



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Incorporación polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y  
proctor modificado de la subrasante en cosiete, Palo Blanco,  
Contumazá, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Castro Espejo, Eduardo Gabriel ([orcid.org/0000-0002-8988-0520](https://orcid.org/0000-0002-8988-0520))

Medrano Burgos, Luis Carlos ([orcid.org/0000-0001-8908-7170](https://orcid.org/0000-0001-8908-7170))

**ASESOR:**

Mg. Sagastegui Vásquez, German ([orcid.org/0000-0003-3182-3352](https://orcid.org/0000-0003-3182-3352))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Dedicamos el presente trabajo de investigación a nuestros padres quienes nos han apoyado incondicionalmente en cada etapa de nuestras vidas, por brindarnos las herramientas necesarias para alcanzar nuestras metas y por todos sus sacrificios que han sido fundamentales para que hoy consigamos culminar con este importante proyecto académico.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a toda la plana docente de nuestra Universidad Cesar Vallejo quienes nos formaron para ser excelentes profesionales y a nuestro asesor Mg. Sagastegui Vásquez, German, por la guía en el camino del desarrollo a culminar con éxito nuestro proyecto de tesis, asimismo agradecemos a la empresa de INCUBADORA RODRIGUEZ SAC, por el apoyo y solidaridad en la recolección y almacén del material requerido dándole un sosiego al medio ambiente, afines para poder realizar este proyecto.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023", cuyos autores son MEDRANO BURGOS LUIS CARLOS, CASTRO ESPEJO EDUARDO GABRIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN DNI: 45373822 ORCID: 0000-0003-3182-3352	Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 08-07-2023 22:17:39

Código documento Trilce: TRI - 0580493





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CASTRO ESPEJO EDUARDO GABRIEL, MEDRANO BURGOS LUIS CARLOS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MEDRANO BURGOS LUIS CARLOS DNI: 76555899 ORCID: 0000-0001-8908-7170	Firmado electrónicamente por: LCMEDRANO el 11-07-2023 14:42:42
CASTRO ESPEJO EDUARDO GABRIEL DNI: 48303029 ORCID: 0000-0002-8988-0520	Firmado electrónicamente por: ECASTROE el 11-07-2023 11:08:42

Código documento Trilce: INV - 1219713

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	iv
Declaratoria de originalidad de los autores .....	v
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5. Procedimientos .....	15
3.6. Método de análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos .....	20
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	38
VI. CONCLUSIONES .....	40
VII. RECOMENDACIONES .....	41
REFERENCIAS .....	42
ANEXOS .....	51

## Índice de tablas

<b>Tabla 11.</b> Límites de consistencia: (LL, LP, IP).....	22
<b>Tabla 12.</b> Resumen del análisis granulométrico de los suelos en laboratorio. ....	23
<b>Tabla 13.</b> Análisis granulométrico de la C-2 realizados en laboratorio de suelos.	24
<b>Tabla 14.</b> Resumen del ensayo Proctor Modificado. ....	26
<b>Tabla 15.</b> Resumen de Ensayo CBR (California Bearing Ratio).....	32
<b>Tabla 16.</b> Matriz de operacionalización de variables. ....	51
<b>Tabla 17.</b> Matriz de Consistencia. ....	58

## Índice de figuras

Figura 1. Flujograma del método de análisis de datos aplicada a 1 calicata. ....	20
Figura 2. Diagrama de fluides C-5 .....	23
Figura 3. Curva granulométrica de la C-2.....	25
Figura 4. Curva de compactación de la C-3 estado natural. ....	27
Figura 5. Curva de compactación de la C-3 PCH 15%.....	28
Figura 6. Curva de compactación de la C-3 PCH 17%.....	29
Figura 7. Curva de compactación de la C-3 PCH 20%.....	30
Figura 8. Resumen de la MDS en la C-3.....	31
Figura 9. Curva densidad – CBR de la C-3 estado natural. ....	33
Figura 10. Curva densidad – CBR de la C-3 al 15% PCH.....	34
Figura 11. Curva densidad – CBR de la C-3 al 17% PCH.....	35
Figura 12. Curva densidad – CBR de la C-3 al 20% PCH.....	36
<i>Figura 13.</i> Resumen del % CBR al 95% en la C-3. ....	37

## Resumen

El objetivo de este proyecto de investigación fue verificar las propiedades mecánicas incorporando polvo de cáscara de huevo (PCH) para mejorar el suelo de la subrasante Cosiete, Palo Blanco, Contumazá. El método fue experimental, realizados en un laboratorio de suelos; obteniendo las propiedades físicas del estado natural del suelo y las propiedades mecánicas con la incorporación de 15%, 17% y 20% del PCH. Este incentivo a la investigación se estableció a partir de referencias a trabajos de investigación anteriores en los que se recomendaba el uso de polvo de cáscara de huevo para el suelo en el mejoramiento de suelos y reducciones de costos en el uso de aditivos artificiales. En conclusión, se observó un aumento en los ensayos realizados de Proctor Modificado, dando como resultados de la C-3 en estado natural 1.75 gr/cm<sup>3</sup> y con adición del PCH 2.15 gr/cm<sup>3</sup> (15%), 1.883 gr/cm<sup>3</sup> (17%), 1.567 gr/cm<sup>3</sup> (20%). En el ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca, en estado natural fue de 12.77% y con incorporación de PCH, 15.76%, 12.79% y 11.30% respecto a las dosificaciones de 15%, 17% y 20%. De la misma manera se obtuvieron valores con las calicatas (C-1, C-2, C-4 y C-5).

**Palabras Clave:** subrasante, PCH, incorporación, CBR, Proctor Modificado

## **Abstract**

The objective of this research project was to verify the mechanical properties by incorporating eggshell powder (PCH) to improve the soil of the subgrade Cosiete, Palo Blanco, Contumazá. The method was experimental, performed in a soil laboratory; obtaining the physical properties of the natural state of the soil and the mechanical properties with the incorporation of 15%, 17% and 20% of the PCH. This research incentive was established from references to previous research papers recommending the use of eggshell soil powder in soil improvement and cost reductions in the use of artificial additives. In conclusion, an increase was observed in the tests performed of Modified Proctor, giving as results of the C-3 in natural state 1.75 gr/cm<sup>3</sup> and with the addition of PCH 2.15 gr/cm<sup>3</sup> (15%), 1.883 gr/cm<sup>3</sup> (17%), 1.567 gr/cm<sup>3</sup> (20%). In the CBR assay at 95% of the maximum dry density, in the natural state it was 12.77% and with incorporation of PCH, 15.76%, 12.79% and 11.30% with respect to the dosages of 15%, 17% and 20%. In the same way, values were obtained with the calicatas (C-1, C-2, C-4 and C-5).

**Keywords:** subgrade, PCH, incorporation, CBR, modified Proctor

## I. INTRODUCCIÓN

Los proyectos viales existen desde épocas muy antiguas siendo pioneros los romanos, estos plantearon que las obras civiles son de suma importancia para el desarrollo de la población generando acceso e intercomunicación entre países, pueblos y zonas rurales, etc. Teniendo como función principal el desarrollo económico, social, turístico, agrícola y de producción. El Perú es un país que no se ha eximido de dicho desarrollo puesto que ha venido generando un incremento poblacional en el sector rural, requiriendo de carreteras que conecten a estos. (Mishra, 2023). Geográficamente nuestro país presenta 3 regiones que son la (Costa, Sierra y Selva), la selva es conocida como una de regiones más extensa del Perú, ocupando el 60,2 % de nuestro litoral peruano. Por otra parte, la región de la costa es la más poblada debido a que cuenta con el 11,7% de litoral peruano. Finalmente, la región de la sierra ocupa el 28% del territorio nacional peruano. (Moore, 2023). La demanda de generar proyectos sostenibles y que estén en armonía con el medio ambiente, nos inclina a la reutilización de materiales naturales, tales como, la incorporación del polvo de cascara de huevo, para una pronta solución en suelos muy arcillosos debido a que estos pierden estabilidad al estar en contacto con fluidos externos, este diagnóstico genera inseguridad que afecta directamente a la población de las zonas rurales de nuestro país, por lo cual se ven en la imperiosa necesidad de resolver dicho problema mencionado.(GlobalGoals, 2023). Por lo anteriormente planteado la inestabilidad de suelos arcillosos ha obedecido a la excesiva presencia de precipitaciones pluviales derivadas por el cambio climático. El caso amerita un estudio detenido para poder tener conocimiento que impida una mayor generalización. De continuar dicha situación la zona de Contumazá del departamento de Cajamarca se vería afectadas por la inestabilidad de los suelos, reduciendo la actividad del tránsito vehicular y el sector comercial de la comunidad, además, esta disyuntiva puede generar pérdidas humanas y ganaderas puesto que son natos de la localidad. De acuerdo a lo presentado es necesario plantear una propuesta de solución para lograr la estabilidad en su composición de los suelos en la debida zona. Mientras tanto es

necesario estudiar con detenimiento la influencia de agente externos que pueda ayudarnos a lograr con eficiencia su estabilización. Solo así se mitigará los riesgos mencionados anteriormente. Por ello se planteó el siguiente problema: ¿De qué manera influye la incorporación polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?, como problemas específicos se planteó lo siguiente: ¿Cuáles son las propiedades físicas que tienen la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?, ¿Influye la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?, ¿Qué efecto obtiene la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?

El estudio se afianza de conocimientos teóricos, adquiridos en las diferentes materias; siendo una de las primordiales la mecánica de suelos, basado en reglamento nacional de edificaciones E.050, NTP (Norma Técnica Peruana). Para obtener los resultados deseados en el mejoramiento de dichos suelos con excesiva presencia de arcilla. En el ámbito social el uso del polvo de cascara de huevo pretende brindar un mejor suelo, elevando sus propiedades para el desarrollo de sus funciones tales como: facilitar el tráfico vehicular, seguridad poblacional e incremento en el comercio económico. En consideración con el medio ambiente los residuos pueden ser de uso indispensable en el desarrollo de proyectos de construcción civil, puesto que su reutilización es de provecho para diversos estudios, como por ejemplo las cascara de huevo que podrían ser aprovechadas para nuevas alternativas constructivas siendo claro ejemplo el mejoramiento de suelos arcillosos. Con respecto a lo mencionado se obtiene como objetivo general: Evaluar la influencia de la incorporación polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023, por lo tanto, es necesario plantear de manera específica lo siguiente:

- 1) Obtener las propiedades físicas que tiene la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023;
- 2) Determinar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023, como también

3)Evidenciar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023. Siendo de nuestro interés el éxito en cada objetivo planteado. Como hipótesis planteada inferimos que la incorporación del polvo de cáscara de huevo mejorará favorablemente la subrasante de la carretera ubicada en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023. Lo cual nos brindará la satisfacción a problemas en futuros proyectos sostenibles que requieran dicha evaluación, puesto que nuestro aporte será de provecho en el ámbito social y ambiental, dado que hemos reutilizado o aprovechado los beneficios de la cascara de huevo y no sea un agente contaminante sino de satisfacción con el medio ambiente.

## II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito nacional, se destacan las investigaciones realizadas por: Vilca (2021), en su tesis titulada "Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasantes mediante la incorporación de polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca - La Mar - Ayacucho, 2021" de la Universidad César Vallejo, Perú, Investigo el uso de polvo de cáscara de huevo para optimizar las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos en subrasantes. El objetivo principal de esta investigación fue determinar las propiedades necesarias para mejorar los suelos arcillosos en subrasantes mediante la adición de polvo de cáscara de huevo. Se utilizó una metodología experimental, realizando ensayos en laboratorios de suelos con dosificaciones del 5%, 10%, 12% y 15%. Los resultados obtenidos fueron positivos para el mejoramiento de las subrasantes, ya que se observó un aumento de los ensayos Proctor Modificado en comparación de los métodos convencionales. Además, el ensayo de CBR también mostró resultados favorables según las dosificaciones utilizadas, lo que indica que se espera que esta técnica se aplique pronto. Ipince (2020), llevó a cabo un estudio titulado "Mejoramiento de subrasante por adición de ceniza de mazorca en calle 12, colonia Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2019" como parte de su tesis de grado en ingeniería civil. Este estudio pretende demostrar que el uso de mazorcas de maíz es de gran ayuda en el mejoramiento de subrasantes con baja capacidad de soporte. Se determinó que una dosificación total del 15 % en comparación con el peso de la muestra era satisfactoria mediante la determinación del tamaño de partícula, el límite de Atterberg, las pruebas Proctor modificadas y CBR. Se concluyó que la aplicación de ceniza de bagazo tuvo un efecto positivo en la subrasante arcillosa. Vilma (2020), en la disertación titulada "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019", investiga la influencia que tendrá los suelos arcillosos al incorporar la cáscara de huevo y la cal para su estabilización, con el fin de mejorar su resistencia del suelo. El enfoque de este estudio es aplicado y se utiliza un diseño metodológico experimental. El resultado que se obtuvo muestra que el suelo sin aditivos

se clasifica como subrasante pobre, mientras que al añadir un 6% y un 9% de cáscara de huevo pulverizada, se clasifica como subrasante regular. Al adicionar un 6% de cal, se mejora a la categoría de subrasante buena, y esta categoría se mantiene al añadir un 9% de cal. En conclusión, se demuestra que la adición de cal es efectiva para mejorar los suelos arcillosos, aunque se observa una reducción en la resistencia del suelo al utilizar un 9% de cal en comparación con un 6%. Aldorarin (2022), en la disertación titulada "Incorporación de ceniza de cáscara de huevo para el mejoramiento de la subrasante en la Av. Santa Rosa - Chincha - Ica, 2022", el objetivo de la investigación es mejorar la subrasante de la Av. Santa con la incorporación de ceniza de cáscara de huevo comprobando si influye de manera positiva o negativa. El enfoque que utiliza es aplicativo y utiliza un diseño experimental, con recolección de datos mediante guías de observación de campo, después de adquirir dicha información sus resultados indican que la incorporación de ceniza de cáscara de huevo disminuye el índice de plasticidad del suelo estudiado y disminuye la máxima densidad seca. Lo más resaltante de sus resultados es el aumento de la resistencia adquirida de la subrasante con un 32.11% indicando así una mejoría en sus propiedades físicas y mecánicas. Vidal (2021), en el estudio realizado sobre "Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo", en esta investigación propone la ceniza de cáscara de huevo como un aditivo nuevo para la mejora de las propiedades del suelo, utilizo diferentes dosificaciones compuesta por 5%, 10% y 15% para incorporarlas al suelo mejorando sus propiedades físicas y mecánicas, luego de realizar los ensayos correspondientes para determinar dichas propiedades concluyo que la incorporación de ceniza de cáscara de huevo mejora sus propiedades físicas y mecánicas, manifestando su aplicabilidad y calidad como sustituto de la arcilla tradicional, mejorando el suelo de manera beneficiosa para el medio ambiente y económica. Como antecedentes internacionales tenemos: Calvo (2019), en su tesis titulada "Desarrollo de ligantes hidráulicos para carreteras utilizando cáscara de huevo como componente. Influencia del Tamaño de Partícula" en la Universidad de Sevilla, Sevilla. Este estudio aborda el tema de la producción

de grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a partir de combustibles fósiles, lo que crea una necesidad económica y ambiental de encontrar alternativas sostenibles. Una de esas alternativas es reutilizar los desechos que de otro modo se tirarían, como las cáscaras de huevo de gallina. El objetivo de este estudio es evaluar las propiedades de la cáscara de huevo y comprobar que cumple con la normativa europea vigente para su uso en la construcción de carreteras. Para ello, se utilizarán equipos de ensayo para simular las características físicas y mecánicas de los materiales utilizados a escala piloto. Se han realizado varias formulaciones combinando cemento Portland, cáscaras de huevo y agua. Se varió la cantidad de cáscara de huevo en las muestras para observar su efecto en el comportamiento del material. También se realizaron formulaciones con el mismo número de huevos, pero diferente tamaño de partícula para analizar cuál es el mejor tamaño. Una vez preparadas las muestras, se midieron sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados obtenidos muestran que los restos de la cáscara de los huevos de gallina cumplen con los estándares establecidos y pueden ser utilizados como aditivo en la construcción de carreteras. Entre los productos que muestran mejores resultados, destaca el que contiene partículas finas de 0,25 mm de tamaño, que está asociado al 15% de cemento Portland, y presenta mayor resistencia a la compresión. Moncaleano (2021), en su tesis titulada “Melhoramento de um solo granular por ativação alcalina de resíduos de vidro e cal de casca de ovo” en Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. En esta tesis se hace mención de la importancia de evitar la contaminación del medio ambiente y cómo podemos reutilizar residuos para protegerlo dándonos mención específicamente el uso de residuos de vidrio y cáscaras de huevo para la estabilización del suelo para hacerlo más fuerte. Se realizaron pruebas y se encontró que el suelo tratado con estos materiales tenía una mayor resistencia y rigidez. se encontró que, al aumentar la densidad del suelo y el contenido de aglutinante, la resistencia y rigidez del suelo también aumentan. Además, al aumentar la humedad al compactar el suelo, se observó un mejor rendimiento mecánico después de 7 días. Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa en la respuesta mecánica después de 28 días al variar la humedad de

compactación. Además, se encontró que la humedad del suelo también afecta su fuerza. Posso (2020), en su tesis titulada “Método de Reutilización de la Cascara de Huevo” de la Universidad Católica de Pereira, Risaralda – Colombia, nos habla del cambio climático y el calentamiento global, busca una forma de encontrar formas de reutilizar los desechos que los humanos generamos implementando así la reutilización de la cascara de huevo, esto es importante porque la extracción de calcio de la tierra tiene un impacto ambiental negativo y agota un recurso no renovable y que es importante encontrar formas de darle un buen uso a las cáscaras de huevo ya que tiene ( $\text{CaCO}_3$ ), esta ayudara reducir el impacto en el medio ambiente. Actualmente, hay muy pocos proyectos sobre cómo usar este tipo de residuo sólido. Queremos enseñar a la gente a separar estos residuos y crear nuevos materiales a partir de ellos, esto ayudará a la economía.

La cáscara de huevo es parte de las sustancias minerales, para las cuales se muestra el 94% del carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$ , que es un componente estructural importante. Además de la representación del 8-13% del peso de la cáscara de huevo, sus componentes también contienen otros minerales como el carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ) y  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Valdés, 2009). Del mismo modo, no se demostró que las aves no contengan células que generan calcio en la cáscara, estos son 9 productos de la sedimentación de las aves, la cáscara de huevo que está tan mineralizada que el caparazón más frágil. Las estructuras de huevos y el 98 % de la piel del huevo son compatibles con el carbonato de calcio, solo el 2 % es proteína y hay pocos magnesio y fósforo. Este es el grosor entre el promedio de 300 y 400  $\mu\text{m}$ , y se llama cristal de carbonato, y su diámetro es de 0.1 mm. Esta estructura contiene varios túneles que permiten el reemplazo de gas entre los huevos externos y los huevos internos (Buxadé, 1993), y las dos películas son compatibles con la porción interna. La separación es muy difícil (Allcroft, 1962). Características químicas de la cáscara de huevo, estas contienen minerales al 95.1% y agua al 1.6% minerales al 95.1% este porcentaje se sub divide en 93.6% son de carbonato de calcio, esto sería la composición de cascara de huevo (Sánchez & Huanio, 2017). Vías de transporte y carreteras, las carreteras son infraestructuras que sirven de tránsito para las

personas y vehículos las cuales pueden estar pavimentadas, afirmadas, o sin pavimentar. Las carreteras también incluyen preparación en su construcción además del diseño geométrico para fines de protección y eficiencia vial asimismo amenice con los paisajes de la zona de construcción. (MTC, 2018). Catalogación de Carreteras, según el (MTC, 2018). Los tramos viales se catalogan en base a elementos funcionales para un territorio de distinta zona, los entes encargados son las que definen la clase de vía además del modelo de carreteras de preparación. La autopista de primer orden con un índice medio diario (IMD) mayor a 6000 vehículos por día; la autopista de segundo orden con un IMD de 6000 y 4001; la carretera de primer orden con un IMD de 4000 y 2001; la carretera de segundo orden con un IMD de 2000 y 400; la carretera de tercer orden con un IMD menor a 400 y por último la trocha carrozable con un IMD menor a 200 vehículos por día. Vías no pavimentadas, según el (MTC, 2018), una vía no pavimentada está conformada por un afirmado; donde la circulación es baja, teniendo en cuenta que estas vías son generadoras de polvo asimismo se encuentran en estado de deterioro las cuales son producidas por la rodadura de vehículos, dependiendo además de sus zonas o climas; los cuales son factores que provocan una mayor generación de polvareda por lo que necesitan de un riego y usos de aditivos aplicados en las construcciones de una carretera para su mejoramiento. La estabilización de suelos es un proceso basado en ciertos criterios geotécnicos. Entre estos criterios, es importante que el CBR (California Support Index) cumpla con ciertos parámetros: CBR inferior al 3%: antecedentes insuficientes; CBR mayor o igual al 3% y menor al 6% - sustrato insuficiente; CBR mayor o igual al 6% y menor al 10% - suelo normal; CBR mayor o igual al 10% y menor al 20% - buen fondo; CBR mayor o igual al 20% y menor al 30% - muy buen fondo; Finalmente, CBR mayor o igual al 30% - excelente fondo. Estructura de Subrasante, una subrasante se califica como; suelo de terreno natural que ejerce el trabajo de soportar las cargas estructurales de un pavimento, las cuales están basados en las propiedades ingenieriles, (Hugo, 2010). Además, una subrasante de poca resistencia se considera un problema en las obras viales, normalmente las subrasantes que no cumplan con ciertos parámetros de resistencia, se optan

por mejorarlas y reemplazarlas por otros materiales de estabilización. Suelos arcillosos, su composición contempla caolinita, illita y montmorillonita, y pertenece al grupo de suelo más inestables, su fragilidad se debe a la unión de la lámina aluminica + la sílice, en la cual penetra el agua a la matriz haciéndola vulnerable al cambio volumétrico del suelo. La composición química del suelo arcilloso A-6 (7) observa que, las cantidades de elementos encontrados como es el silicio; de simbología (Si) en mayor cantidad (40.54%) de óxido, el cual se encuentran en la 15 superficie terrestre los cuales forman la los árboles genealógicos de las arcillas, además se existe otro componente en cantidad moderada como es el aluminio (Al) en (15.7%) de óxido, el cual da las características al suelo arcilloso como material de silicato de aluminio hidratados en donde proceden de la descomposición de las rocas que están formado por feldespato. Asimismo, el suelo arcilloso A-6 (7) se considera un suelo de plasticidad media según su índice grupo 7. Ensayo de plasticidad, es fundamental un ensayo de plasticidad para saber la cantidad de materia fina que contiene un suelo en estudio. Cabe precisar, que el ensayo granulométrico no nos permite obtener este valor por lo que se utiliza los Límites de Atterberg, obteniendo valores de un suelo como el Límite líquido (LL), Límite contracción (LC) y Límite plástico (LP) los cuales están normados por el MTC E 110, y MTC E 112, precisando la fórmula siguiente el cual nos da la verificación de un suelo arcilloso e índice de plasticidad (IP) siendo el resultado de la diferencia del (LL) y (LP). Según la (MTC, 2018) la relación suelo – plasticidad (IP) infiere que, si el IP es mayor a 20, su plasticidad es alta con características muy arcillosas; si el IP es menor o igual a 20 y mayor a 7, su plasticidad es media con características arcillosas; si el IP es menor a 7, su plasticidad es baja con características poco arcillosas; finalmente si el IP es igual a 0, no presenta plasticidad (NP) con características exentos de arcilla. Ensayo de Granulometría, Este procedimiento se usa de manera primordial para poder establecer la granulometría de los agregados propuestos que serán usados en las obras de construcción. Los datos arrojados de estos se emplean para explicar la gradación y la distribución de las partículas según su tamaño dándonos una idea de la clasificación del suelo además de obtener los porcentajes

representativos de gravas, arenas y finos para poder determinar si un suelo es arenoso, gravoso u arcilloso. Además, este ensayo es uno de los más importantes para poder determinar el estado en el que se encuentran los materiales que serán utilizados en las mezclas de concretos o agregados. Y como se mencionó en el párrafo anterior los resultados de este ensayo son necesarios para la verificación de las gradaciones de un suelo y la utilización de los agregados para mezclas de concreto. Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO, esta estructura describe suelos en dos categorías, las cuales están vinculadas además con los ensayos granulométricos y los ensayos de plasticidad para sus respectivos resultados. Las cuales se clasifican en 7 grupos primordiales (A-1-a, A-1-b, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7), el sistema además emplea una colección como archivos; obteniendo la alternativa a considerar Varios. (Bowles, 1981) aluden en su libro a "si dos suelos dan una clasificación cómo, un A-2-6 (2) este se considerará un material notable para una carretera que uno A-4 (4) el cual se considerará un material bajo". Índice de grupo (IG), es un índice obtenido por la clasificación del AASHTO de un suelo, el cual se obtiene de previos ensayos de límites de Atterberg los cuales nos define estos parámetros de índice de grupo. Según la (MTC, 2018) define que, si el IG es mayor a 9, el suelo subrasante es muy pobre; si el IG está entre 4 a 9, el suelo subrasante es pobre; si el IG está entre 2 a 4, el suelo subrasante es regular; si el IG está entre 1-2, el suelo subrasante es bueno; culminando si el IG está entre 0-1, el suelo subrasante es muy bueno. Ensayo de Proctor, es un ensayo que determina la máxima densidad seca (MDS) de un suelo, además de obtener el óptimo contenido de humedad analizado en un laboratorio, dándole una utilización en obras que requieran de un control de grado de Compactación del Suelo, los métodos de ensayo a realizar dependen de las normas ASTM D 696 Y ASTM D 1557, las cuales describen el uso dependiendo a la energía de compactación a usar, como apisonadores y rodillos compactadores. Ensayo de Contenido de Humedad, ensayo que determina el modelo de la humedad en que se encuentra un suelo de tierra, las cuales pueden estar conformadas por mezclas de agua, el procedimiento del ensayo del laboratorio en donde se hará el secado en horno para eliminar la humedad

de la tierra y su relación es expresado en proporción entre el peso del agua que existe en una determinada porción de suelo y el peso seco de las partículas sólidas. Se determina que este ensayo da como resultados el porcentaje de humedad de un suelo, como se menciona el método normalmente usado es colocar dicha muestra natural de suelo húmedo previamente pesado en una balanza para luego ser llevado al horno y secarlo obteniendo su peso seco final. Utilización del agua, según (Cortes & Fernández, 2015) manifiesta que el uso del agua es muy importante en el ámbito constructivo, por lo cual se piden análisis químicos de fuentes de agua para evitar contenidos de sulfatos ( $SO_4$ ) según la norma ASTM D-516 no se debe emplear aguas contaminadas las cuales deben estar entre los rangos 5.5 y 8.0 de pH para considerarlos aptas. De forma similar, el uso de agua potable está apta para el empleo constructivo mientras no se observan impurezas dañinas o de deterioro, de tal manera la utilización del agua se podrá hacer sin ningún análisis previo a su utilización. Ensayos CBR: son métodos que calculan la resistencia de un suelo, según la relación del soporte de california. Observando la Tabla 8, se correlacionan con los resultados que valorizan la clasificación AASHTO-SUCS, siendo comparados con el índice de grupo (IG). El objetivo es determinar el estado de la subrasante del suelo; en la condición de resistencia al esfuerzo cortante, humedad y máxima densidad seca al 95 y 100%, valores de utilidad para verificar la resistencia de subrasante.

Definición de términos, tenemos: PCH: Abreviatura de “Polvo de Cáscara de Huevo”, MEJORA: Modificación de elementos en mal e insuficiente estado que requieren cambios para su mejora, SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, método de clasificación de suelos en ingeniería y carreras afines como la geología describe el tamaño + textura de las partículas del suelo, SUBSARANTE: También llamado suelo de fundación o suelo natural que forma parte de una estructura de pavimento cuyo propósito es la transmisión y distribución de cargas, SUELO: Se describe como superficie o corteza terrestre, producido por desintegración química de la roca, sedimentación y meteorización así como cambios físicos con actividad biológica activa en la superficie, ARCILLA: Son rocas sedimentarias

descompuestas, compuestas por partículas de silicato de aluminio hidratado, estas preceden a la descomposición o fragmentación de rocas que contienen feldespato, siendo el granito un ejemplo. Tiene varios colores de acuerdo a sus impurezas, el color de rojo a blanco cuando está completamente puro., RESISTENCIA: Propiedad del suelo o material, esta propiedad nos indica si un suelo requiere de métodos de estabilización ya sean mecánicos o químicos, además de conocer las propiedades mecánico-físico, CBR: California Bearing Ratio, ensayo que tiene como objetivo medir la resistencia a la penetración de suelos con diferentes características.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación:**

Aplicada, caracterizada por el uso de información adquirida para la presente aplicación de esta, tales como conceptos ya logrados sobre el comportamiento del suelo y su resistencia aplicando los ensayos de Proctor Modificado y CBR. Para Ibáñez (2017), en tipo de investigación nos define “Se estima una respuesta razonable para la exploración que se aplicara para problemas terminantes, evitando las propuestas que crean especulaciones o estándares”.

##### **Diseño de investigación:**

- Diseño experimental: cuasi experimental  
(Gallardo E. 2017, p. 21) El diseño de investigación al ser de tipo experimental se pudo decir que tiene como fundamento filosófico el positivismo, teniendo como objetivo la comprobación rigurosa de proposiciones generales mediante su observación experimental en muestras de gran alcance y desde una proximidad cuantitativa, una vez logrado esto se podrá verificar, explicar, controlar y predecir los fenómenos a investigar.

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### **Variables:**

- Variable independiente: Polvo de cascara de huevo (cuantitativa).
- Variable dependiente: Evaluación a nivel de subrasante (cuantitativa).

##### **Operacionalización:**

La operacionalización de la variable independiente y dependiente investigadas, se presentó en el **Anexo 1**: Tabla de operacionalización de variables.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población:**

En esta investigación la población se constituyó de 21 kilómetros que define la trocha carrozable Cosiete - Palo Blanco, Contumazá.

#### **3.3.2. Muestra:**

Para la investigación se planteó tomar 10 kilómetros que comprende del km 4.5 al 14.5, como muestra de las cuales se extraerá material propio mediante 5 calicatas ubicadas en puntos de influencia o críticos.

#### **3.3.3. Muestreo:**

Por lo ya mencionado el tipo de estudio que tuvo este proyecto de investigación no es probabilístico.

#### **3.3.4. Unidad de análisis:**

Para la investigación se planteó como parte de su conformación los kilómetros 4.5 al 14.5, representados en 5 calicatas ubicadas en puntos de afectación.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Técnica:** El presente proyecto de investigación usó la técnica de observación estructurada en la que se determinó el estudio exacto de lo que se pretendió estudiar y además el empleo del análisis documental la cual se presentó en la investigación, tal procedimiento nos ayudó a lograr los resultados esperados.

**Instrumentos de recolección de datos:** Para la recolección de datos en este proyecto se usaron las fichas normalizadas de ensayos de laboratorios (Ver **Anexo 2**) permitiéndonos digitar los valores y datos para lograr los objetivos generales y específicos de la investigación.

Para las fichas técnicas normalizadas, se emplearon las normas del MTC y manual de ensayos de laboratorio:

Obtención de muestras representativas (ASTM C 702 MTC E 105)  
Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.129, ASTM D-422)  
Límites de Consistencia de Atterberg (NTP 339.129, ASTM D-4318)  
Ensayo de Clasificación de Suelos (NTP 339.139, ASTM D-2487)  
Proctor Modificado (ASTM D 1557, MTC E 115)  
CBR de suelos (ASTM D 1883, MTC E 132)

Los modelos de validez y confiabilidad fueron un factor fundamental en la investigación puesto que demostraron la veracidad del proceso y resultados de la investigación en el cual se usaron normas estándares y equipos de calidad que verificaron la confiabilidad y calidad de los ensayos elaborados por las normas AASHTO, ASTM, Manuales de Ensayos de Laboratorio y el MTC. Se presentó certificados del laboratorio de suelos empleado; en el cual se realizaron las pruebas de ensayos certificando el apoyo de la parte profesional y técnica por parte del profesional de Ingeniería Civil. Los certificados de calibración y calidad se ubicaron en (**Anexo 7**) para su verificación.

### **3.5. Procedimientos**

El desarrollo de la presente investigación adopto de manera visual y análisis documental la metodología de recolección de información dándonos a comprender la realidad problemática del lugar, la manipulación de los suelos observados en la recolección de información a nivel de subrasantes suponiendo un criterio de mejoramiento, además de otros estudios que nos ayudó a conocer los antecedentes de dichas zonas críticas para la ejecución de los ensayos en laboratorio; finalmente se hizo el procesamiento de datos del proyecto y desarrollo (Ver **Anexo 4**).

Extracción de las muestras, se ejecutaron trabajos de prospección en campo como la realización de excavaciones de las calicatas de 1.60x1.00m ancho y largo además de la excavación de profundidades

de 1.50m a lo largo de los 10 km de la trocha desde Cosiete hasta Palo Blanco desde el Km 4.5 hasta el Km 14.5; asimismo se identificó in situ el suelo según la normativa ASTM D-2488, este procedimiento lo hemos realizado mediante procedimiento manual y visual, en donde se tomaron en cuenta el tipo de suelo, espesor, humedad, olor, color y consistencia.

Los procesos que realizamos fueron los siguientes:

Obtención del Material Cáscara de Huevo, optamos por conseguir el material de cáscaras de huevo en locales de incubadoras de huevos Carranza y Rodríguez SAC ambas de las zonas de Trujillo, recolectando un promedio de 32.5 kg por día, para luego ser llevadas y almacenadas; en cuatro días lograremos recolectar un promedio de 130 kg de cáscara de huevo después se procedió con el lavado, el secado al aire libre y por último la molienda o trituración de la cáscara de huevo. Luego de ello se inició con el traslado hasta el laboratorio donde se procedió con los ensayos respectivos; consideramos que el polvo de la cáscara de huevo sea tamizado por la malla de N° 200” y retenida en el fondo, las impurezas retenidas en la malla N° 200 se desecharon tal sea el caso de encontrarse materia orgánica o impurezas, el cual esperamos no encontrar.

Proceso de cuarteo de la muestra, el cuarteo consistió en dividir en cuatro partes iguales la muestra, el cual sirvió como muestra representativa del suelo para los ensayos de límite líquido y límite plástico, además para el ensayo de granulometría.

Proceso del ensayo Límite Líquido y plástico, en este ensayo se seleccionó 300gr para realizar la muestra; primeramente se hizo el tamizado en la malla #40 , con un recipiente de agua destilada como adicional, todo ello se mezclara utilizando una espátula, para posteriormente colocarlo en la muestra de copa grande, siendo el espesor de 1cm y con una longitud de 13mm, dividiendo en 2 partes con el acanalador, asimismo contabilizamos los golpes, para ello primero se girara la manecilla, los intervalos serán golpes 12,25,35, concluyendo

con contenido por intervalo de la humedad (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2018) Para esta etapa se tomó la muestra preparada antes, en donde realizamos el enrollado en la placa de vidrio amoldando en forma de hilo con un diámetro de 3mm donde fue agrietada, luego se obtuvieron los datos: Peso Recipiente + Suelo Húmedo, después fueron llevados al horno para obtener el Peso Recipiente + Suelo Seco. (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2018).

Proceso del ensayo Granulométrico por Tamizado, inicialmente se preparará la muestra, luego lo cuartearemos, secaremos y pesaremos la muestra obteniendo (Peso seco inicial), luego lavaremos la muestra en la malla 200 para asegurarnos de no perder partículas mayores a 0.074 mm que se agregaron proporcionalmente. Una vez lavado la muestra en el del tamiz #. 200, todo material retenido fue llevado al horno para su secado a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta que determinemos una variación en su peso de  $\pm 1$  gr. Terminado esta etapa, esperamos el enfriamiento de la mezcla para proceder a pesarla. Los pesos que se obtuvieron antes de lavar y después de secar la muestra fueron: peso seco inicial y peso seco lavado de la muestra. Finalmente vertemos en la parte superior la mezcla preparada a los tamices elegidos, y se agito por un periodo de 10 minutos con la respectiva precaución de no desperdiciar material durante el proceso de agitación, todo material que es retenido en cada tamiz lo pesamos cuidadosamente, posteriormente calculamos el porcentaje retenido y acumulativo en cada malla para así determinar la curva granulométrica, (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2018).

El primer paso en el proceso de ensayo Proctor Modificado consiste en determinar el tipo de suelo y el tamaño del molde a utilizar. En este caso, se utilizó el método B y un molde de 4 pulgadas, según la norma ASTM D-1557. A continuación, se coloca una muestra de suelo en una bandeja, asegurándose de que el suelo esté seco y sin humedad al comenzar el ensayo. Luego, se añadió cantidades crecientes de agua para alcanzar el contenido de humedad óptimo.

Una vez preparado el suelo, se procedió a llenar el molde en el suelo, utilizando un cucharón y compactando el suelo en 5 capas. Después de colocar cada capa, se compacto y apisono el suelo, dando 25 golpes en puntos diferentes de forma circular. Esta acción se repitió para cada capa hasta llegar a la quinta capa. Se recomienda pasar el nivel del collarín de la última capa.

Posteriormente, se retiramos el molde con el suelo compactado y se coloca sobre una superficie plana. Se retira el collarín y nivela con una regla. Una vez nivelado, se pesa el molde con el material compactado.

A continuación, llevamos el molde al suelo y se utiliza el apisonador para remover el material compactado. Se toma una pequeña muestra representativa en un recipiente previamente pesado. Se anota el peso de la muestra de suelo húmedo en el recipiente y luego se lleva al horno para su secado.

Se repite el mismo procedimiento con la muestra de suelo en estado natural, sin añadir el PCH (Polvo de cascara de huevo). Luego, se realizan tres réplicas del ensayo Proctor con adición de PCH en dosificaciones del 15%, 17% y 20%, en relación al peso de las muestras de cada bandeja. Se sigue el mismo procedimiento para cada ensayo.

Proceso de Ensayo de CBR, lo primero que realizamos es preparar el suelo en estado natural, luego tamizaremos la muestra a través de la malla n°4 por ser arcillosa, continuamente secamos al horno a 60°C de temperatura y tomaremos la cantidad de 6 kg de muestra para cada espécimen de CBR, luego con ayuda de un guante impermeable se procedimos a la mezcla del suelo más el agua en una bandeja, hasta alcanzar la humedad óptima obtenida anteriormente en el ensayo de Proctor Modificado. Seguidamente se procedió a pesar el molde cilíndrico y seguir con el colocado del disco espaciador empleando el papel filtro, como siguiente paso se llenó la muestra al molde en cinco capas, dicho proceso se realizó en los tres moldes de CBR, a los 12, 25 y 56 golpes, posteriormente se puso las sobrecargas de 4.5 Kg, para

luego ponerlas en un pozo con de agua, lo necesario para cubrir completamente el molde, después se instaló el trípode de expansión, se tomaran las lecturas de expansión de inicio y final, el cual se realizara cada 24 horas, sujeto a la expansión del material. Por tanto, después de cumplir los 4 días de sumersión de los moldes, se procedió al secado e inclinado de los moldes por 15 minutos para drenar el agua. Luego se procedió al pesado y adiconamiento de la sobrecarga los cuales asemejan el peso de un pavimento, (En términos generales, se usará el contrapeso usado en la saturación). Seguidamente se colocó la muestra en la prensa con el dial en cero y se empezó con la aplicación de la carga de 10 libras, comenzamos con una velocidad de penetración a 05 pulgadas / minuto, tomando una lectura cada 0.025 pulgadas y registramos la carga alcanzada cada 0.025. Cuando alcancen un valor de 0.300 pulgadas liberamos las cargas de la prensa y retiramos la muestra (MTC Manual de Ensayo de materiales, 2018). Dicho procedimiento se repetirá agregando el 15%, 17% y 20% del PCH en relación al peso de las muestras de cada bandeja.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para este proceso se analizaron cuadros, gráficos, etc., con la finalidad de poder determinar datos exactos que se emplearon en esta investigación, para lo cual será determinante contar con profesionales especializados, los resultados de los ensayos se realizaron contando con los protocolos e instrumentos según la norma lo previo, determinando la eficacia del polvo de cascara de huevo como aditivo para la evaluación de los suelos.

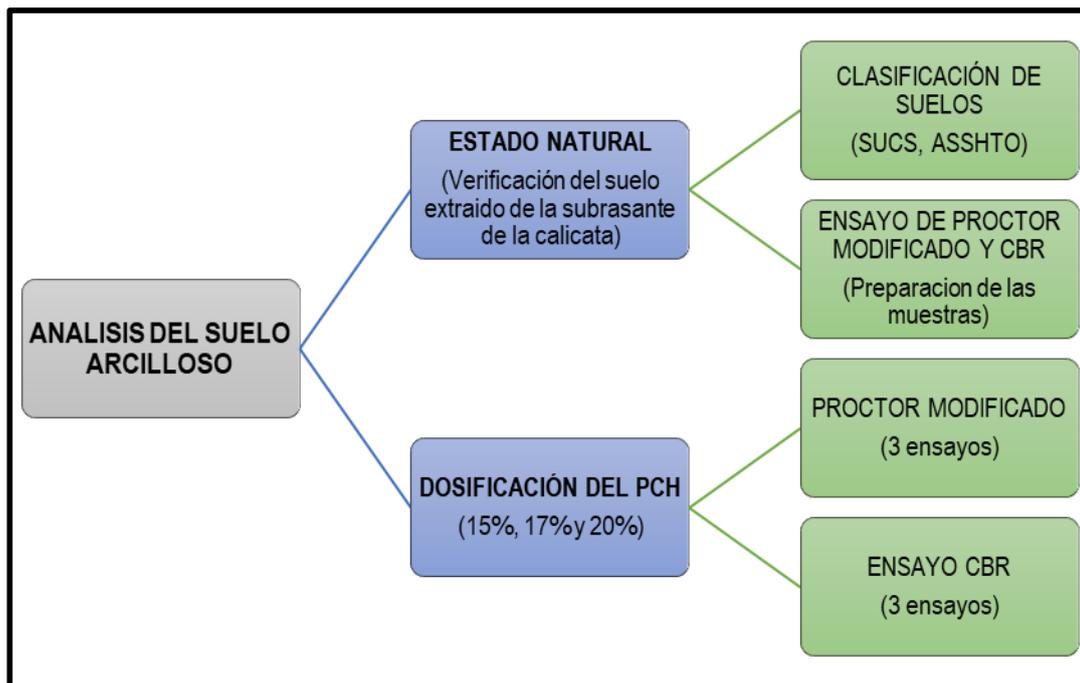


Figura 1. Flujograma del método de análisis de datos aplicada a 1 calicata.

### 3.7. Aspectos éticos

Los criterios éticos nacionales, según el (Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú, 1987), menciona que los ingenieros tienen la responsabilidad de sumar en el servicio a la sociedad para brindar bienestar humano, usando adecuadamente los recursos del estado o recursos privados, desempeñando sus funciones ingenieriles adecuando a los principios éticos en el ejercicio de su profesión, además de defender la honradez y dignidad e implementando la imparcialidad para lograr prestigio y calidad a sus clientes, los principales conductas que llevara un ingeniero serán: la honestidad, la responsabilidad, la lealtad profesional, la solidaridad, la justicia, la inclusión social y el respeto.

Los criterios éticos internacionales, según la (Declaración de los Principios Éticos de los Ingenieros de Colombia, 2017), menciona que la ingeniería colombiana presta en el cumplimiento de principios éticos rigiendo su conducta profesional, las cuales fueron promulgada por el Consejo Profesional de Ingeniería y ACOFI, implicando la vocación personal y social del ingeniero para mejorar las condiciones y mejorando

el crecimiento sostenibles en la sociedad, las cuales son: la integridad, la veracidad, la responsabilidad, la precisión.

**Principio de beneficencia:** Se buscó el bienestar de todos los involucrados del proyecto de tesis, Se investigó de acuerdo a MTC y se empleó la norma ASTM D 2488 y estudios requeridos para así ofrecer la seguridad requerida, teniendo en este caso a los pobladores de Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023, siendo los beneficiarios directos de este proyecto.

**Principio de no maleficencia:** Los tesisistas (nuestra persona) nos comprometimos a dar cumplimiento a los aspectos éticos en mención: la veracidad y la honestidad de los resultados, de la misma forma se ha analizado los antecedentes de los investigadores los cuales fueron citados en el presente proyecto.

**Principio de autonomía:** Esta investigación se declara autónoma, íntegro que podemos afirmar con total seguridad y confiabilidad que los resultados que se obtuvieron de campo, trabajos de gabinete y demás resultados, son de autoría propia de los tesisistas Castro Espejos Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos, por lo tanto, se sabe que se excluyen otros no relacionados con este proyecto de tesis.

**Principio de Justicia:** Respetando la confiabilidad de los datos trabajados por nuestra persona y por la parte profesional brindada por la asesoría de la universidad UCV; para que dicho proyecto de investigación no presente plagio además de la elaboración del tema basados en la sinceridad y el compromiso, por otra parte, el trabajo de investigación cumple las guías Normativas de los Ensayo de Materiales y el manual del MTC “Suelos, geotecnia, geología y pavimentos”.

Para concluir los ensayos fueron validados por especialistas y expertos en el tema, en el revisado y uso de los instrumentos de la investigación.

#### IV. RESULTADOS

Respondiendo al objetivo general, se evaluó la influencia de la incorporación polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023; desarrollando los objetivos específicos como parte de su desarrollo:

##### **Al objetivo 1) Se obtuvo las propiedades físicas que tiene la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023**

- Se presentó los resultados del índice de plasticidad de las cinco calicatas estudiadas, en las tablas donde se detalla el Límite Líquido y Límite Plástico.

**Tabla 1.** Límites de consistencia: (LL, LP, IP)

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318				
LUGAR	MUESTRA CALICATA	LL	LP	IP
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5km)	C-1 ESTADO NATURAL	34	32	2
	C-2 ESTADO NATURAL	22	19	3
	C-3 ESTADO NATURAL	19	16	3
	C-4 ESTADO NATURAL	29	25	4
	C-5 ESTADO NATURAL	29	23	6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se pudo apreciar que el suelo de la C – 5 muestra extraída de la carretera Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, de acuerdo a los ensayos realizados tenemos como resultado un límite líquido redondeado de 29% inferido de la Figura 18, realizando los golpes de 18, 27,33 ejecutadas por la copa de casa grande, un límite plástico de 23% y finalmente un índice de plasticidad de 6%, lo cual se determina un suelo de plasticidad baja según Manual de Carreteras Suelos, MTC 2014.

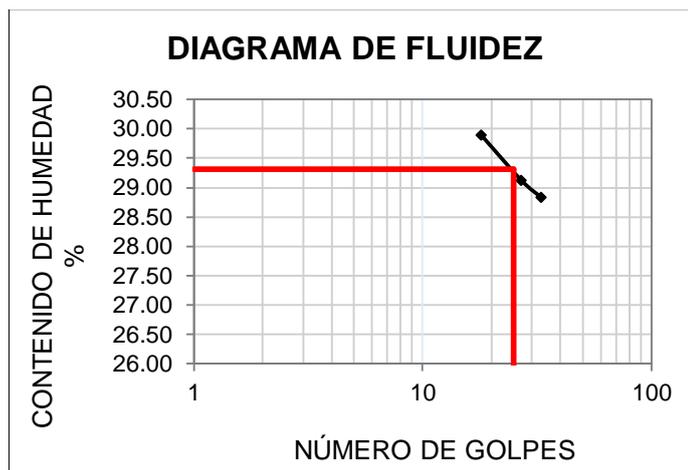


Figura 2. Diagrama de fluidez C-5

- Se presentó los resultados del análisis granulométrico (ASTM C - 136), clasificación de suelo, contenido de humedad, etc.

Tabla 2. Resumen del análisis granulométrico de los suelos en laboratorio.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
CALICATAS	DATOS DEL ENSAYO			Clasificación de la muestra				Contenido de Humedad
	Muestra seca (g)	M. seca luego del lavado (g)	Peso perdido por lavado (g)	SUCS	AASHTO	Ilustración	% de finos	
C-1	1200	1197.4	2.6	Arena mal graduada con grava (SP)	A-1-a (0)		0.22%	18.28%
C-2	900	871.1	28.9	Arena mal Graduada (SP)	A-1-b (0)		3.21%	29.24%
C-3	1200	1194.7	5.3	Arena mal graduada con grava (SP)	A-1-a (0)		0.44%	31.91%
C-4	1200	1177.7	22.3	Arena bien graduada con grava (SW)	A-1-a (0)		1.86%	13.47%
C-5	1200	1197.9	2.1	Grava mal graduada con arena (GP)	A-1-a (0)		0.18%	30.63%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 se logró apreciar la información recaudada de cada análisis granulométrico en su respectiva calicata indicándonos su clasificación de suelo SUCS-AASHTO y el contenido de humedad obtenido, siendo la C-2 el % de finos más representativo en un 3.21% que será representada en la granulometría de la tabla 13.

**Tabla 3.** Análisis granulométrico de la C-2 realizados en laboratorio de suelos.

Muestra seca	:	<b>900</b>			
Muestra seca luego de lavado	:	<b>871.1</b>			
Peso perdido por lavado	:	<b>28.9</b>			
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	337.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	15.70	1.74	1.74	98.26
1/4"	6.300	45.50	5.06	6.80	93.20
No4	4.750	34.30	3.81	10.61	89.39
No8	2.360	147.60	16.40	27.01	72.99
No10	2.000	46.10	5.12	32.13	67.87
No16	1.180	124.50	13.83	45.97	54.03
No20	0.850	88.80	9.87	55.83	44.17
No30	0.600	89.80	9.98	65.81	34.19
No40	0.425	74.00	8.22	74.03	25.97
No50	0.300	67.60	7.51	81.54	18.46
No60	0.250	25.90	2.88	84.42	15.58
No80	0.180	47.80	5.31	89.73	10.27
No100	0.150	20.80	2.31	92.04	7.96
No200	0.075	42.70	4.74	96.79	3.21
PLATO		28.90	3.21	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>900.00</b>	<b>100.00</b>		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se pudo apreciar la granulometría del estrato de la C-2, de un peso de 900gr en muestra seca, el cual viene presentado 3.21% de

fino que pasa el tamiz No200, dicha tabla nos permite graficar la curva granulométrica en la figura 19.

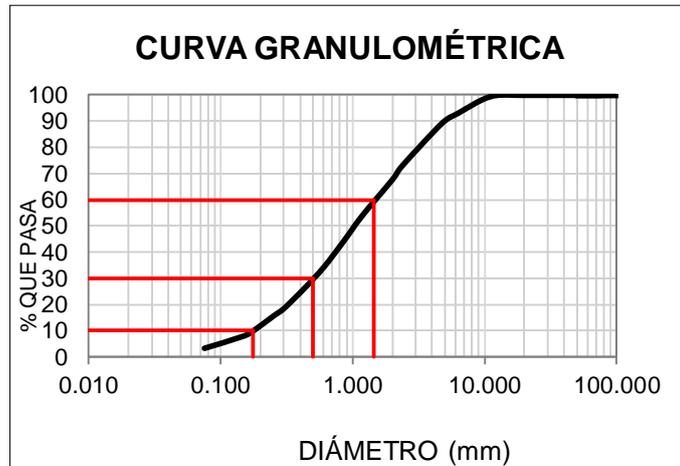


Figura 3. Curva granulométrica de la C-2.

En la figura 19, apreciamos como se forma la curva granulométrica, donde en el eje X tenemos el diámetro de los tamices expresada en (mm) y en el eje Y, el % de material que pasa y va quedando en cada tamiz. Finalmente se evaluó que desde el tamiz de 3/8 (9500mm) empieza a quedar muestra siendo un 1.74%, finalmente una vez tamizado en la No 200 (0.075mm), lo que quedo en el plato es 28.29gr siendo un 3.21% de finos.

**Al objetivo 2) Se determinó la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023**

- Se presentó los resultados del ensayo Proctor Modificado, en este ensayo se determinó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de las cinco calicatas analizadas en laboratorio.

**Tabla 4.** Resumen del ensayo Proctor Modificado.

<b>PROCTOR MODIFICADO: METODO B</b>				
ASTM D- 1557				
<b>LUGAR</b>	<b>CALICATA</b>	<b>%</b>	<b>MDS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>OCH</b>
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-1	0	1.921	11.76%
		15	2.03	10.46%
		17	1.682	10.21%
		20	1.532	9.63%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-2	0	1.60	19.79%
		15	1.709	12.39%
		17	1.591	11.05%
		20	1.435	10.13%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-3	0	1.75	21.41%
		15	2.15	15.98%
		17	1.883	16.70%
		20	1.567	19.71%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-4	0	1.996	9.57%
		15	1.885	10.13%
		17	1.761	11.76%
		20	1.748	13.52%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-5	0	1.835	11.85%
		15	2.012	10.95%
		17	1.915	11.05%
		20	1.77	11.10%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 14 se pudo analizar que existe un aumento de valores respecto al Proctor del estado natural con el polvo de cascara de huevo (PCH) al 15%, donde la máxima densidad seca (MDS) aumenta a favorablemente en cada calicata analizada y el óptimo contenido de humedad (OCH) disminuye a favor del propuesto. Esto no ocurre en las siguientes dosificaciones del 17% y 20% de PCH, en estas disminuye su

MDS en especial en el 20% donde incluso se observa que el MDS es más baja que la del estado natural y el OCH es más alta que la del estado natural.

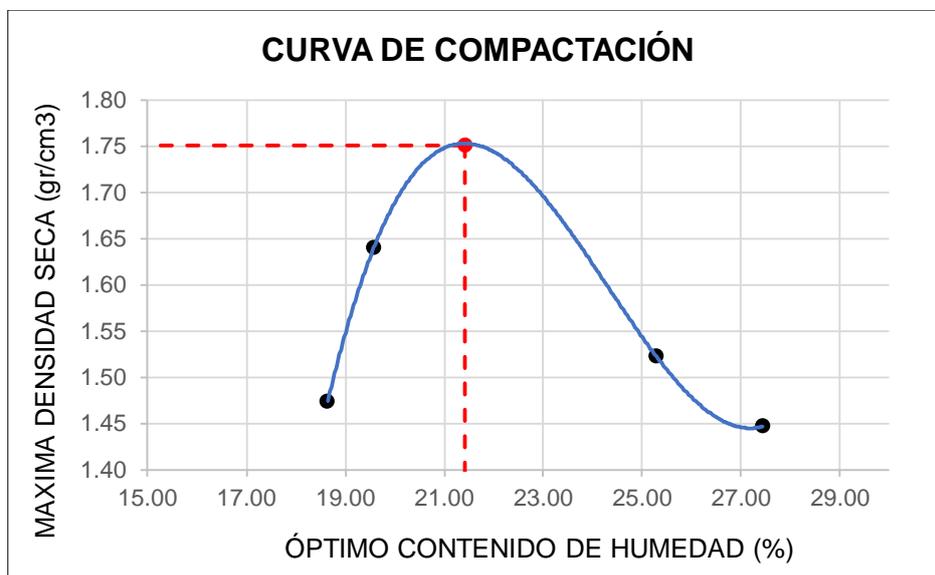


Figura 4. Curva de compactación de la C-3 estado natural.

En la figura 20 se presentó el gráfico de doble entrada en relación al MDS y OCH de la C-3 resultados derivados de la intersección al máximo exponente de la curva a 25 golpes en 5 capas de las 4 muestras siendo 2.5kg de material por cada muestra de la C-3, para hallar los datos se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado 1.75g/cm<sup>3</sup>. Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 18.64% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.75 / (1 + (18.64/100)) = 1,47 \text{ g/cm}^3$ , el mismo procedimiento se realizaron con las 4 muestras y finalmente se obtuvieron los valores de MDS 1.750gr/cm<sup>3</sup> y un OCH 21.41% siendo la muestra en estado natural.

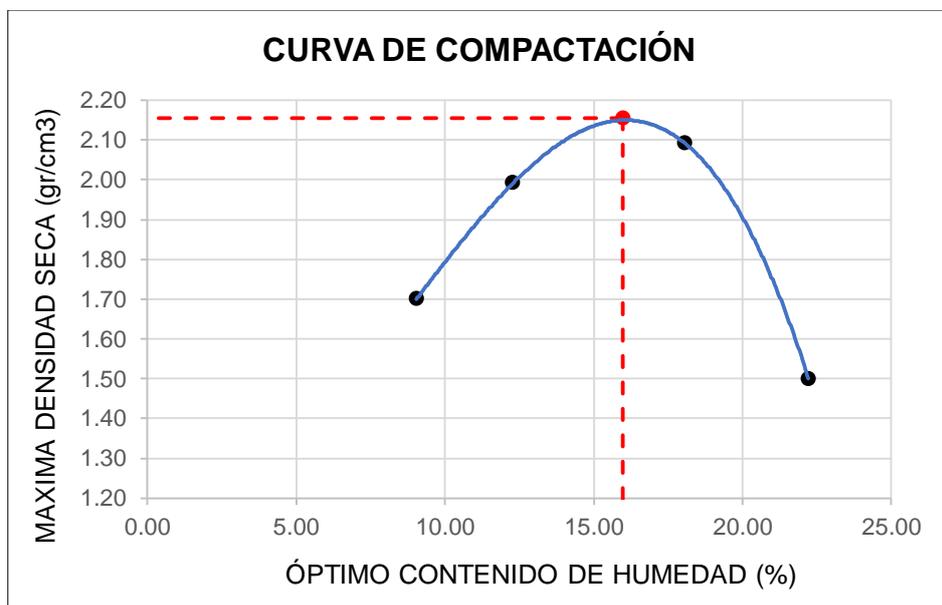


Figura 5. Curva de compactación de la C-3 PCH 15%.

En la figura 21 se presentó el gráfico de la C-3 con la incorporación del 15% del PCH, siendo 2.5kg de material y 375gr de PCH por cada muestra, para hallar los datos se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado  $1.85\text{g/cm}^3$ . Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 9.04% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.85 / (1 + (9.04/100)) = 1.70\text{ g/cm}^3$ , el mismo procedimiento se realizaron con las 4 muestras obteniendo resultados favorables al comportamiento del suelo: MDS  $2.150\text{gr/cm}^3$  y OCH 15.98%.

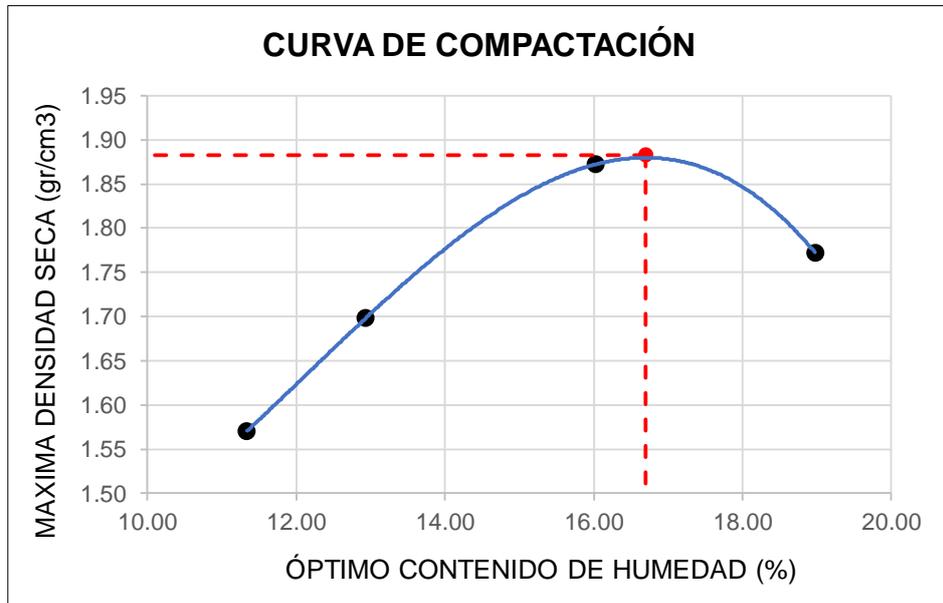


Figura 6. Curva de compactación de la C-3 PCH 17%.

En la figura 22 se presentó el gráfico de la C-3 con la incorporación del 17% del PCH, siendo 2.5kg de material y 425gr de PCH por cada muestra, para hallar los datos se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado  $1.75\text{g/cm}^3$ . Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 11.34% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.85 / (1 + (9.04/100)) = 1.57\text{ g/cm}^3$ , el mismo procedimiento se realizaron con las 4 muestras obteniendo MDS  $1.880\text{gr/cm}^3$  y un OCH 16.70% resultados favorables a comparación del suelo en estado natural.

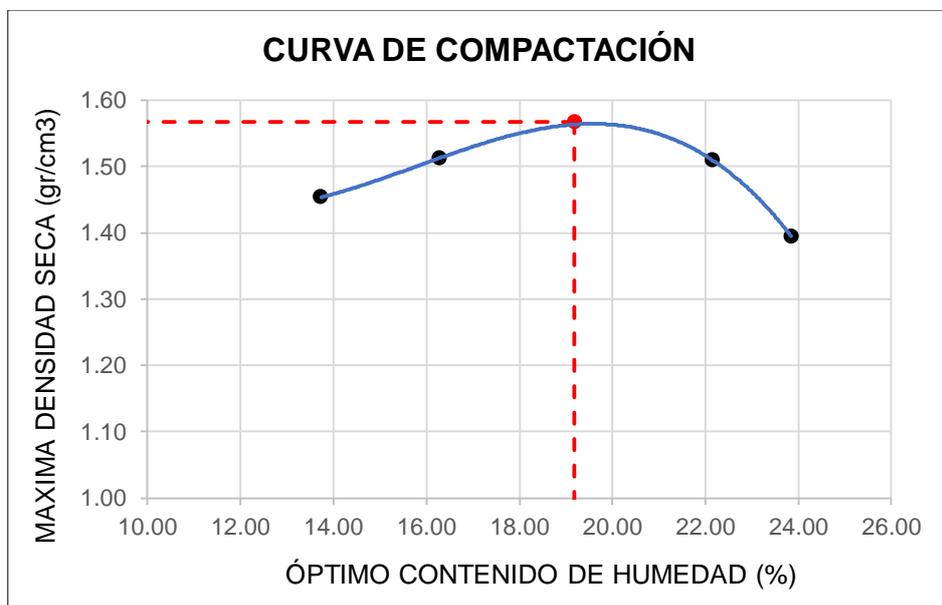


Figura 7. Curva de compactación de la C-3 PCH 20%.

En la figura 23 se presentó el gráfico de la C-3 con la incorporación del 20% del PCH, siendo 2.5kg de material y 500gr de PCH por cada muestra, para hallar los datos se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado  $1.75\text{g/cm}^3$ . Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos  $11.34\%$  para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.85 / (1 + (9.04/100)) = 1.57\text{ g/cm}^3$ , el mismo procedimiento se realizaron con las 4 muestras obteniendo resultados MDS  $1.567\text{gr/cm}^3$  y un OCH  $19.17\%$  resultados no favorables a comparación del suelo en estado natural.

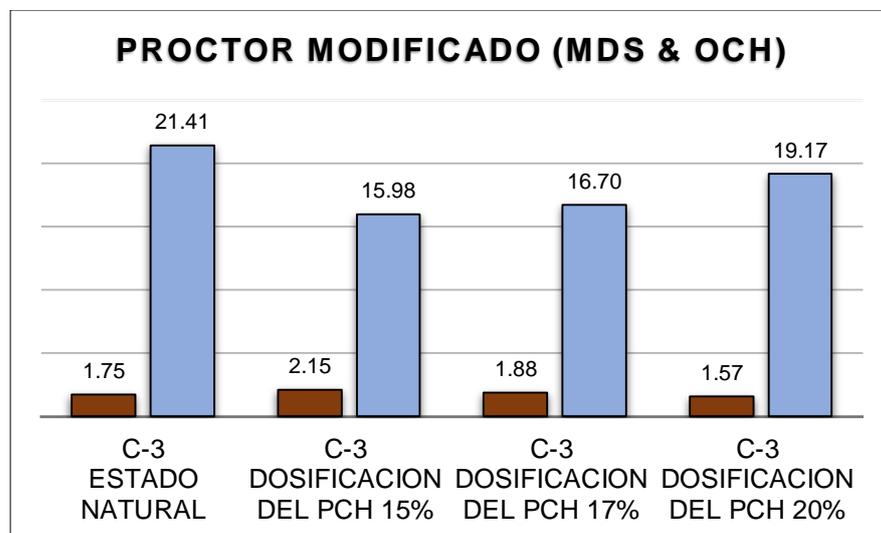


Figura 8. Resumen de la MDS en la C-3.

En la figura 24 se evidenció el aumento y depreciación de la máxima densidad seca (MDS) en los ensayos del Proctor Modificado, variando la densidad seca ( $\text{g/cm}^3$ ) de acuerdo a las dosificaciones incorporadas por el PCH en sus porcentajes descritos, y correlacionándolos con el suelo en estado natural. Esto nos da como resultado la disminución y aumento del óptimo contenido de humedad (OCH). Podemos observar que en el Proctor Modificado la MDS en estado natural es de  $1.75\text{g/cm}^3$  y OCH 21.41%, con la dosificación del 15% la MDS aumento un  $0.40\text{g/cm}^3$  y el OCH redujo un 5.43%, con la dosificación del 17% la MDS aumento un  $0.13\text{g/cm}^3$  y el OCH redujo un 4.71%, con la dosificación del 20% la MDS disminuyo aún más en un  $0.18\text{g/cm}^3$  y el OCH redujo un 2.24%, resultados comparados al estado natural.

**Al objetivo 3) Se evidenció la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023**

- Se presentó los resultados del ensayo CBR, en este ensayo se determinó con la ayuda de la prensa mecánica las penetraciones realizadas en 0.1", donde se analizará si aumenta o disminuye el CBR con las dosificaciones 15%, 17% y 20%, teniendo como resultados lo siguiente.

**Tabla 5. Resumen de Ensayo CBR (California Bearing Ratio).**

<b>ENSAYO CBR</b>				
ASTM D- 1883				
<b>LUGAR</b>	<b>CALICATA</b>	<b>%</b>	<b>CBR al 100% MDS (0.1")</b>	<b>CBR al 95% MDS (0.1")</b>
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-1	0	14.02%	8.16%
		15	15.30%	10.61%
		17	14.84%	9.58%
		20	13.60%	9.91%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-2	0	17.00%	11.32%
		15	17.27%	12.19%
		17	16.43%	11.79%
		20	14.70%	11.74%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-3	0	16.02%	12.77%
		15	18.45%	15.76%
		17	14.52%	12.69%
		20	13.19%	11.30%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-4	0	17.80%	10.65%
		15	16.64%	13.31%
		17	16.38%	13.01%
		20	16.11%	10.59%
CARRETERA DE COSIETE A PALO BLANCO (4.5 - 14.5 KM)	C-5	0	16.62%	11.93%
		15	18.80%	14.33%
		17	16.56%	13.93%
		20	16.56%	13.93%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se presentó los resultados del ensayo CBR al 95% MDS (0.1") de las cinco calicatas en estado natural y con la incorporación de PCH al 15%,17% y 20%. Se observa en la tabla 15 que como resultado relevante la C-3 al 15% PCH nos infiere un CBR 15.76% a diferente del suelo en estado natural e incorporaciones (%) en sus respectivas calicatas, clasificando la subrasante en sus diferentes categorías.

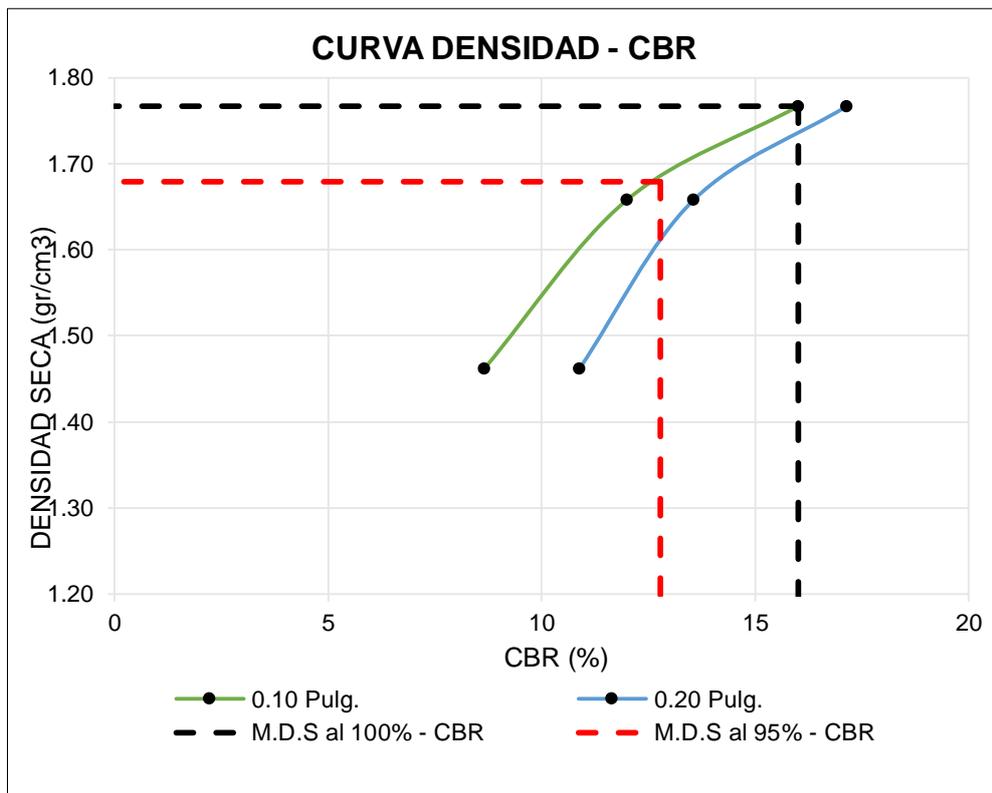


Figura 9. Curva densidad – CBR de la C-3 estado natural.

En la figura 25 se presentó la curva de densidad de la C-3, se efectuó 3 muestras, donde se realizó primero 12 golpes, luego 25 y finalmente 56 golpes en 5 capas siendo 5 kg de material por cada muestra, se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado 1.75g/cm<sup>3</sup>. Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 19.70% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.75 / (1 + (18.64/100)) = 1.462 \text{ g/cm}^3$ , Prontamente se realizó el ensayo de carga de penetración, la presión aplicada en CBR es 8.67% (0.1000 pulg) y 10.89% (0.2000 pulg), mismo procedimiento se realizaron con las 2 muestras restantes y finalmente se obtuvieron los valores donde sus valores del CBR al 100% MDS (0.1") es 16.02% con una densidad seca de 1.767 g/cm<sup>3</sup> con relación al CBR al 95% MDS (0.1") es 12.77% con una densidad seca de 1.679 g/cm<sup>3</sup>.

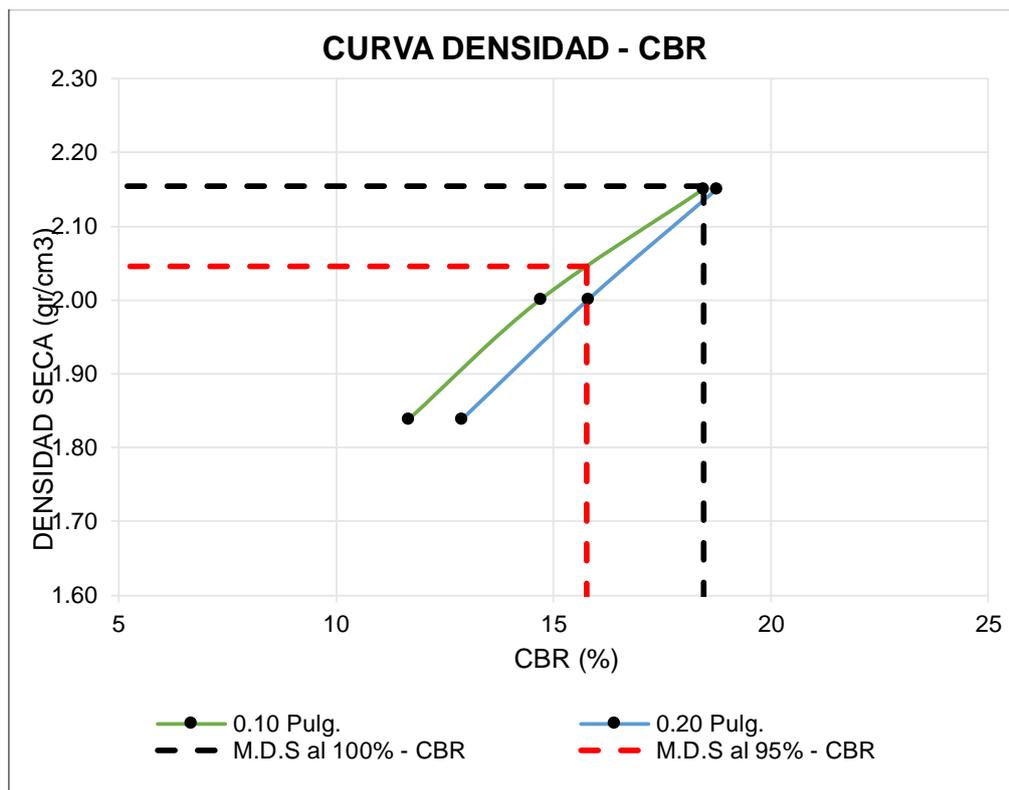


Figura 10. Curva densidad – CBR de la C-3 al 15% PCH.

En la figura 26 se presentó la curva de densidad de la C-3 con la incorporación del 15% de PCH, se efectuó 3 muestras, donde se realizó primero 12 golpes, luego 25 y finalmente 56 golpes en 5 capas siendo 5 kg de material y 750gr de PCH por cada muestra, se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado  $2.10\text{g/cm}^3$ . Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 14.40% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.75 / (1 + (18.64/100)) = 1.839\text{g/cm}^3$ , Prontamente se realizó el ensayo de carga de penetración, la presión aplicada en CBR es 11.67% (0.1000 pulg) y 12.89% (0.2000 pulg), mismo procedimiento se realizaron con las 2 muestras restantes donde sus valores del CBR al 100% MDS (0.1") es 18.45% con una densidad seca de  $2.154\text{g/cm}^3$  con relación al CBR al 95% MDS (0.1") es 15.76% con una densidad seca de  $2.046\text{g/cm}^3$  generando un incremento en relación al estado natural.

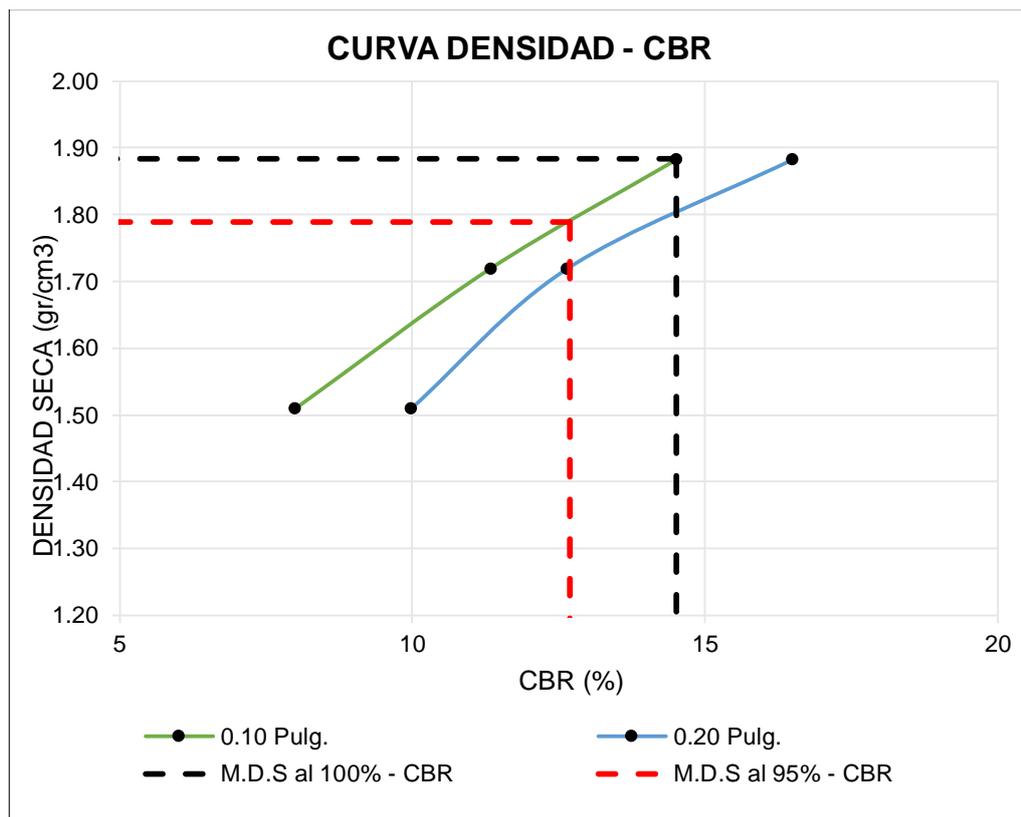


Figura 11. Curva densidad – CBR de la C-3 al 17% PCH.

En la figura 27 se presentó la curva de densidad de la C-3 con la incorporación del 17% de PCH, se efectuó 3 muestras, donde se realizó primero 12 golpes, luego 25 y finalmente 56 golpes en 5 capas siendo 5 kg de material y 850gr de PCH por cada muestra, se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado 1.78g/cm<sup>3</sup>. Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 18.10% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.75 / (1 + (18.64/100)) = 1.509$  g/cm<sup>3</sup>, Prontamente se realizó el ensayo de carga de penetración, la presión aplicada en CBR es 8.67% (0.1000 pulg) y 12.22% (0.2000 pulg), mismo procedimiento se realizaron con las 2 muestras restantes Donde sus valores del CBR al 100% MDS (0.1”) es 14.52% con una densidad seca de 1.883g/cm<sup>3</sup> con relación al CBR al 95% MDS (0.1”) es 12.96% con una densidad seca de 1.789g/cm<sup>3</sup> generando un incremento en relación al estado natural

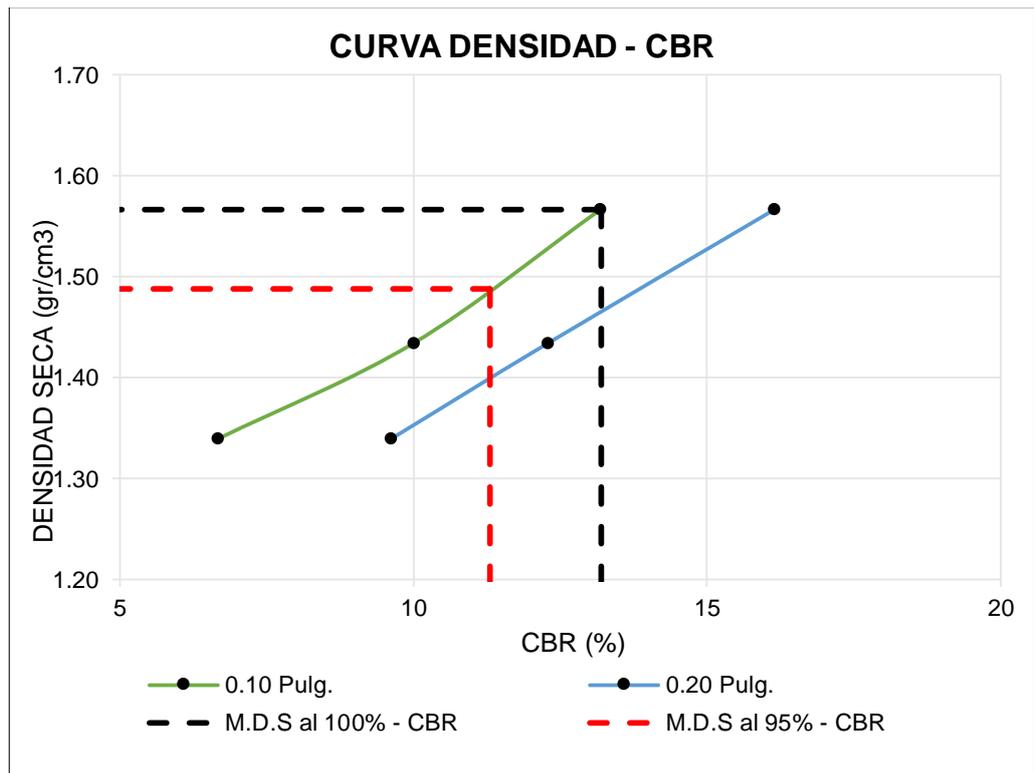


Figura 12. Curva densidad – CBR de la C-3 al 20% PCH.

En la figura 28 se presentó la curva de densidad de la C-3 con la incorporación del 20% de PCH, se efectuó 3 muestras, donde se realizó primero 12 golpes, luego 25 y finalmente 56 golpes en 5 capas siendo 5 kg de material y 1 kg de PCH por cada muestra, se calculó la densidad húmeda con las diferencias del peso del molde sin y con suelo húmedo, esto entre el volumen del molde nos proporciona como resultado 1.58g/cm<sup>3</sup>. Luego con la tara, determinamos el % de humedad con el peso del agua entre peso del suelo seco dándonos 18.10% para luego calcular la densidad del suelo seco siendo  $1.75 / (1 + (18.64/100)) = 1.340$  g/cm<sup>3</sup>, Prontamente se realizó el ensayo de carga de penetración, la presión aplicada en CBR es 6.67% (0.1000 pulg) y 9.26% (0.2000 pulg), mismo procedimiento se realizaron con las 2 muestras restantes Donde sus valores del CBR al 100% MDS (0.1”) es 13.19% con una densidad seca de 1.567g/cm<sup>3</sup> con relación al CBR al 95% MDS (0.1”) es 11.30% con una densidad seca de 1.489g/cm<sup>3</sup> generando un descenso en relación al estado natural.

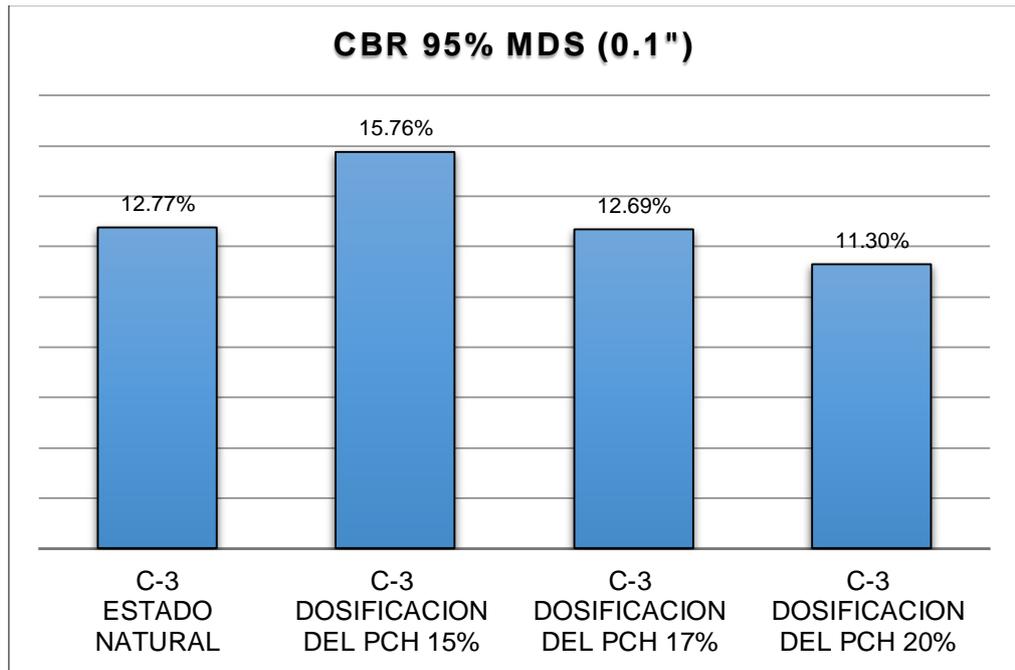


Figura 13. Resumen del % CBR al 95% en la C-3.

En la figura 29 se evidenció el aumento y depreciación del CBR al 95% (0.1") según el ensayo de la norma ASTM D-1883, variando su resistencia al esfuerzo cortante de acuerdo a las dosificaciones incorporadas por el PCH en sus porcentajes descritos, y correlacionándolos con el suelo en estado natural. Esto nos da como resultado la disminución y aumento del porcentaje CRB al 95%. Se pudo observar que el CBR en estado natural es de 12.77%, con la dosificación del 15% aumentó un 2.99%, con la dosificación del 17% disminuyó un 0.08%, con la dosificación del 20% disminuyó aún más un 1.47%, comparado estos porcentajes al estado natural.

## V. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general, los resultados de esta investigación cuantitativa manifiestan que al evaluar la influencia de la incorporación de polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y Proctor Modificado de la subrasante incide de manera significativa en la calidad de subrasante, máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad. De igual forma se constata una relación muy favorable del estado natural del suelo al 15% de incorporación de PCH. Estos hallazgos son similares con investigaciones previas realizadas por Calvo (2019), quien también verifico una sólida relación en la aplicación de finos de cascara de huevo en un 15% obteniendo mayor resistencia a la compresión. Este porcentaje obtenido se atribuye al óptimo aprovechamiento del recurso orgánico y composición de la cascara de huevo. Estas aseveraciones encuentran sustento en los estudios llevados a cabo por Vilma (2020), quien argumenta que, aplicando aditivos naturales en sus respectivos porcentajes, realza las propiedades mecánicas del suelo.

En relación al primer objetivo específico, los valores inferidos en el ensayo para las propiedades físicas que tiene la subrasante, categorizan de manera significativa el tipo de suelo, clasificación según SUSC - AASTHO, índice de grupo, plasticidad, etc. De igual forma se constata que el suelo evaluado en esta investigación en estado natural tiende a ofrecer un suelo bueno con alguna presencia de arcilla relacionado a las investigaciones previas realizadas por Vidal (2021) quien interpreta que las propiedades físicas de suelo estudiado en estado natural carecían de calidad por la mucha presencia de arcilla lo que conllevó a inclinarse a los beneficios que aportaban los porcentajes de cascara de huevo en diferente estado, atribuyendo el aprovechamiento del recurso orgánico como propuesta de aditivo sostenible.

En relación al segundo objetivo específico, los resultados de esta investigación cuantitativa, determinó la influencia de la incorporación del polvo de cascara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado de la subrasante, resaltando de manera significativa. el comportamiento del suelo al ser sometido a fuerza de compactación con un 15% de PCH incorporado, sobresaliendo en sus valores a diferencia del estado natural. Estos hallazgos son similares con investigaciones previas realizadas por Vilca (2021), quien también verifico una sólida relación en la aplicación de 15% de PCH aumentado los resultados de los ensayos Proctor en comparación con los métodos convencionales. Este porcentaje obtenido se atribuye al óptimo aprovechamiento del recurso orgánico y composición de la cascara de huevo. Estas aseveraciones encuentran sustento en los estudios llevados a cabo por Ipince (2020), quien argumenta que, aplicando aditivos naturales en diferente estado de composición según óptimo porcentaje, influye positivamente en la mejora de subrasantes de suelos con presencia de arcilla.

En relación al tercer objetivo específico, los valores inferidos evidenciaron que la incorporación del polvo de cascara de huevo en el ensayo CBR de la subrasante, refleja en resultados de manera significativa .el comportamiento del suelo al 95% de CBR categorizando a la subrasante de regular a buena con un 15% de PCH incorporado, resaltando en sus valores a diferencia del estado natural. Estos hallazgos son similares con investigaciones previas realizadas por Aldorarin (2022), quien también verifico una sólida relación en la aplicación ceniza de cáscara de huevo aumentado los resultados de los ensayos CBR indicando mejoras en sus propiedades mecánicas. Estos resultados obtenidos se atribuyen al óptimo aprovechamiento del recurso orgánico y composición de la cascara de huevo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó que la incorporación del polvo de cáscara de huevo (PCH) en la subrasante viene generando un incremento en las propiedades mecánicas, además de favorecer la categorización de la subrasante con dosificación de 15% del PCH, habiendo previamente hecho comparaciones de ensayo en estado natural el cual nos brindó valores considerables a diferencia del que no manifiesta uso del PCH.
2. Se obtuvieron las propiedades físicas que presentan los suelos en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, siendo procesados en laboratorio cada una de las cinco muestras tomadas (calicatas) de los cuales la C-3 y C-5 presentan una clasificación AASHTO con simbología de grupo A-1-a (0) siendo suelos arcillosos y poco arcillosos, con una subrasante muy buena en acorde a su índice de grupo.
3. Se determinó que la incorporación del PCH con dosificaciones en 15%, 17% y 20% influyen de manera significativa en el ensayo de Proctor Modificado aumentando y reduciendo su MDS y óptimo contenido de humedad en relación al mismo ensayo en estado natural. Con la incorporación de PCH al 15% en el Proctor Modificado se obtienen unos valores máximos en relación al natural.
4. Se evidenció que la incorporación del PCH con dosificaciones en 15%, 17% y 20% influyen de manera reveladora en el ensayo de CBR volviendo más apropiada su resistencia al esfuerzo resaltando valores en los ensayos de CBR al 95% de la máxima densidad seca (MDS) para un 0.1" de penetración en estado natural. Con la incorporación de PCH al 15% en el CBR se obtiene un valor porcentual máximo en relación al natural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda adentrarse con nuevas investigaciones del polvo de cascara de huevo en otros tipos de suelos que presenten problemas de estabilización. Recomendando probar con el mismo material en diferente estado, como la ceniza u otro material innovador, con afines de reducir costos en el mejoramiento de carreteras a nivel de subrasante teniendo una proyección socio ambiental.

Se recomienda inclinarse por la dosificación mayor, el cual viene siendo el valor de 15% del PCH en los suelos arcillosos para los ensayos de Proctor Modificado y CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California); con el objetivo de obtener resultados de mejora en su resistencia y densidad a nivel de subrasante; recomendando no dejar de lado la investigación con otros métodos ensayos experimentales para verificar las reacciones y mejoras de sus propiedades.

Se recomienda evaluar las propiedades físicas de los suelos incorporando polvo de cáscara de huevo en los ensayos de Límites de consistencia con las dosificaciones abordadas en esta investigación. Recomendando enfatizar el 15% para obtener resultados favorables o desfavorables.

Se recomienda cultivar la concientización del uso y reciclado en futuros proyectos de investigación o proyectos de gran escala con propuesta de tecnología biodegradable por parte de las municipalidades de cada provincia para considerar una opción a futuro el desarrollo de proyectos con armonía medio ambiental como lo viene siendo el PCH en la mejora de caminos vecinales a nivel de subrasante.

## REFERENCIAS

IPINCE, Héctor. Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48544>

VILCA, Royera. Mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de Subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca – La Mar - Ayacucho, 2021. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48544>

VILMA, Marcelo. Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60200>

CALVO, Purificación. Desarrollo de conglomerantes hidráulicos de carretera empleando cáscara de huevo como componente. Influencia del tamaño de partícula. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/11441/94247>

ALDORARIN, Carolina. Incorporación de ceniza de cáscara de huevo para el mejoramiento de la subrasante en la Av. Santa Rosa - Chíncha - Ica, 2022. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91955>

VIDAL, Luis. Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82593>

ALARCON, Jacques y TORRES, Sergio. Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal. Bachiller (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/LandaA\\_J.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/LandaA_J.pdf?sequence=6&isAllowed=y).

ESTRADA, María y GONZALES, Pamela. Análisis comparativo de las propiedades fisicomecánicas de un suelo natural, comparado con un suelo estabilizado con el Sistema Consolid en la Carretera Ollantaytambo en el tramo 0+000 – 1+000. distrito Ollantaytambo, provincia Urubamba, Región Cusco, 2018. Tesis (Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12557/2110>.

GALLARDO, Esther. Metodología de la Investigación: manual autoformativo interactivo. 1.<sup>a</sup> ed. Huancayo: Universidad Continental. 2017.96pp. ISBN electrónico n.º 978-612-4196.

Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/>.

PARADA, Alejandro. Lectura y contralectura en la Historia de la Lectura [en línea]. Vol. 4 Num. 2. Villa María: Eduvim, 120 pp, 2019. [fecha de consulta: 28 de Mayo del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v44n2e344254>

ISBN: 978-987-699-593-1

IBAÑEZ, Romualdo y MONEADA, Fernando. El Resumen de artículos de investigación científica Variación disciplinar a nivel local y global [en línea]. Octubre 2017, 2.<sup>a</sup> ed. [Fecha de consulta: 28 de Mayo del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1075/sic.14.2.06iba>.

ISSN: 1571-0718

ÑAUPAS, Humberto; PALACIOS, Jesus; VALDIVIA, Raúl y ROMERO, Hugo. Metodología de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis [en línea]. 5ª. Edición. Bogotá, 2018 [Fecha de consulta: 26 de abril de 2023].

Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/16EujosBT9zACw1EVK60-44zRjJ18OZSB/view?usp=sharing>

ISBN: 9789587628760.

PINO, Jesus. Síntesis de la Investigación sobre Variabilidad y Dispersión en Estadística [en línea]. Granada, 2017 [Fecha de consulta: 28 de abril de 2023].

Disponible en: <https://www.ugr.es/~batanero/documentos/TFMPino.pdf>.

MUÑOZ, Carlos. Metodología de la Investigación Científica [en línea]. Oxford University Press México, 2015. [Fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n.html?id=DflcDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?id=DflcDwAAQBAJ&redir_esc=y).

ISBN: 6074265429.

HUANIO, Lilibet y SANCHEZ, Erikca. Determinación de la granulometría óptima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo para el mejoramiento de suelos ácidos del valle de Santa. Tesis (Ingeniero Agroindustrial). Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2984/46309.pdf?sequence=1>.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E. R.; SANTOS, A. R. dos; COSTA, B. de S.; FLORENTINO, L. A.. Chemical attributes of soils with eggshell application [en línea]. Febrero 2017. v.45, n.3, p.307–312 [Fecha de Consulta: 16 de Junio].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2017v45n3p307-312>.

ISSN: 1984-5529

ARIAS, José; HOLGADO, Julio; TAFUR, Tania y VASQUEZ, Mario. Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis [en línea]. 1ª. ed. Biblioteca Nacional del Perú, 2022 [Fecha de Consulta: 17 de mayo].

Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>.

ISBN: 978-612-5069-04-7.

VALDÉS, Jesús. La cáscara del huevo: ¿desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola? Una experiencia cubana [en línea]. Febrero de 2009, Vol. 19, No. 1 [Fecha de Consulta: 05 de mayo].

Disponible en: <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/848/1161>.

ISSN: 1561-2929.

SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1ª. Ed. Biblioteca Nacional del Perú, 2018 [Fecha de Consulta: 18 de mayo].

Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

ISBN: 978-612-47351-4-1.

MONTEJO, Alfonso. Estabilización de suelos [en línea]. 1ª. Ed. México: Bogotá; 2018. [Fecha de Consulta: 19 de mayo].

Disponible en: <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31555>.

ISBN: 9789587628784.

HUANCA, Antonio. Uso de la cáscara de huevo molido como material encalante en suelos ácidos del Perú. Tesis (ingeniero agrónomo). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3563>.

OJEDA, Dayanna. Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura. Tesis (Arquitectura). Loja: La Universidad Católica de Loja, 2017.

Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/20.500.11962/20988>.

LÓPEZ, Roldan y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación Social Cuantitativa [en línea]. 1ª. edición. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2016 [Fecha de Consulta: 18 de mayo].

Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsoccua\\_a2016\\_cap1-2.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsoccua_a2016_cap1-2.pdf).

FABARA, Hugo y NARANJO, Víctor. Las características del suelo de subrasante de los caminos vecinales de la comunidad de Echaleche Pilahuín y su incidencia en el comportamiento de la capa de rodadura. Tesis (Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2011.

Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2200>.

DIAZ, Jorge Abraham. Mecánicas de suelos: naturaleza y propiedades [en línea]. 1ª. edición. México, 2014, [ Fecha de Consulta: 05 de mayo].

Disponible en: [https://kupdf.net/download/jorge-abraham-d-iacute-az-rodr-iacute-guez-mecanica-de-suelos-naturaleza-y-propiedades\\_58acce506454a74a26b1e90b\\_pdf](https://kupdf.net/download/jorge-abraham-d-iacute-az-rodr-iacute-guez-mecanica-de-suelos-naturaleza-y-propiedades_58acce506454a74a26b1e90b_pdf).

ISBN: 978-607-17-1954-6.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima, (2018).

Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de Carreteras Diseño Geométrico. (D.G-2018).

Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/R.D.%20N%C2%B0%2003-2018-MTC.14.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/R.D.%20N%C2%B0%2003-2018-MTC.14.pdf).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Lima, (2016).

Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/RD%20N%C2%B0%2018-2016-MTC-14%20\(Manual%20Ensayo%20Materiales\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/RD%20N%C2%B0%2018-2016-MTC-14%20(Manual%20Ensayo%20Materiales).pdf).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos-Sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. 302 pp.

Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/RD%20N%C2%B0%2010%202014%20MTC%2014%20Aprueba%20Version%20Abril%20de%20Suelos%20y%20Pavimentos.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/RD%20N%C2%B0%2010%202014%20MTC%2014%20Aprueba%20Version%20Abril%20de%20Suelos%20y%20Pavimentos.pdf).

Defensoría del Pueblo. ¿Dónde va nuestra basura?: Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales [en línea]. 1ª. Edición. Biblioteca Nacional del Perú, 2019 [Fecha de Consulta: 16 de mayo].

Disponible en:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1175483/INFORME-DEFENSORIAL-18120200801-1197146-1ec8wlv.pdf?v=1596318692>.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaboración Proyectos y Tesis de Investigación Científica [en línea]. 2a edición. Lima - Perú San Marcos E.I.R.L. 2013 [Fecha de Consulta: 19 de mayo].

Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2200>.

ISBN: 9786123028787.

SUAREZ, Jaime. Estabilización de suelos. Revista Seminario de Rellenos [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander [Fecha de Consulta: 21 de mayo].

Disponible en: <https://dokumen.tips/download/link/estabilizacion-de-suelos-jaime-suarez-diaz.html>.

BUDHU, Muni. Soil mechanics fundamentals [en línea]. 1ª Edición. John Wiley & Sons, Ltd: United Kingdom, 2015 [ Fecha de Consulta: 08 de Mayo].

Disponible en: <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/87967/13/Muni%20Budhu-Soil%20Mechanics%20Fundamentals%20-%20Metric%20Version-Wiley-Blackwell%20%282015%29.pdf>.

ISBN: 978-1-119-01965-7.

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea]. 4ª edición. Cengage Learning Editores, Mexico, 2015 [Fecha de Consulta: 15 de mayo].

Disponible en: <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2022/01/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica-BMD.pdf>.

ISBN: 978-607-519-373-1.

Asociación de Colombia de Ingenieros (ACIEM). Declaración de los principios Éticos de los Ingenieros [en línea]. Bogotá, Colombia. 2017 [Fecha de consulta: 16 de mayo]. Disponible en: <https://aciematlantico.org.co/wp-content/uploads/2022/01/DECLARACIÓN%20DE%20LOS%20PRINCIPIOS%20ÉTICOS%20DE%20LOS%20INGENIEROS.pdf#:~:text=Declaración%20de%20los%20Principios%20Éticos%20de%20los%20Ingenieros,las%20siguientes%20instituciones%20firmantes%3A%20CONSEJOS%20PROFESIONALES%20DE%20INGENIERÍA>.

Colegio de Ingenieros del Perú. Código de Ética - Disposiciones Generales. Perú 1987 [en línea]. Stodocu, Universidad Tecnológica del Perú, 2022. [Fecha de Consulta: 17 de mayo].

Disponible en: <https://www.stodocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/autoconocimiento/codigo-de-etica-del-colegio-de-ingenieros-del-peru/39057628>.

SISTEMA de Bibliotecas. DuocUC. Manual para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 690-220 de octubre de 2005.

Disponible en: <https://biblioteca.intec.edu.do/downloads/documents/files/formatos-bibliograficos/manual-citas-bibliograficas-iso-690.pdf>.

GlobalGoals: Responsible Consumption and Production [en línea]. 2023 [Fecha de Consulta: 06 de mayo].

Disponible en: <https://www.globalgoals.org/goals/12-responsible-consumption-and-production/>.

MOORE, John ; DAVIES, Thomas; VIDAL, Javier; BUUR, Robert y KUS, James. Perú [en línea]. Encyclopedia Britannica, junio 2023 [Fecha de Consulta: 06 de mayo].

Disponible en: <https://www.britannica.com/place/Peru>.

MISHRA, Sanjana. Calzadas romanas: construidas para durar [en línea]. Astra Tema de WordPress, 2023 [Fecha de Consulta: 06 de mayo].

Disponibile en: <https://nuscimagazine.com/roman-roads-built-to-last-845502c2c5bc/>.

MONCALEANO, Cindy. Melhoramento de um solo granular por ativação alcalina de resíduos de vidro e cal de casca de ovo. Tesis (Ingenieria Civil). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/10183/229465>.

POSSO, Abel. Método de Reutilización de la Cascara de Huevo. Tesis (Diseñador Industrial). Risaralda – Colombia: Universidad Católica de Pereira, 2020.

Disponibile en: <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/7135/7/DDMDI146.pdf>.

## ANEXOS

- **Anexo 1.** Matriz de operacionalización de variables.

**Tabla 6.** Matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Polvo de Cascara de Huevos (Independiente)	Según Ojeda (2018). La cáscara de huevo es una sustancia mineral, que contiene aproximadamente el 94% de Carbonato de Calcio (CaCO <sub>3</sub> ), el cual es un componente estructural importante. Las características químicas de la cáscara de huevo incluyen minerales en un 95.1% y agua en un 1.6%. De los minerales, el 93.6% es carbonato de calcio, lo que representa la composición de la cáscara de huevo.	Para poder medir la Incorporación del PCH, se realizará una dosificación usando 15%, 17% y 20%, a la muestra del suelo arcilloso.	Dosificación	15%PCH	De razón	De razón
				17%PCH		
				20%PCH		
			Propiedades Químicas	Composición Química	De razón	De razón
Evaluación a Nivel de Subrasante (Dependiente)	Hugo (2010). En su libro características de la subrasante, El mejoramiento de la subrasante consiste en utilizar suelos en estado natural o en proceso de mejora, donde se aplica carga para reducir los espacios vacíos presentes en la subrasante y aumentar su capacidad portante	Esta variable se medirá mediante los ensayos que se realizaran en el laboratorio además de usar los softwares y equipos computacionales para poder desarrollar el mejoramiento de la sub rasante.	Propiedades Físicas (Sub rasante)	Clasificación SUCS-AASHTO (Ordinal)	Plantilla de ensayo de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad	SUCCS y AASHTO
				Plasticidad (%)		Alta Media Baja
			Propiedades Mecánicas (con dosificación)	Ensayo Proctor Modificado (gr/cm <sup>3</sup> )	Planilla de ensayo Proctor Modificado y CBR	MDS (gr/cm <sup>3</sup> ) OCH (%)
				Ensayo CBR (%)		Inadecuada Regular Buena Muy Buena

Fuente: Elaboración propia.

- **Anexo 2.** Validez y confiabilidad de los Instrumentos de recolección de datos.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - SUELOS**  
(MTC E107/NTP 339.128)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
SOLICITANTE:	
CALICATA :	ESTRATO :
F. ENSAYO:	F. ENTREGA:

Tamices ASTM	ABERTURA en mm	peso retenido (g)	% ret parcial	% ret acumulado	% que pasa
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
4	4.178				
8	2.360				
10	2.000				
16	1.180				
20	0.850				
30	0.600				
40	0.420				
50	0.300				
60	0.250				
80	0.180				
100	0.150				
200	0.074				
<200					
<b>TOTAL</b>					

DATOS DEL MATERIAL
Peso inicial seco (g) =
Peso lavado seco (g) =
Pérdida por lavado (g) =

% Grava =

% Arena =

% Finos =

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
 -----  
**JUAN PEDRO RODRÍGUEZ TESÉN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro C.I.P. N° 102186



  
 -----  
**Carlos Edwin Meza Neyra**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175561

  
 -----  
**Carlos Alfonso Peñero Saavedra Caballero**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175560

**CONTENIDO DE HUMEDAD - SUELOS**  
(ASTM D 2216/NTP 339.127)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
SOLICITANTE:	
CALICATA :	ESTRATO :
F. ENSAYO:	F. ENTREGA:

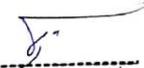
CONTENIDO DE HUMEDAD			
DESCRIPCIÓN	MUESTRA: 1	MUESTRA: 2	MUESTRA: 3
Peso de tara			
Peso de tara + suelo húmedo			
Peso de tara + suelo seco			
Peso de suelo seco (Ps)			
Peso de suelo húmedo (Ph)			
% de humedad			
% de humedad promedio			

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
 JUAN PEDRO RODRÍGUEZ TESÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro C.I.P. N° 102186

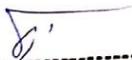
  
 Carlos Edwin Meza Nayra  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175561

  
 Carlos Alonso Derrero Saavedra Caballero  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175560

**PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO- SUELOS**  
(ASTM D 1587)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
SOLICITANTE:	
CALICATA :	ESTRATO :
F. ENSAYO:	F. ENTREGA:

Muestra N°	1	2
A	Peso del frasco (gr)	
B	Volumen del frasco (cm3)	
C	Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	
D=(C-A)	Peso del Suelo Húmedo (gr)	
E=(C-A)/B	Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	
F	Contenido de Humedad (%)	
E/(1+F/100)	Peso Unitario Seco (gr/cm3)	
	Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	

  
 JUAN PEDRO RODRIGUEZ TESEN  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro C.J.P. N° 102186

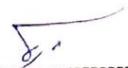
  
 Carlos Edwin Meza Neyra  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175561

  
 Carlos Alonso Demetrio Sáenz Caballero  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175560

## ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN (ASTM D - 1883)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
SOLICITANTE :	
CALICATA :	ESTRATO :
F. ENSAYO:	F. ENTREGA:

ESTADO		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
		MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
MOLDE		12		25		56	
N° DE GOLPES POR CAPA		4530		4530		4530	
SOBRECARGA (g)							
A	Peso del suelo húmedo + molde (g)						
B	Peso del molde (g)						
(A-B)	Peso del suelo húmedo (g)						
C	Volumen del molde (cm³)						
D	Volumen del disco espaciador (cm³)						
	Densidad húmeda (g/cm³)						
CONTENIDO DE HUMEDAD							
E	Peso del suelo húmedo + cápsula (g)						
F	Peso del suelo seco + cápsula (g)						
(E-F)	Peso del agua (g)						
G	Peso de la cápsula (g)						
(F-G)	Peso del suelo seco (g)						
(E-F)/(F-G)	% de humedad (%)						
	Densidad de Suelo Seco (g/cm³)						

  
 JUAN PEDRO RODRÍGUEZ TESÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro C.I.P. N° 102186

  
 Carlos Edwin Meza Neyra  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175561

  
 Carlos Alonso Demareo Saavedra Caballero  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175560

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
(ASTM D - 1883)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
SOLICITANTE :	ESTRATO :
F. ENSAYO:	F. ENTREGA:

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs									
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN	LECTURA DIAL	MOLDE 1	ESFUERZO	LECTURA DIAL	MOLDE 2	ESFUERZO	LECTURA DIAL	MOLDE 3	ESFUERZO
Pulg.		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000									
0.025									
0.050									
0.075									
0.100									
0.125									
0.150									
0.200									
0.300									
0.400									
0.500									

  
 JUAN PEDRO RODRIGUEZ TESEN  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro C.I.P. N° 102186

  
 Carlos Edwin Meza Neyra  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175561

  
 Carlos Alfonso Delmendo Sáavedra Caballero  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 175560

**PROCTOR MODIFICADO MÉTODO \_\_\_**  
(ASTM D - 1557)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
SOLICITANTE :	
CALICATA :	ESTRATO :
F. ENSAYO:	F. ENTREGA:

Molde N°	
A	Peso del molde (g)
B	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )
C	N° de capas
D	N° de golpes por Capa

MUESTRA N°		# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
E	Peso del suelo húmedo + molde (g)						
F	Peso del molde (g)						
(E-F)	Peso del suelo húmedo (g)						
(E-F)/B	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
G	Peso del suelo húmedo + tara (g)						
H	Peso del suelo seco + tara (g)						
(G-H)	Peso del agua (g)						
I	Peso de la tara (g)						
(H-I)	Peso del suelo seco (g)						
(H-I)/(G-H)	% de humedad (%)						
	Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )						



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	
Óptimo contenido de humedad (%)	

  
 JUAN PEDRO RODRIGUEZ TESÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 Registro C.I.P. N° 102186

  
 Carlos Edwija Meza Neyra  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.P. N° 175561

  
 Carlos Alfredo Demetrio Sotaveira Caballero  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.P. N° 175560

- **Anexo 3. Matriz de Consistencia.**

**Tabla 7. Matriz de Consistencia.**

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VAR. INDEP.				
¿De qué manera influye la incorporación polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?	Evaluar la influencia de la incorporación polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR y Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.	Como hipótesis planteada inferimos que la incorporación del polvo de cáscara de huevo mejorara favorablemente la subrasante de la carretera ubicada en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.	Polvo de Cáscara de Huevo	Dosificación	5% PCH	De razón	<b>Método:</b> (Científico)
					15% PCH		
					20% PCH		
				Propiedades Químicas	Composición Químicas (%)	De razón	<b>Tipo:</b> (Aplicada)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VAR. DEPE.				
¿Cuáles son las propiedades físicas que tienen la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?	Obtener las propiedades físicas que tiene la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.	La propiedades físicas que tiene la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023 son regulares.		Propiedades Físicas	Clasificación SUCS-AASHTO (Ordinal)	Ficha de Ensayo Clasificación de Suelos (ASTM D-2487)	<b>Diseño:</b> (Experimental)
					Plasticidad (%)	Ficha de Ensayo Límite de Consistencia de Atterberg (ASTM D-4318)	
¿Influye la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?	Determinar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo de Proctor Modificado de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023".	La incorporación del polvo de cáscara de huevo actua de manera favorable en el ensayo Proctor Modificado en la subrasante de Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.	Evaluación a Nivel de Subrasante	Propiedades Mecánicas	Ensayo Proctor Modificado (gr/cm <sup>3</sup> )	Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557)	<b>Población:</b> (21km subrasante Cosiete, Palo Blanco, Contumaza) <b>Muestra:</b> (10km subrasante, representada en 5 calicatas de estudio)
¿Qué efecto obtiene la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023?	Evidenciar la influencia de la incorporación del polvo de cáscara de huevo en el ensayo CBR de la subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.	La incorporación del polvo de cáscara de huevo actua de manera favorable en el ensayo CBR en la subrasante de Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.			Ensayo CBR (%)	Ensayo CBR de suelos (ASTM D-1883)	

Fuente: Elaboración propia.

- **Anexo 4.** Panel fotográfico de los trabajos realizados in situ y en el laboratorio de suelos “CRISAL Ingeniería y Arquitectura”.



*Fotografía 1.* Realizando los trabajos de recolección de la cascara de huevo en la Incubadora Rodríguez y proceso de pulverización para procesos en laboratorio, adjuntando fotografía 2,3 y 4.



Fotografía 2. Localización y extracción en la calicata 1 (C-1), carretera km 4.5 -14.5 Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.



Fotografía 3. Localización y extracción en la calicata 2 (C-2), carretera km 4.5 -14.5 Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.



Fotografía 4. Localización y extracción en la calicata 3 (C-3), carretera km 4.5 -14.5 Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.



Fotografía 5. Localización y extracción en la calicata 4 (C-4), carretera km 4.5 -14.5 Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.



Fotografía 6. Localización y extracción en la calicata 5 (C-5), carretera km 4.5 -14.5 Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.



Fotografía 7. Con el tamiz N°200 se procedió a obtener el polvo de cascara de huevo y liberar de impuras para su óptimo uso.



Fotografía 8. Preparando los materiales y equipos para el ensayo de Análisis Granulométrico en cada calicata.



Fotografía 9. Preparación de calicatas para el Análisis Granulométrico en laboratorio "CRISAL Ingeniería y Arquitectura".



Fotografía 10. Selección de la calicata para tamizado y recolección de datos en plantilla de granulometría.



Fotografía 11. Proceso de Ensayo de Granulometría en la C-2 y demás calicatas.



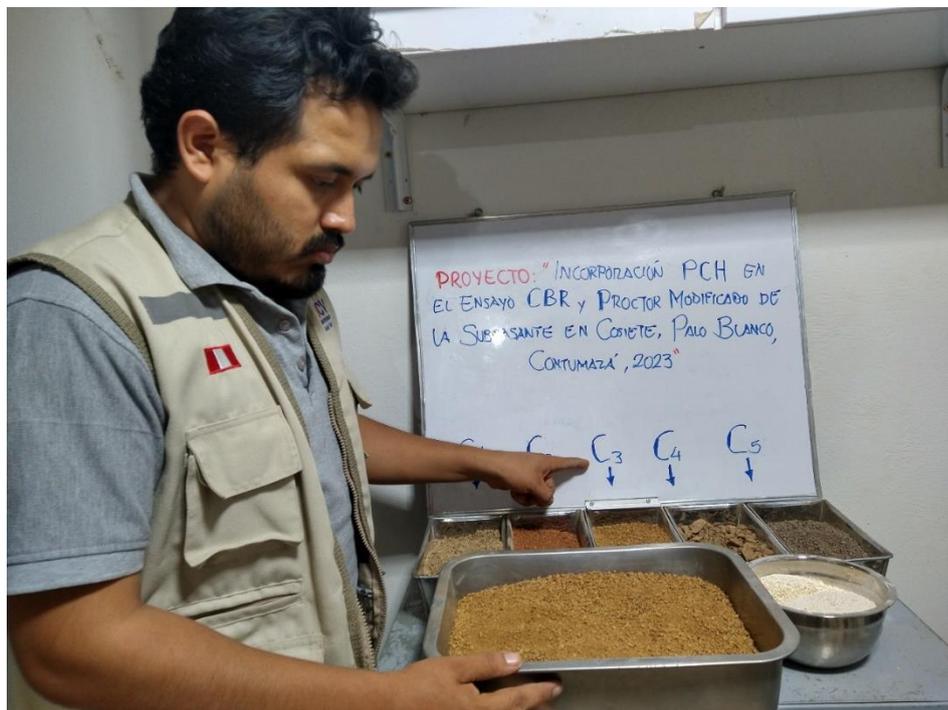
Fotografía 12. Obtención de finos en las respectivas calicatas para ensayos de Límites de Consistencia (LL, LP, IP).



Fotografía 13. Selección de calicata para ensayo de Límites Consistencia.



Fotografía 14. Procediendo a los Ensayos de Límites de Consistencia, preparando los materiales y equipos respectivos.



Fotografía 15. Ensayos en calicata 3 (C-3) para Proctor Modificado con la incorporación de polvo de cascara de huevo (PCH), paulatinamente se trabajó en el resto de calicatas.



Fotografía 16. Proceso de Ensayo de Proctor Modificado con la incorporación de PCH en su respectivo porcentaje, similitud de desarrollo en las calicatas anteriores.



Fotografía 17. Proceso de Ensayo Proctor Modificado, recolectando datos de molde 4".



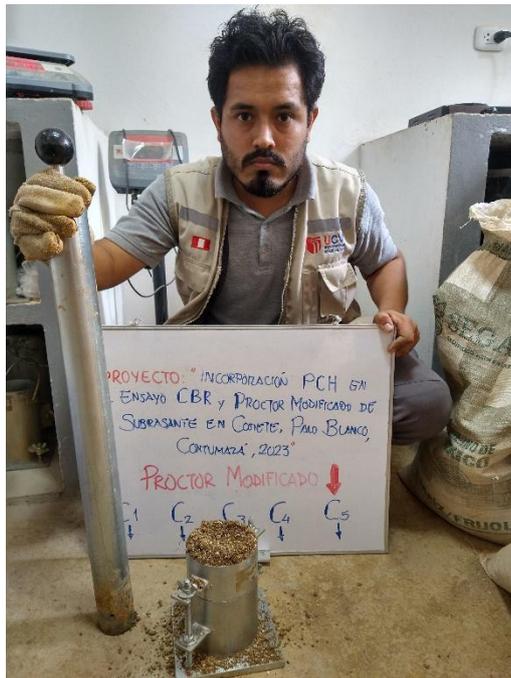
*Fotografía 18.* Procedimiento de Ensayo Proctor Modificado, llenado de la muestra por capas en el molde de 4".



*Fotografía 19.* Proceso de Ensayo Proctor Modificado, compactación de la muestra a 25 golpes por capa.



Fotografía 20. Similitud de procedimiento de Ensayo Proctor Modificado trabajos realizados en las respectivas calicatas (0%, 15%, 17% y 20%).



Fotografía 21. Proceso de Ensayo Proctor Modificado retiro de collarín del molde, similitud de desarrollo en las demás muestras y calicatas.



Fotografía 22. Proceso de Ensayo Proctor Modificado, rasado de la muestra en collarín para su respectivo peso.



Fotografía 23. Preparación de equipos y materiales para el Ensayo CBR (California Bearing Ratio).



Fotografía 24. Procedimiento del Ensayo CBR con cada muestra de las calicatas respectivas.



Fotografía 25. Proceso final en el Equipo de Ensayo CBR luego de 96hrs sumergidos en agua para determinar expansión y resistencia a la penetración, toma de datos y cálculos respectivos. Procesos similares en las demás calicatas y muestras (0%, 15%, 17% y 20%).

- **Anexo 5.** Planos en planta de la Carretera Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023.

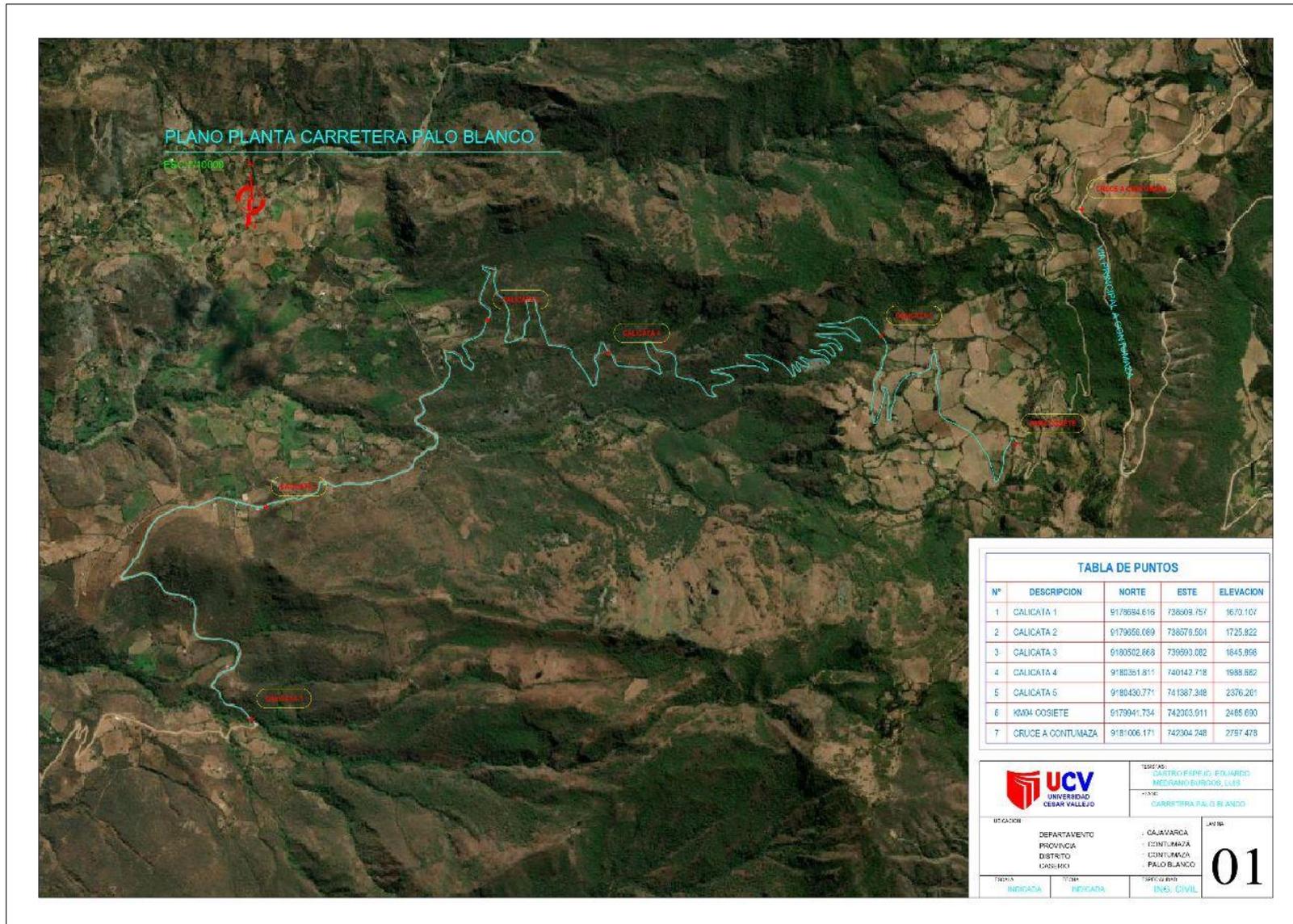


Ilustración 1. Plano de la carretera Cosiete, Palo Blanco, Contumazá. Comprende el km 04 al 14.5.

- **Anexo 6.** Informe del Laboratorio de Suelos “CRISAL Ingeniería y Arquitectura” para los Ensayos Físicos y Mecánicos.

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

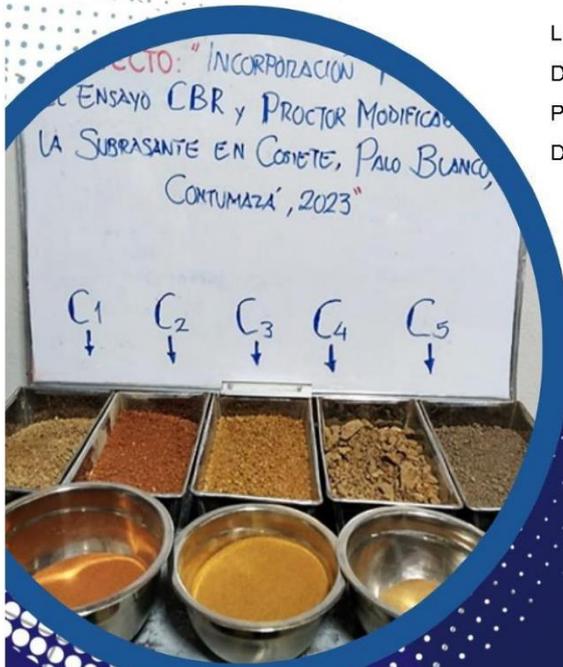


### “INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”



#### UBICACIÓN:

LUGAR : PALO BLANCO  
DISTRITO : CONTUMAZÁ  
PROVINCIA : CONTUMAZÁ  
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA



#### PREPARADO PARA:

- CASTRO ESPEJO EDUARDO  
- MEDRANO BURGOS LUIS  
CARLOS  
REV. A

JUNIO – 2023

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 2 de 104

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Generalidades.....	4
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Alcance de trabajos.....	4
II. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA.....	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Calicatas.....	7
2.3. Filtración de agua.....	8
2.4. Resumen de los trabajos.....	8
2.5. Sismicidad.....	9
III. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	13
3.1. Ensayos de Laboratorio.....	13
3.2. Análisis granulométrico.....	14
3.3. Límites de Atterberg.....	14
3.4. Contenido de Humedad.....	15
3.5. Proctor Modificado.....	15
3.6. Ensayo de CBR.....	15
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	17
V. REFERENCIAS.....	18
ANEXOS.....	19
ANEXO A. PANEL FOTOGRÁFICO.....	19
ANEXO B. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	25

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 2 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

Área: GEOTECNIA

Código: EMS\_2023\_CT109

Revisión A

Pág. 3 de 104

LABORATORIO  
DE

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

### ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS DE CALICATAS .....	14
Tabla 2. RESULTADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - CALICATA.....	14
Tabla 3. RESULTADOS LÍMITES DE ATTERBERG - CALICATA .....	14
Tabla 4. RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA.....	15
Tabla 5. RESULTADOS PROCTOR- CALICATA .....	15
Tabla 6. RESULTADOS CBR – CALICATA.....	16

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 3 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

Área: GEOTECNIA

Código: EMS\_2023\_CT109

Revisión A

Pág. 4 de 104

LABORATORIO DE

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

### I. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Generalidades

El presente informe Técnico, contiene los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos solicitado a nuestro Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo con los requerimientos del proyecto denominado: "**INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023**"

La finalidad del estudio fue identificar y conocer el tipo de suelo existente en la zona, así como determinar las propiedades físico-mecánicas y su comportamiento frente a la aplicación de cargas.

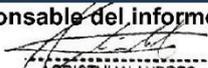
#### 1.2. Objetivos

El objetivo general del Estudio de Suelos del proyecto: "**INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023**", es determinar una clasificación granulométrica del terreno y también la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, subbase, base y espesor de pavimento. El diseño de la infraestructura de la carretera, adecuada para la zona, permitirá dar una mejor calidad de vida a los usuarios durante el periodo de vida de la vía, teniendo en cuenta las características geométricas, el comportamiento del terreno natural, el aporte estructural (SN) del suelo existente de terreno natural.

#### 1.3. Alcance de trabajos

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en el presente estudio se basan en los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados. Los resultados de este estudio podrán ser utilizados única y exclusivamente para el diseño de las cimentaciones, en el proyecto descrito anteriormente.

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 4 de 104

Validado:







## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 7 de 104

### 2.2. Calicatas

En base a los trabajos de campo en el área de estudio y resultados de los ensayos de Laboratorio, se ha elaborado 05 calicatas en el terreno, que se detalla a continuación:

#### CALICATA C-1:

##### ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 1.50 m. Arena mal graduada con grava; 0.22 % de finos que pasa la malla N°200, 32.23 % de gravas y 67.56 % de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-a (0), con una humedad natural de 18.28 %, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.117 gr/cm<sup>3</sup>.

#### CALICATA C-2:

##### ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 1.50 m. Arena mal graduada; 3.21 % de finos que pasa la malla N°200, 10.61 % de gravas y 86.18 % de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-b (0), con una humedad natural de 29.24 %, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.145 gr/cm<sup>3</sup>.

#### CALICATA C-3:

##### ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 1.50 m. Arena mal graduada con grava; 0.44 % de finos que pasa la malla N°200, 33.42 % de gravas y 66.14 % de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-a (0), con una humedad natural de 31.91 %, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.157 gr/cm<sup>3</sup>.

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 7 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 8 de 104

### CALICATA C-4:

#### ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 1.50 m. Arena bien graduada con grava; 1.86 % de finos que pasa la malla N°200, 26.44 % de gravas y 71.70 % de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SW", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-a (0), con una humedad natural de 13.47 %, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.083 gr/cm<sup>3</sup>.

### CALICATA C-5:

#### ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 1.50 m. Grava mal graduada con arena; 0.18 % de finos que pasa la malla N°200, 59.65 % de gravas y 40.18 % de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "GP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-a (0), con una humedad natural de 30.63 %, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.289 gr/cm<sup>3</sup>.

### 2.3. Filtración de agua

No presenta nivel freático a la profundidad excavada (a la fecha de efectuada la excavación).

### 2.4. Resumen de los trabajos

Los trabajos de campo consistieron en la excavación de seis calicatas o pozo a cielo abierto de acorde a la Norma ASTM D420.

La profundidad máxima alcanzada fue de 1.50 m., computados a partir del nivel de subrasante, lo que permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados.

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 8 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 9 de 104

El nivel freático y/o aguas por filtración no se encontraron hasta la profundidad explorada, ver profundidad en la descripción de la calicata.

A medida que se efectuaron las excavaciones se describieron en forma tactivo-visual los suelos (color, textura, etc.) a fin de establecer la secuencia, ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, en concordancia con la Norma ASTM D2487.

Finalmente, se tomaron muestras para realizar los ensayos de laboratorio.

### TRABAJOS DE LABORATORIO:

Las muestras procedentes de la excavación de la calicata fueron extraídas y recepcionadas por el personal técnico de nuestra oficina, la que llegó en bolsa de polietileno, debidamente identificada.

Al momento de recepcionar las muestras, se nos alcanzó también la composición estratigráfica del suelo, señalando la profundidad de excavación y espesor de las diferentes capas de suelo encontrados.

Luego se efectuaron ensayos correspondientes a clasificación granulometría y límites de Atterberg, humedad natural, peso unitario, Proctor y CBR.

### 2.5. Sismicidad

El sismo es la liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la tierra.

Según los mapas de zonificación sísmicas y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo con las Normas Sismo Resistentes aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2016 - Vivienda del Reglamento Nacional de Edificaciones, modificada mediante Resolución Ministerial N° 355-2018-

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 9 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 10 de 104

VIVIENDA, la provincia de Contumazá, se encuentra comprendido en la Zona 3, correspondiéndole una sismicidad muy alta. En el recuento de las investigaciones de los principales hechos sísmicos ocurridos en el Perú, presentado por Silgado (1978) en la página 03 del Mapa de Zonas Sísmicas de Máximas Intensidades observadas en el Perú, la cual está basada en Mapas de Isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Ref. Alva Hurtado de 1984; se tiene que el Perú está considerado como una de las regiones de alta actividad sísmica y forma parte del CINTURON DE FUEGO DEL PACÍFICO, es una de las zonas más activas del mundo, que mantiene latente la posibilidad de sismos.

### Los parámetros de Diseño Sismo existentes para el estudio de la zona son:

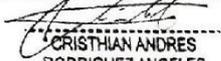
De acuerdo al reglamento nacional de construcciones y a la Norma Técnica de edificación E-030 Diseño Sismo resistente, se deberá tomar los siguientes valores:

- Factor de Zona = 3  $Z = 0.35$

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S2, que corresponde a un suelo blando.

- Factor de ampliación de ondas sísmicas  $S = 1.15$   
➤ Período de vibración predominante  $Tp = 0.6$  seg  $TL = 2.0$

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 10 de 104

Validado:



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 11 de 104

FIG. N° 1. Zonas Sísmicas en el Perú – Norma E 030



FIG. N° 2. Parámetros de Sitio (S, TP y TL), Norma E 030

**Tabla N° 3**  
**FACTOR DE SUELO “S”**

ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Tabla N° 4**  
**PERIODOS “T<sub>p</sub>” Y “T<sub>l</sub>”**

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>l</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Responsable del informe:

*[Signature]*  
CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 11 de 104

Validado:



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 12 de 104**

**FIG. N° 3. Categoría de las Edificaciones y Facto de uso (U), Norma E 030**

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 5. En las zonas sísmicas 1 y 2, a entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2 el valor de U es como mínimo 1,3.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resiliencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio de proyectista.

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 12 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

Área: GEOTECNIA

Código: EMS\_2023\_CT109

Revisión A

Pág. 13 de 104

LABORATORIO DE

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

### III. ENSAYOS DE LABORATORIO

#### Laboratorio de mecánica de suelos y concreto

Para los controles de calidad de compactación donde se exige el 100%, contenido de humedad óptima y demás ensayo de mecánica de suelos se tiene un laboratorio ubicado en la Urbanización 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06, La Esperanza, Trujillo.

#### Ensayos de mecánica de suelos

Los ensayos respectivos están a cargo del asistente técnico quien proporcionó información en forma general de los ensayos que exige un control de calidad para los trabajos que se está ejecutando.

Con los resultados obtenidos en laboratorio, los suelos fueron clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS", que es el más descriptivo basado en el reconocimiento del tipo y predominio de sus componentes, como el diámetro de las partículas, gradación y plasticidad.

Los ensayos de mecánica de suelos son los siguientes:

#### 3.1. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras extraídas de las calicatas en el trabajo de campo, se obtuvieron en el Laboratorio los parámetros que nos permite deducir las condiciones de cimentación bajo las especificaciones normadas en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - NORMA E-050, tales como:

ANÁLISIS GRANULOMETRICO	ASTM - D422 / MTC E 109
LÍMITES ATTERBERG	ASTM - D4318
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM - D2216
CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	ASTM - D2487
MUESTREO CON TUBOS DE PAREDES DELGADAS	ASTM – D1587
PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	NTP 339.139
PROCTOR MODIFICADO	ASTM D – 1557
CBR DE SUELOS	ASTM D – 1883-73

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 13 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA  
Código: EMS\_2023\_CT109

Revisión A  
Pág. 14 de 104

**Tabla 1. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS DE CALICATAS**

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS				
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH %	CBR 100 %	CBR 95 %	Pu (g/cm <sup>3</sup> )
C-1	E-1	1.50 m	18.28	0.22	67.56	32.23	34	32	2	SP	A-1-a (0)	1922	11.76	14.02	8.16	1.17
C2	E-1	1.50 m	29.24	3.21	86.18	10.61	22	19	3	SP	A-1-b (0)	1602	19.79	17.00	11.32	1.45
C3	E-1	1.50 m	31.91	0.44	66.14	33.42	19	16	3	SP	A-1-a (0)	1667	7.59	20.91	14.99	1.57
C4	E-1	1.50 m	13.47	1.86	71.70	26.44	29	25	4	SW	A-1-a (0)	1996	9.576	17.804	10.647	1.083
C5	E-1	1.50 m	30.63	0.18	40.18	59.65	29	23	6	GP	A-1-a (0)	1835	11.851	16.620	11.930	1.289

### 3.2. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

**Tabla 2. RESULTADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - CALICATA**

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
ESTRATO	E1	E1	E1	E1	E1
PROF.(m)	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50
% GRAVA	32.23	10.61	33.42	26.44	59.65
% ARENA	67.56	86.18	66.14	71.70	40.18
% FINOS	0.22	3.21	0.44	1.86	0.18

### 3.3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia, se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

**Tabla 3. RESULTADOS LÍMITES DE ATTERBERG - CALICATA**

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
ESTRATO	E1	E1	E1	E1	E1
PROF.(m)	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50
LL	34	22	19	29	29
LP	32	19	16	25	23
IP	2	3	3	4	6

Responsable del informe:

*Christian Andres Rodriguez Angeles*  
**CRISTIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 14 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 15 de 104

### 3.4. Contenido de Humedad

Este método de ensayo cubre la determinación en laboratorio del contenido de humedad por masa de suelo, roca, y materiales similares donde la reducción en masa por secado se debe a la pérdida de agua. Este método de prueba requiere varias horas de secado para obtener el contenido de agua del espécimen.

Tabla 4. RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
ESTRATO	E1	E1	E1	E1	E1
% COTENIDO DE HUMEDAD	18.28	29.24	31.91	13.47	30.63

### 3.5. Proctor Modificado

El 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 4 ó 6 pulgadas de diámetro con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>).

Tabla 5. RESULTADOS PROCTOR- CALICATA

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
ESTRATO	E1	E1	E1	E1	E1
MDS(g/cm <sup>3</sup> )	1.922	1.602	1.667	1.996	1.835
OCH%	11.76 %	19.79 %	7.59 %	9.58 %	11.85 %

### 3.6. Ensayo de CBR

El ensayo de C.B.R. mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como "Relación de soporte" esta normado con el número ASTM D 1883-73. Se ejecutó el ensayo CBR al 100% y 95% en las calicatas

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 15 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

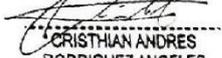
Pág. 16 de 104

señaladas según el cuadro. Los valores obtenidos son resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 6. RESULTADOS CBR – CALICATA

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
ESTRATO	E1	E1	E1	E1	E1
CBR 100%	14.02%	17.00%	20.91%	17.80%	16.62%
CBR 95%	8.16%	11.32%	14.99%	10.65%	11.93%

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 16 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

Área: GEOTECNIA

Código: EMS\_2023\_CT109

Revisión A

Pág. 17 de 104

LABORATORIO DE

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con la información proporcionada, El Proyecto "INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023" se desarrollará y ubicará en el distrito de Contumazá, provincia de Contumazá – Cajamarca
- Según las calicatas ensayadas en la zona de estudio, se concluye que el terreno de fundación explorado presenta los siguientes estratos: A -1- a (0) y A -1- b (0), según la clasificación ASSHTO.
- Las muestras fueron alcanzadas y extraídas por el SOLICITANTE. El análisis realizado en el laboratorio de suelos arrojó un tipo de suelo predominante SP, con un CBR al 95% con un óptimo diseño de 14.99%.
- La categoría de subrasante, según el CBR de diseño, para esta carretera es un S3, considerado como una "SUBRASANTE BUENA".
- Las excavaciones y extracción de las muestras de suelo fueron realizadas por el solicitante.
- Las Conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico, son sólo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores o a otros fines.

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 17 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

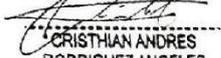
Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 18 de 104

### V. REFERENCIAS

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ Bowles J.E. (1967), "Foundation Analysis and Design", McGraw Hill
- ✓ Norma Técnica de Edificación E-050, Suelos y Cimentaciones.
- ✓ SENCICO, (2018) NTP E-030. Norma Técnica Peruana de Sismoresistencia en Edificaciones.
- ✓ Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice"
- ✓ Samuel Mora – Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos.
- ✓ Norma CE.010 "Pavimentos urbanos"
- ✓ Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley.
- ✓ Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos(2014).

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 18 de 104

Validado:



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 19 de 104

ANEXOS

ANEXO A. PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOS N° 1: EXTRACCIÓN DE MUESTRAS – 5 CALICATAS



Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 19 de 104

Validado:



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 20 de 104**



**FOTO N° 2: OBTENCIÓN DEL POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO**



**Responsable del informe:**

*CRISTIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

**Pág. 20 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 21 de 104

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

FOTO N° 3: Ensayos en el Laboratorio



FOTO N° 4



Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 21 de 104

Validado:



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 22 de 104**

**FOTO N° 5**



**FOTO N° 6**



**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

**Pág. 22 de 104**

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 23 de 104**

**FOTO N° 7**



**FOTO N° 8**



**Responsable del informe:**

*[Signature]*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

**Pág. 23 de 104**

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 24 de 104**

**FOTO N° 9**



**FOTO N° 10**



**Responsable del informe:**

*[Signature]*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

**Pág. 24 de 104**

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

**Área: GEOTECNIA**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Revisión A**

**Pág. 25 de 104**

**LABORATORIO DE**

- **CONCRETO**
- **SUELOS**
- **ASFALTO**

**ANEXO B**

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

**Pág. 25 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 26 de 104**

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

**PROYECTO :** "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"

**SOLICITANTE :** Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos

**RESPONSABLE :** ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

**UBICACIÓN :** COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ

**FECHA :** martes, 30 de Mayo de 2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA :** C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

#### DATOS DEL ENSAYO

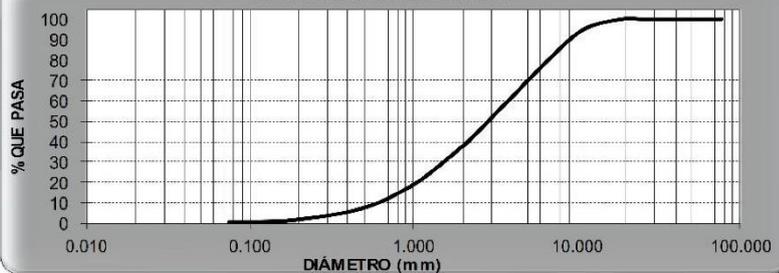
Peso de muestra seca : 1200.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1197.40

Peso perdido por lavado : 2.60

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	18.28%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L Líquido : 34
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L Plástico : 32
1/2"	12.500	38.30	3.19	3.19	96.81	Ind. Plasticidad : 2	
3/8"	9.500	65.40	5.45	8.64	91.36	<b>Clasificación de la Muestra</b>	
1/4"	6.300	161.20	13.43	22.08	77.93		Clas. SUCS : SP
No4	4.750	121.80	10.15	32.23	67.78		Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No8	2.360	299.50	24.96	57.19	42.82	<b>Descripción de la Muestra</b>	
No10	2.000	65.10	5.43	62.61	37.39		SUCS: Arena mal graduada con grava
No16	1.180	180.20	15.02	77.63	22.38		AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	84.70	7.06	84.68	15.32	Tiene un % de finos de = 0.22%	
No30	0.600	70.90	5.91	90.59	9.41	<b>Descripción de la Calicata</b>	
No40	0.425	43.80	3.65	94.24	5.76		C-1 : E-1
No50	0.300	28.20	2.35	96.59	3.41		Profundidad : 0.00 m - 150 m
No60	0.250	10.70	0.89	97.48	2.52		
No80	0.180	16.30	1.36	98.84	1.16		
No100	0.150	6.10	0.51	99.35	0.65		
No200	0.075	5.20	0.43	99.78	0.22		
PLATO	2.60	0.22	0.02	100.00	0.00		
<b>Total</b>		<b>1200.00</b>	<b>100.00</b>				

### CURVA GRANULOMÉTRICA



D10 : 1.7683

D30 : 1.6663

D60 : 3.3102

Cu : 1.87

Cc : 0.47

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 26 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 27 de 104**

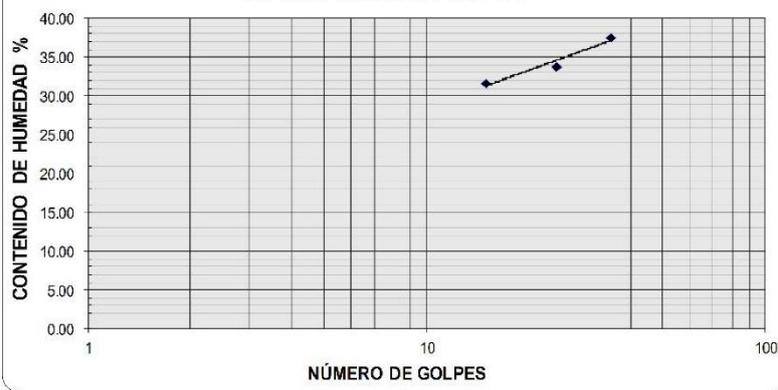
### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAV
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	15	24	35	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	14.20	14.20	14.30	18.02	18.10
Peso de tara + suelo húmedo (g)	27.50	26.10	25.10	23.37	22.72
Peso tara + suelo seco (g)	24.30	23.10	22.15	22.10	21.60
Contenido de Humedad %	31.68	33.71	37.58	31.13	32.00
Límites %	<b>34.3</b>			<b>32</b>	

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**Responsable del informe:**

*[Signature]*  
**CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 27 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 28 de 104**

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAV)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	61.00	61.70	60.60
Peso de la tara + suelo húmed (g)	317.20	342.10	302.40
Peso de la tara + suelo seco (g)	276.90	299.20	265.30
Peso del suelo seco (g)	215.90	237.50	204.70
Peso del agua (g)	40.30	42.90	37.10
% de humedad (%)	18.67	18.06	18.12
% de humedad promedio (%)	<b>18.28</b>		

**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
**CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 28 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 29 de 104

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

**PROYECTO** : "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"

**SOLICITANTE RESPONSABLE** : Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos

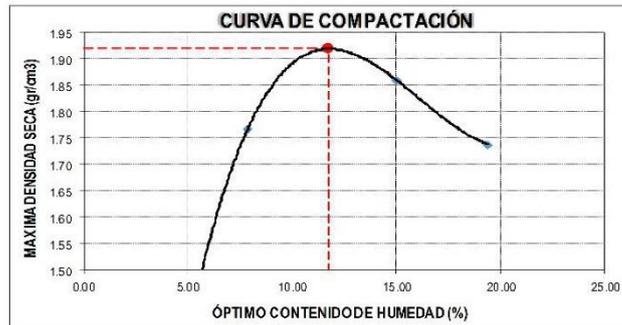
**UBICACIÓN** : COSIETE- PALO BLANCO, CONTUMAZÁ

**FECHA** : 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5570	6180	6400	6340		
Peso del molde (g)	4380	4380	4380	4380		
Peso del suelo húmedo (g)	1190	1800	2020	1960		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.26</b>	<b>1.91</b>	<b>2.14</b>	<b>2.08</b>		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	187.20	148.60	207.70	279.10		
Peso del suelo seco + tara (g)	183.60	142.20	193.20	249.50		
Peso del agua (g)	3.60	6.40	14.50	29.60		
Peso de la tara (g)	98.60	61.00	96.40	97.00		
Peso del suelo seco (g)	87.00	81.20	96.80	152.50		
% de humedad (%)	4.14	7.88	14.98	19.41		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.21	1.77	1.86	1.74		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.921
Óptimo contenido de humedad (%)	11.758

**Responsable del informe:**

**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 29 de 104

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 30 de 104

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03			
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12570		12770		12940			
Peso del molde (g)	8270		8280		8320			
Peso del suelo húmedo (g)	4300		4430		4620			
Volumen del molde (cm³)	2149		2149		2149			
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72		1088.72		1088.72			
Densidad húmeda (g/cm³)	2.001		2.061		2.150			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	126.85		130.45		140.15			
Peso del suelo seco + cápsula (g)	120.30		123.40		132.20			
Peso del agua (g)	6.55		7.05		7.95			
Peso de la cápsula (g)	62.10		60.41		65.12			
Peso del suelo seco (g)	58.20		62.99		67.08			
% de humedad (%)	11.25		11.19		11.85			
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.799		1.854		1.922			

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1500	1500	1.181	1620	1620	1.276	2.154	2.154	1.696
48 hrs	1549	1549	1.220	1698	1698	1.337	2.271	2.271	1.788
72 hrs	1755	1755	1.382	1779	1779	1.401	2.381	2.381	1.875
96 hrs	1755	1755	1.382	1779	1779	1.401	2.381	2.381	1.875

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.025	8	49.10	16.37	15	62.90	20.97	32	90.50	30.17
0.050	35	92.40	30.81	37	152.00	50.68	46	213.95	71.33
0.075	46	129.70	43.24	49	216.23	72.09	50	316.95	105.68
0.100	71	184.45	61.50	72	295.94	98.67	84	420.50	140.20
0.125	82	255.13	85.06	89	416.95	139.02	95	582.00	194.05
0.150	90	284.10	94.72	102	526.10	175.41	109	691.00	230.39
0.200	102	361.50	120.53	114	609.51	203.22	116	800.00	266.73
0.300	130	492.60	164.24	142	823.95	274.72	152	950.00	316.75
0.400	151	582.51	194.22	160	926.80	309.01	173	1025.80	342.02
0.500	162	702.65	234.27	170	995.45	331.80	195	140.00	380.09

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

Pág. 30 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

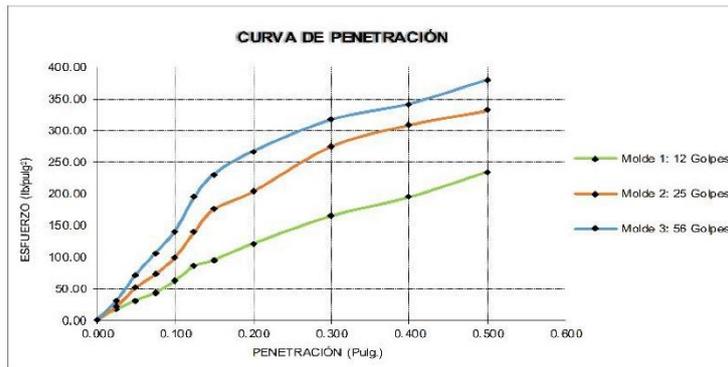
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 31 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883

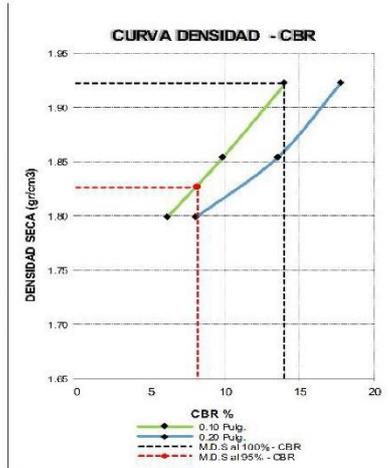
<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	6150	1000	6.15	1.799
2	0.100	98.67	1000	9.87	1.854
3	0.100	140.20	1000	14.02	1.922

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	120.53	1500	8.04	1.799
2	0.200	203.22	1500	13.55	1.854
3	0.200	266.73	1500	17.78	1.922

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.922
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.826
Óptimo contenido de humedad	(%)	11.76
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	14.02
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	8.16



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 31 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 32 de 104

### PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO ASTM D 1587

<b>PROYECTO</b>	:	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	:	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	:	COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	:	30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EX
<b>MUESTRA</b>	:	C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE

### PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1599.40	1631.90
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1304.70	1337.20
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.105	1.133
Contenido de Humedad (%)	18.28%	
Peso Unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.103	1.131
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.117	

Responsable del informe:

  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 32 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 33 de 104

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

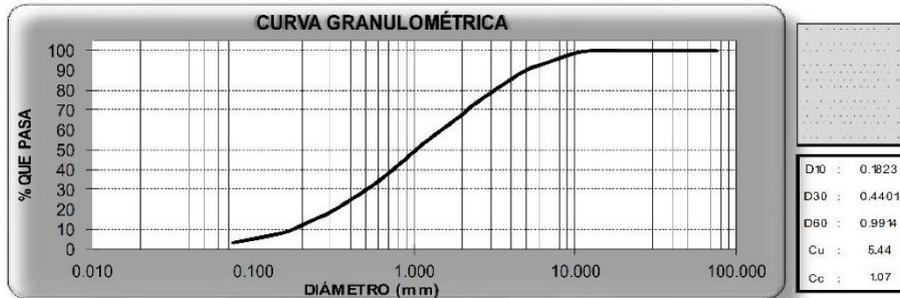
ASTM D - 422

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: martes, 30 de Mayo de 2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

#### DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca	: 900.00
Peso de muestra seca luego de lavado	: 871.0
Peso perdido por lavado	: 28.90

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	29.24%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 22
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 19
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : 3
3/8"	9.500	15.70	1.74	1.74	98.26	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.300	45.50	5.06	6.80	93.20	
No4	4.750	34.30	3.81	10.61	89.39	Clas. SUCS : SP
No8	2.360	147.60	16.40	27.01	72.99	Clas. AASHTO : A-1-b (0)
No10	2.000	46.10	5.12	32.13	67.87	<b>Descripción de la Muestra</b>
No16	1.180	124.50	13.83	45.97	54.03	
No20	0.850	88.80	9.87	55.83	44.17	SUCS: Arcenamel graduada
No30	0.600	69.80	9.98	65.81	34.19	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelenta abueno
No40	0.425	74.00	8.22	74.03	25.97	
No60	0.300	67.60	7.51	81.54	18.46	Tiene un %de finos de = 3.2%
No60	0.250	25.90	2.88	84.42	15.58	
No80	0.180	47.80	5.31	89.73	10.27	<b>Descripción de la Calicata</b>
No100	0.150	20.80	2.31	92.04	7.96	
No200	0.075	42.70	4.74	96.79	3.21	C-2 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 150 m
PLATO		28.90	3.21	100.00	0.00	
Total		900.00	100.00			



**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 33 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 34 de 104**

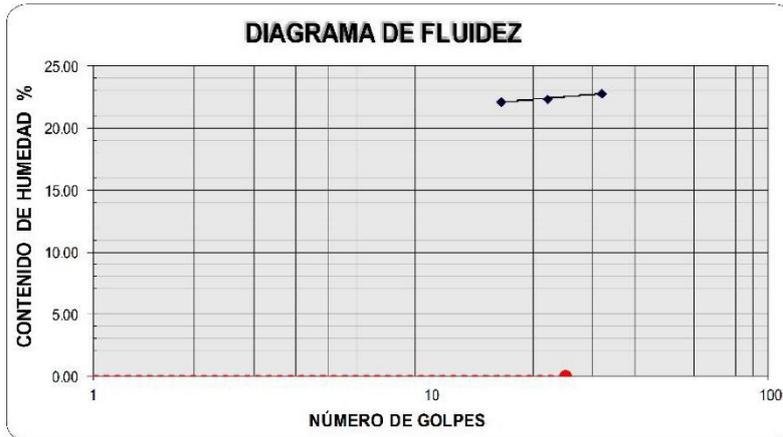
### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	22	32	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	14.51	14.42	14.45	18.20	18.18
Peso de tara + suelo húmedo (g)	25.63	24.88	27.16	22.81	23.76
Peso tara + suelo seco (g)	23.62	22.97	24.80	22.10	22.85
Contenido de Humedad (%)	22.06	22.34	22.80	18.21	19.49
Límites (%)	<b>22.4</b>			<b>19</b>	

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**Responsable del informe:**

*[Signature]*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 34 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 35 de 104**

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	62.50	96.70	96.90
Peso de la tara + suelo húmed (g)	300.00	293.00	304.00
Peso de la tara + suelo seco (g)	246.40	248.60	257.00
Peso del suelo seco (g)	83.90	151.90	60.10
Peso del agua (g)	53.60	44.40	47.00
% de humedad (%)	29.15	29.23	29.36
% de humedad promedio (%)	<b>29.24</b>		

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

**Pág. 35 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

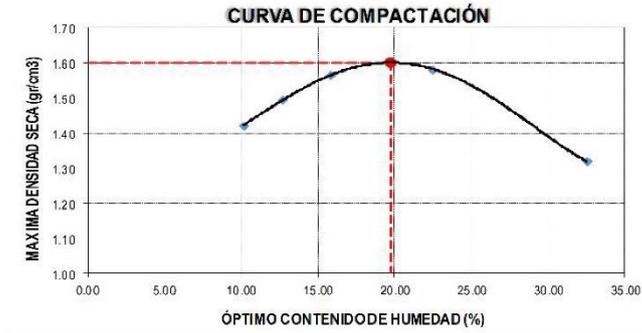
Pág. 36 de 104

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A**  
ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<b>Molde N°</b>	S-3
Peso del molde (g)	4420
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5900	6010	6130	6250	6070	
Peso del molde (g)	4420	4420	4420	4420	4420	
Peso del suelo húmedo (g)	1480	1590	1710	1830	1650	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.68	1.81	1.94	1.75	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	200.40	156.50	145.30	153.60	179.30	
Peso del suelo seco + tara (g)	190.60	145.70	134.00	143.10	168.30	
Peso del agua (g)	9.80	10.80	11.30	10.50	21.00	
Peso de la tara (g)	94.40	60.90	62.50	96.40	93.80	
Peso del suelo seco (g)	96.20	84.80	71.50	46.70	64.60	
% de humedad (%)	10.19	12.74	15.80	22.48	32.56	
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.42	1.49	1.56	1.58	1.32	



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.602
Óptimo contenido de humedad (%)	19.789

**Responsable del informe:**

*(Signature)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 36 de 104

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 37 de 104**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883**

**PROYECTO** : "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"

**SOLICITANTE** : Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos

**RESPONSABLE** : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

**UBICACIÓN** : TRUJILLO

**FECHA** : 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	1980	1290	1290	12450				
Peso del molde (g)	8280	8280	8280	8320				
Peso del suelo húmedo (g)	3700	3910	3910	4130				
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149				
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72				
Densidad húmeda (g/cm³)	1.722	1.819	1.819	1.922				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	125.95	130.45	130.45	140.15				
Peso del suelo seco + cápsula (g)	114.20	123.80	123.80	125.67				
Peso del agua (g)	11.75	6.65	6.65	14.48				
Peso de la cápsula (g)	50.50	90.40	90.40	52.50				
Peso del suelo seco (g)	63.70	33.40	33.40	73.17				
% de humedad (%)	18.45	19.91	19.91	19.79				
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.464	1.517	1.517	1.604				

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.500	0.500	0.394	0.613	0.483	0.786	0.786	0.619	0.619
48 hrs	0.743	0.743	0.585	0.859	0.676	0.944	0.944	0.743	0.743
72 hrs	0.985	0.985	0.776	1.024	0.806	1.180	1.180	0.929	0.929
96 hrs	0.985	0.985	0.776	1.024	0.806	1.180	1.180	0.929	0.929

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	6	70.50	23.51	15	103.00	34.34	27	139.00	46.34
0.050	24	107.63	35.89	30	176.00	58.68	32	286.00	95.36
0.075	40	160.15	53.40	46	279.00	93.02	55	425.00	141.70
0.100	47	196.30	65.45	57	325.00	108.36	76	510.00	170.04
0.125	66	290.12	96.73	76	445.00	148.37	92	639.00	213.05
0.150	75	366.00	122.03	99	501.00	167.04	104	720.00	240.06
0.200	82	492.87	164.33	113	623.00	207.72	121	845.00	281.74
0.300	96	644.78	214.98	122	716.00	238.73	132	1006.00	335.42
0.400	101	732.16	244.12	133	821.00	273.73	140	1109.00	369.76
0.500	113	768.12	256.10	147	930.00	310.08	168	1168.00	389.43

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 37 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

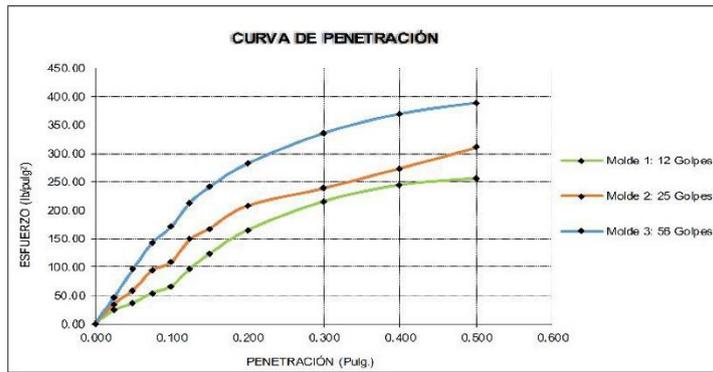
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 38 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

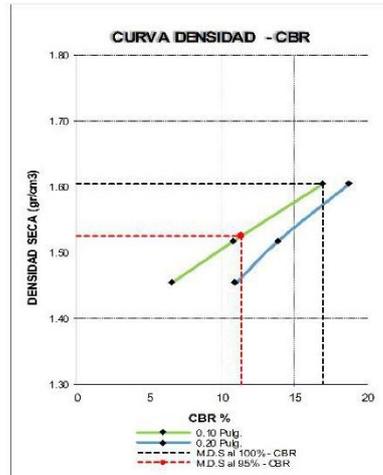
<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	65.45	1000	6.54	1.454
2	0.100	108.36	1000	10.84	1.517
3	0.100	170.04	1000	17.00	1.604

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	164.33	1600	10.96	1.454
2	0.200	207.72	1600	13.86	1.517
3	0.200	281.74	1600	18.78	1.604

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.604
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.524
Óptimo contenido de humedad	(%)	19.79
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	17.00
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	11.32



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 38 de 104

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 39 de 104**

**PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO**

ASTM D 1587

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EX
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**PESO UNITARIO DEL SUELO**

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1642.40	1658.10
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1347.70	1363.40
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.142	1.155
Contenido de Humedad (%)	29.24%	
Peso Unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.138	1.151
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.145</b>	

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 39 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 40 de 104**

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D - 422

**PROYECTO :** "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"

**SOLICITANTE :** Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos

**RESPONSABLE :** ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

**UBICACIÓN :** COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ

**FECHA :** miércoles, 31 de Mayo de 2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA :** C-3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

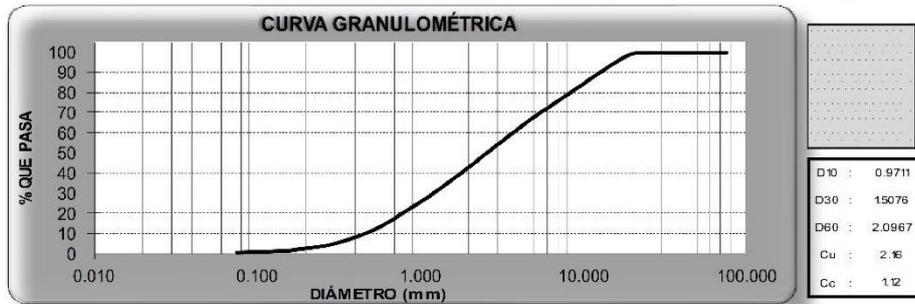
#### DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1200.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1194.70

Peso perdido por lavado : 5.30

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	31.9 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b> L Líquido : 19 L Plástico : 16 Ind. Plasticidad : 3
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	16.00	1.33	1.33	98.67	
1/2"	12.500	108.10	9.01	10.34	89.66	<b>Clasificación de la Muestra</b> Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.500	79.50	6.63	16.97	83.03	
1/4"	6.300	116.60	9.72	26.68	73.32	
No4	4.750	80.80	6.73	33.42	66.58	<b>Descripción de la Muestra</b> SUCS: Arenas mal graduada con grava AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena/ Exclente a bueno Tiene un % de finos de = 0.44%
No8	2.360	226.90	18.91	52.33	47.68	
No10	2.000	57.40	4.78	57.11	42.89	
No16	1.180	163.50	13.63	70.73	29.27	<b>Descripción de la Calicata</b> C-3 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No20	0.850	89.10	7.43	78.16	21.84	
No30	0.600	91.50	7.63	85.78	14.22	
No40	0.425	65.80	5.48	91.27	8.73	
No50	0.300	46.00	3.83	95.10	4.90	
No60	0.250	16.80	1.40	96.50	3.50	
No80	0.180	17.70	1.48	97.98	2.03	
No100	0.150	9.40	0.78	98.76	1.24	
No200	0.075	9.60	0.80	99.56	0.44	
PLATO		5.30	0.44	100.00	0.00	
Total		1200.00	100.00			



**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 40 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 41 de 104**

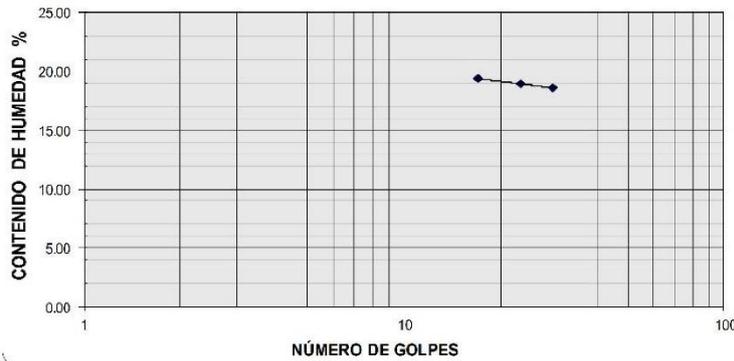
### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3105/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	17	23	29	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	20.10	20.20	20.10	12.10	12.15
Peso de tara + suelo húmedo (g)	24.10	23.59	25.71	12.32	12.33
Peso tara + suelo seco (g)	23.45	23.05	24.83	12.29	12.31
Contenido de Humedad %	19.40	18.95	18.60	15.79	15.38
Limites %	<b>19.0</b>			<b>16</b>	

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 41 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 42 de 104**

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 31/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-22.16

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	96.40	94.40	93.80
Peso de la tara + suelo húmed (g)	266.90	277.90	284.60
Peso de la tara + suelo seco (g)	225.80	233.60	238.20
Peso del suelo seco (g)	129.40	139.20	144.40
Peso del agua (g)	41.0	44.30	46.40
% de humedad (%)	31.76	31.82	32.13
% de humedad promedio (%)	<b>31.91</b>		

**Responsable del informe:**

CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

Pág. 42 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 43 de 104**

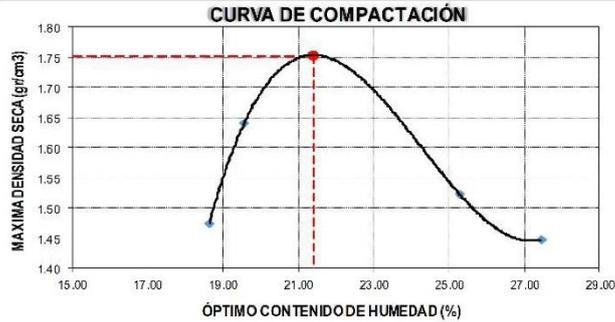
### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B

ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZA
<b>FECHA</b>	: 31/05/2023
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6080	6280	6230	6170		
Peso del molde (g)	4430	4430	4430	4430		
Peso del suelo húmedo (g)	1650	1850	1800	1740		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.96	1.91	1.84		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	138.90	17.20	183.40	128.30		
Peso del suelo seco + tara (g)	132.30	108.10	165.60	113.70		
Peso del agua (g)	6.60	9.10	17.80	14.60		
Peso de la tara (g)	96.90	61.60	96.40	60.50		
Peso del suelo seco (g)	35.40	46.50	69.20	53.20		
% de humedad (%)	18.64	19.57	25.29	27.44		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.47	1.64	1.52	1.45		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.751
Óptimo contenido de humedad (%)	21.412

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 43 de 104

**Validado:**





## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

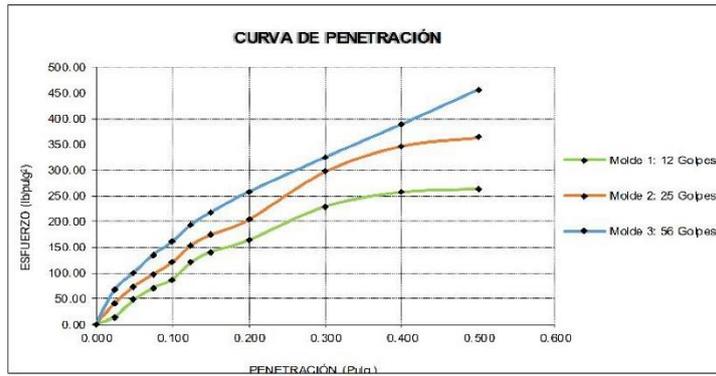
Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 45 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D -1883

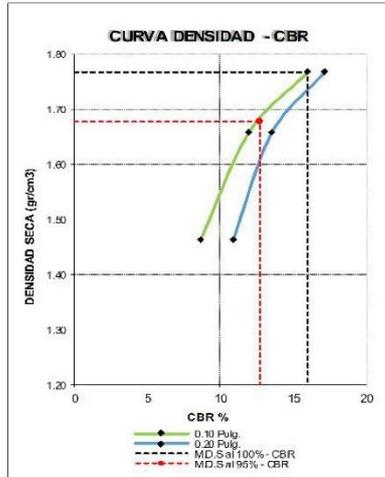
<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 31/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	86.69	1000	8.67	1462
2	0.100	120.03	1000	12.00	1658
3	0.100	160.21	1000	16.02	1767

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	163.37	1500	10.89	1462
2	0.200	203.38	1500	13.56	1658
3	0.200	257.16	1500	17.14	1767

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.767
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.679
Óptimo contenido de humedad	(%)	21.41
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.02
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	12.77



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 45 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 46 de 104**

### PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

ASTM D 1587

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 31/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm3)	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1678.10	1650.89
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1383.40	1356.19
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.172	1.149
Contenido de Humedad (%)	31.91%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.168	1.145
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	<b>1.157</b>	

**Responsable del informe:**

CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 46 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 47 de 104**

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

**PROYECTO :** "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"

**SOLICITANTE :** Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos

**RESPONSABLE :** ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

**UBICACIÓN :** TRUJILLO

**FECHA :** martes, 30 de Mayo de 2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA :** C-4 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

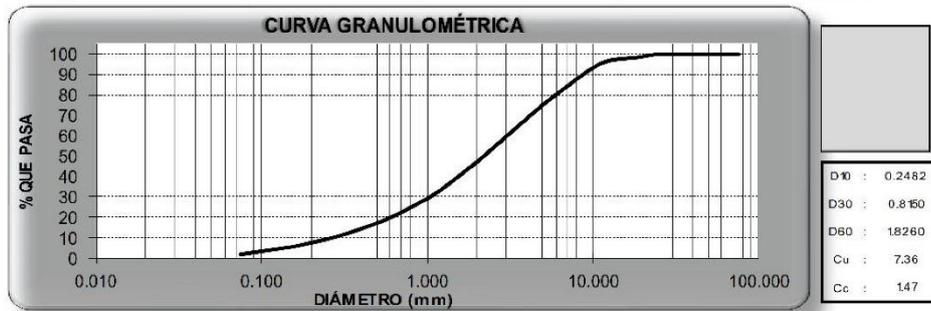
#### DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1200.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1177.70

Peso perdido por lavado : 22.30

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	13.47%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	18.70	1.56	1.56	98.44	L Plástico : 25
1/2"	12.500	20.70	1.73	3.28	96.72	Ind. Plasticidad : 4
3/8"	9.500	57.00	4.75	8.03	91.97	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.300	128.00	10.67	18.70	81.30	
No4	4.750	92.90	7.74	26.44	73.56	Clas. AASHTO : A-1a (0)
No8	2.360	257.10	21.43	47.87	52.13	<b>Descripción de la Muestra</b>
No10	2.000	60.50	5.04	52.91	47.09	
No16	1.180	172.30	14.36	67.27	32.73	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena/ Excelente abueno
No20	0.850	80.70	6.73	73.99	26.01	Tiene un %de finos de = 18.6%
No30	0.600	74.60	6.22	80.21	19.79	<b>Descripción de la Calicata</b>
No40	0.425	56.60	4.72	84.93	15.08	
No60	0.300	48.10	4.01	88.93	11.07	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No80	0.250	21.40	1.78	90.72	9.28	
No100	0.150	16.00	1.33	94.62	5.38	
No200	0.075	42.30	3.53	98.14	1.86	
PLATO		22.30	1.86	100.00	0.00	
Total		1200.00	100.00			



**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 364975

Pág. 47 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 48 de 104**

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

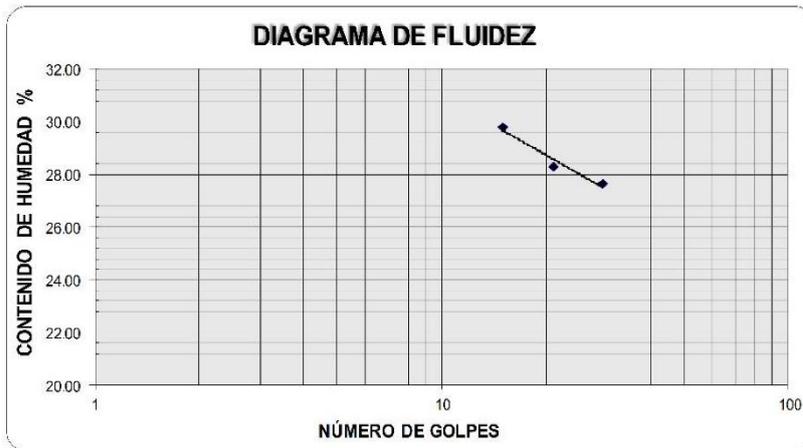
ASTM D - 4318

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	15	21	29	-	-
N° de golpes	15	21	29	-	-
Peso de tara (g)	12.10	12.20	12.10	16.10	16.20
Peso de tara + suelo húmedo (g)	25.60	25.80	24.10	18.20	17.52
Peso tara + suelo seco (g)	22.50	22.80	21.50	17.80	17.25
Contenido de Humedad %	29.81	28.30	27.66	23.53	25.71
Limites %	<b>28.6</b>			<b>25</b>	

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 48 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 49 de 104**

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	97.00	96.70	98.10
Peso de la tara + suelo húmed (g)	268.00	296.80	271.10
Peso de la tara + suelo seco (g)	247.70	273.00	250.60
Peso del suelo seco (g)	150.70	176.30	152.50
Peso del agua (g)	20.30	23.80	20.50
% de humedad (%)	13.47	13.50	13.44
% de humedad promedio (%)	13.47		

**Responsable del informe:**

CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 49 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

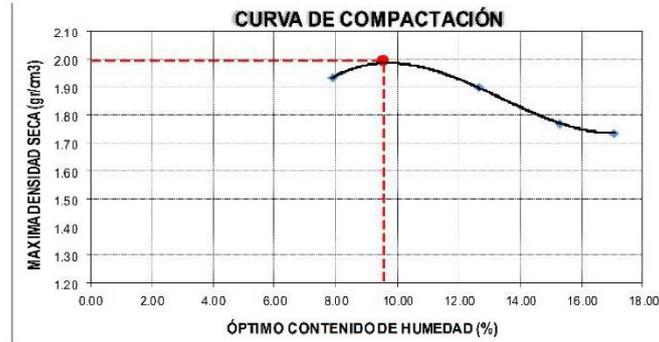
**Pág. 50 de 104**

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6400	6450	6360	6350		
Peso del molde (g)	4430	4430	4430	4430		
Peso del suelo húmedo (g)	1970	2020	1930	1920		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.09	2.14	2.05	2.03		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	195.40	175.90	180.60	211.20		
Peso del suelo seco + tara (g)	188.20	163.00	169.50	194.70		
Peso de la tara (g)	7.20	12.90	11.00	16.50		
Peso de la muestra (g)	96.90	61.00	97.50	98.10		
Peso del suelo seco (g)	91.30	102.00	72.00	96.60		
% de humedad (%)	7.89	12.65	15.28	17.08		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.93	1.90	1.77	1.74		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.996
Óptimo contenido de humedad (%)	9.576

**Responsable del informe:**

*Handwritten Signature*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 50 de 104

**Validado:**





## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

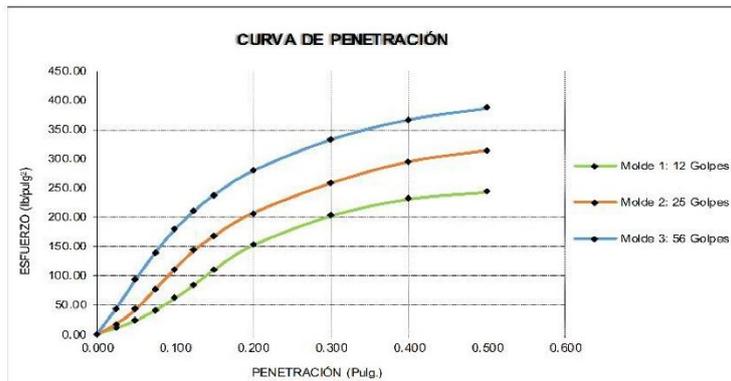
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 52 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883

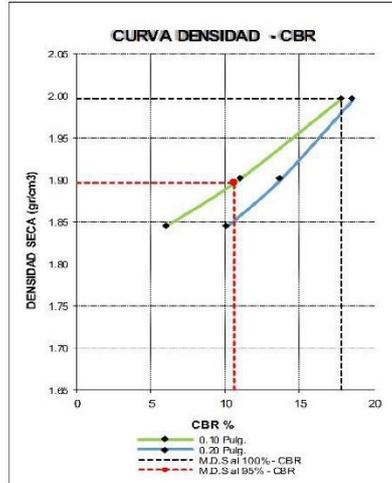
<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	60.27	1000	6.03	1845
2	0.100	190.03	1000	11.00	1901
3	0.100	178.04	1000	17.80	1996

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	151.33	1500	10.09	1845
2	0.200	205.72	1500	13.71	1901
3	0.200	278.74	1500	18.58	1996

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.996
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.896
Óptimo contenido de humedad	(%)	9.58
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	17.80
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	10.65



**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 52 de 104

**Validado:**





## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 54 de 104**

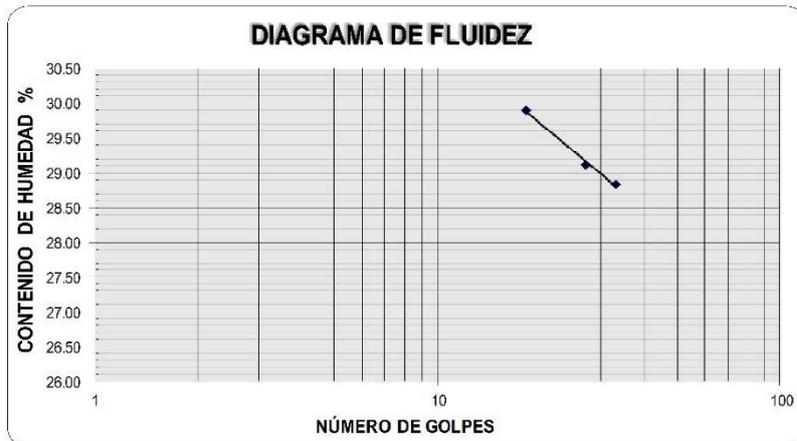
### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	18	27	33	-	-
Nº de golpes					
Peso de tara (g)	14.47	14.54	14.40	17.80	17.92
Peso de tara + suelo húmedo (g)	16.99	17.20	16.50	27.65	25.30
Peso tara + suelo seco (g)	16.41	16.60	16.03	25.87	23.90
Contenido de Humedad (%)	29.90	29.13	28.63	22.06	23.41
Límites (%)	<b>29</b>			<b>23</b>	

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**Responsable del informe:**

**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

Pág. 54 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 55 de 104**

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVA
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	62.50	61.60	60.90
Peso de la tara + suelo húmed (g)	283.60	295.30	267.50
Peso de la tara + suelo seco (g)	232.00	240.20	219.10
Peso del suelo seco (g)	169.50	178.60	158.20
Peso del agua (g)	51.60	55.10	48.40
% de humedad (%)	30.44	30.85	30.59
% de humedad promedio (%)	<b>30.63</b>		

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 55 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

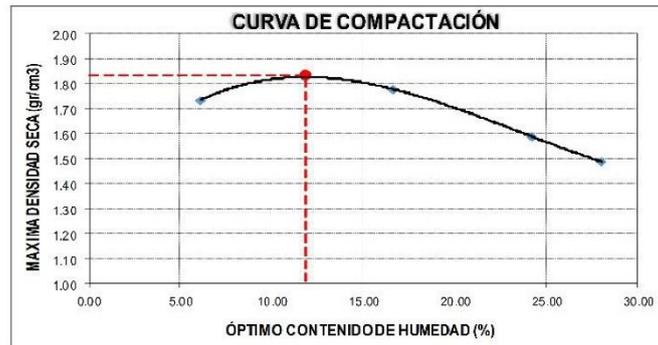
**Pág. 56 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B  
ASTM D - 1557**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC;
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm³)	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6120	6340	6245	6180		
Peso del molde (g)	4380	4380	4380	4380		
Peso del suelo húmedo (g)	1740	1960	1865	1800		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.84	2.08	1.98	1.91		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	282.00	144.70	170.80	202.50		
Peso del suelo seco + tara (g)	271.40	132.70	149.30	179.30		
Peso del agua (g)	10.60	12.00	21.50	23.20		
Peso de la tara (g)	98.10	60.60	60.40	96.50		
Peso del suelo seco (g)	173.30	72.20	88.90	82.80		
% de humedad (%)	6.12	16.62	24.18	28.02		
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.74	1.78	1.59	1.49		



Máxima densidad seca (g/cm³)	<b>1.835</b>
Óptimo contenido de humedad (%)	<b>11.851</b>

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES*  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 56 de 104

**Validado:**





## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

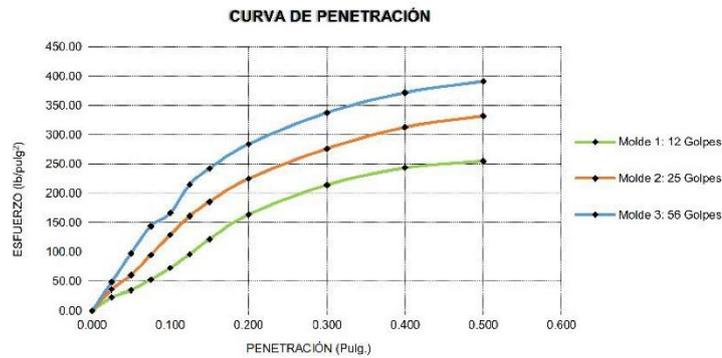
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 58 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 5/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXGAVAC
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



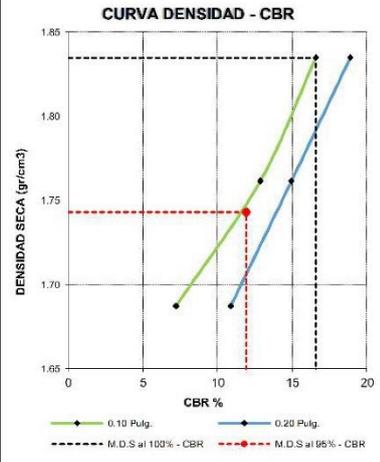
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	72.21	1000	7.22	1.687
2	0.100	128.70	1000	12.87	1.761
3	0.100	165.91	1000	16.59	1.835

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	163.26	1500	10.88	1.687
2	0.200	224.39	1500	14.96	1.761
3	0.200	283.40	1500	18.89	1.835

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.835
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.743
Óptimo contenido de humedad	(%)	11.85
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.59
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	11.93



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 58 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos**

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área: GEOTECNIA**

**Revisión A**

**Código: EMS\_2023\_CT109**

**Pág. 59 de 104**

### PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

ASTM D 1587

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 30/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm3)	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1826.10	1815.47
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1531.40	1520.77
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.297	1.288
Contenido de Humedad (%)	30.63%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.293	1.284
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	<b>1.289</b>	

**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
**CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 59 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

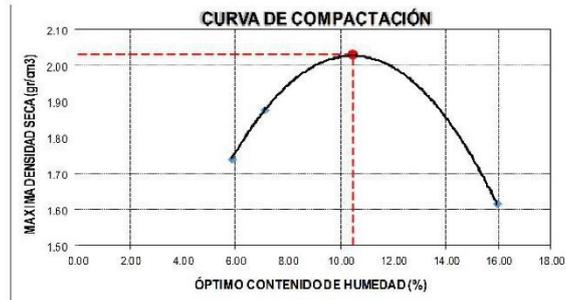
**Pág. 60 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B  
ASTM D - 1557**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN)

<b>Molde N°</b>	<b>S-3</b>
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6120	6280	6160			
Peso del molde (g)	4380	4380	4380			
Peso del suelo húmedo (g)	1740	1900	1770			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.84</b>	<b>2.01</b>	<b>1.88</b>			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	230.40	248.50	247.80			
Peso del suelo seco + tara (g)	221.00	238.20	222.70			
Peso del agua (g)	9.40	10.30	25.40			
Peso de la tara (g)	60.40	53.80	63.20			
Peso del suelo seco (g)	160.60	184.40	159.20			
% de humedad (%)	<b>5.85</b>	<b>7.13</b>	<b>15.95</b>			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.74	1.88	1.62			



<b>Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.030</b>
<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	<b>10.459</b>

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 60 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 61 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03			
MOLDE	12		25		56			
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12650		12920		13140			
Peso del molde (g)	8270		8280		8320			
Peso del suelo húmedo (g)	4380		4640		4820			
Volumen del molde (cm³)	2149		2149		2149			
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72		1088.72		1088.72			
Densidad húmeda (g/cm³)	2.038		2.159		2.243			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	163.89		200.78		186.50			
Peso del suelo seco + cápsula (g)	155.80		185.20		173.62			
Peso del agua (g)	8.09		15.58		12.88			
Peso de la cápsula (g)	90.50		70.20		50.50			
Peso del suelo seco (g)	65.30		115.00		123.12			
% de humedad (%)	12.39		13.55		10.46			
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.813		1.902		2.031			

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.810	0.810	0.638	1.335	1.335	1.051	1.498	1.498	1.180
48 hrs	1.057	1.057	0.832	1.395	1.395	1.098	1.662	1.662	1.230
72 hrs	1.215	1.215	0.957	1.411	1.411	1.111	1.685	1.685	1.327
96 hrs	1.215	1.215	0.957	1.411	1.411	1.111	1.685	1.685	1.327

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	7	20.00	6.67	15	61.00	20.34	32	96.00	32.01
0.050	30	75.00	25.01	37	120.00	40.01	46	220.00	73.35
0.075	40	134.00	44.66	49	190.00	63.35	50	322.00	107.36
0.100	56	190.00	63.35	72	280.00	93.36	84	459.00	153.04
0.125	78	256.00	85.35	89	420.00	140.03	95	575.00	191.71
0.150	92	322.00	107.36	102	500.00	166.71	109	680.00	226.72
0.200	100	430.00	143.37	114	615.00	205.05	116	833.00	277.74
0.300	115	550.00	183.38	142	820.00	273.40	152	956.00	318.75
0.400	120	640.00	213.39	160	950.00	316.75	173	1070.00	356.76
0.500	132	710.00	236.73	170	1030.00	343.42	195	1149.50	383.26

**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 264975

Pág. 61 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

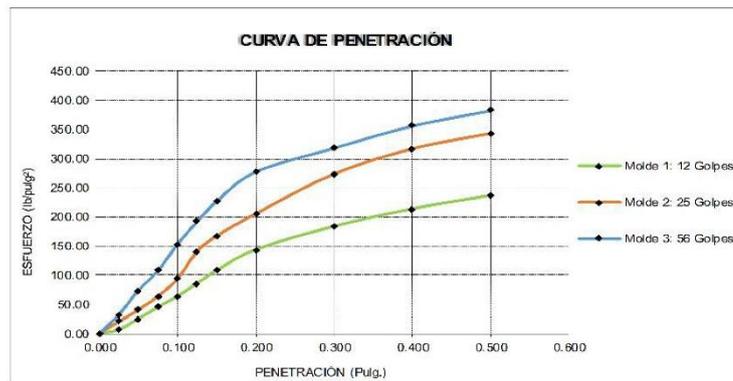
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 62 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO :</b>	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"		
<b>SOLICITANTE :</b>	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos		
<b>RESPONSABLE :</b>	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES		
<b>UBICACIÓN :</b>	COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ		
<b>FECHA :</b>	3/06/2023	(A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)	
<b>MUESTRA :</b>	C-1 / E-1 /	-	/ (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



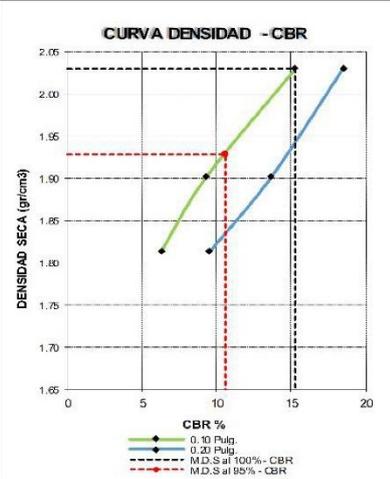
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	63.35	1000	6.33	1.813
2	0.100	93.36	1000	9.34	1.902
3	0.100	153.04	1000	15.30	2.031

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	143.37	1500	9.56	1.813
2	0.200	205.05	1500	13.67	1.902
3	0.200	277.74	1500	18.52	2.031

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.031
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.929
Óptimo contenido de humedad	(%)	10.46
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	15.30
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	10.61



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 62 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

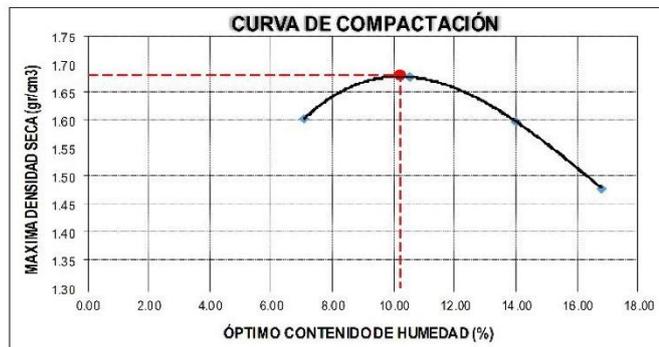
Pág. 63 de 104

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm³)	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6000	6130	6100	6010		
Peso del molde (g)	4380	4380	4380	4380		
Peso del suelo húmedo (g)	1620	1750	1720	1630		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.72	1.85	1.82	1.73		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	290.40	250.12	250.00	260.41		
Peso del suelo seco + tara (g)	275.16	235.10	226.74	236.19		
Peso del agua (g)	15.24	15.02	23.26	24.22		
Peso de la tara (g)	60.00	92.50	60.45	92.10		
Peso del suelo seco (g)	216.16	142.60	166.29	144.09		
% de humedad (%)	7.08	10.53	13.99	16.81		
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.60	1.68	1.60	1.48		



Máxima densidad seca (g/cm³)	1.682
Óptimo contenido de humedad (%)	10.205

**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 63 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 64 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03			
MOLDE	12		25		56			
N° DE GOLPES POR CAPA	4560		4570		4570			
SOBRECARGA (g)	11680		11660		12200			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	8270		8280		8320			
Peso del molde (g)	34.10		3580		3880			
Peso del suelo húmedo (g)	2.149		2.149		2.149			
Volúmen del molde (cm³)	1088.72		1088.72		1088.72			
Volúmen del disco espaciador (cm³)	1.587		1.666		1.805			
Densidad húmeda (g/cm³)								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	120.30		130.45		140.15			
Peso del suelo seco + cápsula (g)	6.56		6.05		7.95			
Peso del agua (g)	62.10		60.41		65.12			
Peso de la cápsula (g)	58.20		63.99		67.08			
Peso del suelo seco (g)	11.25		9.45		11.85			
% de humedad (%)	1.426		1.522		1.614			
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)								

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.810	0.810	0.638	1.047	1.047	0.824	1.278	1.278	1.006
48 hrs	1.057	1.057	0.832	1.207	1.207	0.950	1.398	1.398	1.101
72 hrs	1.215	1.215	0.957	1.347	1.347	1.061	1.579	1.579	1.243
96 hrs	1.215	1.215	0.957	1.347	1.347	1.061	1.579	1.579	1.243

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.025	4	38.60	12.87	11	69.81	24	94.00
0.050	18	76.63	25.55	26	132.00	49	252.00
0.075	34	125.00	41.68	45	193.78	59	376.00
0.100	49	165.00	55.01	63	265.00	77	445.00
0.125	67	255.12	85.06	82	381.47	92	595.00
0.150	89	327.00	109.03	97	447.00	113	645.00
0.200	103	431.00	143.70	115	555.00	132	749.00
0.300	122	553.00	184.38	142	664.00	162	891.00
0.400	137	654.00	218.05	154	776.00	180	969.00
0.500	156	703.30	234.49	176	849.00	195	1042.00

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 64 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



### "INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO  
DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

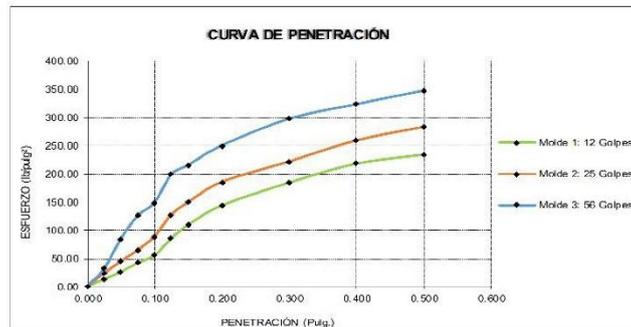
Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 65 de 104

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



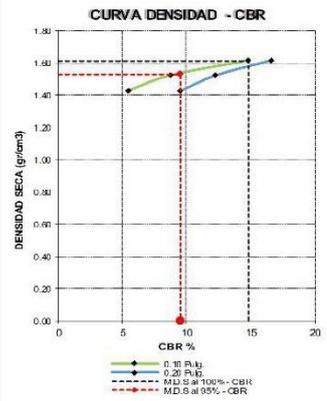
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	56.01	1000	5.50	1.426
2	0.100	88.36	1000	8.84	1.522
3	0.100	118.37	1000	11.84	1.611

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	143.70	1500	9.58	1.426
2	0.200	185.05	1500	12.34	1.522
3	0.200	249.73	1500	16.65	1.614

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.614
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.533
Óptimo contenido de humedad	(%)	10.21
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	14.84
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	9.58



Responsable del informe:

CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 65 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

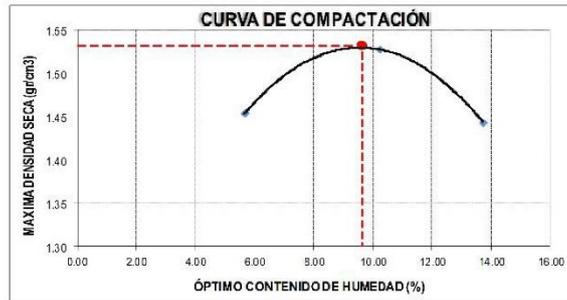
**Pág. 66 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B  
ASTM D - 1557**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<b>Molde N°</b>	<b>S-3</b>
Presión del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5980	6020	5980			
Peso del molde (g)	4430	4430	4430			
Peso del suelo húmedo (g)	1550	1590	1550			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.68	1.64			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	333.30	489.10	432.80			
Peso del suelo seco + tara (g)	319.74	451.00	391.80			
Peso del agua (g)	13.56	38.10	41.00			
Peso de la tara (g)	80.20	79.30	93.00			
Peso del suelo seco (g)	239.54	371.70	298.80			
% de humedad (%)	5.66	10.25	13.72			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.53	1.44			



<b>Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.532</b>
<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	<b>9.631</b>

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 66 de 104**

**Validado:**





## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



### "INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"

LABORATORIO  
DE

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

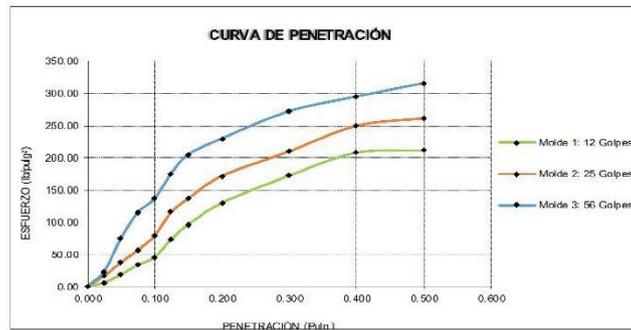
Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 68 de 104

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



#### VALORES CORREGIDOS

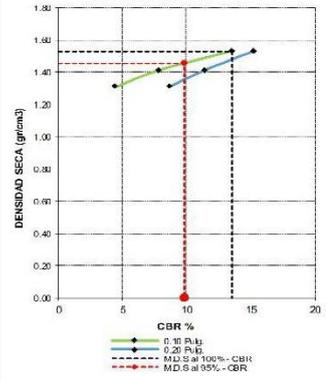
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	45.01	1000	4.50	13.11
2	0.100	78.35	1000	7.84	14.15
3	0.100	136.03	1000	13.60	15.32

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	130.03	1500	8.67	13.11
2	0.200	171.38	1500	11.43	14.13
3	0.200	229.72	1500	15.31	15.32

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.532
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.456
Óptimo contenido de humedad	(%)	9.63
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	13.60
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	9.91

#### CURVA DENSIDAD - CBR



Responsable del informe:

CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 68 de 104

Validado:



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

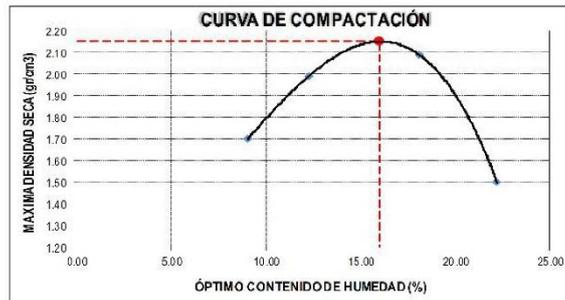
Pág. 69 de 104

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B  
ASTM D - 1557**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / Muestra + 5% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<b>Molde N°</b>	<b>S-3</b>
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6180	6540	6760	6160		
Peso del molde (g)	4430	4430	4430	4430		
Peso del suelo húmedo (g)	1750	2110	2330	1730		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.85	2.24	2.47	1.83		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	130.90	110.83	102.09	106.50		
Peso del suelo seco + tara (g)	125.15	105.32	103.85	117.28		
Peso del agua (g)	5.75	5.51	8.24	19.22		
Peso de la tara (g)	61.55	60.45	62.89	60.78		
Peso del suelo seco (g)	63.60	44.87	100.96	86.50		
% de humedad (%)	9.04	12.26	19.97	22.22		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.99	2.09	1.50		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.150
Óptimo contenido de humedad (%)	15.980

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 69 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 70 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZA
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / Muestra + 5% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03	MOLDE 04	MOLDE 05	
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12870	13210	13630	13630	13630	13630	13630	
Peso del molde (g)	8350	8250	8270	8270	8270	8270	8270	
Peso del suelo húmedo (g)	4520	4960	5360	5360	5360	5360	5360	
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149	
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.103	2.308	2.494	2.494	2.494	2.494	2.494	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	264.87	320.40	250.70	250.70	250.70	250.70	250.70	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	239.10	285.10	224.30	224.30	224.30	224.30	224.30	
Peso del agua (g)	25.77	35.30	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	
Peso de la cápsula (g)	60.10	55.10	59.10	59.10	59.10	59.10	59.10	
Peso del suelo seco (g)	179.00	230.00	165.20	165.20	165.20	165.20	165.20	
%de humedad (%)	14.40	15.35	15.98	15.98	15.98	15.98	15.98	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1839	2001	2001	2001	2001	2001	2001	

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.890	0.890	0.701	1.074	1.074	0.846	1.199	1.199	0.944
48 hrs	1.100	1.100	0.866	1.213	1.213	0.955	1.421	1.421	1.119
72 hrs	1.210	1.210	0.953	1.498	1.498	1.180	1.630	1.630	1.283
96 hrs	1.210	1.210	0.953	1.498	1.498	1.180	1.630	1.630	1.283

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²						
0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	8	132.80	44.28	16	201.00	67.02	28	273.51	91.89
0.050	19	230.50	76.85	28	301.00	100.36	41	373.60	124.56
0.075	30	300.00	100.02	43	371.00	123.70	55	475.90	168.67
0.100	49	350.00	116.70	66	441.00	147.04	95	553.50	184.55
0.125	77	450.00	150.04	89	541.00	180.38	119	653.40	217.85
0.150	93	510.00	170.04	102	601.00	200.38	126	723.00	241.06
0.200	115	580.00	193.38	127	711.00	237.06	140	844.28	281.50
0.300	129	776.35	258.85	138	971.15	323.80	155	1046.24	348.83
0.400	137	860.80	287.00	145	1121.50	373.93	161	1240.04	413.45
0.500	156	880.42	293.55	163	1171.14	390.48	176	1334.00	444.78

**Responsable del informe:**

  
 CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

Pág. 70 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

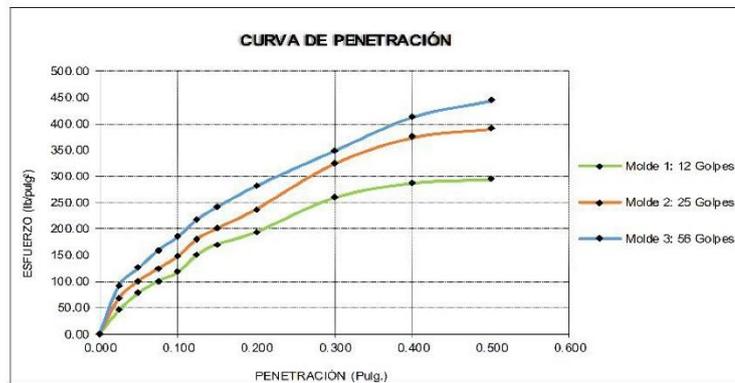
Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 71 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1/ Muestra + 15%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



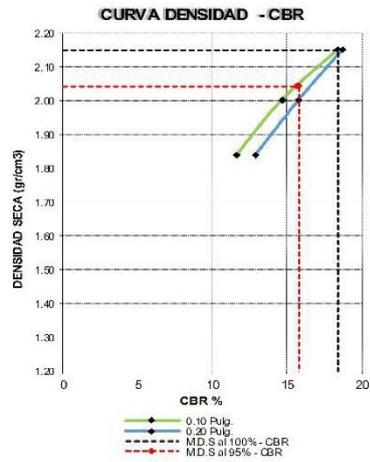
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	116.70	1000	11.67	1.839
2	0.100	147.04	1000	14.70	2.001
3	0.100	184.55	1000	18.45	2.151

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	193.38	1500	12.89	1.839
2	0.200	237.06	1500	15.80	2.001
3	0.200	281.50	1500	18.77	2.151

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.151
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	2.043
Óptimo contenido de humedad	(%)	15.98
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	18.45
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	15.76



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 71 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

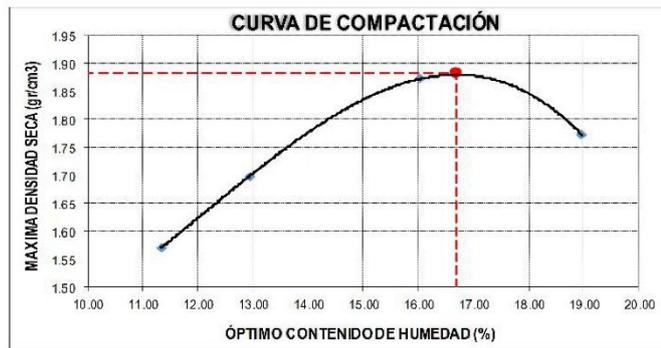
Pág. 72 de 104

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZA
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / Muestra + 17% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4420
Volumen del molde (cm³)	943.89
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6070	6230	6470	6410		
Peso del molde (g)	4420	4420	4420	4420		
Peso del suelo húmedo (g)	1650	1810	2050	1990		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.75	1.92	2.17	2.11		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	128.74	165.63	151.25	168.35		
Peso del suelo seco + tara (g)	123.01	172.45	140.29	162.79		
Peso del agua (g)	5.73	13.18	10.96	15.56		
Peso de la tara (g)	72.46	70.54	71.89	70.78		
Peso del suelo seco (g)	50.55	10.91	68.40	82.01		
% de humedad (%)	11.34	12.93	16.02	18.97		
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.57	1.70	1.87	1.77		



Máxima densidad seca (g/cm3)	1.883
Óptimo contenido de humedad (%)	16.700

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 72 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 73 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZA
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / Muestra + 1% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01				MOLDE 02				MOLDE 03			
Nº DE GOLPES POR CAPA	12				25				56			
SOBRECARGA (g)	4560				4570				4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12160		12580		12580		12990		12990		12990	
Peso del molde (g)	8350		8250		8270		8270		8270		8270	
Peso del suelo húmedo (g)	3830		4330		4720		4720		4720		4720	
Volumen del molde (cm³)	2149		2149		2149		2149		2149		2149	
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72		1088.72		1088.72		1088.72		1088.72		1088.72	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.782		2.015		2.196		2.196		2.196		2.196	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>												
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	114.44		110.15		139.10		139.10		139.10		139.10	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	110.78		107.45		132.11		132.11		132.11		132.11	
Peso del agua (g)	3.66		2.70		6.99		6.99		6.99		6.99	
Peso de la cápsula (g)	90.58		91.78		90.23		90.23		90.23		90.23	
Peso del suelo seco (g)	20.22		15.67		41.88		41.88		41.88		41.88	
%de humedad (%)	18.10		17.23		16.70		16.70		16.70		16.70	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.509		1.719		1.882		1.882		1.882		1.882	

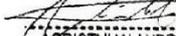
### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.888	0.888	0.699	0.989	0.989	0.779	1.014	1.014	0.798
48 hrs	1.021	1.021	0.804	1.350	1.350	1.063	1.410	1.410	1.110
72 hrs	1.214	1.214	0.958	1.422	1.422	1.120	1.633	1.633	1.286
96 hrs	1.214	1.214	0.958	1.422	1.422	1.120	1.633	1.633	1.286

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.025	10	26.80	8.94	7	104.00	34.68	4	167.51	55.85
0.050	30	125.50	41.84	17	205.00	68.35	9	265.60	88.56
0.075	49	196.00	65.35	31	276.00	92.02	16	362.90	121.00
0.100	65	240.00	80.02	45	340.00	113.36	24	435.50	145.20
0.125	78	335.00	111.69	58	435.00	145.04	34	540.40	180.48
0.150	89	387.00	129.03	68	487.00	162.37	44	622.00	207.38
0.200	106	449.00	149.70	84	569.00	189.71	61	742.28	247.49
0.300	128	666.35	222.17	105	800.00	266.73	82	943.24	314.49
0.400	142	751.80	250.66	120	921.50	307.24	94	1122.04	374.11
0.500	150	770.42	256.87	128	1010.50	336.92	99	1235.00	411.77

**Responsable del informe:**

  
 CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 264975

Pág. 73 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

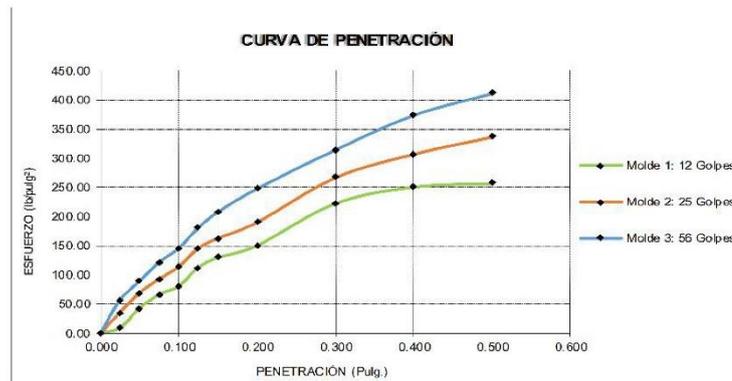
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 74 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1/ Muestra + 17%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



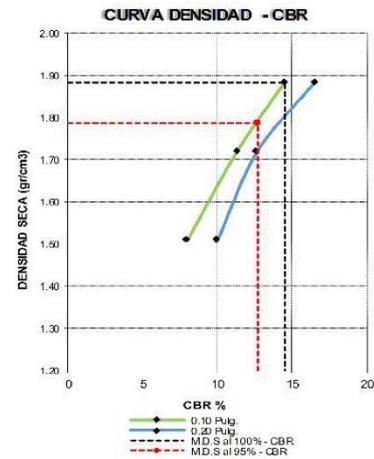
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	80.02	1000	8.00	1.509
2	0.100	103.36	1000	11.34	1.719
3	0.100	145.20	1000	14.52	1.882

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	149.70	1500	9.98	1.509
2	0.200	189.71	1500	12.65	1.719
3	0.200	247.49	1500	16.50	1.882

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.882
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.788
Óptimo contenido de humedad	(%)	16.70
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	14.52
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	12.69



**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 74 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

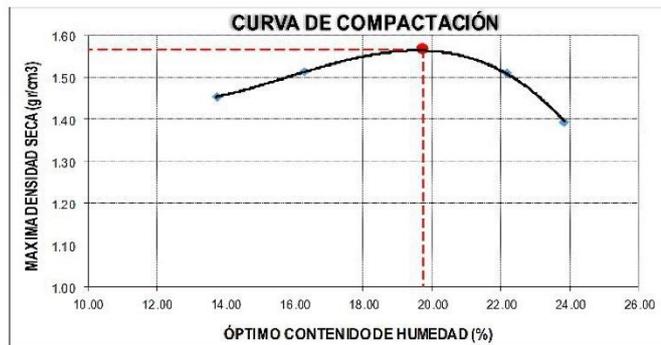
Pág. 75 de 104

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZA
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / Muestra +20% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4420
Volumen del molde (cm³)	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5980	6080	6160	6050		
Peso del molde (g)	4420	4420	4420	4420		
Peso del suelo húmedo (g)	1560	1660	1740	1630		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.65	1.76	1.84	1.73		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	184.97	132.10	175.24	196.32		
Peso del suelo seco + tara (g)	170.25	122.11	154.73	170.65		
Peso del agua (g)	14.72	9.99	20.51	25.67		
Peso de la tara (g)	63.02	60.75	62.14	63.02		
Peso del suelo seco (g)	107.23	61.36	92.59	107.63		
% de humedad (%)	13.73	16.28	22.15	23.85		
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.45	1.51	1.51	1.39		



Máxima densidad seca (g/cm³)	1.567
Óptimo contenido de humedad (%)	19.712

**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 75 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 76 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZA
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1 / Muestra +20% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		12		25	
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4560		4570	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11750	11910	11750	11910	12300	12300	12300	12300
Peso del molde (g)	8350	8250	8350	8250	8270	8270	8270	8270
Peso del suelo húmedo (g)	3400	3660	3400	3660	4030	4030	4030	4030
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72
Densidad húmeda (g/cm³)	1.582	1.703	1.582	1.703	1.875	1.875	1.875	1.875
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	114.44	110.15	114.44	110.15	139.10	139.10	139.10	139.10
Peso del suelo seco + cápsula (g)	110.78	107.25	110.78	107.25	131.05	131.05	131.05	131.05
Peso del agua (g)	3.66	2.90	3.66	2.90	8.05	8.05	8.05	8.05
Peso de la cápsula (g)	90.58	91.78	90.58	91.78	90.23	90.23	90.23	90.23
Peso del suelo seco (g)	20.22	15.47	20.22	15.47	40.82	40.82	40.82	40.82
%de humedad (%)	18.10	18.75	18.10	18.75	19.72	19.72	19.72	19.72
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.340	1.434	1.340	1.434	1.566	1.566	1.566	1.566

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.780	0.780	0.814	1.120	1.120	0.882	1.240	1.240	0.976
48 hrs	0.957	0.957	0.754	1.241	1.241	0.977	1.305	1.305	1.028
72 hrs	1.145	1.145	0.902	1.308	1.308	1.030	1.427	1.427	1.124
96 hrs	1.145	1.145	0.902	1.308	1.308	1.030	1.427	1.427	1.124

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.025	10	35.10	11.70	7	54.00	18.00	4	117.51	39.18
0.050	30	96.50	32.17	17	176.00	58.68	9	236.60	78.89
0.075	49	150.00	50.01	31	230.00	76.69	16	316.90	105.66
0.100	65	200.00	66.68	45	300.00	100.02	24	395.50	131.87
0.125	78	285.00	95.02	58	355.00	128.37	34	490.40	163.51
0.150	89	362.00	120.70	68	462.00	164.04	44	597.00	199.05
0.200	106	433.00	144.37	84	553.00	184.38	61	726.28	242.15
0.300	128	646.85	215.67	105	780.50	260.23	82	923.74	307.99
0.400	142	724.80	241.66	120	894.50	298.24	94	1095.04	365.11
0.500	150	774.50	258.23	128	964.50	321.58	99	1189.00	396.43

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

Pág. 76 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

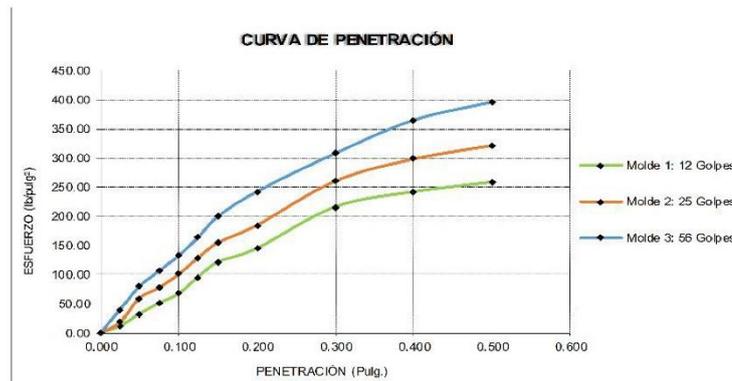
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 77 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: COSIETE - PALO BLANCO, CONTUMAZÁ
<b>FECHA</b>	: 4/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-3 / E-1/ Muestra +20% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



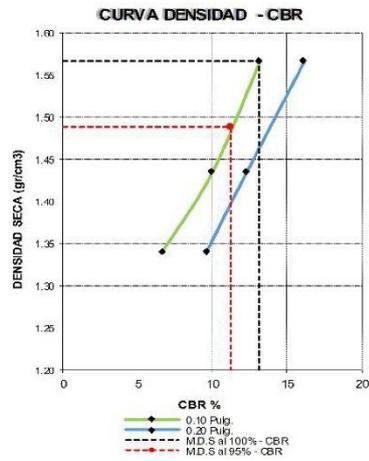
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	66.68	1000	6.67	1.340
2	0.100	100.02	1000	10.00	1.434
3	0.100	131.87	1000	13.19	1.566

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	144.37	1500	9.62	1.340
2	0.200	184.38	1500	12.29	1.434
3	0.200	242.15	1500	16.14	1.566

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.566
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.488
Óptimo contenido de humedad	(%)	19.71
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	13.19
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	11.30



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 77 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

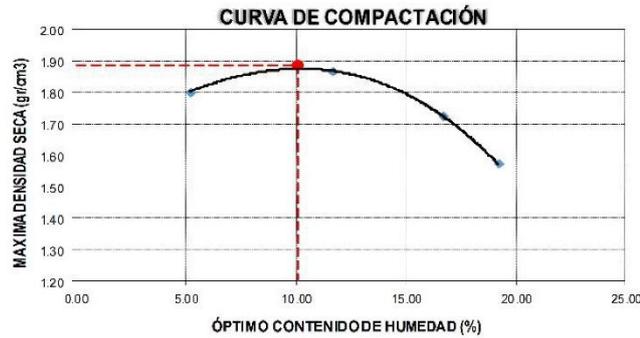
Pág. 78 de 104

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumaza, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / Muestra + 15% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6220	6400	6330	6200		
Peso del molde (g)	4430	4430	4430	4430		
Peso del suelo húmedo (g)	1790	1970	1900	1770		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.90	2.09	2.01	1.88		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	309.70	296.40	271.30	289.10		
Peso del suelo seco + tara (g)	297.58	271.80	246.50	252.60		
Peso del agua (g)	12.12	24.60	24.80	36.50		
Peso de la tara (g)	63.40	60.90	98.00	62.50		
Peso del suelo seco (g)	234.18	210.90	148.50	190.10		
% de humedad (%)	5.18	11.66	16.79	19.20		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.80	1.87	1.73	1.57		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.885
Óptimo contenido de humedad (%)	10.125

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 78 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 79 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C4 / E-1 / Muestra + 15% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
MOLDE	12		25		56			
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	119.50	123.40	12780	12780	12780	12780	12780	12780
Peso del molde (g)	8270	8280	8320	8320	8320	8320	8320	8320
Peso del suelo húmedo (g)	3680	4060	4460	4460	4460	4460	4460	4460
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72
Densidad húmeda (g/cm³)	1.712	1.889	2.075	2.075	2.075	2.075	2.075	2.075
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	320.20	295.10	371.20	371.20	371.20	371.20	371.20	371.20
Peso del suelo seco + cápsula (g)	295.10	273.40	345.57	345.57	345.57	345.57	345.57	345.57
Peso del agua (g)	25.10	21.70	25.63	25.63	25.63	25.63	25.63	25.63
Peso de la cápsula (g)	6100	60.50	92.50	92.50	92.50	92.50	92.50	92.50
Peso del suelo seco (g)	234.10	212.90	253.07	253.07	253.07	253.07	253.07	253.07
% de humedad	10.72	10.19	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.547	1.714	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.862	0.862	0.679	1.101	1.101	0.867	1.187	1.187	0.935
48 hrs	1.040	1.040	0.819	1.198	1.198	0.943	1.321	1.321	1.040
72 hrs	1.320	1.320	1.039	1.415	1.415	1.114	1.567	1.567	1.234
96 hrs	1.320	1.320	1.039	1.415	1.415	1.114	1.567	1.567	1.234

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	lbs/pulg²	lbs	lbs/pulg²	lbs	lbs/pulg²	lbs	lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.025	5	41.50	13.84	12	63.00	21.01	14	130.00	43.34
0.050	19	83.63	27.88	21	153.00	51.01	25	277.00	92.36
0.075	27	105.15	35.06	34	207.00	69.02	36	416.00	138.70
0.100	41	198.00	66.02	45	319.00	106.36	49	499.00	166.37
0.125	54	235.12	78.39	64	457.00	152.37	76	642.00	214.05
0.150	64	350.00	116.70	69	532.00	177.38	83	711.00	237.06
0.200	80	429.87	143.33	83	568.00	199.38	93	836.00	278.74
0.300	95	577.78	192.64	102	726.00	242.06	111	997.00	332.42
0.400	119	712.18	237.45	125	855.00	285.07	135	1100.00	366.76
0.500	128	774.12	258.10	138	897.00	299.07	152	1159.00	386.43

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 79 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

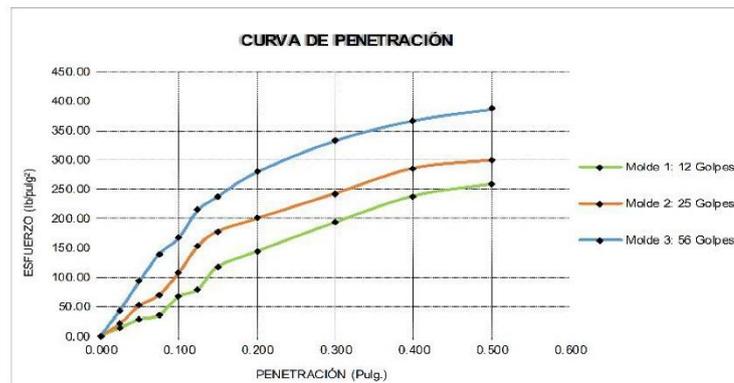
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 80 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO :</b>	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"		
<b>SOLICITANTE :</b>	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos		
<b>RESPONSABLE :</b>	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES		
<b>UBICACIÓN :</b>	TRUJILLO		
<b>FECHA :</b>	6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)		
<b>MUESTRA :</b>	C-4 / E-1 / Muestra + 5% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN)		



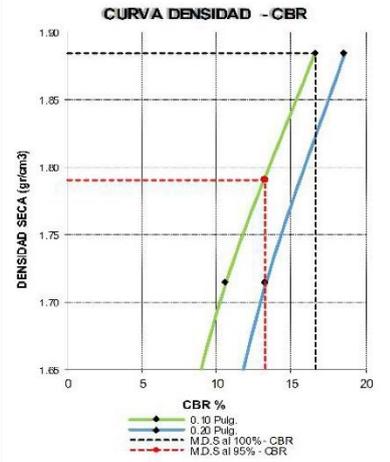
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	66.02	1000	6.60	1.547
2	0.100	106.36	1000	10.64	1.714
3	0.100	166.37	1000	16.64	1.885

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	143.33	1500	9.56	1.547
2	0.200	199.38	1500	13.29	1.714
3	0.200	278.74	1500	18.58	1.885

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.885
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.790
Óptimo contenido de humedad	(%)	10.13
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.64
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	13.31



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 80 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

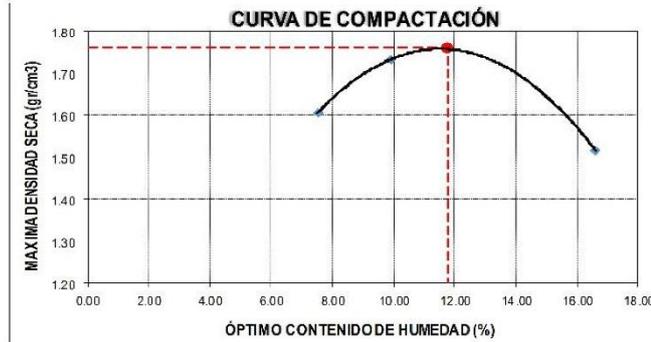
**Pág. 81 de 104**

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / Muestra + 17% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6060	6230	6100			
Peso del molde (g)	4430	4430	4430			
Peso del suelo húmedo (g)	1630	1800	1670			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.73	1.91	1.77			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	342.20	332.60	401.20			
Peso del suelo seco + tara (g)	322.70	311.30	352.60			
Peso del agua (g)	19.50	21.20	48.60			
Peso de la tara (g)	63.00	98.00	60.00			
Peso del suelo seco (g)	259.70	213.30	292.60			
% de humedad (%)	7.51	9.94	16.61			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.73	1.52			



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.761
Óptimo contenido de humedad (%)	11.760

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 81 de 104

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 82 de 104**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C4 / E-1 / Muestra +17% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12040	12200	12200	12550	8320	8320		
Peso del molde (g)	8270	8280	8280	8320	8320	8320		
Peso del suelo húmedo (g)	3770	3920	3920	4230	4230	4230		
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149		
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72		
Densidad húmeda (g/cm³)	1754	1824	1824	1968	1968	1968		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	246.80	255.10	255.10	230.45	230.45	230.45		
Peso del suelo seco + cápsula (g)	224.10	232.40	232.40	212.50	212.50	212.50		
Peso del agua (g)	22.70	22.70	22.70	17.95	17.95	17.95		
Peso de la cápsula (g)	60.50	59.50	59.50	60.10	60.10	60.10		
Peso del suelo seco (g)	163.60	172.90	172.90	152.40	152.40	152.40		
%de humedad (%)	13.88	13.13	13.13	11.78	11.78	11.78		
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1541	1612	1612	1761	1761	1761		

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.050	1.050	0.827	1.090	1.090	0.858	1.165	1.165	0.917
48 hrs	1.140	1.140	0.898	1.205	1.205	0.949	1.204	1.204	0.948
72 hrs	1.240	1.240	0.976	1.295	1.295	1.020	1.325	1.325	1.043
96 hrs	1.240	1.240	0.976	1.295	1.295	1.020	1.325	1.325	1.043

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		ESFUERZO lbs/pulg²
		lbs	lbs/pulg²	lbs	lbs/pulg²	lbs	lbs/pulg²	
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
0.025	7	84.00	28.01	14	105.50	35.18	16	160.50
0.050	22	128.00	42.68	24	178.50	69.51	26	322.50
0.075	31	169.60	56.55	38	241.60	80.55	40	376.60
0.100	48	203.42	67.82	52	371.00	107.00	56	491.40
0.125	55	279.00	93.02	65	409.30	136.47	77	594.30
0.150	70	329.00	109.69	75	499.50	166.54	89	703.14
0.200	86	495.00	165.04	91	556.60	165.56	101	794.60
0.300	105	582.00	194.05	112	716.00	238.73	121	987.00
0.400	121	655.00	218.39	127	850.00	283.40	137	1045.10
0.500	135	700.00	233.39	145	866.00	288.74	159	1068.00

**Responsable del informe:**

**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

**Pág. 82 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

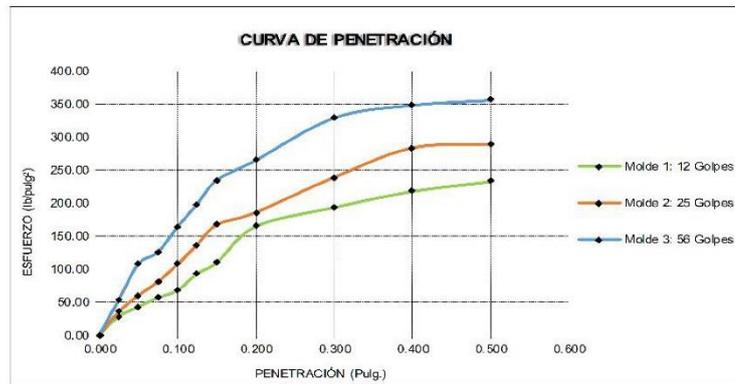
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 83 de 104**

ASTM D-1883

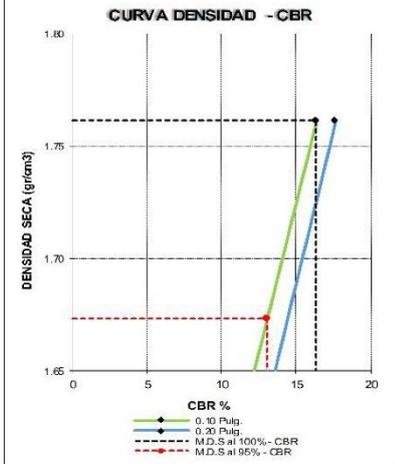
<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/08/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / Muestra + 17% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	67.82	1000	6.78	1.541
2	0.100	107.00	1000	10.70	1.612
3	0.100	163.84	1000	16.38	1.761

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	165.04	1500	11.00	1.541
2	0.200	185.58	1500	12.37	1.612
3	0.200	264.93	1500	17.66	1.761

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.761
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.673
Óptimo contenido de humedad	(%)	11.76
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.38
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	13.01



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 83 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

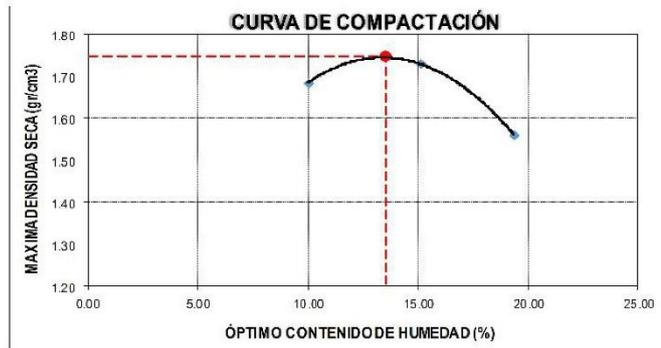
**Pág. 84 de 104**

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-4 / E-1 / Muestra +20% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6180	6310	6180			
Peso del molde (g)	4430	4430	4430			
Peso del suelo húmedo (g)	1750	1880	1760			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.99	1.87			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	395.40	399.40	369.10			
Peso del suelo seco + tara (g)	365.00	355.20	319.50			
Peso del agua (g)	30.40	44.20	49.60			
Peso de la tara (g)	60.90	62.50	63.10			
Peso del suelo seco (g)	304.10	292.70	256.40			
% de humedad (%)	10.00	15.10	19.34			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.73	1.56			



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.748
Óptimo contenido de humedad (%)	13.521

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 84 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 85 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C4 / E-1 / Muestra +20% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12120	12380	12380	12590	12590	12590	12590	12590
Peso del molde (g)	8270	8280	8280	8320	8320	8320	8320	8320
Peso del suelo húmedo (g)	3850	4100	4100	4270	4270	4270	4270	4270
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72
Densidad húmeda (g/cm³)	1.792	1.906	1.906	1.987	1.987	1.987	1.987	1.987
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	220.10	221.50	221.50	190.40	190.40	190.40	190.40	190.40
Peso del suelo seco + cápsula (g)	201.47	202.15	202.15	174.88	174.88	174.88	174.88	174.88
Peso del agua (g)	18.63	19.35	19.35	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52
Peso de la cápsula (g)	60.50	59.50	59.50	60.10	60.10	60.10	60.10	60.10
Peso del suelo seco (g)	140.97	142.65	142.65	114.78	114.78	114.78	114.78	114.78
%de humedad (%)	13.22	13.56	13.56	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.582	1.680	1.680	1.750	1.750	1.750	1.750	1.750

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.050	1.050	0.827	1.090	1.090	0.858	1.165	1.165	0.917
48 hrs	1.140	1.140	0.898	1.205	1.205	0.949	1.204	1.204	0.948
72 hrs	1.240	1.240	0.976	1.295	1.295	1.020	1.325	1.325	1.043
96 hrs	1.240	1.240	0.976	1.295	1.295	1.020	1.325	1.325	1.043

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²						
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	3	25.00	8.34	10	64.50	2151	12	143.50	47.85
0.050	20	90.13	30.05	22	145.50	48.51	26	298.50	99.52
0.075	30	105.75	35.26	37	211.60	70.55	39	400.60	133.57
0.100	42	154.10	51.38	46	350.00	116.70	50	483.10	161.07
0.125	53	228.42	76.16	63	403.30	134.47	75	607.30	202.48
0.150	60	357.00	119.03	65	529.00	176.38	79	741.00	247.06
0.200	81	408.10	136.07	84	601.60	200.58	94	820.60	273.60
0.300	103	482.50	160.87	110	729.00	243.06	118	955.00	318.41
0.400	120	625.00	208.39	126	801.50	267.23	136	1004.00	334.75
0.500	123	679.00	228.39	133	858.00	286.07	147	1048.00	349.42

**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

Pág. 85 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

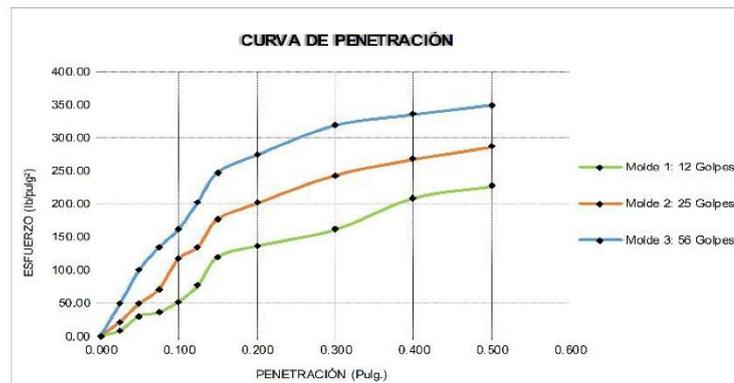
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 86 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO :</b>	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE :</b>	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE :</b>	ING. CRISTIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN :</b>	TRUJILLO
<b>FECHA :</b>	6/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA :</b>	C-4 / E-1 / Muestra +20% PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



#### VALORES CORREGIDOS

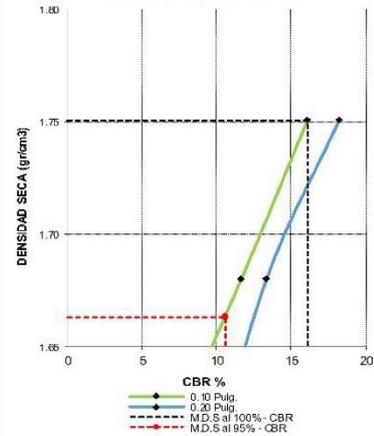
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	51.38	1000	5.14	1.582
2	0.100	116.70	1000	11.67	1.680
3	0.100	161.07	1000	16.11	1.750

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	136.07	1500	9.07	1.582
2	0.200	200.58	1500	13.37	1.680
3	0.200	273.60	1500	18.24	1.750

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.750
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.663
Óptimo contenido de humedad	(%)	13.52
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.11
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	10.59

#### CURVA DENSIDAD - CBR



**Responsable del informe:**

*Christian Andres Rodriguez Angeles*  
**CRISTIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 86 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

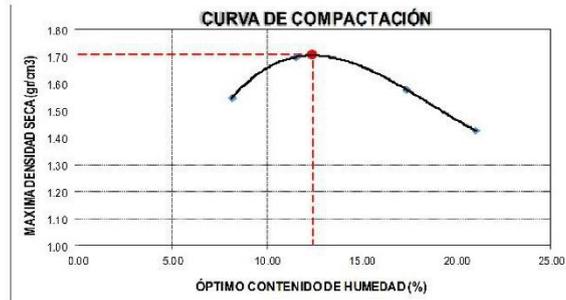
**Pág. 87 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A  
ASTM D - 1557**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / Muestra + 5%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<b>Molde N°</b>	<b>S-3</b>
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6010	6220	6180	6060		
Peso del molde (g)	4430	4430	4430	4430		
Peso del suelo húmedo (g)	1580	1790	1750	1630		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.90	1.85	1.73		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	287.30	181.30	215.40	243.50		
Peso del suelo seco + tara (g)	270.30	168.96	193.91	213.00		
Peso del agua (g)	17.00	12.34	21.49	30.50		
Peso de la tara (g)	61.53	62.31	70.02	68.23		
Peso del suelo seco (g)	208.77	106.65	123.79	144.77		
% de humedad (%)	8.14	11.57	17.39	21.07		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.70	1.58	1.43		



<b>Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.709</b>
<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	<b>12.391</b>

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES  
 RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

**Pág. 87 de 104**

**Validado:**





## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

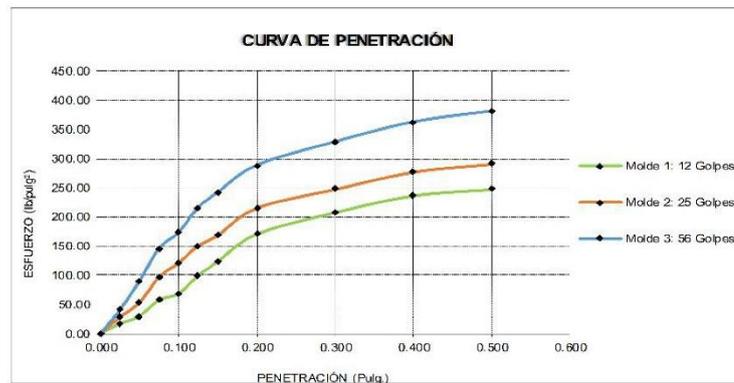
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 89 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 01/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / Muestra + 6%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



#### VALORES CORREGIDOS

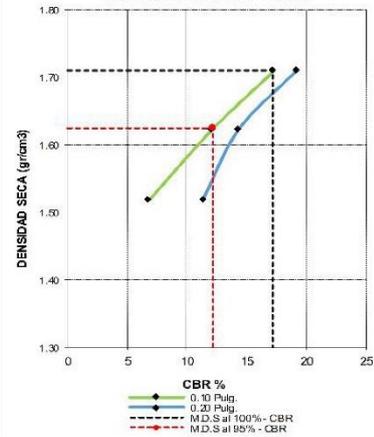
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	68.12	1000	6.81	1.518
2	0.100	121.03	1000	12.10	1.623
3	0.100	172.71	1000	17.27	1.710

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	170.67	1500	11.38	1.518
2	0.200	215.72	1500	14.38	1.623
3	0.200	288.07	1500	19.20	1.710

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.710
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.624
Óptimo contenido de humedad	(%)	12.39
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	17.27
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	12.19

#### CURVA DENSIDAD - CBR



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 89 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

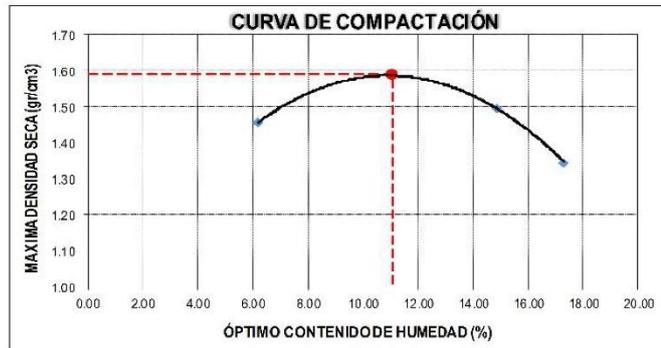
**Pág. 90 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A**  
ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / Muestra + 17%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<b>Molde N°</b>	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5890	6050	5920			
Peso del molde (g)	4430	4430	4430			
Peso del suelo húmedo (g)	1460	1620	1490			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.72	1.58			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	320.70	265.10	270.80			
Peso del suelo seco + tara (g)	304.90	242.50	240.00			
Peso del agua (g)	15.80	22.60	30.80			
Peso de la tara (g)	50.50	90.40	62.10			
Peso del suelo seco (g)	254.40	152.10	177.90			
% de humedad (%)	6.21	14.86	17.31			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.49	1.35			



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.591
Óptimo contenido de humedad (%)	11.045

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 90 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 91 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / Muestra + 7%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03			
MOLDE	12		25		56			
N° DE GOLPES POR CAPA	4560		4570		4570			
SOBRECARGA (g)	11430		11790		12120			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	8280		8280		8320			
Peso del molde (g)	3150		3510		3800			
Peso del suelo húmedo (g)	2149		2149		2149			
Volumen del molde (cm³)	1088.72		1088.72		1088.72			
Volumen del disco espaciador (cm³)	1466		1633		1768			
Densidad húmeda (g/cm³)								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	280.20		246.10		263.00			
Peso del suelo seco + cápsula (g)	258.00		232.00		243.36			
Peso del agua (g)	22.20		14.10		19.64			
Peso de la cápsula (g)	90.20		92.10		65.50			
Peso del suelo seco (g)	167.80		139.90		177.86			
%de humedad (%)	13.23		10.08		11.05			
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1295		1484		1592			

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.430	0.430	0.339	0.593	0.593	0.467	0.900	0.900	0.709
48 hrs	0.625	0.625	0.492	0.920	0.920	0.724	1.160	1.160	0.913
72 hrs	1.020	1.020	0.803	1.100	1.100	0.866	1.240	1.240	0.976
96 hrs	1.020	1.020	0.803	1.100	1.100	0.866	1.240	1.240	0.976

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²						
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	2	30.50	10.17	6	63.00	21.01	11	59.00	19.67
0.050	10	69.63	23.22	17	138.00	46.01	27	210.00	70.02
0.075	18	155.80	51.95	38	222.95	74.34	49	405.10	135.07
0.100	22	212.30	70.78	41	302.76	100.95	78	492.80	164.31
0.125	36	302.12	100.73	59	421.00	140.37	99	613.00	204.38
0.150	59	384.00	128.03	87	509.00	169.71	107	706.50	235.56
0.200	66	510.10	170.08	99	616.00	205.38	119	812.78	270.99
0.300	79	590.78	196.98	110	723.00	241.06	131	897.20	299.14
0.400	96	658.00	219.39	127	811.00	270.40	143	963.00	321.08
0.500	122	708.88	236.35	133	850.38	283.53	172	1009.14	336.46

**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 91 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

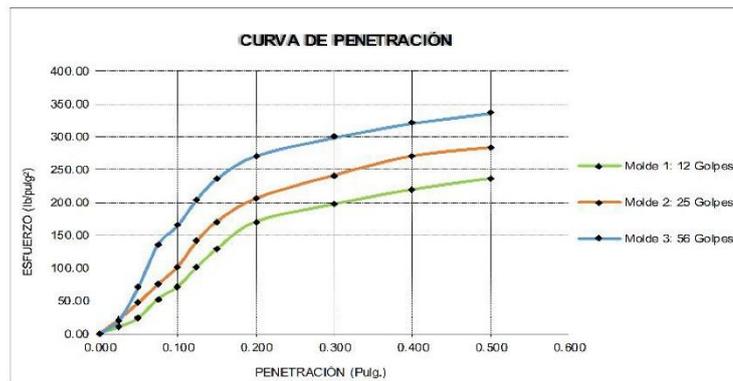
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 92 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO :</b>	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"		
<b>SOLICITANTE :</b>	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos		
<b>RESPONSABLE :</b>	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES		
<b>UBICACIÓN :</b>	TRUJILLO		
<b>FECHA :</b>	10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)		
<b>MUESTRA :</b>	C-2 / E-1 / Muestra + 6%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)		



#### VALORES CORREGIDOS

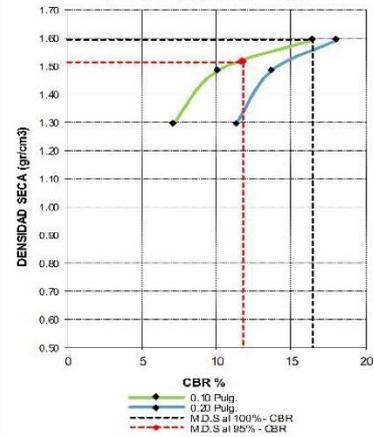
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	70.78	1000	7.08	1.295
2	0.100	100.95	1000	10.09	1.484
3	0.100	164.31	1000	16.43	1.592

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	170.08	1500	11.34	1.295
2	0.200	205.38	1500	13.69	1.484
3	0.200	270.99	1500	18.07	1.592

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.592
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.513
Óptimo contenido de humedad	(%)	11.05
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.43
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	11.79

#### CURVA DENSIDAD - CBR



**Responsable del informe:**

*[Signature]*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 92 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

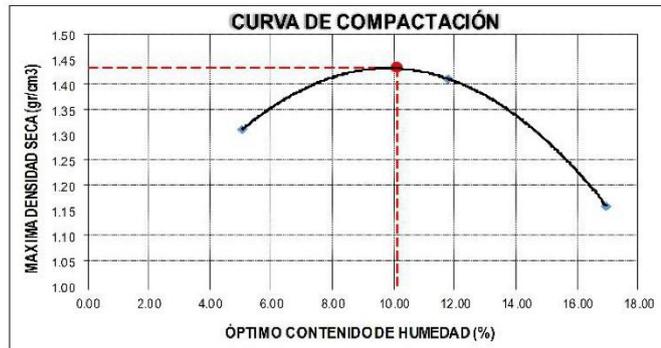
**Pág. 93 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A**  
ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / Muestra + 17%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4430
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N°do capas	5
N°de golpespor capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5730	5920	5710			
Peso del molde (g)	4430	4430	4430			
Peso del suelo húmedo (g)	1300	1490	1280			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.38	1.58	1.36			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	365.60	355.89	300.70			
Peso del suelo seco + tara (g)	351.10	328.00	270.20			
Peso del agua (g)	14.70	27.89	30.50			
Peso de la tara (g)	60.50	91.00	90.50			
Peso del suelo seco (g)	290.60	237.00	179.70			
% de humedad (%)	5.06	11.77	16.97			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.41	1.16			



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.435
Óptimo contenido de humedad (%)	10.131

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 93 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 94 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	: C-2 / E-1 / Muestra + 7%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	1140	1140	1140	1140	1170	1170	1170	1170
Peso del molde (g)	8280	8280	8280	8280	8320	8320	8320	8320
Peso del suelo húmedo (g)	2860	2860	3140	3140	3390	3390	3390	3390
Volumen del molde (cm³)	2149		2149		2149			
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72		1088.72		1088.72			
Densidad húmeda (g/cm³)	1.331		1.461		1.577			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	280.20	280.20	246.10	246.10	263.00	263.00	263.00	263.00
Peso del suelo seco + cápsula (g)	262.20	262.20	232.00	232.00	244.83	244.83	244.83	244.83
Peso del agua (g)	18.00	18.00	14.10	14.10	18.17	18.17	18.17	18.17
Peso de la cápsula (g)	90.20	90.20	92.10	92.10	65.50	65.50	65.50	65.50
Peso del suelo seco (g)	172.00	172.00	139.90	139.90	179.33	179.33	179.33	179.33
%de humedad (%)	10.47	10.47	10.08	10.08	10.13	10.13	10.13	10.13
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.205		1.327		1.432			

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.600	0.600	0.472	0.833	0.833	0.656	0.972	0.972	0.765
48 hrs	0.850	0.850	0.669	1.160	1.160	0.913	1.297	1.297	1.021
72 hrs	1.270	1.270	1.000	1.390	1.390	1.094	1.453	1.453	1.144
96 hrs	1.270	1.270	1.000	1.390	1.390	1.094	1.453	1.453	1.144

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		ESFUERZO lbs/pulg²
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
0.025	3	10.50	3.50	11	43.00	14.34	21	37.00
0.050	15	50.63	16.88	20	119.00	39.68	24	116.00
0.075	22	150.15	50.06	31	232.95	77.67	51	317.00
0.100	34	220.30	73.45	49	310.76	103.61	74	441.00
0.125	63	308.12	102.73	73	483.00	154.37	82	620.00
0.150	79	388.00	129.37	88	545.00	181.71	100	714.50
0.200	82	491.10	163.74	95	647.00	215.72	119	795.78
0.300	101	534.60	178.24	108	675.00	225.06	120	862.00
0.400	113	578.00	192.71	124	731.00	243.73	134	917.00
0.500	127	623.88	208.01	131	765.38	255.19	152	943.14

**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 264975

Pág. 94 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

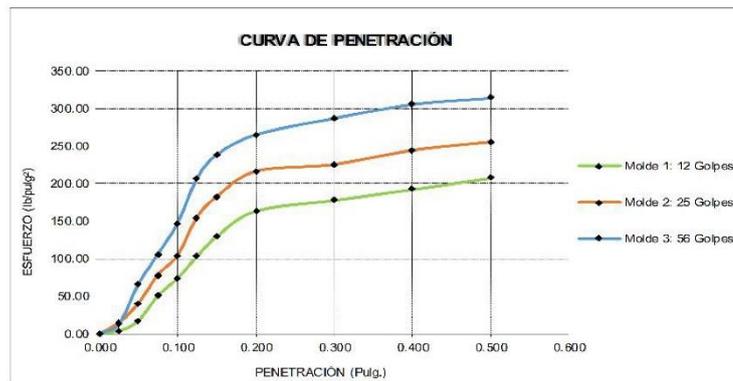
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 95 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO :</b>	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE :</b>	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE :</b>	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN :</b>	TRUJILLO
<b>FECHA :</b>	10/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA :</b>	C-2 / E-1 / Muestra + 6%PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



#### VALORES CORREGIDOS

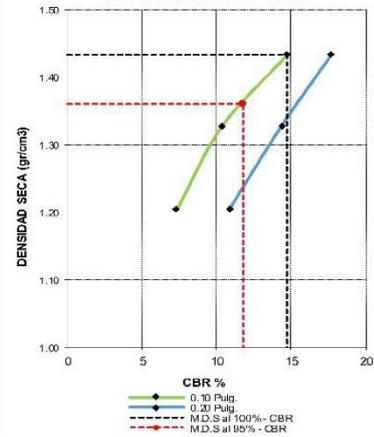
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	73.45	1000	7.35	1.205
2	0.100	103.61	1000	10.36	1.327
3	0.100	147.04	1000	14.70	1.432

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	163.74	1500	10.92	1.205
2	0.200	215.72	1500	14.38	1.327
3	0.200	265.33	1500	17.69	1.432

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.432
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.361
Óptimo contenido de humedad	(%)	10.13
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	14.70
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	11.74

#### CURVA DENSIDAD - CBR



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 95 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

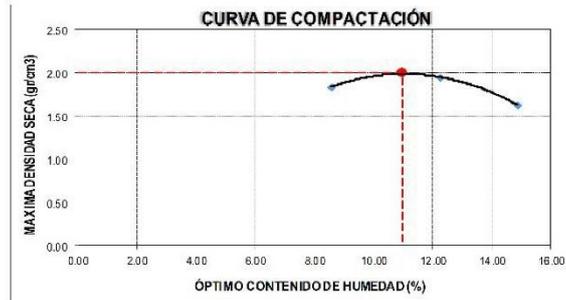
**Pág. 96 de 104**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B  
ASTM D - 1557**

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra + 5 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN)

<b>Molde N°</b>	<b>S-3</b>
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6270	6450	6150			
Peso del molde (g)	4380	4380	4380			
Peso del suelo húmedo (g)	1890	2070	1770			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.00</b>	<b>2.19</b>	<b>1.88</b>			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	320.00	450.20	371.50			
Peso del suelo seco + tara (g)	289.50	410.80	331.77			
Peso del agua (g)	20.50	39.40	40.03			
Peso de la tara (g)	60.50	90.10	62.50			
Peso del suelo seco (g)	239.00	320.70	268.97			
% de humedad (%)	<b>8.58</b>	<b>12.29</b>	<b>14.89</b>			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.84</b>	<b>1.95</b>	<b>1.63</b>			



<b>Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.012</b>
<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	<b>10.954</b>

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

**Pág. 96 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO  
CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE,  
PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO  
DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 97 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra + 15 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
MOLDE	12		25		56			
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12450	12770	12770	13120	13120	13120	13120	
Peso del molde (g)	8320	8280	8280	8320	8320	8320	8320	
Peso del suelo húmedo (g)	4130	4490	4490	4800	4800	4800	4800	
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149	
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	
Densidad húmeda (g/cm³)	1922	2089	2089	2234	2234	2234	2234	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	200.40	250.93	250.93	225.32	225.32	225.32	225.32	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	186.90	231.90	231.90	209.01	209.01	209.01	209.01	
Peso del agua (g)	13.50	19.03	19.03	16.31	16.31	16.31	16.31	
Peso de la cápsula (g)	62.50	60.00	60.00	60.14	60.14	60.14	60.14	
Peso del suelo seco (g)	124.40	181.90	181.90	148.87	148.87	148.87	148.87	
% de humedad (%)	10.85	10.46	10.46	10.96	10.96	10.96	10.96	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1734	1891	1891	2013	2013	2013	2013	

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.721	0.721	0.568	0.850	0.850	0.669	1.080	1.080	0.850
48 hrs	0.896	0.896	0.706	1.070	1.070	0.843	1.200	1.200	0.945
72 hrs	1.075	1.075	0.846	1.250	1.250	0.984	1.346	1.346	1.060
96 hrs	1.075	1.075	0.846	1.250	1.250	0.984	1.346	1.346	1.060

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²						
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	10	77.30	25.77	11	117.80	39.28	20	155.60	51.88
0.050	16	116.43	38.82	17	192.50	64.18	39	304.30	101.46
0.075	26	176.95	59.00	30	303.70	101.26	63	451.50	150.54
0.100	41	231.58	72.21	38	401.90	134.00	87	564.00	188.05
0.125	46	303.92	101.33	54	502.00	167.37	103	664.80	221.65
0.150	71	382.80	127.63	88	576.84	192.33	118	747.64	249.28
0.200	98	504.67	168.27	105	687.05	229.07	139	864.85	288.35
0.300	110	661.58	220.58	118	852.90	284.37	156	1037.70	345.99
0.400	130	774.98	258.39	148	980.20	326.81	168	1158.00	386.10
0.500	141	830.92	277.04	156	1078.30	359.52	177	1256.10	418.80

**Responsable del informe:**

*[Firma]*  
**CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 97 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

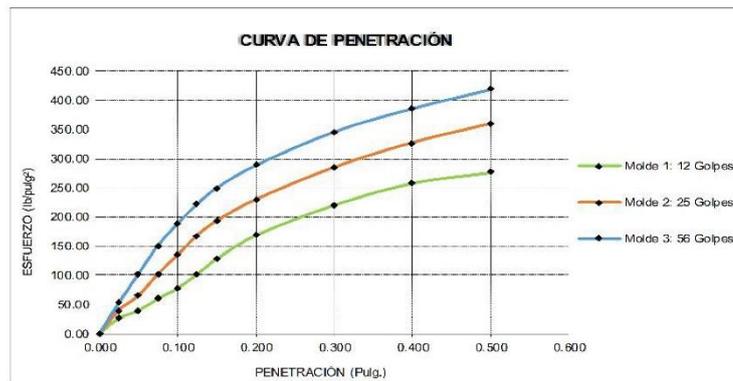
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 98 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra + 15 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



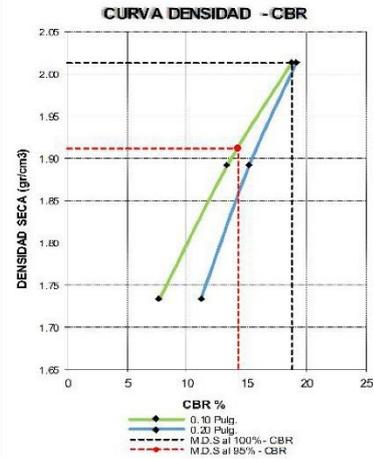
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	77.21	1000	7.72	1.734
2	0.100	134.00	1000	13.40	1.891
3	0.100	188.05	1000	18.80	2.013

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	168.27	1500	11.22	1.734
2	0.200	229.07	1500	15.27	1.891
3	0.200	288.35	1500	19.22	2.013

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.013
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.912
Óptimo contenido de humedad	(%)	10.95
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	18.80
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	14.33



**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 98 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA  
**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Revisión A**  
**Pág. 99 de 104**

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

**PROYECTO :** "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"

**SOLICITANTE :** Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos

**RESPONSABLE :** ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

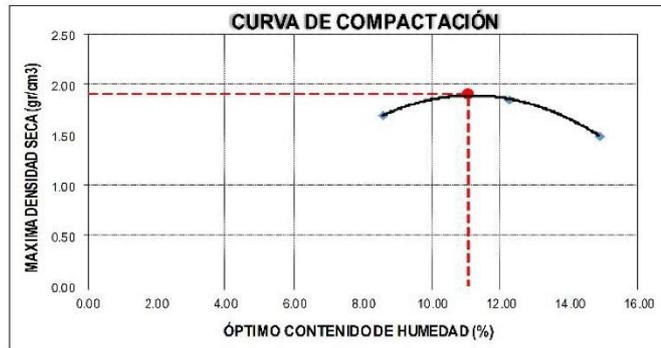
**UBICACIÓN :** TRUJILLO

**FECHA :** 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)

**MUESTRA :** C-5 / E-1 / Muestra +17 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6120	6350	6000			
Peso del molde (g)	4380	4380	4380			
Peso del suelo húmedo (g)	1740	1970	1620			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.84	2.09	1.72			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	320.00	450.20	371.50			
Peso del suelo seco + tara (g)	299.50	410.80	331.47			
Peso del agua (g)	20.50	39.40	40.03			
Peso de la tara (g)	60.50	90.10	62.50			
Peso del suelo seco (g)	239.00	320.70	268.97			
% de humedad (%)	8.58	12.29	14.88			
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.86	1.49			



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.915
Óptimo contenido de humedad (%)	11.050

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 99 de 104

**Validado:**



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 100 de 104**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra + 17 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12220	12510	12890	12890	12890	12890		
Peso del molde (g)	8320	8280	8320	8320	8320	8320		
Peso del suelo húmedo (g)	3900	4230	4570	4570	4570	4570		
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149		
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.815	1.968	2.127	2.127	2.127	2.127		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	305.70	200.90	232.00	232.00	232.00	232.00		
Peso del suelo seco + cápsula (g)	281.90	186.80	214.99	214.99	214.99	214.99		
Peso del agua (g)	23.80	14.10	17.01	17.01	17.01	17.01		
Peso de la cápsula (g)	60.50	52.80	61.00	61.00	61.00	61.00		
Peso del suelo seco (g)	221.40	134.00	153.99	153.99	153.99	153.99		
% de humedad (%)	10.75	10.52	11.05	11.05	11.05	11.05		
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.639	1.781	1.915	1.915	1.915	1.915		

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.750	0.750	0.591	0.951	0.951	0.749	1.027	1.027	0.809
48 hrs	0.965	0.965	0.760	1.084	1.084	0.854	1.210	1.210	0.953
72 hrs	1.160	1.160	0.913	1.280	1.280	1.008	1.300	1.300	1.024
96 hrs	1.160	1.160	0.913	1.280	1.280	1.008	1.300	1.300	1.024

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²						
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.025	12	86.80	22.21	13	107.10	35.71	22	123.50	41.18
0.050	19	104.03	34.89	20	180.10	60.05	42	267.10	89.06
0.075	30	156.35	52.13	34	283.10	94.39	67	389.70	129.93
0.100	48	216.78	71.94	45	386.10	128.73	94	496.60	165.57
0.125	52	284.02	94.70	60	482.10	160.74	109	605.10	201.75
0.150	83	361.06	120.38	100	555.10	185.08	130	682.42	227.53
0.200	113	490.72	163.61	120	673.10	224.42	154	823.00	274.40
0.300	123	635.78	211.98	131	827.10	275.77	169	960.30	320.18
0.400	148	731.88	244.02	166	937.10	312.44	186	1028.70	342.99
0.500	156	748.72	249.64	170	996.10	332.12	191	1091.70	363.99

**Responsable del informe:**

*CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 364975

**Pág. 100 de 104**

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

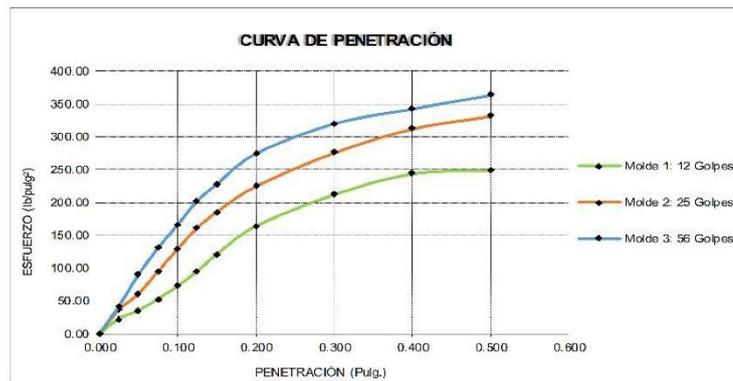
**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

**Pág. 101 de 104**

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883

<b>PROYECTO :</b>	"Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE :</b>	Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE :</b>	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN :</b>	TRUJILLO
<b>FECHA :</b>	3/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA :</b>	C-5 / E-1 / Muestra +17 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



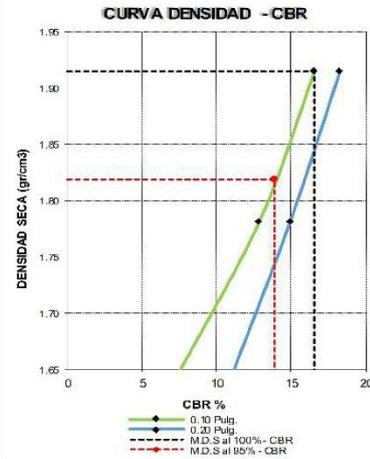
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	7194	1000	7.19	1.639
2	0.100	128.73	1000	12.87	1.781
3	0.100	165.57	1000	16.56	1.915

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	163.61	1500	10.91	1.639
2	0.200	224.42	1500	14.96	1.781
3	0.200	274.40	1500	18.29	1.915

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.915
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.819
Óptimo contenido de humedad	(%)	11.05
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.56
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	13.93



**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
CRISTHIAN ANDRES  
RODRIGUEZ ANGELES  
Ingeniero Civil  
CIP N° 364975

Pág. 101 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

**Solicitante:** Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

**Área:** GEOTECNIA

**Revisión A**

**Código:** EMS\_2023\_CT109

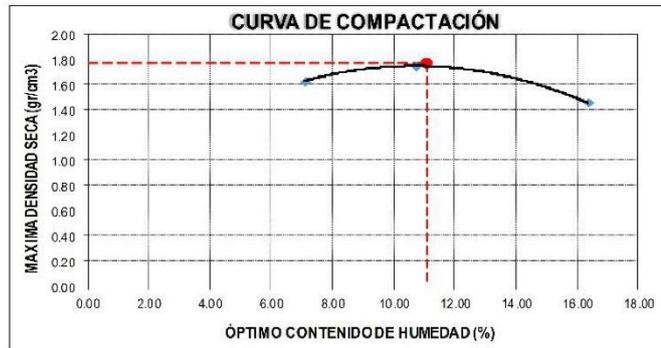
**Pág. 102 de 104**

### PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B ASTM D - 1557

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra +20 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4380
Volumen del molde (cm³)	943.69
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	6030	6210	5980			
Peso del molde (g)	4380	4380	4380			
Peso del suelo húmedo (g)	1650	1830	1600			
Densidad húmeda (g/cm³)	1.75	1.94	1.70			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	260.10	250.80	271.90			
Peso del suelo seco + tara (g)	246.90	235.40	242.10			
Peso del agua (g)	13.20	15.40	29.80			
Peso de la tara (g)	61.00	92.10	60.00			
Peso del suelo seco (g)	185.90	143.30	182.10			
% de humedad (%)	7.10	10.75	16.36			
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.63	1.75	1.46			



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.770
Óptimo contenido de humedad (%)	11.100

**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 102 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**"INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023"**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 103 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D - 1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/06/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra +20PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITAN)

### ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4560		4570		4570			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11970	12180	12180	12540	12540	12540	12540	12540
Peso del molde (g)	8320	8320	8320	8320	8320	8320	8320	8320
Peso del suelo húmedo (g)	3650	3860	3860	4220	4220	4220	4220	4220
Volumen del molde (cm³)	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149	2149
Volumen del disco espaciador (cm³)	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72	1088.72
Densidad húmeda (g/cm³)	1698	1796	1796	1964	1964	1964	1964	1964
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	252.90	260.10	260.10	264.32	264.32	264.32	264.32	264.32
Peso del suelo seco + cápsula (g)	235.30	243.80	243.80	246.91	246.91	246.91	246.91	246.91
Peso del agua (g)	17.60	16.30	16.30	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41
Peso de la cápsula (g)	61.00	92.00	92.00	90.10	90.10	90.10	90.10	90.10
Peso del suelo seco (g)	174.30	151.80	151.80	156.81	156.81	156.81	156.81	156.81
%de humedad (%)	10.10	10.74	10.74	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1543	1622	1622	1767	1767	1767	1767	1767

### ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.732	0.732	0.576	0.867	0.867	0.683	1.055	1.055	0.831
48 hrs	0.941	0.941	0.741	1.140	1.140	0.898	1.274	1.274	1.003
72 hrs	1.062	1.062	0.836	1.316	1.316	1.036	1.487	1.487	1.171
96 hrs	1.062	1.062	0.836	1.316	1.316	1.036	1.487	1.487	1.171

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 4	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²						
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	8	53.10	17.70	9	93.60	31.21	18	110.00	36.68
0.050	14	89.43	29.82	15	165.50	55.18	37	252.50	84.19
0.075	26	134.55	44.86	32	261.30	87.12	65	367.90	122.66
0.100	44	194.88	64.98	41	315.20	105.09	90	475.70	158.61
0.125	43	260.12	86.73	51	418.00	139.37	100	581.20	193.78
0.150	82	345.96	115.35	99	502.00	167.37	129	667.32	222.50
0.200	111	480.32	160.15	118	622.70	207.62	152	812.60	270.93
0.300	116	623.78	207.98	124	785.70	261.96	162	948.30	316.18
0.400	145	690.68	230.28	163	864.30	288.17	183	987.50	329.25
0.500	148	715.92	238.70	163	903.80	301.34	184	1002.70	334.32

**Responsable del informe:**

  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 264975

Pág. 103 de 104

**Validado:**



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**“INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN EL ENSAYO CBR Y PROCTOR MODIFICADO DE LA SUBRASANTE EN COSIETE, PALO BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023”**

**LABORATORIO DE**

Solicitante: Castro Espejo Eduardo y Medrano Burgos Luis Carlos

- CONCRETO
- SUELOS
- ASFALTO

Área: GEOTECNIA

Revisión A

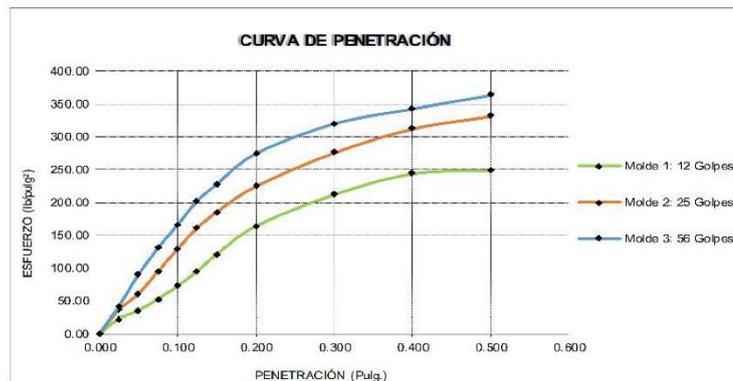
Código: EMS\_2023\_CT109

Pág. 104 de 104

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

<b>PROYECTO</b>	: "Incorporación Polvo de Cáscara de Huevo en el Ensayo CBR y Proctor Modificado de la Subrasante en Cosiete, Palo Blanco, Contumazá, 2023"
<b>SOLICITANTE</b>	: Castro Espejo Eduardo & Medrano Burgos Luis Carlos
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
<b>UBICACIÓN</b>	: TRUJILLO
<b>FECHA</b>	: 13/05/2023 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXC.)
<b>MUESTRA</b>	: C-5 / E-1 / Muestra +17 PCH / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



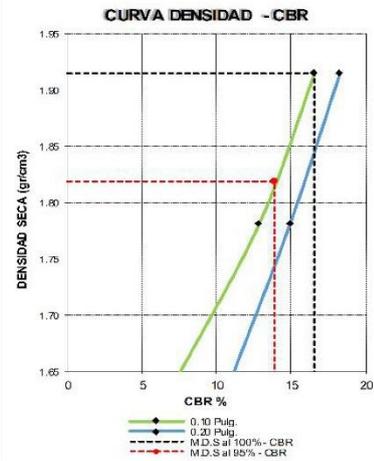
#### VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	71.94	1000	7.19	1.639
2	0.100	128.73	1000	12.87	1.781
3	0.100	165.57	1000	16.56	1.915

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	163.61	1500	10.91	1.639
2	0.200	224.42	1500	14.96	1.781
3	0.200	274.40	1500	18.29	1.915

#### RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.915
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.819
Óptimo contenido de humedad	(%)	11.05
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	16.56
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	13.93



**Responsable del informe:**

*(Firma)*  
**CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 364975

Pág. 104 de 104

**Validado:**



- **Anexo 7. Certificado de calibración del Laboratorio de Suelos “CRISAL Ingeniería y Arquitectura”.**

**PYS EQUIPOS**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

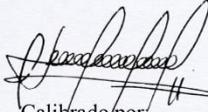
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-1199-2022**  
**Pág. 1 de 3**

INSTRUMENTO	: PRENSA C.B.R.
FABRICANTE	: PYS EQUIPOS
MODELO	: PYS145
NÚMERO DE SERIE	: 227 SERIE INDICADOR: MH20200906040
PROCEDENCIA	: NACIONAL
RANGO DE MEDICION	: 0 – 5000 kgf
SOLICITANTE	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C
CLASE DE PRECISION	: 1
FECHA DE CALIBRACION	: 2022-09-10
METODO DE CALIBRACIÓN	: Comparación Directa
LUGAR DE CALIBRACIÓN	: Laboratorio de fuerza – PYS EQUIPOS

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados

Revisado por:  
 Eler Pozo S.  
 Dpto. Metrología

  
 Calibrado por:  
 Javier Negrón C.  
 Dpto. Metrología

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-1199-2022**

**Pág. 2 de 3**

**TRAZABILIDAD:**

<b>PATRÓN DE CALIBRACIÓN</b>	Celda de carga	KELI
	Número de Serie	5V51168
	Capacidad	10000 kg
	Indicador Digital	HIWEIGH
	Modelo	315-X5
	Número de serie	0215533
	Resolución	0.1kg

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el **Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 B**

**RESULTADOS DE CALIBRACIÓN**

Error de Exactitud	: -0.788%
Error de repetibilidad	: 0.139%
Resolución	: 0.020 %

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional **ISO 7500-1** la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La **MAQUINA** descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma **ASTM E74-06** y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



**\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\***

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1199-2022

Pág. 3 de 3

#### RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			PROMEDIO LECTURAS
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	
%	kgf	kN	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
10	500	4.9	502.30	502.70	503.00	502.67
20	1000	9.8	1002.90	1003.20	1002.70	1002.93
30	1500	14.7	1500.50	1500.20	1500.80	1500.50
40	2000	19.6	1998.50	2000.10	1999.30	1999.30
50	2500	24.5	2491.30	2492.10	2491.80	2491.73
60	3000	29.4	2983.50	2984.20	2984.50	2984.07
70	3500	34.3	3476.80	3477.50	3477.70	3477.33
80	4000	39.2	3967.60	3968.80	3967.90	3968.10
90	4500	44.1	4465.70	4467.70	4466.90	4466.77
100	5000	49.0	4960.50	4960.90	4961.30	4960.90
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	----

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	Kgf	kN	q(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	500	4.9	-0.531	0.139	0.020	0.253
20	1000	9.8	-0.292	0.050	0.010	0.242
30	1500	14.7	-0.033	0.040	0.007	0.241
40	2000	19.6	0.035	0.080	0.005	0.244
50	2500	24.5	0.332	0.032	0.004	0.241
60	3000	29.4	0.534	0.034	0.003	0.241
70	3500	34.3	0.652	0.026	0.003	0.241
80	4000	39.2	0.804	0.030	0.003	0.241
90	4500	44.1	0.744	0.045	0.002	0.241
100	5000	49.0	0.788	0.016	0.002	0.240
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. de cero(0)=-0,00

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-474-2022**

Página 1 de 2

Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.  
Dirección : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO.  
Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTES  
Fabricante : BAKER  
Modelo : K50  
Serie : EJC907  
Alcance de Identificación : 0 – 1”  
División de Escala : 0.001”  
Tipo : Analógico  
Lugar de Calibración : Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.  
Fecha de Calibración : 2022-09-12  
Fecha de emisión : 2022-09-12

**Método de calibración empleado**

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	INICIAL	FINAL
Temperatura	18.3°C	18.3°C
Humedad Relativa	77%	76%

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $K=2$ . La incertidumbre fue determinada según la “Guía para la expresión de incertidumbre en la medición”. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

### TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

### RESULTADO DE MEDICION

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1.5-1	0.0984	0.0986	0.0002
5	0.1968	0.1970	0.0002
5-1.5-1	0.2953	0.2952	-0.0001
10	0.3937	0.3938	0.0001
10-1.5-1	0.4921	0.4924	0.0003
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1.5-1	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1.5-1	0.8858	0.8862	0.0004
20-5	0.9843	0.9848	0.0005

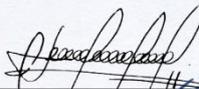
Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón		Error de Indicación
	Pulg	Pulg	
20-5	0.9843	0.9848	0.0005
	0.9843	0.9848	0.0005
	0.9843	0.9848	0.0005
	0.9843	0.9848	0.0005
	0.9843	0.9848	0.0005

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia  
 0.001 in = 1ml  
 1 in = 0.25mm  
 1 in = 0.01 pulgada

  
 Revisado por:  
 Eler Pozo S.  
 Dpto. de Metrología

  
 Calibrado por:  
 Javier Negrón C.  
 Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1988-2022

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C  
DIRECCION : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO  
FECHA : 2022/09/07  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 620 g  
Nº DE SERIE : 8341286357 DIV. DE ESCALA ( d ) 0.01 g  
MODELO : NV622ZH DIV. DE VERIFICACIÓN ( e ) 0.01 g  
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA  
CLASE II CAPACIDAD MÍNIMA 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M - 1541 / 1542 - 2021

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.009	0.006
2	300.01	0.009	0.006	600.01	0.009	0.006
3	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.008	0.007
4	300.00	0.007	-0.002	600.02	0.009	0.016
5	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.008	0.007
6	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.008	0.007
7	300.00	0.009	-0.004	600.01	0.008	0.007
8	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.008	0.007
9	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.008	0.007
10	300.00	0.008	-0.003	600.01	0.008	0.007

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

Carga ( g )	Diferencia Máxima ( g )	E.M.P. ( g )
300.00	0.010	0.03
600.00	0.010	0.03

#### OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.6	18.6

	Inicial	Final
H.R. (%)	79	79

Posición de la Carga	Carga Mínima* (g)	Determinación del Error en Cero Eo			Carga L (g)	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	200.00	200.00	0.008	-0.003	-0.001	0.02
2		0.10	0.009	-0.004		200.02	0.009	0.016	0.020	0.02
3		0.10	0.008	-0.003		200.02	0.008	0.017	0.020	0.02
4		0.10	0.008	-0.003		199.98	0.007	-0.022	-0.019	0.02
5		0.10	0.009	-0.004		199.98	0.008	-0.023	-0.019	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. °C	18.6	18.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	79	79

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.20	0.20	0.008	-0.003						
0.50	0.50	0.008	-0.003	0.000	0.50	0.008	-0.003	0.000	0.01
1.00	1.00	0.007	-0.002	0.001	1.00	0.007	-0.002	0.001	0.01
10.00	10.00	0.008	-0.003	0.000	10.00	0.008	-0.003	0.000	0.01
50.00	50.00	0.007	-0.002	0.001	50.00	0.008	-0.003	0.000	0.02
100.00	100.00	0.007	-0.002	0.001	100.00	0.008	-0.003	0.000	0.02
200.00	200.00	0.008	-0.003	0.000	200.00	0.007	-0.002	0.001	0.02
300.00	299.00	0.009	-1.004	-1.001	300.00	0.008	-0.003	0.000	0.03
400.00	399.00	0.009	-1.004	-1.001	400.00	0.007	-0.002	0.001	0.03
500.00	499.99	0.008	-0.013	-0.010	500.00	0.008	-0.003	0.000	0.03
600.00	600.01	0.009	0.006	0.009	600.01	0.009	0.006	0.009	0.03

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:  $U = 6 \text{ mg} + (1,3 \times 10^{-6})I$

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negron C.  
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1989-2022

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C
DIRECCION : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO
FECHA : 2022/09/07
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 6200 g
Nº DE SERIE : 8345671812 DIV. DE ESCALA (d) 0.1 g
MODELO : NVT6201ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 1 g
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA
CLASE : III CAPACIDAD MÍNIMA 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1544-2021,M-1541-2021

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

Table with 4 columns: Item, Status, Item, Status. Rows include AJUSTE DE CERO, OSCILACIÓN LIBRE, PLATAFORMA, SISTEMA DE TRABA.

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Table with 6 columns: Temp °C, Inicial, Final, H. R. %, Inicial, Final. Values: 18.5, 18.6, 75, 75.

Table with 7 columns: Medición Nº, Carga L1, ΔL, E, Carga L2, ΔL, E. Rows 1-10 showing measurements for 3000.00g and 6000.00g.

E = | + 1/2e - ΔL - L

Table with 3 columns: Carga (g), Diferencia Máxima (g), E.M.P. (g). Values: 3000.00, 6000.00, 0.010, 0.03.

OBSERVACIONES:

- 1. Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.6	18.6

	Inicial	Final
H.R. (%)	75	75

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Carga L (g)	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)		Eo (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	2000.00	0.070	-0.020	0.010	0.02
2	1.00	1.00	0.080	-0.030		1999.80	0.050	-0.200	-0.170	0.02
3	1.00	1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.050	-0.200	-0.180	0.02
4	1.00	1.00	0.080	-0.030		2000.00	0.060	-0.010	0.020	0.02
5	1.00	1.00	0.070	-0.020		2000.10	0.080	0.070	0.090	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. °C	18.6	18.6

	Inicial	Final
H.R. (%)	75	75

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1.00	1.00	0.070	-0.020						
5.00	5.00	0.060	-0.010	0.010	5.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
20.00	20.00	0.060	-0.010	0.010	20.00	0.050	0.000	0.020	0.01
100.00	100.00	0.050	0.000	0.020	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	499.90	0.070	-0.120	-0.100	500.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
1000.00	1000.00	0.080	-0.030	-0.010	1000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
2000.00	2000.00	0.080	-0.030	-0.010	1999.90	0.050	-0.100	-0.080	0.02
3000.00	2999.90	0.060	-0.110	-0.090	2999.90	0.050	-0.100	-0.080	0.02
4000.00	4000.00	0.070	-0.020	0.000	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.00	0.070	-0.020	0.000	5000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03
6000.00	6000.10	0.090	0.060	0.080	6000.10	0.090	0.060	0.080	0.03

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

Página: 1 de 3

**SOLICITANTE:** CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C  
**DIRECCIÓN:** MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO.  
**EQUIPO:** HORNO ELECTRICO  
**MARCA:** PYS EQUIPOS  
**MODELO:** 101-2B  
**N° SERIE:** 21030634  
**PROCEDENCIA:** CHINA  
**IDENTIFICACIÓN:** NO INDICA  
**UBICACIÓN:** Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.  
**TEMPERATURA DE TRABAJO:** 110°C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
Alcance De Indicación	300 °c	(*)
Div. Escala / Resolución	0.1	(*)
Tipo	Digital	(*)

### FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 2022/09/08 en las instalaciones del Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.

### MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN:

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración 020-CT-T-2022 trazable a CORPORACION 2M & N/INACAL

### RESULTADOS:

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental: 20.7 °C Humedad Relativa: 76 % Presión Ambiental: 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

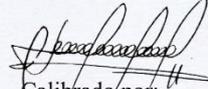
### OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (\*)

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración."

  
Revisado por:  
Eler Pozo Solis  
Dpto. de Metrología

  
Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Técnico.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022**

Página: 2 de 3

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	109.9	109.6	108.9	106.3	109.0	106.8	110.1	110.1	115.6	113.6	110.0	9.3
02	110	109.7	109.6	108.9	106.2	109.2	106.7	110.2	110.1	115.7	113.2	110.0	9.5
04	110	109.6	109.8	109.0	106.1	109.2	106.7	110.3	110.2	115.9	113.7	110.1	9.8
06	110	109.8	109.8	109.1	106.3	109.3	107.0	110.4	110.3	115.7	113.7	110.1	9.4
08	110	109.8	109.9	109.2	106.4	109.4	106.9	110.4	110.5	115.8	113.8	110.2	9.4
10	110	110.2	110.1	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.7	116.1	113.9	110.5	9.3
12	110	109.6	110.0	109.2	106.6	109.7	106.9	110.5	110.5	115.3	113.7	110.2	8.7
14	110	109.8	109.8	109.0	106.6	109.4	106.7	110.4	110.2	115.7	113.7	110.1	9.1
16	110	110.3	110.2	109.4	106.8	109.7	107.1	110.7	110.8	116.6	114.3	110.6	9.8
18	110	110.0	110.1	109.3	106.6	109.3	107.1	110.7	110.5	115.6	114.3	110.4	9.0
20	110	110.5	110.1	109.3	106.6	109.6	107.0	110.6	110.7	115.8	113.9	110.4	9.2
22	110	110.4	110.1	109.3	106.8	109.7	106.8	110.5	110.6	115.9	113.7	110.4	9.1
24	110	110.1	110.0	109.3	106.3	109.4	107.0	110.5	110.5	115.5	114.2	110.3	9.2
26	110	109.7	109.8	109.0	106.3	109.3	106.8	110.3	110.3	114.9	113.5	110.0	8.6
28	110	109.1	109.4	108.6	106.1	108.7	106.5	110.0	110.0	114.8	114.0	109.7	8.7
30	110	109.2	109.6	108.7	106.3	109.1	106.5	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.0
32	110	109.5	109.5	108.8	106.1	109.1	106.8	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.2
34	110	109.8	109.7	108.9	106.3	109.1	106.8	110.2	110.2	115.6	113.6	110.0	9.3
36	110	109.2	109.5	108.7	106.1	109.1	106.3	109.9	110.0	114.8	113.0	109.7	8.7
38	110	109.6	109.4	108.7	106.0	109.2	106.5	109.9	110.0	115.1	112.9	109.7	9.1
40	110	109.1	109.4	108.7	106.1	109.1	106.5	110.0	109.9	115.1	113.7	109.8	9.0
T. PROM.	110	109.8	109.8	109.0	106.4	109.3	106.8	110.3	110.3	115.5	113.7	110.1	
T. MAX.	110	110.5	110.2	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.8	116.6	114.3		
T. MIN.	110	109.1	109.4	108.6	106.0	108.7	106.3	109.9	109.9	114.8	112.9		
DTT	0.0	1.4	0.8	0.8	0.8	1.3	0.9	0.8	0.9	1.8	1.4		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio: 15 °C  
 Tiempo de calibración del equipo: 40 minutos  
 Tiempo de estabilización del equipo: 1 h 20 min

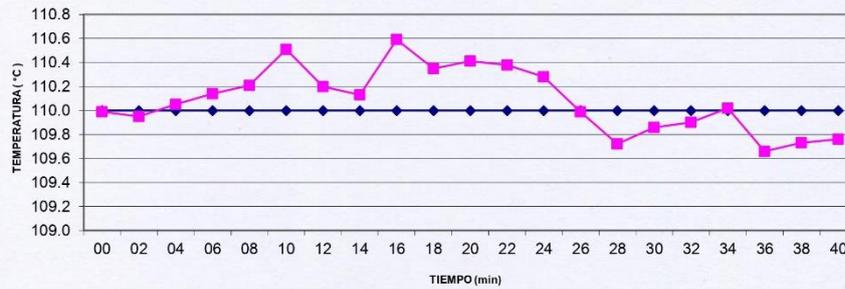
DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO	INCERTIDUMBRE
EN EL TIEMPO (°C)	(± °C)
10.2	2.0

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

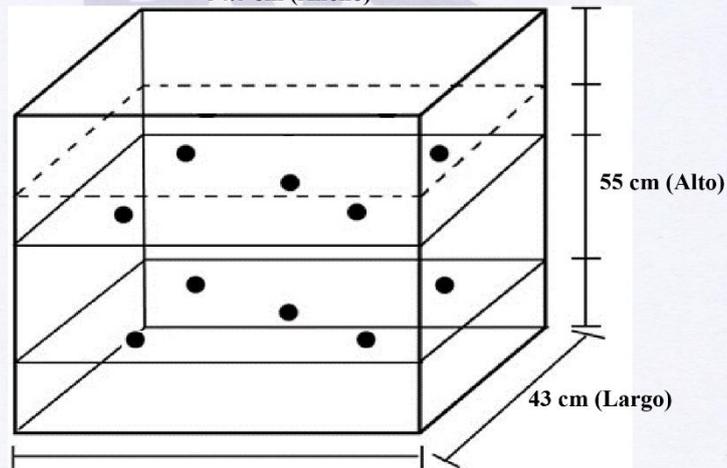


\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

**"DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO  
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C"**



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES  
54.5 cm (Ancho)**



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.

Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

- **Anexo 8.** Carta de solicitud para trabajos de excavación en Cosiete, Palo Blanco Contumazá.

Contumazá, 29 de mayo del 2023

CARTA N° 001- 2023/LCMB.

Señor:  
ENRICO EDIN CEDRON LEON  
Alcade de la Provincia de Contumazá

Atención:  
ING. LORD POMPEO AZAÑEDO ALCÁNTARA  
Gerente de Desarrollo Territorial e Infraestructura  
Municipalidad Provincial de Contumazá



ASUNTO : SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN POR TRABAJOS DE EXCAVACIÓN  
(CALICATAS)

REFERENCIA: TESIS: "INCORPORACIÓN POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO EN ENSAYO  
CBR, PROCTOR MODIFICADO EN SUBRASANTE DE CARRETERA PALO  
BLANCO, CONTUMAZÁ, 2023".

De mi mayor consideración:

Reciba mi saludo cordial, luego de comunicar mediante este documento, solicitud de autorización por trabajos de excavación (calicatas) para fines académicos en proyecto de tesis de la Universidad Cesar Vallejo.

Mi proyecto "Incorporación Polvo De Cáscara De Huevo En Ensayo Cbr, Proctor Modificado En Subrasante De Carretera Palo Blanco, Contumazá, 2023", esta enfocado en el estudio de suelos con intervención orgánica polvo de cascara de huevo, siendo este beneficio a la innovación en futuros proyectos sostenibles. Siendo tesista es de valor tener su autorización como respuesta a la presente carta. Esto será motivo de validez y veracidad para la futura sustentación de la Tesis mencionada frente al jurado seleccionado por la universidad y recibir el grado académico en la carrera profesional como **Ingeniero Civil**.

Esperando sea de su agrado y empatía para con el proyecto, esperando recibir de su cortesía respuesta a la petición mencionada mediante el mismo medio solicitado.

Atentamente.

MEDRANO BURGOS, LUIS CARLOS  
DNI N° 76555899