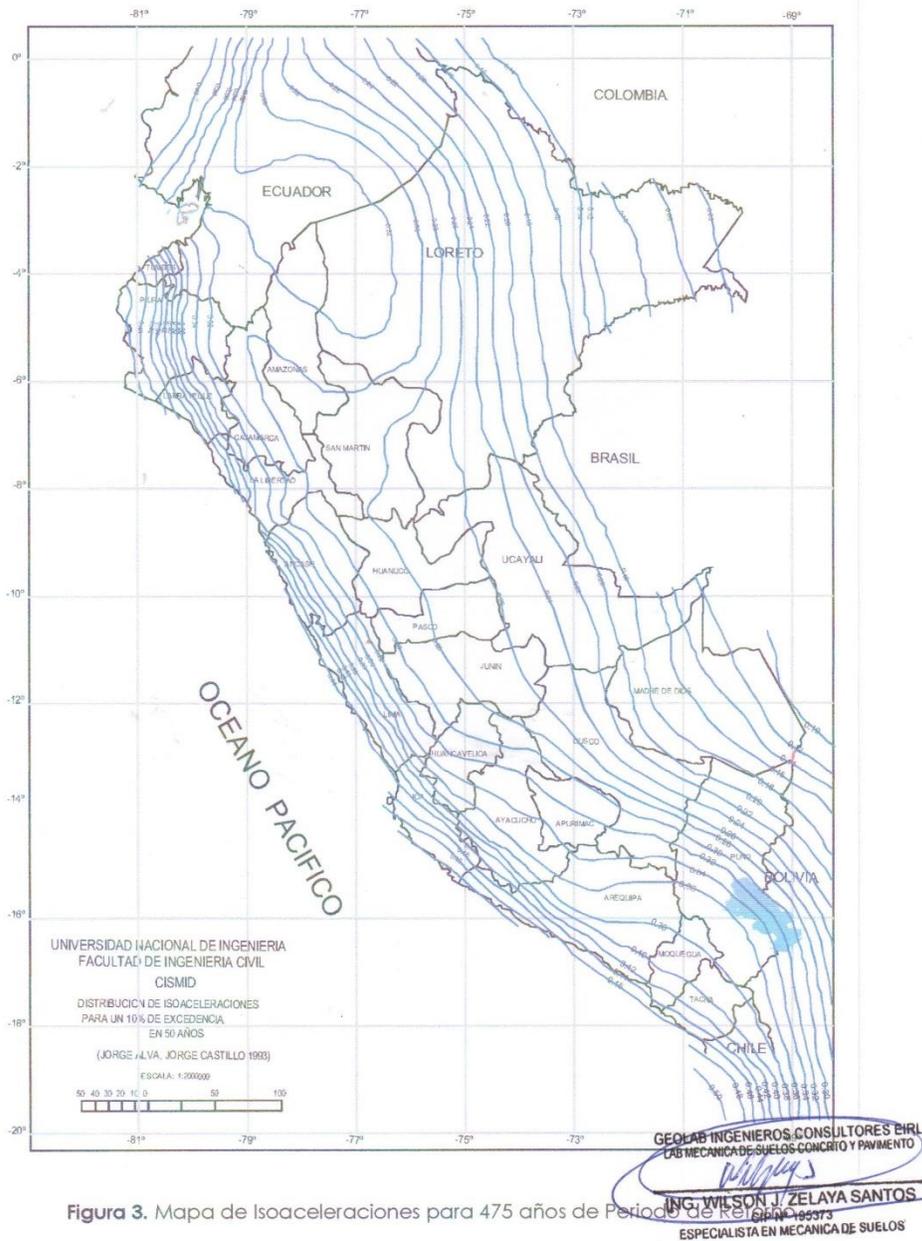


Figura 3. Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Periodo de Retorno



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

La calicata N° 01, No Presenta nivel freático a la profundidad de 1.50 m, y está conformado de una capa de 0.10 m de material Limo contaminado con materia orgánica (raíces), seguido de un estrato (M1), de 0.50 m de espesor de material Arena arcillosa mal graduada de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige amarillento, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo, prosigue un estrato (M-2), de 1.10 m de espesor de material Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color marrón claro, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace un estrato (M-3), de 0.40 m de espesor de material Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige claro, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

La calicata N° 02, No Presenta nivel freático a la profundidad de 1.50 m, y está conformado de una capa de 0.10 m de material Limo contaminado con materia orgánica (raíces), seguido de un estrato (M1), de 0.35 m de espesor de material Arena arcillosa mal graduada de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige amarillento, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo, prosigue un estrato (M-2), de 0.55 m de espesor de material Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color marrón claro, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace un estrato (M-3), de 0.50 m de espesor de material Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige claro, Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

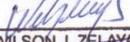
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



17. -PARAMETROS DE DISEÑOS.

Teniendo en cuenta la categoría de las vías se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

E.A.L. tráfico mediano	=	2.24 E+04
✓ Desviación Estándar (S_o)	=	0.45
✓ Estándar Normal Deviate (Z_r)	=	-0.831
✓ Factor de confiabilidad (R)	=	80 %
✓ Servicialidad inicial (p_i)	=	4.0
✓ Serviciabilidad final (p_f)	=	2
✓ CBR (Sub rasante)	=	17.93
✓ Modulo de Resiliencia (Sub rasante)	=	16206.24 Psi

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 185373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



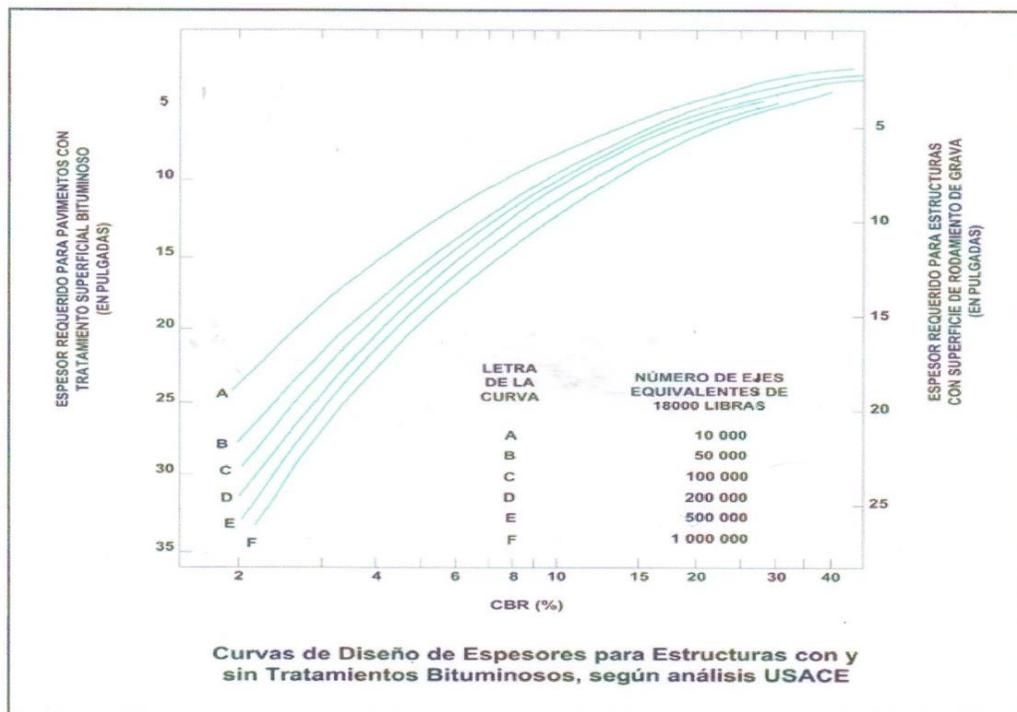
18.- METODOS DE DISEÑO

a) Método de USACE

A fin de determinar el espesor del pavimento requerido, se utilizará el Método de diseño para pavimentos afirmados del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU (USACE).

En el Gráfico "Curvas de Diseño de Espesores para Estructuras con y sin Tratamiento Bituminoso, según Análisis USACE", permite determinar los espesores requeridos para estructuras con superficie de rodamiento de grava, en base a valores de CBR y el correspondiente número de repeticiones de eje estándar.

En el siguiente Cuadro "Resumen de Espesores de Pavimentos", se muestra los espesores obtenidos de la aplicación del Método USACE.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



b) MÉTODO DEL MTC

El Ministerio de Transportes en su manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, adoptó para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado la ecuación propuesta en el Método NAASRA (Nacional Association of Australian State Road Athorities), hoy AUSTROADS, que relaciona el valor soporte del suelo (C.B.R.) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left(\frac{Nrep}{120} \right)$$

Donde:

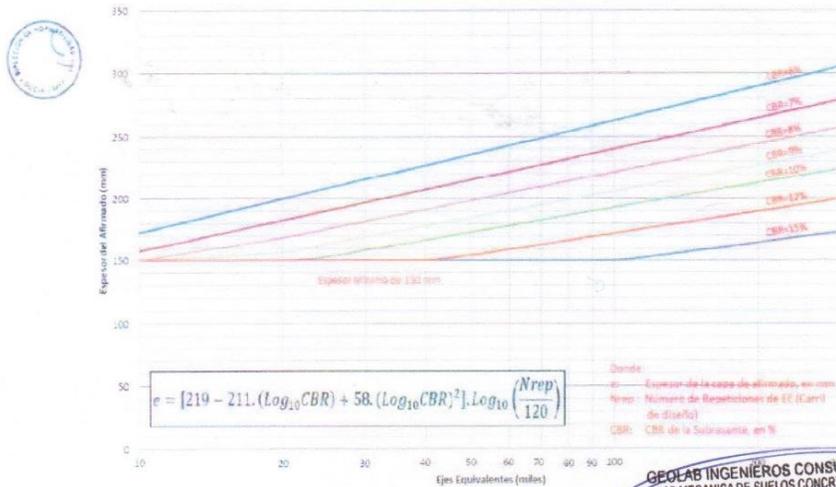
e : Espesor de capa de Afirmado en mm

C.B.R. : Valor de C.B.R. de la Subrasante

Nrep : Número de repeticiones de EE para el carril de Diseño.



Figura 11.1
ESPESOR DE CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR



Donde:
e: Espesor de la capa de afirmado, en mm.
Nrep: Número de Repeticiones de EE (Carril de diseño)
CBR: CBR de la Subrasante, en %

fuente: Elaboración propia en base al Método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 185373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Figura N° 11-2
CATALOGO DE CAPAS DE AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR)
PERIODO DE 10 AÑOS

EE	CBR %	Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
		< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
6% CBR < 10%	CBR < 6%	25cm	30cm	30cm	30cm
	CBR 6%-8%	25cm	30cm	30cm	30cm
	CBR 8%-10%	25cm	25cm	25cm	30cm
10% CBR < 20%	CBR 10%-12%	25cm	25cm	25cm	25cm
	CBR 12%-20%	15cm	20cm	20cm	20cm
20% CBR < 30%	CBR 20%-30%	15cm	15cm	15cm	15cm
	CBR > 30%	15cm	15cm	15cm	15cm

Afirmado

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación NAASRA.

Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año.
 4. En la etapa de Operación y Conservación vial, efectuar Perfilado periódicamente por lo menos una vez cada año y control de polvo mediante riego de agua, asfalto, cloruro, aditivos químicos u otros.



Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
 Sección: Suelos y Pavimentos
 Versión abril 2018



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 Página 44
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



18.1.- ESPESORES DE DISEÑO

Habiéndose efectuado los diseños de Espesores de afirmado utilizando las Metodologías recomendadas por la USACE y la recomendada por el MTC (National Association of Australian State Road Authorities – AUSTRROADS) en base a los C.B.R. de diseño y el EALs de diseño estimado:

Sector	C.B.R. (%)	EALs
Km. 0+000 - Km. 2+000	17.93	2.240E+04

19.0.- Estructura de la Plataforma Vial:

La Capacidad de Soporte de California (CBR) de la sub rasante se tomó de la más crítica que está en la calicata C02, tiene el siguiente valor

- ✓ Calicata C-02, presenta un C.B.R. de 17.93%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

En todo el tramo, longitud y ancho de la capa de rodadura se colocará:

- ✓ Una Base de 6" de espesor (15.00 cm.), con material afirmado con finos plásticos con agregado grueso máximo de 1", para un C.B.R mayor o igual a 40 %, con una compactación mínima del 100% con respecto a su proctor modificado, el control de calidad se hará cada 40 m lineales y en bolillo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



20.0- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

La evaluación estructural, se realizó mediante calicatas excavadas manualmente, hasta una profundidad de 1.50 m, se extrajeron muestras del suelo que fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de la vía en estudio.

La zona está compuesta de material limo contaminado con materia orgánica (raíces), luego subyace un estrato de espesor de material Arena arcillosa mal graduada y arena arcillosa de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1" de color beige claro a marrón claro, condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo., hasta la profundidad de 1.50 m.

El nivel freático no se ha localizado hasta la profundidad de estudio. La vía en estudio se encuentra en mal estado de conservación, predominando la existencia de Baches y encalaminado.

Con referencia al drenaje de la vía, no se aprecia a lo largo de la misma la existencia de cunetas de concreto u obra de drenaje.

Debido a la uniformidad del terreno y según los perfiles estratigráficos se tomó la muestra de la calicata C-02, (para hallar la **Capacidad de Soporte de California (CBR)** de la sub rasante, la cual nos dio el siguiente valor:

- Presenta un C.B.R de 17.93%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN CBR (tabla N° 01)

CATEGORIA DE SUB RASANTE	CBR
So : sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR ≤6%
So : sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR ≤10%
So : sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR ≤20%
So : sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR ≤30%
So : sub rasante Exelente	CBR ≥ 30%

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

FUENTE: "MANUAL DE CARRETERAS" Suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos Sección Suelos Y Pavimentos.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Lo que indica según tabla N° 01, que dicho material es considerado como Subrasante buena, para el proyecto de camino vecinal de Bajo Volumen de Tránsito.
- Se recomienda cortar hasta obtener el nivel de subrasante de la vía (en un espesor mínimo de 0.10 m) dependiendo de la topografía de la zona, luego se nivelara, humedecerá y compactara el suelo natural; el cual se verificara su compactación por medio del ensayo de densidad de campo, siendo el porcentaje mínimo requerido el 95% con respecto a su proctor modificado.
- Luego llevara una capa de afirmado de 0.15 m, de espesor, el material deberá presentar finos plásticos y un índice de plasticidad de 4 - 9, de gradación "C", como se indica en el cuadro 11.2 (Gradación de material de afirmados) según el MANUAL DE CARRETERAS 2014: SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS).
- Se recomienda compactar la base y realizar su respectivo control, por medio del ensayo de densidad de campo, la Compactación mínima requerida será del 100% de la compactación con respecto a su Proctor Modificado.
- Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitara riego de agua.
- Un aspecto que debe de tenerse en cuenta en los caminos afirmados es el control de polvo, debido a que todos estos caminos emiten polvo por el tráfico circulante. La cantidad de polvo que produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona del país (lluvioso o árido), del tráfico que soporta y la calidad del afirmado. Por lo que se recomienda para el control de polvo riegos de agua natural, riegos incluyendo cloruros o aditivos, aplicación de productos asfálticos (imprimación reforzada, diferentes tipos de sellos asfálticos), utilización de cal, cemento u otros estabilizadores químicos.
- En el caso de no llevar una capa de afirmado se tendrá que estabilizar la subrasante en un espesor no menor a 20 cm de profundidad, con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal y/o aditivos químicos según la Sección 301A, 301B, 301C, 301D y 301E del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG - 2013), hasta

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma, Perú.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 135379
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



lograr elevar su C.B.R. (CAPACIDAD DE SOPORTE), hasta alcanzar un valor minimo de CBR de 40 %, obtenido al 100% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

- Con la estabilización de la capa de rodadura se incrementara las características de compacidad del material, logrando una unión más densa de las partículas, reduciendo los deterioros generados por las cargas vehiculares y por acción del clima.
- Todo el material aprovechable que provenga de los cortes será empleado en lo posible en la formación de terraplenes, subrasante, bordes del camino, taludes, asientos y en cualquier otra parte que fuera indicado por el ingeniero Supervisor, o previa mezcla con materiales de cantera.
- Hacer el mantenimiento periódico de las cunetas, canales y/o drenes con la finalidad de evitar su colmatación.
- Cualquier variación de la estratigrafía señalada en este informe deberá ser comunicada al Ingeniero Proyectista.
- Las conclusiones o recomendaciones presentes, solo se aplican al terreno estudiado, no pudiendo aplicarla para otros fines o a otros sectores.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



20.1 RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Para la construcción de bases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.
- El material utilizado para Bases deberán cumplir los valores establecidos por la norma del M.T.C. siguiente:
- El material para base granular a utilizar deberá cumplir con la curva granulométrica de la gradación del tipo C, (como se indica en el cuadro 11.2 Gradación de material de afirmados) según el MANUAL DE CARRETERAS 2014: SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS).
- La capa Base estará conformada por material granular seleccionado de la clasificación A1 -a (0) y/o A1-b (0), de la clasificación AASTHO, con agregado grueso máximo de ¾".
- Con respecto a los límites de consistencia el material para base deberá de presentar un límite líquido no mayor al 35% según norma MTC E 110, y tener un índice de plasticidad máximo de 4 - 9% (como se indica en el cuadro 11.2 Gradación del material de afirmados (según el MANUAL DE CARRETERAS 2014: SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS).
- El material grueso del agregado granular para base, deberá presenta un porcentaje de desgaste de abrasión no mayor al 50%, norma MTC E 207.
- El material para base granular deberá presentar un Equivalente de Arena mayor al 35% según norma MTC E 114
- El material para base granular no deberá de presentar sales solubles totales en porcentaje mayor al 0.50%, norma MTC E 219.
- El material para base granular no deberá de presentar una pérdida con Sulfato de Sodio mayor al 12%, norma MTC E 209.
- Se humedecerá, batirá y conformara la capa de base hasta alcanzar el nivel de base terminada teniendo en cuenta los espesores recomendados.
- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Áncash
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 186373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Cuadro 11.2
Gradación del Material de Afirmado

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
50 mm (2")				
37.5 mm (1 1/2")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (3/4")				
12.5 mm (1/2")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (Nº 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.35 mm (Nº 8)				
2.0 mm (Nº 10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (Nº 40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (Nº 200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)]	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%

Fuente: AASHTO M 147



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
C.I.P. Nº 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 01

Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: WUze822@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

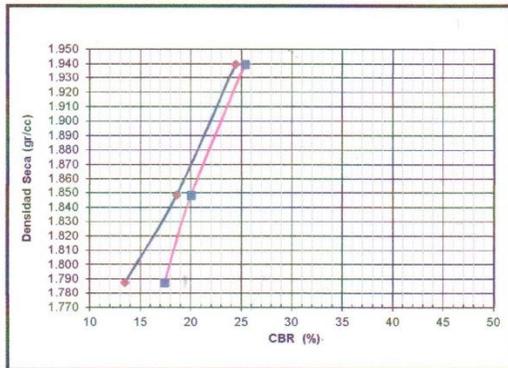
UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

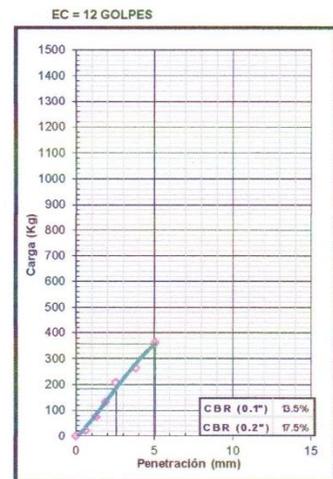
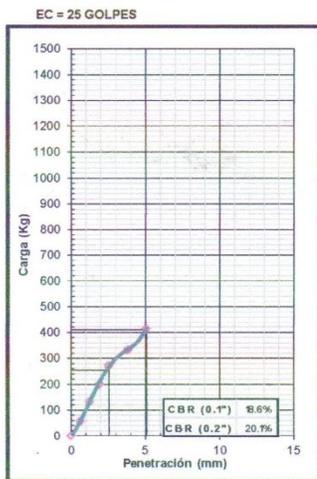
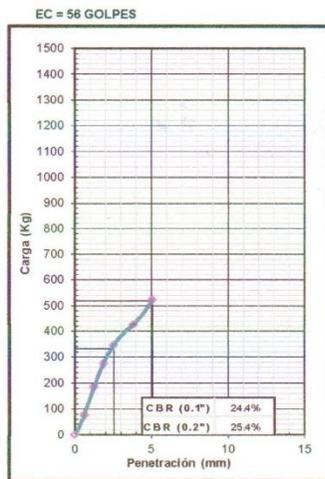
MUESTRA TERRENO NATURAL

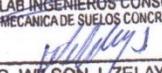
CALICATA : 02
 CLASIFICACION (SUCS) : SP-SM



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.94
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.90

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	24.27	0.2":	25.18
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	17.93	0.2":	19.66



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL

CALICATA :02

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %				Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación	ASSTHO	1.936
						11.90

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8215	8330	8370	8550	7880	8220
Peso de molde (g)	3250	3250	3610	3610	3260	3260
Peso del suelo húmedo (g)	4965	5080	4760	4940	4620	4960
Volumen del molde (cm ³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.168	2.218	2.067	2.145	1.999	2.145
Recipiente (N°)	A		B		C	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	120.30	5080.00	134.20	4940.00	120.40	4960.00
Peso Recipiente + suelo seco	109.01	4441.61	122.65	4256.12	109.60	4131.54
Peso Recipiente	13.20	0.00	25.09	0.00	18.25	0.00
Peso de agua (g)	11.29	638.39	11.55	683.88	10.80	828.46
Peso de suelo seco (g)	95.81	4441.61	97.56	4256.12	91.35	4131.54
Contenido de humedad (%)	11.78	14.37	11.84	16.07	11.82	20.05
Densidad seca (g/cm ³)	1.939	1.939	1.848	1.848	1.787	1.787

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	38	0.965	0.8	48	1.219	1.1	72	1.829	1.6
		48	40	1.016	0.9	56	1.422	1.2	78	1.981	1.7
		72	45	1.143	1.0	58	1.473	1.3	82	2.083	1.8

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		23	75.9			18	57.2			9	23.4		
1.270	0.050		52	184.9			38	132.3			23	75.9		
1.905	0.075		76	275.0			56	199.9			36	132.3		
2.540	0.100	70.455	95	346.4	333.3	24.4	75	271.2	253.9	18.6	58	207.4	184.0	13.5
3.810	0.150		116	425.2			91	331.3			73	263.7		
5.080	0.200	105.68	142	522.9	518.9	25.4	113	414.0	410.4	20.1	99	361.4	356.9	17.5

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP. N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com



ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

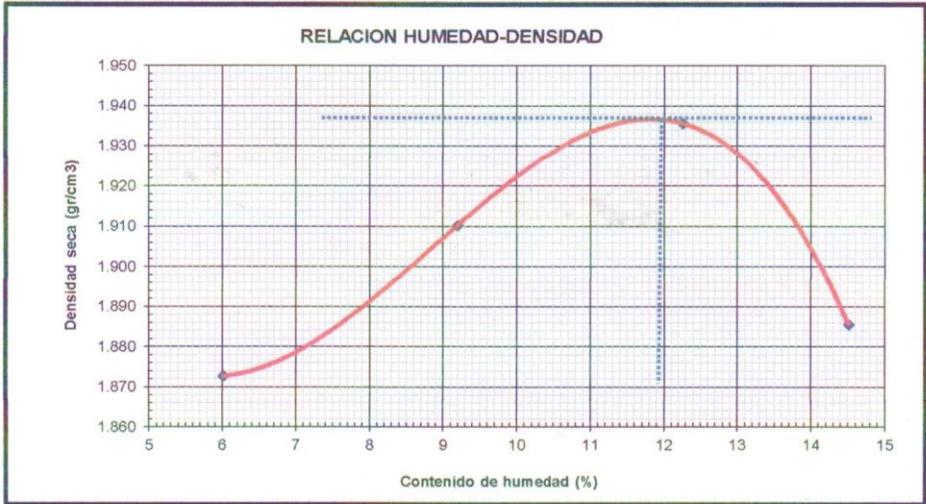
FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL

CALICATA : C-02

Peso suelo + molde	gr	7140.00	7360.00	7550.00	7520.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4340.00	4560.00	4750.00	4720.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.99	2.09	2.17	2.16
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	102.80	120.50	106.50	159.30
Peso del suelo seco + tara	gr	98.30	112.30	97.30	142.30
Peso de la Tara	gr	23.50	23.20	22.30	25.17
Peso de agua	gr	4.50	8.20	9.20	17.00
Peso del suelo seco	gr	74.80	89.10	75.00	117.13
Porcentaje de Humedad	%	6.02	9.20	12.27	14.51
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.873	1.910	1.935	1.886

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.936
Humedad óptima (%)	11.90



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 196373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

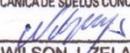
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 02

Registro de Sondaje

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS

CIP N° 195373

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



REGISTRO DE SONDAJE

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

CALICATA: 01 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** N. P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0,10	C					Limo contaminado con materia orgánica (raíces)	
0,50	A	M - 1				Arena acilosa mal graduada de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige amarillento Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo gravas % 32,10 arena% 59,95 finos% 7,95 Limite Liquidr 29,48 Indice de Plasticidad 15,83	SP-SC
0,50	L	M - 2				Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color marrón claro Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo gravas % 25,45 arena% 61,20 finos% 13,35 Limite Liquidr 25,39 Indice de Plasticidad 14,04	SC
0,40	C						
	A	M - 3				Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige claro Condición in situ: semi compacto y ligeramente húmedo gravas % 26,58 arena% 57,22 finos% 16,21 Limite Liquidr 32,37 Indice de Plasticidad 15,57	SC
	T						
	A						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz022@hotmail.com

REGISTRO DE SONDAJE

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

CALICATA: 02 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** N. P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0,10	C					Limo contaminado con materia orgánica (raíces)	
0,35	A	M - 1				Arena acilosa mal graduada de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige amarillento Condición in situ: semi compacto y húmedo gravas % 32,10 arena% 59,95 finos% 7,95 Limite Liquidr 29,48 Indice de Plasticidad 15,83	SP-SC
0,55	I	M - 2				Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color marrón claro Condición in situ: semi compacto y húmedo gravas % 32,10 arena% 59,95 finos% 7,95 Limite Liquidr 29,48 Indice de Plasticidad 15,83	SC
0,50	A	M - 3				Arena arcillosas de granos alargados y angulares, con presencia de finos de baja plasticidad, con gravas de 1", de color beige claro Condición in situ: semi compacto y húmedo gravas % 32,10 arena% 59,95 finos% 7,95 Limite Liquidr 29,48 Indice de Plasticidad 15,83	SC
	T						
	A						

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

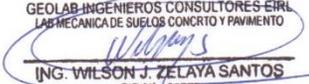
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 03

Análisis Granulométrico de Suelos

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS

OSP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wluz622@hotmail.com

**REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

CALICATA C-1 **Fecha :** MAYO DEL 2020

MUESTRA M-1 **Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.60

LÍMITES DE CONSISTENCIA

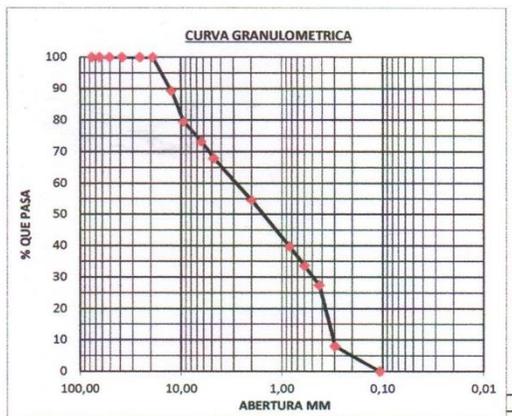
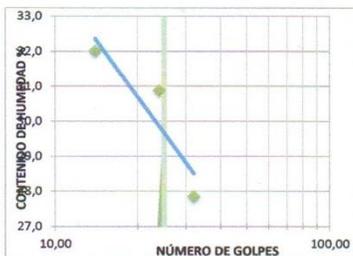
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1,00	2,00	3,00
Número de Golpes	14,00	24,00	32,00
Recipiente No.	1,00	2,00	3,00
P ₁	9,75	9,19	9,89
P ₂	15,07	15,76	13,93
P ₃	13,78	14,21	13,05
P _w	1,29	1,55	0,88
P _s	4,03	5,02	3,16
W%	32,01	30,88	27,85

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4,00	5,00	6,00
P ₁	13,26	20,21	123,50
P ₂	16,92	23,96	120,50
P ₃	16,47	23,52	9,76
P _w	0,45	0,44	3,00
P _s	3,21	3,31	110,74
W%	14,02	13,29	2,71

GRADACIÓN

Peso inicial:	1448,51	[gr]	Peso final:	1448,51	[gr]
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,50				
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				
1"	25,40				
3/4"	19,05				
1/2"	12,50	156,06	10,77%	10,77%	89,23%
3/8"	9,50	140,33	9,69%	20,46%	79,54%
1/4"	6,35	91,32	6,30%	26,77%	73,23%
Nº 4	4,75	77,26	5,33%	32,10%	67,90%
Nº 10	2,00	192,65	13,30%	45,40%	54,60%
Nº 20	0,84	50,09	3,46%	48,86%	51,14%
Nº 30	0,60	165,20	11,40%	60,26%	39,74%
Nº 40	0,43	89,30	6,16%	66,43%	33,57%
Nº 50	0,30	90,30	6,23%	72,66%	27,34%
Nº 100	0,11	134,50	9,29%	81,95%	18,05%
Nº 200	0,08	146,30	10,10%	92,05%	7,95%
Pasa 200		115,20	7,95%	100,00%	0,00%
Total			1,00		

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



Límite Líquido	29,48	%	Gravas	32,10	%
Límite Plástico	13,66	%	Arenas	59,95	%
Índice Plástico	15,83	%	Finos	7,95	%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 6
U.S.C	SP-SC

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 196373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimboto - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

TESISTA ✓ JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

CALICATA C-1 **Fecha :** MAYO DEL 2020

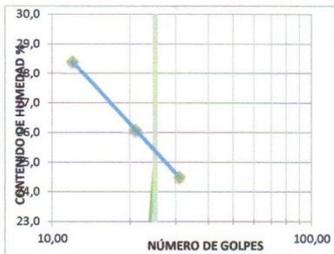
MUESTRA M-2 **Profundidad muestra (m):** 0.60-1.10

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1,00	2,00	3,00
Número de Golpes	12,00	21,00	31,00
Recipiente No.	1,00	2,00	3,00
P ₁	12,60	21,50	13,60
P ₂	35,20	38,90	32,50
P ₃	30,20	35,30	28,78
P _w	5,00	3,60	3,72
P _s	17,60	13,80	15,18
W%	28,41	26,09	24,51

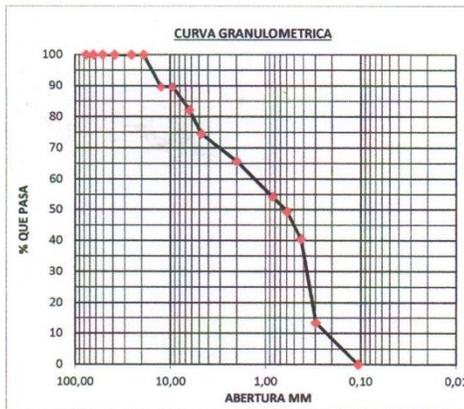
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4,00	5,00	6,00
P ₁	12,50	22,90	119,30
P ₂	14,50	25,60	116,20
P ₃	14,30	25,32	12,30
P _w	0,20	0,28	3,10
P _s	1,80	2,42	103,90
W%	11,11	11,67	2,98

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,50				
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				
1"	25,40				
3/4"	19,05				
1/2"	12,50	120,30	10,46%	10,46%	89,54%
3/8"	9,50	116,34	0,00%	10,46%	89,54%
1/4"	6,35	85,20	7,41%	17,87%	82,13%
Nº 4	4,75	87,20	7,58%	25,45%	74,55%
Nº 10	2,00	102,50	8,91%	34,37%	65,63%
Nº 20	0,84	86,30	7,50%	41,87%	58,13%
Nº 30	0,60	45,60	3,97%	45,83%	54,17%
Nº 40	0,43	55,20	4,80%	50,63%	49,37%
Nº 50	0,30	102,50	8,91%	59,55%	40,45%
Nº 100	0,11	115,40	10,03%	69,58%	30,42%
Nº 200	0,08	196,30	17,07%	86,65%	13,35%
Pasa 200		153,50	13,35%	100,00%	0,00%
Total			1,00		



Límite Líquido 25,39 %
Límite Plástico 11,34 %
Índice Plástico 14,04 %

Gravas 25,45 %
Arenas 61,20 %
Finos 13,35 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 0
A.A.S.H.T.O. A - 2 - 6
U.S.C. SC

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz@22@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

CALICATA C-1 **Fecha :** MAYO DEL 2020

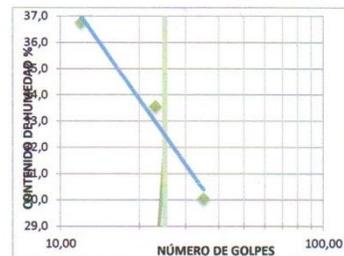
MUESTRA M-3 **Profundidad muestra (m):** 1,10 -1.50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1,00	2,00	3,00
Número de Golpes	12,00	23,00	35,00
Recipiente No.	1,00	2,00	3,00
P ₁	13,25	12,30	13,60
P ₂	35,20	32,20	35,20
P ₃	29,30	27,20	30,21
P _w	5,90	5,00	4,99
P _s	16,05	14,90	16,61
W%	36,76	33,56	30,04

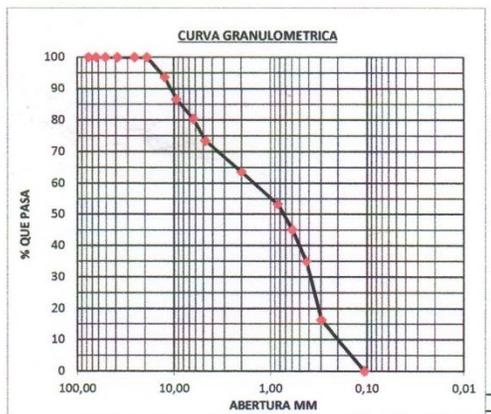
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4,00	5,00	6,00
P ₁	21,50	13,60	142,20
P ₂	24,90	16,80	138,55
P ₃	24,40	16,35	23,30
P _w	0,50	0,45	3,65
P _s	2,90	2,75	115,25
W%	17,24	16,36	3,17

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Peso inicial:	1042,00	[gr]	Peso final:	1042,00	[gr]
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,50				
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				
1"	25,40				
3/4"	19,05				
1/2"	12,50	65,32	6,27%	6,27%	93,73%
3/8"	9,50	75,20	7,22%	13,49%	86,51%
1/4"	6,35	64,25	6,17%	19,65%	80,35%
Nº 4	4,75	72,15	6,92%	26,58%	73,42%
Nº 10	2,00	102,50	9,84%	36,41%	63,59%
Nº 20	0,84	65,80	6,31%	42,73%	57,27%
Nº 30	0,60	42,58	4,09%	46,81%	53,19%
Nº 40	0,43	84,29	8,09%	54,90%	45,10%
Nº 50	0,30	106,20	10,19%	65,10%	34,90%
Nº 100	0,11	102,50	9,84%	74,93%	25,07%
Nº 200	0,08	92,35	8,86%	83,79%	16,21%
Pasa 200		168,86	16,21%	100,00%	0,00%
Total			1,00		



Límite Líquido	32,37	%	Gravas	26,58%
Límite Plástico	16,80	%	Arenas	57,22%
Índice Plástico	15,57	%	Finos	16,21%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 6
U.S.C	SC

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP Nº 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877130 - 945417124 e-mail: Wilce22@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERU, ANCASH-2020

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

CALICATA C-2 **Fecha :** MAYO DEL 2020

Muestra: M-1 **Profundidad muestra (m):** 0,10-0,45

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1,00	2,00	3,00
Número de Golpes	11,00	28,00	39,00
Recipiente No.	1,00	2,00	3,00
P ₁	9,57	9,56	9,26
P ₂	18,91	14,66	16,14
P ₃	16,33	13,30	14,50
P _w	2,58	1,26	1,64
P _s	6,76	3,74	5,24
W%	38,17	33,69	31,30

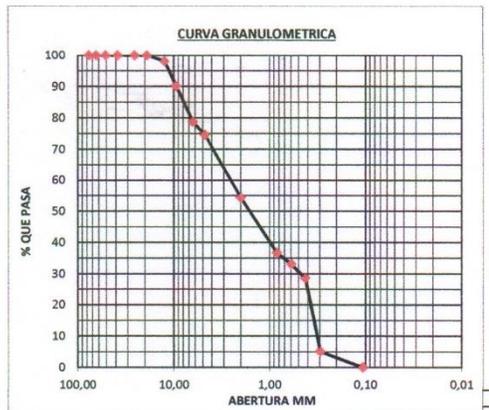
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4,00	5,00	6,00
P ₁	13,26	20,21	96,30
P ₂	16,92	23,96	92,30
P ₃	16,35	23,40	13,60
P _w	0,57	0,56	4,00
P _s	3,09	3,19	78,70
W%	18,45	17,55	5,08

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Peso inicial:	1130,00	[gr]	Peso final:	1130,00	[gr]
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% RetAcum	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,50	0,00			
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				
1"	25,40				
3/4"	19,05				
1/2"	12,50	21,52	1,90%	1,90%	98,10%
3/8"	9,50	89,01	7,88%	9,78%	90,22%
1/4"	6,35	129,70	11,48%	21,26%	78,74%
Nº 4	4,75	46,72	4,13%	25,39%	74,61%
Nº 10	2,00	228,61	20,23%	45,62%	54,38%
Nº 20	0,84	137,35	12,15%	57,78%	42,22%
Nº 30	0,60	62,84	5,56%	63,34%	36,66%
Nº 40	0,43	40,37	3,57%	66,91%	33,09%
Nº 50	0,30	52,03	4,60%	71,52%	28,48%
Nº 100	0,11	136,45	12,08%	83,59%	16,41%
Nº 200	0,08	127,85	11,31%	94,91%	5,09%
Pasa 200		57,55	5,09%	100,00%	0,00%
Total			1,00		



Límite Líquido 33,86 %
Límite Plástico 18,0 %
Índice Plástico 15,9 %

Gravas 25,39 %
Arenas 69,51 %
Finos 5,09 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 0
A.A.S.H.T.O. A - 2 - 6
U.S.C. SP-SC

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP Nº 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



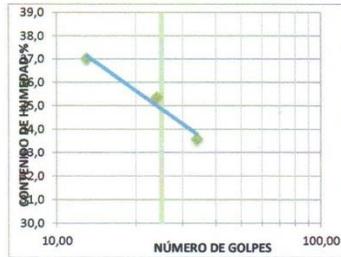
REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318	
TESIS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020
TESISTA	JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ
UBICACIÓN	DISTRITO DE CASERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
Calicata	C-2
Muestra:	M-2
	Fecha : MAYO DEL 2020
	Profundidad muestra (m): 0,45-1,00

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1,00	2,00	3,00
Número de Golpes	13,00	24,00	34,00
Recipiente No.	1,00	2,00	3,00
P ₁	12,50	23,60	16,20
P ₂	34,15	39,30	34,10
P ₃	28,30	35,20	29,60
P _w	5,85	4,10	4,50
P _s	15,80	11,60	13,40
W%	37,03	36,34	33,58

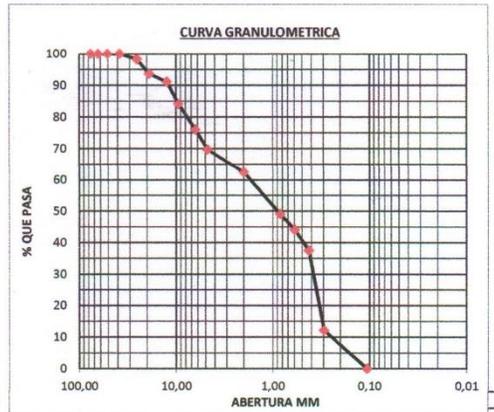
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4,00	5,00	6,00
P ₁	21,30	19,60	106,30
P ₂	25,60	23,80	103,20
P ₃	25,00	23,20	21,40
P _w	0,60	0,60	3,10
P _s	3,70	3,60	81,80
W%	16,22	16,67	3,79

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso inicial: 1368,00 [gr]	Peso final: 1368,00 [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50	0,00				
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40	23,60	0,02	0,02	0,98	
3/4"	19,05	62,50	0,05	0,06	0,94	
1/2"	12,50	35,20	2,57%	8,87%	91,13%	
3/8"	9,50	95,60	6,99%	15,86%	84,14%	
1/4"	6,35	111,30	8,14%	23,99%	76,01%	
Nº 4	4,75	86,51	6,32%	30,32%	69,68%	
Nº 10	2,00	98,30	7,19%	37,50%	62,50%	
Nº 20	0,84	106,30	7,77%	45,27%	54,73%	
Nº 30	0,60	76,90	5,62%	50,89%	49,11%	
Nº 40	0,43	68,29	4,99%	55,88%	44,12%	
Nº 50	0,30	91,20	6,67%	62,55%	37,45%	
Nº 100	0,11	177,20	12,95%	75,50%	24,50%	
Nº 200	0,08	168,20	12,30%	87,80%	12,20%	
Pasa 200		166,90	12,20%	100,00%	0,00%	
Total			0,94			



Límite Líquido 34,81 %
Límite Plástico 16,4 %
Índice Plástico 18,4 %

Gravas 30,32%
Arenas 57,48%
Finos 12,20%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 0
A.A.S.H.T.O. A - 2 - 6
U.S.C SC


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP Nº 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417134 e-mail: Wilze822@hotmail.com



REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

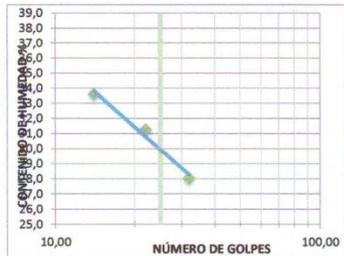
TESIS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020		
TESISTA	JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ		
UBICACIÓN	DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH		
CALICATA	C-2	Fecha :	MAYO DEL 2020
Muestra:	M-3	Profundidad muestra (m):	1,00-1,50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1,00	2,00	3,00
Número de Golpes	14,00	22,00	32,00
Recipiente No.	1,00	2,00	3,00
P ₁	16,20	21,40	21,40
P ₂	32,50	38,20	35,01
P ₃	28,40	34,20	32,03
P _W	4,10	4,00	2,98
P _S	12,20	12,80	10,63
W%	33,61	31,25	28,03

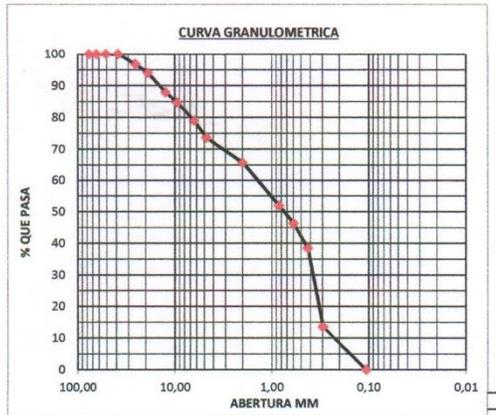
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4,00	5,00	6,00
P ₁	23,58	21,70	95,34
P ₂	25,90	28,50	91,20
P ₃	25,60	25,90	13,20
P _W	0,30	0,60	4,14
P _S	2,02	4,20	78,00
W%	14,85	14,29	5,31

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_W = P₁ - P₂
P_W = Peso del Agua, en g P_S = P₂ - P₃
P_S = Peso Suelo Seco, en g w = (P_W / P_S) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% RetAcum	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,50				
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				
1"	25,40	42,50	0,03	0,03	0,97
3/4"	19,05	36,90	0,03	0,06	0,94
1/2"	12,50	82,40	6,17%	12,11%	87,89%
3/8"	9,50	42,15	3,15%	15,27%	84,73%
1/4"	6,35	76,32	5,71%	20,98%	79,02%
Nº 4	4,75	72,40	5,42%	26,40%	73,60%
Nº 10	2,00	105,20	7,87%	34,27%	65,73%
Nº 20	0,84	95,80	7,17%	41,44%	58,56%
Nº 30	0,60	88,20	6,60%	48,04%	51,96%
Nº 40	0,43	76,35	5,71%	53,76%	46,24%
Nº 60	0,30	103,96	7,78%	61,54%	38,46%
Nº 100	0,11	156,20	11,69%	73,23%	26,77%
Nº 200	0,08	177,24	13,27%	86,50%	13,50%
Pasa 200		180,38	13,50%	100,00%	0,00%
Total			0,94		



Limite Líquido	29,86 %	Gravas	26,40%
Limite Plástico	14,6 %	Arenas	60,10%
Índice Plástico	15,3 %	Finos	13,50%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 6
U.S.C	SC


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP Nº 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

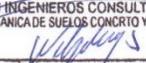
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 04

Análisis Químico del Suelo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS

CIP N° 195373

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

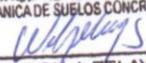
FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL

ANALISIS QUIMICO

N°	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			C-02	C-02	PROMEDIO
	MUESTRA		M - 1	M - 2	
1	Sales Delocuescentes o Cloruros	< 6000 ppm	160 ppm	165 ppm	162.5 ppm
2	Sulfatos Solubles (SO4)	< 1000 ppm	120 ppm	120 ppm	120 ppm
3	Sales Solubles Totales	> 15,000 ppm	800 ppm	700 ppm	750 ppm
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Sales Solubles de Magnesio	150			
7	Limite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7.2	7.15	7.2

Las muestras obtenidas de la calicatas, se encuentran en el rango permisibles de sales solubles totales en suelos


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

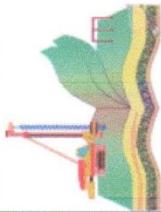
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



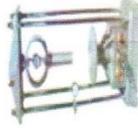
Anexo 05

Ensayo Resumen de Ensayos de Laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
W. J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
C.I.P. N° 195575
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640

Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com

TESIS

UBICACION
 TESISISTA
 FECHA

POTENCIAL DE EXPANSION Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA
 SUBIRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERU, ANCASH-2020
 DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
 JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ
 MAYO DEL 2020

Ensayos de Laboratorio RESUMEN DE RESULTADOS

Calicata N° Muestra espesor de estrato	Unidad	C-01			C-02		
		M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
D - 423	Límite Líquido (%)	29,48	25,39	32,37	33,86	34,81	29,86
D - 424	Límite Plástico (%)	13,66	11,34	16,80	18,00	16,44	14,57
	Índice Plástico (%)	15,83	14,04	15,57	15,86	18,37	15,30
D - 2487	Clasificación SUCS	SP-SC	SC	SC	SP-SC	SC	SC
	Clasificación AASHTO	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6
	% de Gravas	32,10	25,45	26,58	25,39	30,32	26,40
	% de Arenas	59,95	61,20	57,22	69,51	57,48	60,10
	Pasante N° 200	7,95	13,35	16,21	5,09	12,20	13,50
	Contenido de Humedad	2,71	2,98	3,17	5,08	3,79	5,31

NORMA ASTM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

 ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS
 CIP N° 19637/3
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXO

ENSAYOS DE MATERIALES ESTABILIZADOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

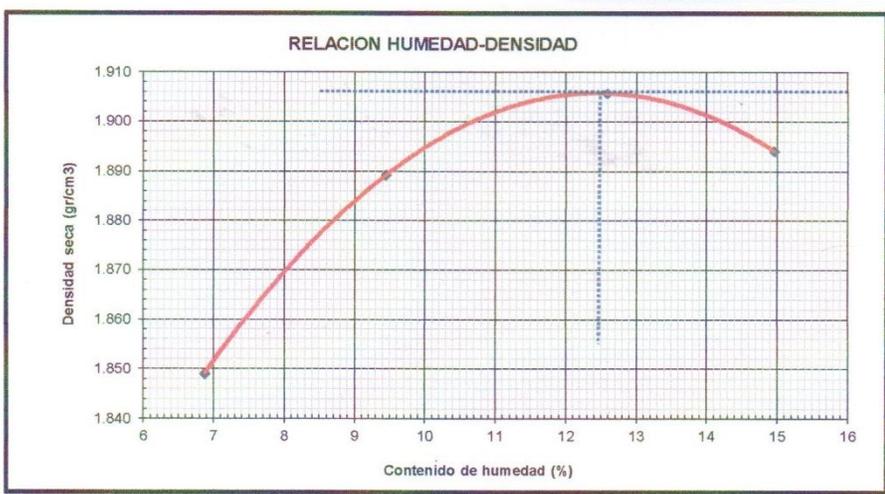
TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

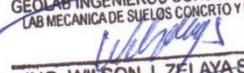
FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL
DOSIFICACION ADICION DE CCA AL 4%

Peso suelo + molde	gr	7120.00	7320.00	7490.00	7560.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4320.00	4520.00	4690.00	4760.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.98	2.07	2.15	2.18
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	120.30	123.50	125.30	128.30
Peso del suelo seco + tara	gr	114.01	114.90	114.01	114.80
Peso de la Tara	gr	22.60	23.90	24.30	24.60
Peso de agua	gr	6.29	8.60	11.29	13.50
Peso del suelo seco	gr	91.41	91.00	89.71	90.20
Porcentaje de Humedad	%	6.88	9.45	12.58	14.97
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.849	1.889	1.906	1.894

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.906
Humedad óptima (%)	12.50



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

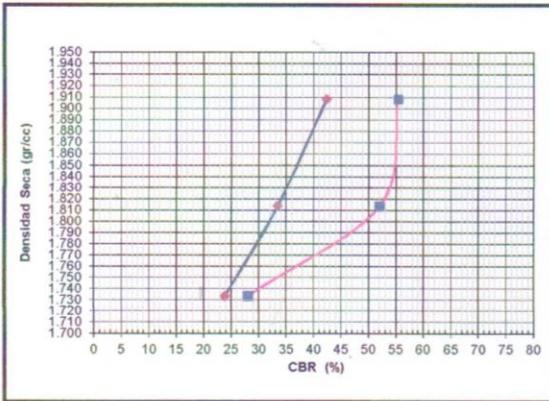
UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

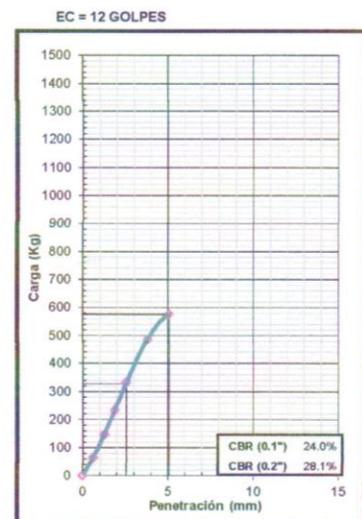
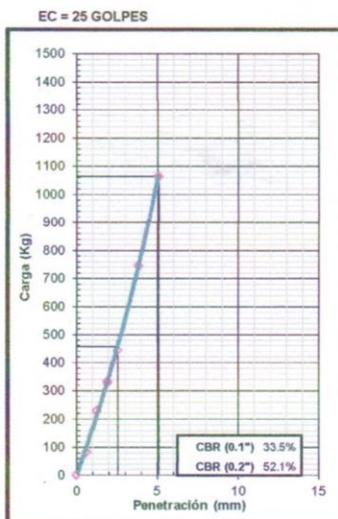
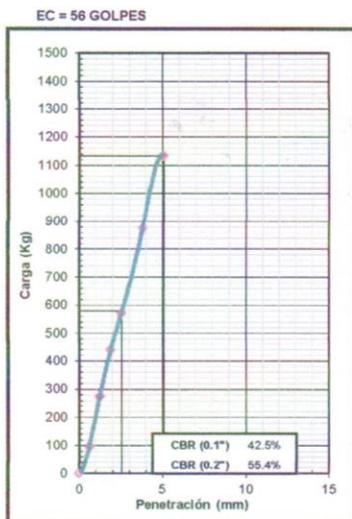
MUESTRA TERRENO NATURAL

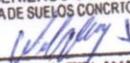
DOSIFICACION ADICION DE CCA AL 4%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.91
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.50

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	42.27	0.2":	55.72
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	33.18	0.2":	51.67



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195375
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL

DOSIFICACION ADICION DE CCA AL 4%

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz		N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION							
Pasa %								Metodo		Densidad Maxima		Humedad Optima			
LL		32.80		IP		17.22		Clasificacion		ASSTHO		1.906		12.50	

Molde N°	1		2		3							
Altura Molde	17.8		17.8		17.85							
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14							
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01							
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19							
Capas N°	5		5		5							
Golpes por capa N°	56		25		12							
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8075		8180		8330		8460		8120		8320	
Peso de molde (g)	3155		3155		3630		3630		3610		3610	
Peso del suelo húmedo (g)	4920		5005		4700		4830		4510		4710	
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312		2312	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.148		2.185		2.041		2.098		1.951		2.037	
Recipiente (N°)	A		B		C		D		E		F	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	116.30		5005.00		105.40		4830.00		110.50		4710.00	
Peso Recipiente + suelo seco	105.90		4370.40		95.15		4175.22		100.80		4007.16	
Peso Recipiente	23.20		0.00		13.60		0.00		23.50		0.00	
Peso de agua (g)	10.40		634.60		10.25		654.78		9.70		702.84	
Peso de suelo seco (g)	82.70		4370.40		81.55		4175.22		77.30		4007.16	
Contenido de humedad (%)	12.58		14.52		12.57		15.68		12.55		17.54	
Densidad seca (g/cm³)	1.908		1.908		1.813		1.813		1.734		1.733	

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	21	0.533	0.5	25	0.635	0.5	28	0.711	0.6
		48	25	0.635	0.5	28	0.711	0.6	30	0.762	0.7
		72	26	0.660	0.6	31	0.787	0.7	33	0.838	0.7

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025		29	98.5		25	83.4		20	64.7				
1.270	0.050		76	275.0		64	229.9		42	147.3				
1.905	0.075		120	440.3		91	331.3		65	233.7				
2.540	0.100	70.455	155	571.7	578.9	42.5	121	444.0	456.6	33.5	91	331.3	327.2	24.0
3.810	0.150		236	875.9			201	744.5			132	485.3		
5.080	0.200	105.68	305	1135.1	1133.4	55.4	286	1063.7	1064.8	52.1	156	575.5	575.0	28.1

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 185373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

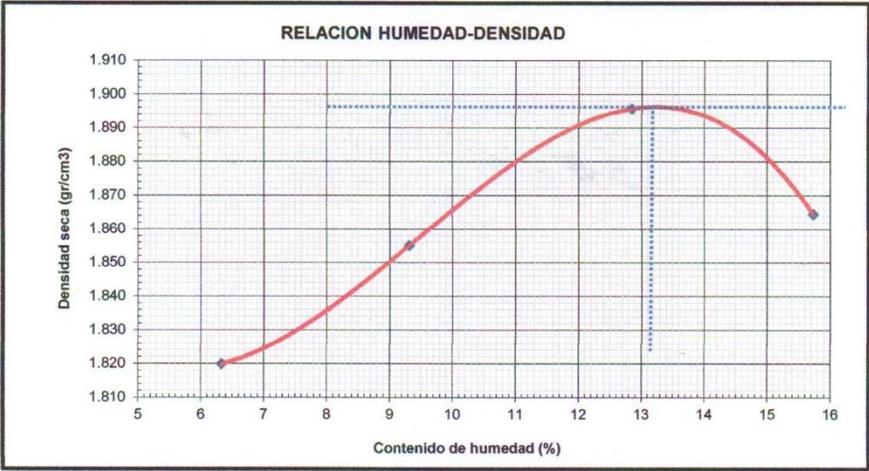
FECHA MAYO DEL 2020

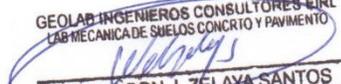
MUESTRA TERRENO NATURAL

DOSIFICACION ADICION DE CCA AL7%

Peso suelo + molde	gr	6690.00	6890.00	7130.00	7170.00
Peso molde	gr	2520.00	2520.00	2520.00	2520.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4170.00	4370.00	4610.00	4650.00
Volumen del molde	cm ³	2155.00	2155.00	2155.00	2155.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.94	2.03	2.14	2.16
Recipiente N°		01	02	03	04
Peso del suelo húmedo+tara	gr	102.39	82.84	116.40	114.41
Peso del suelo seco + tara	gr	96.90	76.60	104.20	100.20
Peso de la Tara	gr	10.23	9.64	9.26	9.89
Peso de agua	gr	5.49	6.24	12.20	14.21
Peso del suelo seco	gr	86.67	66.96	94.94	90.31
Porcentaje de Humedad	%	6.33	9.32	12.85	15.73
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.820	1.855	1.896	1.864

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.896
Humedad óptima (%)	13.20



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

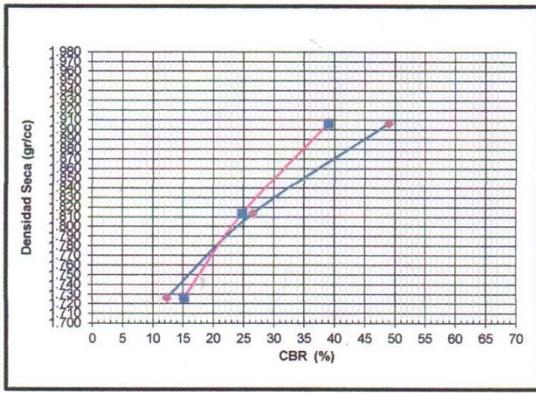
UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

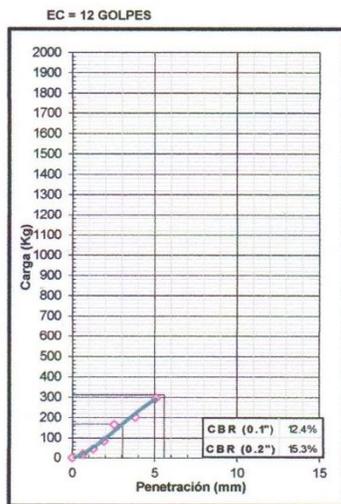
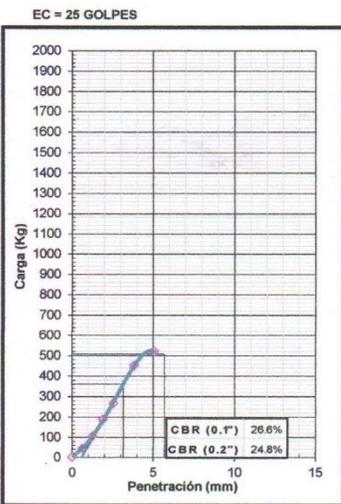
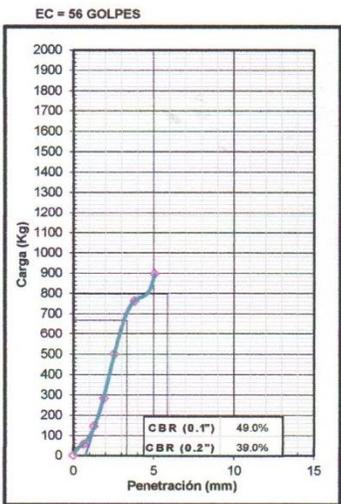
MUESTRA TERRENO NATURAL

DOSIFICACION ADICION DE CCA AL7%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.90
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.20

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	46.26	0.2":	37.25
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	24.30	0.2":	23.29



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL

DOSIFICACION ADICION DE CCA AL7%

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	32.80	IP	17.22	Clasificacion			ASSTHO	1.896	13.20

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diámetro Molde	15.13		15.2		15.13	
Altura disco Espaciador	6.07		6.08		6.09	
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		26		13	
Condición de la muestra	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	11145.00	11225.00	11460	11620	10690	10920
Peso de molde (g)	6580	6580	7080	7080	6545	6545
Peso del suelo húmedo (g)	4565	4645	4380	4540	4145	4375
Volumen del molde (cm³)	2109	2109	2127	2127	2114	2114
Densidad húmeda (g/cm³)	2.165	2.203	2.060	2.135	1.960	2.069
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	82.30	4645.00	113.81	4540.00	126.99	4375.00
Peso Recipiente + suelo seco	73.60	4020.21	101.30	3856.31	113.10	3649.65
Peso Recipiente	9.40	0.00	9.18	0.00	10.76	0.00
Peso de agua (g)	8.70	624.79	12.51	683.69	13.89	725.35
Peso de suelo seco (g)	64.20	4020.21	92.12	3856.31	102.34	3649.65
Contenido de humedad (%)	13.55	15.54	13.58	17.73	13.57	19.87
Densidad seca (g/cm³)	1.906	1.906	1.813	1.813	1.726	1.726

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	9	0.229	0.2	13	0.330	0.3	14	0.356	0.3
		48	10	0.254	0.2	13	0.330	0.3	14	0.356	0.3
		72	11	0.279	0.2	14	0.356	0.3	15	0.381	0.3

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°					
			CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION			
mm.	pulg.		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000			0				0				0		
0.635	0.025			56.3				45.2				16.2		
1.270	0.050			145.2				105.2				44.4		
1.905	0.075			282.5				188.2				84.2		
2.540	0.100	70.455		499.6	668.3	49.0		266.3	362.2	26.6		164.8	169.1	12.4
3.810	0.150			762.5				451.2				202.5		
5.080	0.200	105.68		895.2	797.8	39.0		521.5	507.7	24.8		296.3	312.1	15.3


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

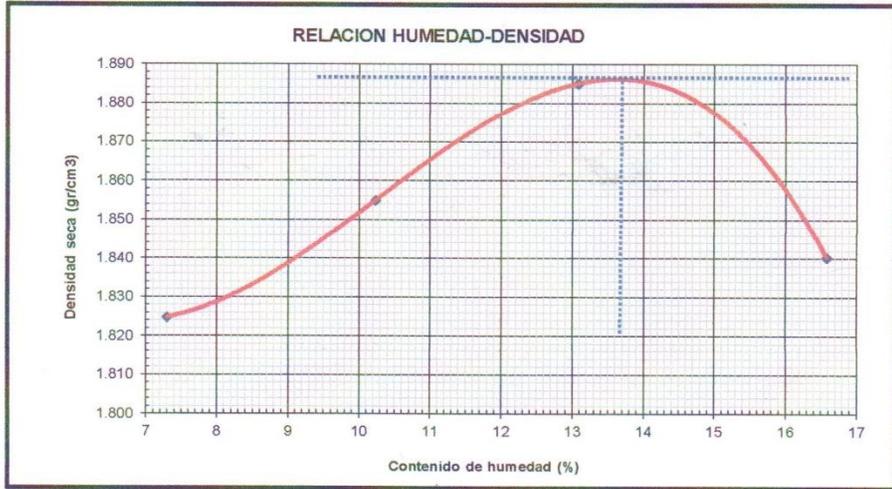
TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

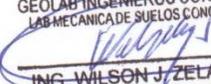
FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL **DOSIFICACION AL 10% CCA**

Peso suelo + molde	gr	13600.00	13790.00	13980.00	14010.00
Peso molde	gr	9320.00	9320.00	9320.00	9320.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4280.00	4470.00	4660.00	4690.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.96	2.04	2.13	2.15
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	107.30	112.40	115.90	119.30
Peso del suelo seco + tara	gr	100.90	104.20	105.20	105.50
Peso de la Tara	gr	13.20	24.10	23.46	22.30
Peso de agua	gr	6.40	8.20	10.70	13.80
Peso del suelo seco	gr	87.70	80.10	81.74	83.20
Porcentaje de Humedad	%	7.30	10.24	13.09	16.59
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.825	1.855	1.885	1.840

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.886
Humedad óptima (%)	13.70



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 196573
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

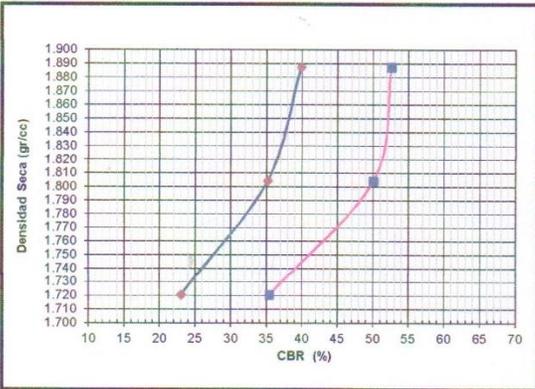
UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

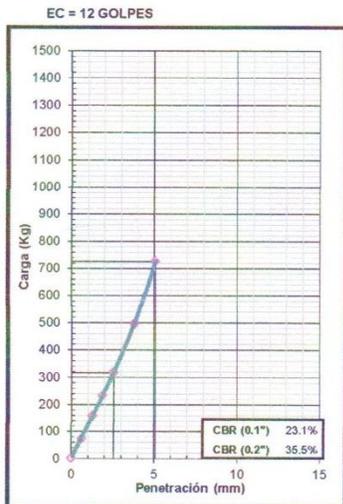
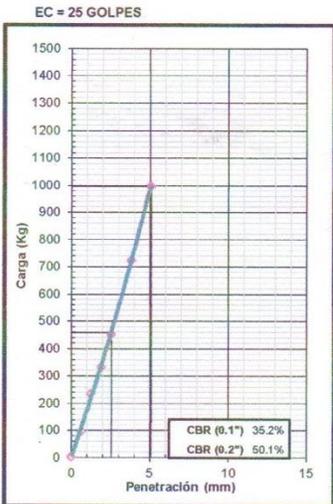
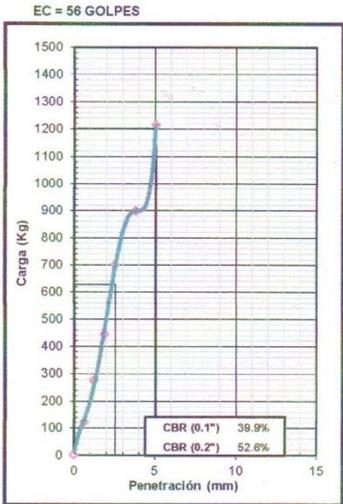
MUESTRA TERRENO NATURAL

DOSIFICACION ADICION DE CCA AL 10%



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.89
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.70

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	38.90	0.2":	52.59
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	32.90	0.2":	48.56




ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 -945417124 e-mail: Wilz822@hotmail.com

TESIS POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CASERES DEL PERÚ, ANCASH-2020

UBICACIÓN DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ

FECHA MAYO DEL 2020

MUESTRA TERRENO NATURAL

DOSIFICACION ADICION DE CCA AL 10%

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación			ASSTHO	1.886	13.70

	1		2		3			
Molde N°	1		2		3			
Altura Molde	17.8		17.8		17.85			
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14			
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01			
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8140	8290	7990	8160	7760	8020		
Peso de molde (g)	3250	3250	3280	3280	3260	3260		
Peso del suelo húmedo (g)	4890	5040	4730	4900	4500	4760		
Volumen del molde (cm³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312		
Densidad húmeda (g/cm³)	2.135	2.200	2.054	2.128	1.947	2.059		
Recipiente (N°)	A		B		C			
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	102.50	5040.00	119.30	4900.00	118.20	4760.00		
Peso Recipiente + suelo seco	93.30	4322.69	107.60	4154.13	105.60	3977.27		
Peso Recipiente	23.20	0.00	23.20	0.00	9.73	0.00		
Peso de agua (g)	9.20	717.31	11.70	745.87	12.60	782.73		
Peso de suelo seco (g)	70.10	4322.69	84.40	4154.13	95.87	3977.27		
Contenido de humedad (%)	13.12	16.59	13.86	17.95	13.14	19.68		
Densidad seca (g/cm³)	1.887	1.887	1.804	1.804	1.721	1.720		

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	2	0.051	0.0	3	0.076	0.1	4	0.102	0.1
		48	2	0.051	0.0	3	0.076	0.1	5	0.127	0.1
		72	2	0.051	0.0	3	0.076	0.1	5	0.127	0.1

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm.	pulg.		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		35	121.0			28	94.7			22	72.2		
1.270	0.050		76	275.0			65	233.7			45	158.6		
1.905	0.075		121	444.0			91	331.3			65	233.7		
2.540	0.100	70.455	189	699.4	544.5	39.9	123	451.5	479.9	35.2	87	316.3	315.2	23.1
3.810	0.150		242	898.5			195	721.9			135	496.6		
5.080	0.200	105.68	326	1214.0	1076.6	52.6	268	996.1	1023.9	50.1	196	725.7	725.2	35.5

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz822@hotmail.com

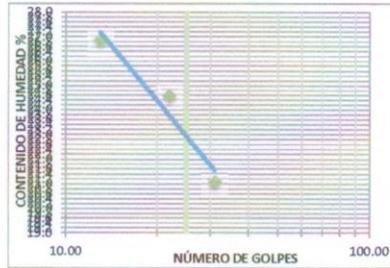


REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CACERES DEL PERÚ, ANCASH-2020		
TESISTA	JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ		
UBICACIÓN	DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH		
MUESTRA	TERRENO NATURAL	Fecha :	MAYO DEL 2020
	DOSIFICACION CCA AL 4%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA

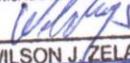
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1.00	2.00	3.00
Número de Golpes	13.00	22.00	31.00
Recipiente No.	1.00	2.00	3.00
P ₁	13.20	14.40	13.60
P ₂	21.80	26.98	25.95
P ₃	19.98	24.50	23.80
P _w	1.82	2.48	2.15
P _s	6.78	10.10	10.20
W%	28.84	24.55	21.08



LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	4.00	5.00
P ₁	12.60	13.25
P ₂	14.90	16.80
P ₃	14.65	16.40
P _w	0.25	0.40
P _s	2.05	3.15
W%	12.20	12.70

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
 P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
 P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w/P_s) x 100
 W = Contenido de agua, en %

Limite Líquido	22.80	%
Limite Plástico	12.45	%
Índice Plástico	10.35	%

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

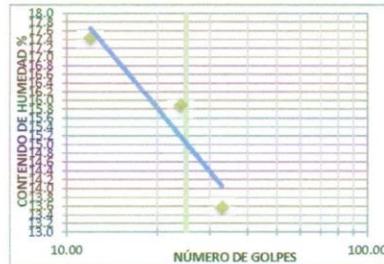
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wüze822@hotmail.com



REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318	
TESIS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CACERES DEL PERÚ, ANCASH-2020
TESISTA	JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ
UBICACIÓN	DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
MUESTRA	TERRENO NATURAL Fecha : MAYO DEL 2020
	DOSIFICACION CCA AL 7%

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1.00	2.00	3.00
Número de Golpes	12.00	24.00	33.00
Recipiente No.	1.00	2.00	3.00
P ₁	21.40	16.35	23.30
P ₂	36.90	35.18	31.25
P ₃	34.60	32.60	30.30
P _w	2.30	2.58	0.95
P _s	13.20	16.25	7.00
W%	17.42	15.88	13.57

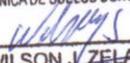


LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	4.00	5.00
P ₁	13.60	12.54
P ₂	16.28	14.88
P ₃	16.03	14.66
P _w	0.25	0.22
P _s	2.43	2.12
W%	10.28	10.38

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$

Límite Líquido	14.90 %
Límite Plástico	10.33 %
Índice Plástico	4.57 %

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



REGISTRO

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

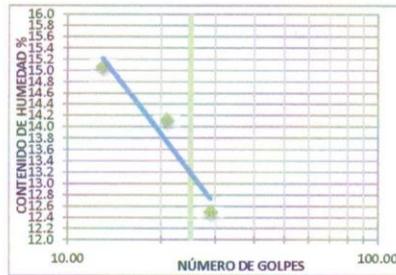
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS	POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CARRETERA DEL COLCAP EN LA SUBRASANTE AL ADICIONAR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, COLCAP, CACERES DEL PERÚ, ANCASH-2020		
TESISTA	JHERSON GLIMER CERNA VASQUEZ		
UBICACIÓN	DISTRITO DE CACERES DEL PERU - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH		
MUESTRA	TERRENO NATURAL	Fecha :	MAYO DEL 2020
	DOSIFICACION CCA AL 10%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA

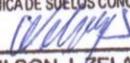
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1.00	2.00	3.00
Número de Golpes	13.00	21.00	29.00
Recipiente No.	1.00	2.00	3.00
P ₁	23.68	13.90	21.50
P ₂	38.20	19.32	29.60
P ₃	36.30	18.65	28.70
P _w	1.90	0.67	0.90
P _s	12.62	4.75	7.20
W%	15.06	14.11	12.50



LÍMITE PLÁSTICO			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w/P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %

Límite Líquido	13.11	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plástico	NP	%

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



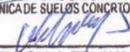
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 06

Panel Fotográfico

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP. N° 105973
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 07

Plano de Ubicación de Calicatas

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

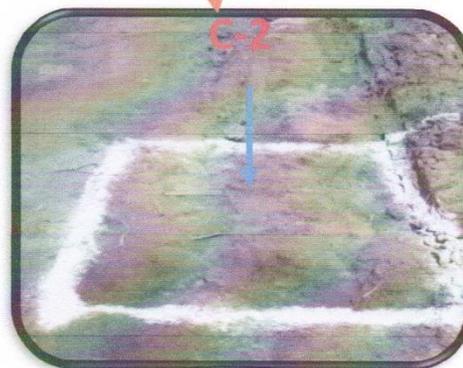
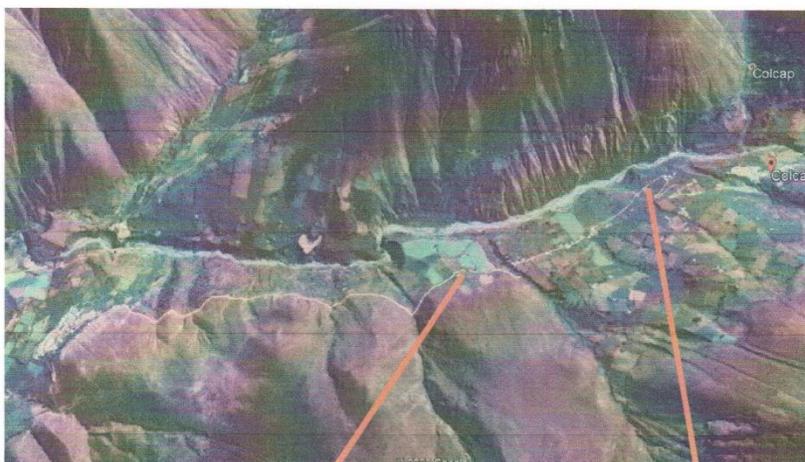
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



PANEL FOTOGRAFICO

1. UBICACIÓN DEL SUELO

El material que se utilizó para los estudios en este proyecto, se obtuvo de la carretera del Colcap que comprende del kilómetro 2+10 hasta el kilómetro 4+20, Colcap, Cáceres del Perú, Ancash-2020.

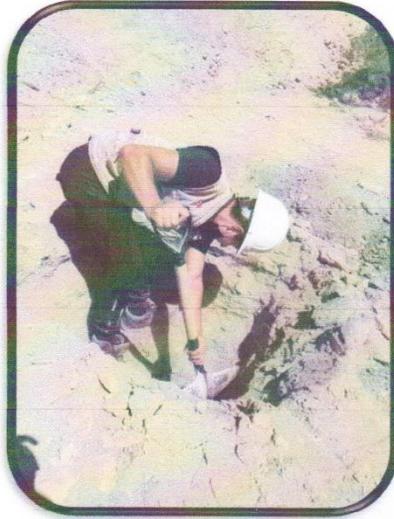


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

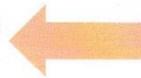


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

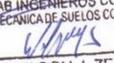
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Excavación de la primera calicata con una profundidad de 1.50m.



Primer estrato encontrado a 0.60m de profundidad.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

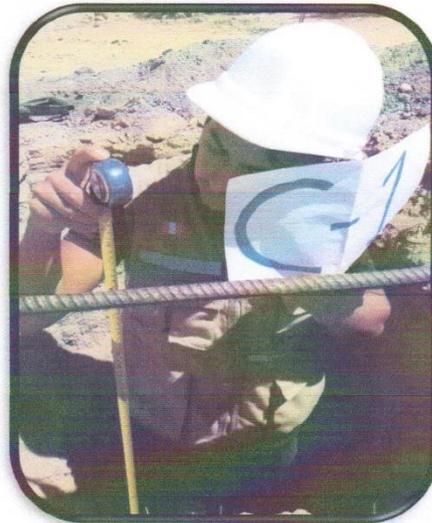


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

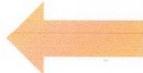
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



segundo estrato encontrado a
0.60 - 1.10 m de profundidad.



Tercer estrato encontrado a
1.10- 1.50m de profundidad.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO.
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

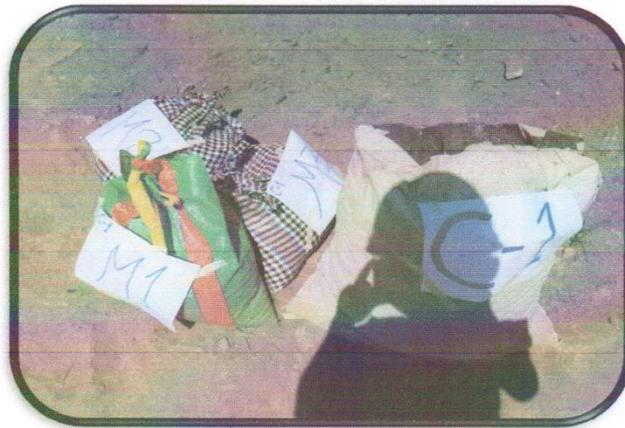


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Primera calicata realizada a
1.50m de profundidad



Muestras de la primera
calicata que fueron llevadas al
laboratorio.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



excavación de la segunda calicata con una profundidad de 1.50m.



primer estrato encontrado a 0.45m de profundidad.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
W. J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 155373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



segundo estrato encontrado a
1.00m de profundidad.



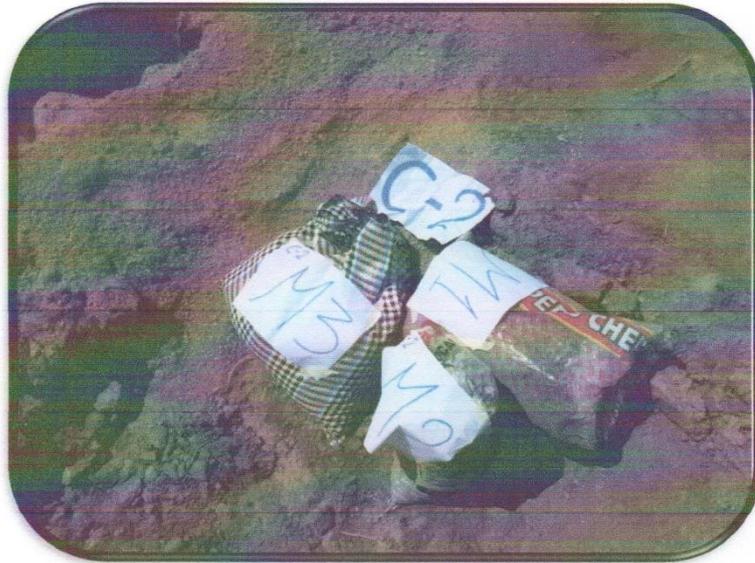
segunda calicata realizada a
1.50m de profundidad

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
C.R.P. 199573
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

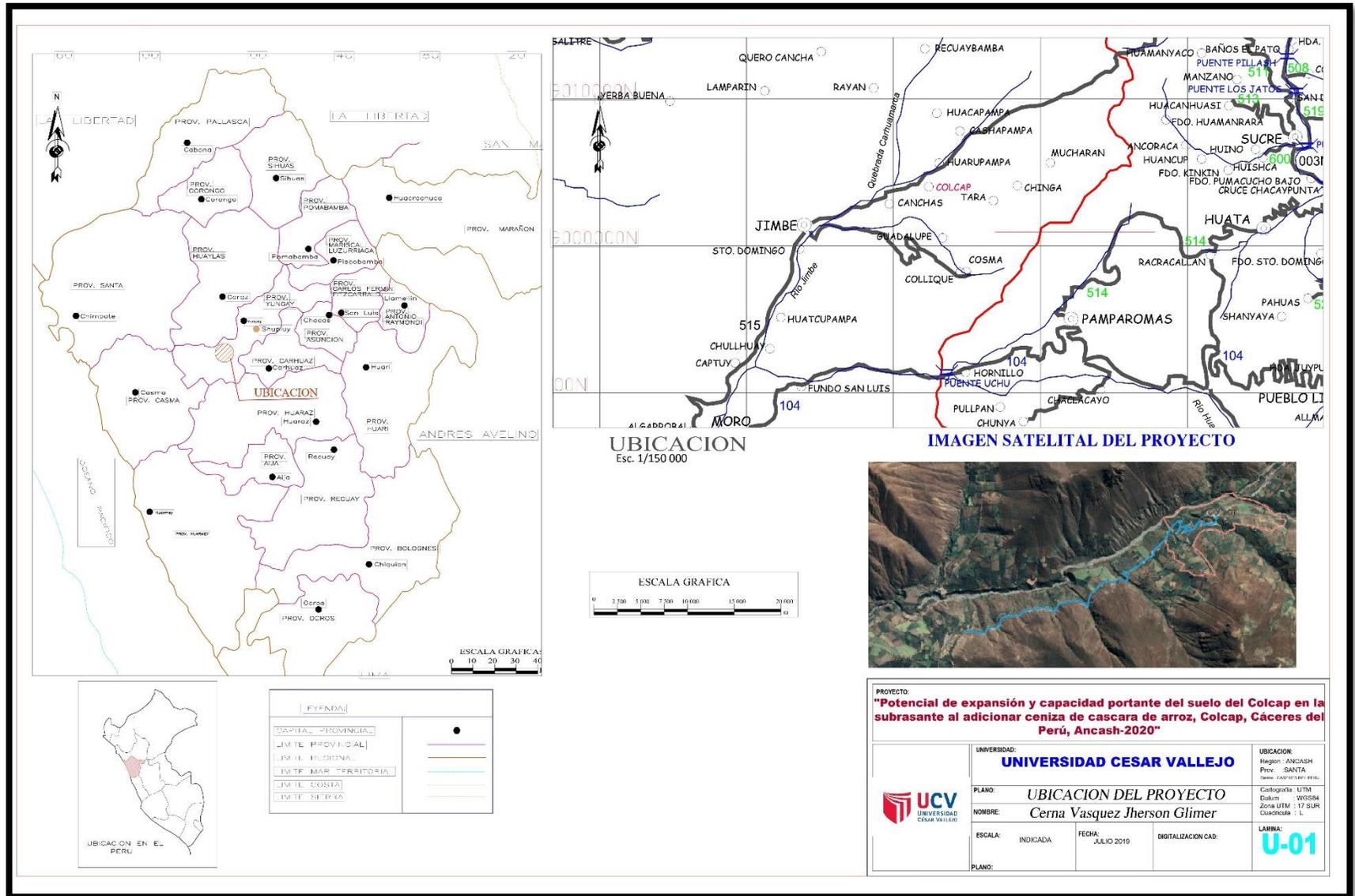
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Muestras de la segunda calicata que fueron llevadas al laboratorio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
C.R. N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

ANEXO Nº 7: PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO N° 8: PANEL TOPOGRÁFICO

Figura N°1: planta arrocera cambio puente, de donde se adquirió la cascarilla de arroz.



Figura N°2: Mufla de 1200°C



Figura N°3: proceso de calcinación de la cascarilla de arroz



Figura N°4: Identificación de puntos para la realización de las calicatas

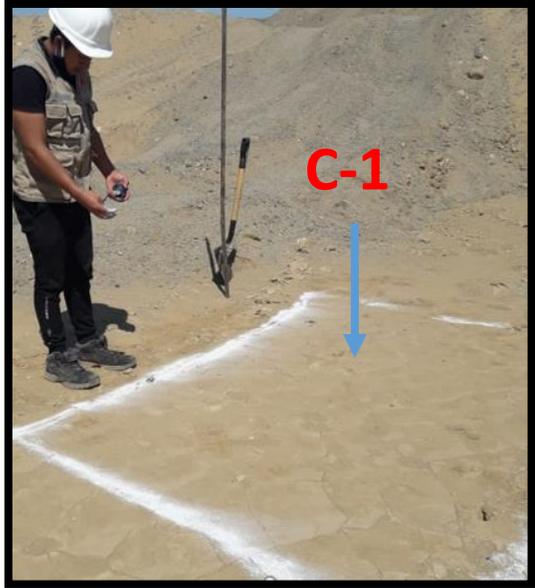
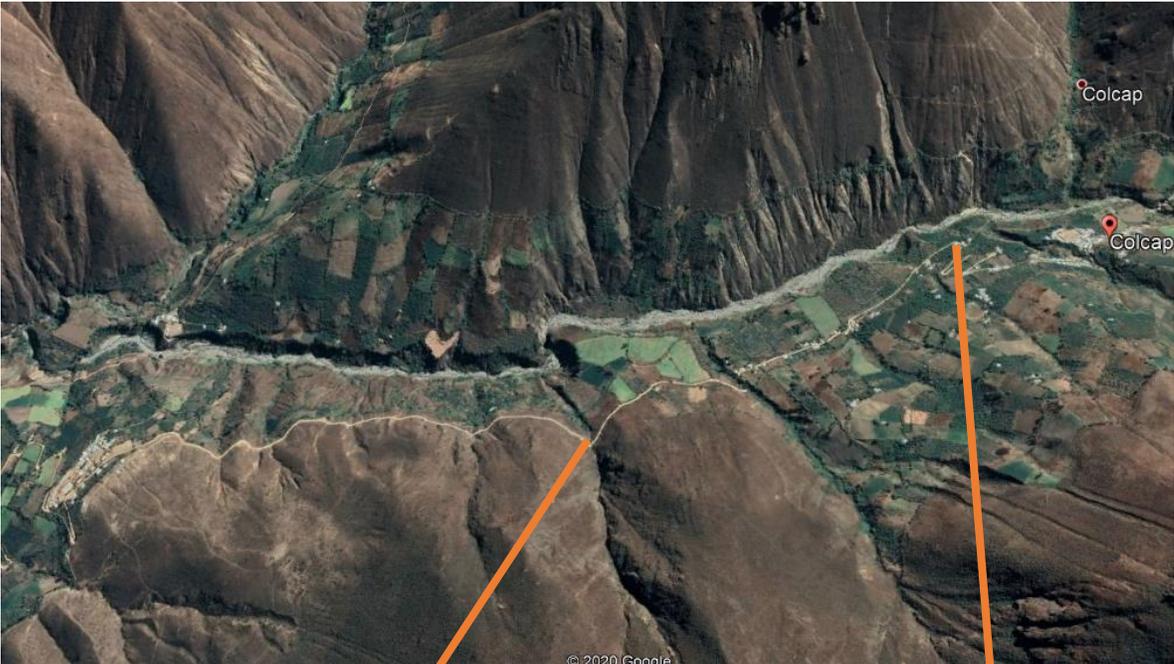


Figura N°5: Excavación de la primera calicata



Figura N°6: Excavación de la segunda calicata



Figura N°7: muestras de la segunda calicata



Figura N°8: Cuarteo de la muestra para realizar el ensayo de granulometría



Figura N°9: Proceso del ensayo de granulometría por medio de tamizado



Figura N°10: Ensayo de límites de Atterberg con porcentajes de 4%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz

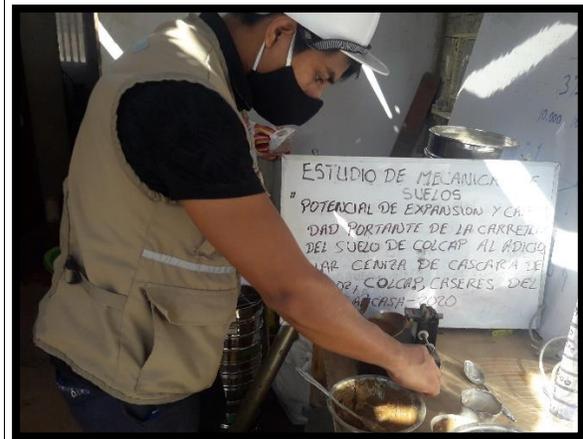
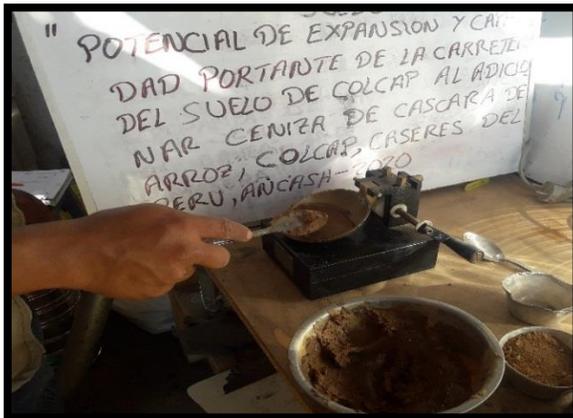


Figura N°11: Ensayo de Proctor modificado con porcentaje de 4% de ceniza de cascara de arroz



Figura N°12: Ensayo de Proctor modificado con porcentaje de 7% de ceniza de cascara de arroz

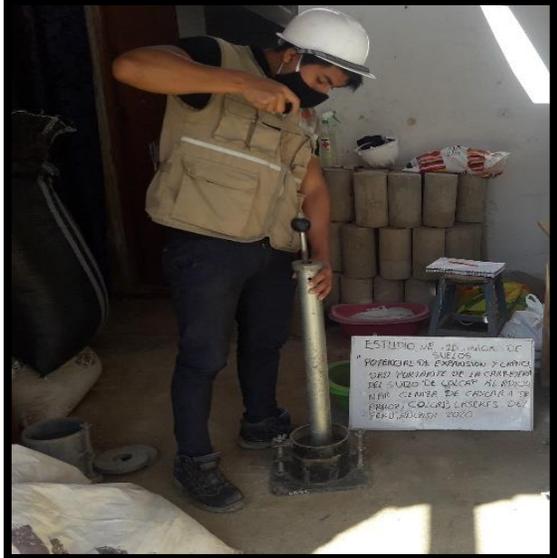


Figura N°13: Ensayo de Proctor modificado con porcentaje de 10% de ceniza de cascara de arroz

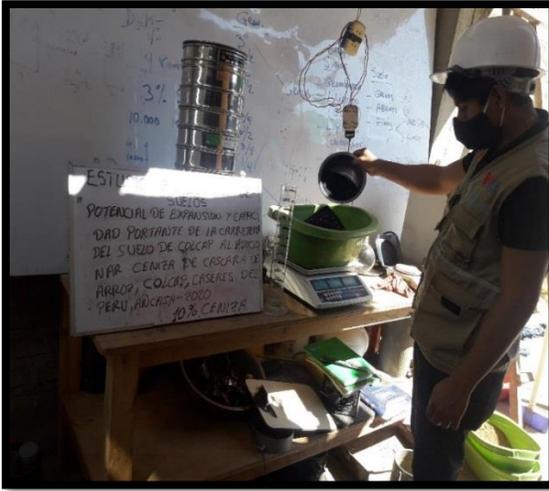


Figura N°14: Ensayo de CBR con porcentaje de 4%,7% y 10% de ceniza de cascara de arroz

