



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Palacios Chuquiruna, Rubén (ORCID: 0000-0001-9520-3238)  
Villalobos Ascurra, José Gabriel (ORCID: 0000-0001-9163-732X)

**ASESORA:**

Dra. Villón Prieto, Claudia Rosalía (ORCID: 0000-0003-3787-2120)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, Virgínea Ascurra Villena y Nicanor Villalobos Días, por brindarme todo el apoyo incondicional para poder cumplir mis metas y sueños. También le dedico este trabajo a mi esposa Rosa Yajamanco Gálvez y a mi hijo Nathan Villalobos Yajamanco por darme la fuerza y ganas de seguir adelante para prosperar como profesional, padre y esposo a todos ellos gracias por siempre.

***José Gabriel Villalobos Ascurra***

Dedicado a mis padres Antonio Palacios Moreno y María Chuquiruna Raico, también a mi esposa y a mis hijos Belén y Rubencito Palacios Chavarri y a toda mi familia en general por su todo su apoyo moral e incondicional.

Así mismo doy gracias a Dios por bendecirme y darme las fuerzas, sabiduría e inteligencia para lograr el desarrollo de este proyecto.

***Rubén Palacios Chuquiruna***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a Dios por guiarnos y brindarnos la salud y el conocimiento, también muy profundamente a nuestra asesora Claudia Rosalía Villon Prieto por ser nuestra guía clave en la elaboración de nuestra tesis, también a nuestros padres y familia por forzar y reforzar nuestros conocimientos adquiridos gracias a las experiencias adquiridas por nuestros docentes.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2. Variables y Operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS .....	25
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS:.....	61
ANEXOS.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de cales.	16
Tabla 2. Tipos de cales hidráulicas naturales.	17
Tabla 3. Resistencia a la compresión según el tipo de cal.	18
Tabla 4. Cuadro de resumen de ubicación y extracción de muestras.	28
Tabla 5. Tamaño de partículas según MTC.	29
Tabla 6. Granulometría del suelo natural.	30
Tabla 7. Resultados de ensayo de análisis granulométrico de suelo natural + 2% cal.	31
Tabla 8. Granulometría del suelo natural + 4% de cal.	33
Tabla 9. Resultado de ensayo de análisis granulométrico del suelo natural + 8% de cal	34
Tabla 10. Resumen de análisis granulométrico en diferentes dosificaciones.	36
Tabla 11. Tabla de resumen de análisis de límites consistencia.	37
Tabla 12. Tabla de análisis de límites liquido del suelo natural.	38
Tabla 13. Tabla de análisis de límite plástico del suelo natural.	38
Tabla 14. Tabla de resumen de contenido de humedad del suelo natural.	39
Tabla 15. Tabla de resumen de porcentajes óptimos y densidad máxima seca.	40
Tabla 16. Tabla de porcentajes óptimos y densidad máxima seca del suelo natural.	42
Tabla 17. Resultado de Densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de Suelo natural + 2% de cal.	43
Tabla 18. Resultado de densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de Suelo natural + 4% de cal.	44
Tabla 19. Resumen de resultados de CBR.	45
Tabla 20. Resultado de CBR del suelo natural.	46

Tabla 21. Resultado de CBR del suelo natural + 2% de cal.	47
Tabla 22. Resultado de CBR del suelo natural + 4% de cal.	48
Tabla 23. Resultado de CBR del suelo natural + 8% de cal.	49
Tabla 24. Resumen de resultados obtenidos en laboratorio.	50
Tabla 25. Resumen de resultados de análisis de laboratorio.	51
Tabla 26. Resumen de resultados de CBR.	52
Tabla 27. Resumen de resultados de análisis de proctor modificado.	52
Tabla 28. Resumen de resultados de límites de consistencia.	53
Tabla 29. Prueba de normalidad resultados de CBR.	53
Tabla 30. información del factor	54
Tabla 31. Análisis de varianza (Anova).	54
Tabla 32. Comparación en parejas de Tukey.	54
Tabla 33. Comparación en parejas de Tukey.	55
Tabla 34. Comparación en parejas de Tukey.	55
Tabla N° 35. Parámetros del M.T.C para estabilizar un suelo.	57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Mapa político del departamento de Cajamarca	26
Figura 2. Mapa político del Perú.	26
Figura 3. Ubicación de la zona	27
Figura 6. Curva granulométrica del terreno natural.	31
Figura 7. Curva granulométrica del terreno natural + 2% de cal	32
Figura 8. Curva granulométrica del terreno natural + 4% de cal.	34
Figura 9. Curva granulométrica del terreno natural + 8% de cal.	35
Figura 10. resumen de curva granulométrica del terreno natural y las diferentes proporciones de cal.	36
Figura 11. Composición de muestras.	37
Figura 12. limite líquido del suelo natural.	39
Figura 13. contenido de humedad.	40
Figura 14. Contenido de humedad en diferentes proporciones.	41
Figura 15: Curva de compactación del suelo natural.	42
Figura 16. curva de compactación del suelo natural + 2% cal.	43
Figura 17. curva de compactación del suelo natural + 4% cal.	44
Figura 18: curva de compactación del suelo natural + 8% cal.	45
Figura 19: variación de CBR en diferentes proporciones.	46
Figura 20: curva de CBR del suelo natural.	47
Figura 21: curva de CBR del suelo natural + 2% de cal.	48
Figura 22: Curva De CBR del suelo natural + 4% de cal.	49
Figura 23. Curva de CBR del suelo natural + 8% de cal.	49

## RESUMEN

La mayoría de carreteras del Perú de bajo y alto tránsito, cuyos suelos no cumplen con los estándares mínimos que establece el MTC, para ser utilizados como subrasante, y para hacer cumplir estos estándares se planteó como objetivo principal estabilizar el suelo adicionando cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021. La ejecución de esta investigación con un diseño experimental, muestreo no probabilístico, y la técnica de recolección de datos fue la observación. Mediante ensayos desarrollados determinamos que el LP fue de 30%, LL de 22% y el IP de 8%, también se determinó el CBR de 4.80%, calificando al suelo como pobre para subrasante, una vez estabilizado con cal al 2%,4% y 8%, el suelo preparado con las dosificaciones de cal tuvo un cambio positivo en sus propiedades satisfaciendo así los parámetros que la norma establece, donde el LP, LL y el IP ya no están presentes, así mismo el CBR aumentó a 17.81%, 50.40% y 111.00% con respecto al CBR natural. Concluyendo así que en la adición de cal al 2%, 4% y 8% mejora las propiedades físico y mecánicas del suelo para ser usado como subrasante con los estándares mínimos de MTC.

**Palabras clave:** Subrasante, cal, CBR, estabilización del suelo.

## ABSTRACT

The majority of highways in Peru with low and high traffic, whose soils do not meet the minimum standards established by the MTC, to be used as sub-tariffs, and to enforce these standards, the main objective was to stabilize the soil by adding lime to improve the CBR of the Huito road section km 0+100 to km 1+100 km, Jaén 2021. The execution of this research with an experimental design, non-probabilistic sampling, and the data collection technique was observation. Through developed tests we determined that the LP was 30%, LL 22% and the IP 8%, the CBR of 4.80% was also determined, qualifying the soil as poor for subgrade, once stabilized with 2% lime, 4 % and 8%, the soil prepared with the lime dosages had a positive change in its properties, thus satisfying the parameters of the stable standard, where the LP, LL and IP are no longer present, likewise the CBR increased to 17.81%, 50.40% and 111.00% with respect to the natural CBR. Thus, concluding that the addition of lime at 2%, 4% and 8% improves the physical and mechanical properties of the soil to be used as a subgrade with the minimum MTC standards.

**Keywords:** Subrasante, lime, CBR, soil stabilization.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La realidad Problemática nos dice, que el sistema vial de un país es muy importante, ya que dinamiza la economía, permitiendo la salida de los diversos productos generados en el interior hacia los mercados locales, regionales, nacionales y para la exportación; además, permite que la población se movilice activando el intercambio cultural y fortaleciendo las sociedades. En el Perú, desde todos los niveles de gobierno, se promueve y ejecuta permanentemente obras de infraestructura vial para incentivar el crecimiento económico y el desarrollo social; así de manera secuencial y jerárquica, se construyen caminos y carreteras para llegar hasta los poblados más alejados, inicialmente con niveles de trochas carrozables, caminos afirmados hasta lograr finalmente las carreteras asfaltadas. Durante todo el proceso de construcción y mejoramiento posterior, la industria de la construcción vial se enfrenta a incontables inconvenientes y factores negativos que ponen en riesgo la ejecución de la obra y la calidad posterior de la misma; así tenemos que factores climáticos como las lluvias promueven la erosión hídrica del suelo, afectando los taludes, y plataformas construidas, la naturaleza del suelo, debido a la alta cantidad de constituyentes finos llámese limos y arcillas desestabilizan las estructuras; fallas geológicas que inestabilizan toda la infraestructura construida y muchas más lograr un suelo apto para construir en él y con él una infraestructura vial es indispensable para garantizar la calidad posterior de la obra; sin embargo no todos los suelos por donde se construyen las obras viales cumplen con los requerimientos técnicos de propiedades físicas como granulometría, límites de atterberg, o mecánicos como CBR y Proctor, por lo que es indispensable realizar algún tipo de tratamiento para lograr mejorarlo, o en caso no sea posible, reemplazarlo (Figuroa, Crovetto, Ortiz, Pérez, 2017).

Las diversas capas constituyentes del camino o carretera, tiene exigencias en propiedades mecánicas para cumplir con su función, es así que el CBR es una de las mediciones más comunes (capacidad de soporte) que tiene un suelo, lo que lograr la magnitud deseable es el objetivo de muchos tratamientos que se le aplican al suelo. De las capas del camino, la subrasante juega un papel muy importante, porque es la capa sobre la cual recae la carga de los vehículos que

transitan en el camino, y esta lo transfiere al suelo de fundación o suelo natural, por lo que lograr una estabilización de esta capa y una capacidad de soporte aceptable es indispensable si se quiere obtener una obra de infraestructura vial de calidad posterior. Existen muchas técnicas de estabilización y mejora de CBR descritas, y la estabilización con cal es una ya conocida, sin embargo, se busca hacer algunas modificaciones y adiciones a la cal para incrementar su capacidad cementante estabilizante en el suelo. En la presente investigación, tenemos la necesidad de mejorar la capacidad de soporte así como estabilizar el suelo de una carretera que conecta la ciudad de Jaén al Huito con poblados cercanos al nor-este de la ciudad, ya que durante el periodo de lluvias, sufre estragos debido a la inestabilidad de sus suelos finos y a la poca capacidad de soporte, para esto, se buscará modificar el método de estabilización con cal para lograr mejores resultados (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Para este proyecto de investigación se plantea la formulación del Problema siguiente:

¿De qué manera la estabilización del suelo influye adicionando cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021?

Donde también el objetivo general de la investigación es:

Estabilizar el suelo adicionando cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

Así mismo podemos plantear los objetivos específicos que nos ayudan de manera concreta a desarrollar la presente investigación las cuales son:

Clasificar el suelo para determinar sus valores naturales de CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

Aplicar cal al suelo para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

Determinar la estabilización del suelo adicionando Cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

En la presente investigación se Justifica por:

Su importancia de la investigación: Es de importancia porque busca mejorar, u optimizar un método de estabilización de suelos en obras viales descritas en el Reglamento actual, innovando en adiciones minerales de tal manera que el resultado obtenido supere al esperado, también ensayará adiciones que potencien la acción estabilizadora de la cal, y a través de esto lograr un mejoramiento del CBR. Donde los resultados que se obtengan, validarán la innovación propuesta y estará disponible para ser replicado ya en campo, tanto en la carretera de donde se obtendrá la muestra, como en otras obras viales con similares problemas de suelos, adquiriendo tecnologías existentes, innovándolas, potenciándolas y adaptándolas a la realidad local, utilizando adiciones fáciles de obtener y aplicar.

Por la Viabilidad de la investigación: Debido a la importancia, se justifica su implementación, por ser viable a la necesidad de conocimiento, para innovar en el mejoramiento de suelos en obras viales. Ante la obligación de la investigación, los tesisistas se han agenciado de recursos económicos de fuente propia para financiar todos los ensayos, análisis, trabajo de campo y gabinete, y hacer viable económica y financieramente la tesis. Hay que indicar también que, en la ciudad de Jaén, existen diversos laboratorios autorizados donde realizar los análisis necesarios durante la ejecución de la tesis. El tema a desarrollar en la investigación está fundamentado en el Manual de Carreteras del Perú, además existe bibliografía disponible en las bases científicas para sustentar teóricamente la investigación.

El cual las limitaciones del presente Estudio, No encontramos limitaciones de importancia que pongan en riesgo su ejecución, los factores climáticos de lluvias estacionales dificultarían los trabajos de campo; sin embargo, esto sólo modificaría el cronograma de actividades, por lo que se tomará las precauciones del caso para otorgar plazos flexibles a los trabajos de campo. Cualquier inconveniente o problema que surgiera durante la investigación será resuelto por los tesisistas y su asesor.

De esta manera la investigación presente se respalda en una hipótesis general que nos dice:

La adición de cal estabilizará significativamente el suelo mejorando el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021. El suelo de la carretera del huito actualmente no reúne las condiciones para ser utilizado como subrasante de acuerdo a las normas vigentes dados por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

De esta manera encontramos tres hipótesis específicas: la adición de cal modificará las propiedades y valores naturales del suelo de la carretera del huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021, la adición de cal aumentará el CBR natural del suelo de la carretera del huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021. La adición de cal mejorará la máxima densidad seca del suelo natural lo cual contribuye a estabilizar el suelo de la carretera del huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes de la Investigación se recurrió a investigadores internacionales, Bisrat, Satyendra, (2020) artículo científico titulado "*Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime, Uttarakhand, India*", en este estudio se centraron en mejorar la subrasante de la carretera Wozeka Gidole, India. Estabilizando el suelo dispersivo con cal, la cual proporciona mejores propiedades de índice, reduce la dispersividad y la capacidad de soporte conocido como California Bearing Ratio con una cantidad de cal creciente y curado en diferentes condiciones de prueba, usando la metodología científica experimental con enfoque cualitativo con nivel descriptivo. Ellos Llegaron a la conclusión que la proporción deseada para obtener una alta resistencia y calidad en la clasificación de pavimentos y subrasantes se debe considerar cal del 7% al 9% en relación al peso seco del suelo obteniéndose un cambio en el suelo de MH Y CH a CG y GM en el suelo disperso.

En el medio nacional, Vizcarra, Soto, (2020) en su artículo titulado "*Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with lime*", El experimento se basó en la adición de cal en proporciones iguales con ceniza de cascarilla de arroz teniendo como objetivo mejorar la resistencia mecánica, llegando a la conclusión que la "La floculación generada entre el suelo y la cal genera una mejora de hasta 11,2 veces el valor del CBR al inicio (R0C3) debido a la reestructuración interna que sufre el suelo y sus compuestos de sílice alúmina. La adición de ceniza y cal mejora la durabilidad del suelo y facilita el trabajo al tener más materiales granulares que al principio. También los límites de consistencia fueron 40% LL, 16% PL, 24% PI, lo que resultó en una clasificación de arcilla arenosa tipo A-6 (5) según AASHTO. El GI disminuye a medida que se agregan más cenizas, lo que indica la baja plasticidad de la tierra".

López, Zapata, (2021) en su tesis de pregrado titulada "*análisis de trabajos previos para estabilizar un suelo a nivel de subrasante usando cal. Piura. 2021*". Tuvo como objetivo el análisis de trabajos previos para estabilizar un suelo a nivel de subrasante usando cal, para esto usó como instrumentos tres formatos de hojas de Excel, primero identificando al suelo en su estado natural su propiedades tanto físicas como mecánicas, la segunda combinación suelo-cal en

la variación de sus propiedades con la finalidad de conocer el efecto del suelo frente a la adición de la cal y la tercera es de la proporción óptima de cal, con el propósito de conocer la proporción que brinde los mejores resultados al suelo. Así mismo llegó a la conclusión que al añadir más porcentaje de cal baja la densidad y aumenta el contenido favorable de humedad, esto se debe que la cal es un material muy fino y con baja densidad, y para los suelos CH se infiere que del 6% al 9% se logra obtener resultados positivos al disminuir en índice de plasticidad, y en lo que concierne la relación densidad seca máxima y contenido ideal de humedad, se analizó que al añadir estos porcentajes de cal aumenta la densidad máxima así como también la humedad óptima (p.63).

Para Juan De Dios (2018) el estudio de este proyecto ubicado en la Av. Cantoral tuvo como objetivo el análisis de la subrasante en sus propiedades mecánicas con la aplicación de cal apagada, para ello el proyecto lo ejecutaron haciendo calicatas de 1.50 mts de profundidad, luego al aire libre secaron las muestras, trabajo en laboratorio de las muestras tomadas en campo y por último obtuvieron y procesaron las pruebas de las muestras iniciales y finales. Así llegaron a la conclusión que estabilizando el suelo agregando más del 8% de cal aumenta su valor sin alterar negativamente o dañar el suelo, recomendando que el suelo a ser estabilizado no debe tener más 1% de materia orgánica porque esto causaría que se utilice más porcentaje de cal.

Vásquez (2018) en su tesis de pregrado su objetivo principal fue determinar el cbr a nivel de subrasante agregando cal y carbón mineral al 7% y 4% respectivamente al ser estabilizado el suelo con dicha proporción, la metodología que aplicó es la experimentación porque utilizó un nuevo tipo de material en la proporción mencionada en el objetivo, de nivel cuasi experimental de tipo aplicada ya que planteó dar solución a la poca eficiencia del suelo de la carretera cascajal, la población que utilizó fue la carretera en estudio del kilómetro 15 al 16 haciendo pozos exploratorios a cielo abierto de 1.5 m de desplante y como muestra que tomaron y la carretera por ser de tercera clase tomaron dos calicatas por kilómetro para la evaluación. Llegando a la conclusión que la cal al tener propiedades de adhesión y cohesión prácticamente es un material cementante, que a la adición de 4% y 7% de cal y carbón al suelo de dicha carretera mejora sus propiedades y aumenta su capacidad de soporte a

diferencia del suelo en su estado natural aumentando los porcentajes de 79.012%, 129.221%, 152.143% de las calicatas N°1, N°2, N°3 respectivamente. En el ámbito local, Vílchez (2019) en su tesis de pregrado tuvo como objetivo principal determinar como la ceniza de cascarilla de arroz estabiliza el suelo a nivel de subrasante en la vía estudiada para su proyecto. Así mismo se propuso analizar cómo la ceniza mejora las propiedades de la subrasante determinando como esta también mejora el contenido óptimo de humedad a la misma vez mejorando la máxima densidad seca. el tipo de investigación fue aplicada por que busco estudios experimentales la aplicación de nuevos métodos para este proyecto, para este método de experimentación se propuso usar porcentajes de ceniza de cáscara de arroz al 3%, 5% y 10%. tomando como población el terreno natural de dicho sector extrayendo como muestras el suelo de una calicata en el km 6+300 para su respectivo análisis, como técnica de recolección de datos fue la observación directa utilizando fichas, formatos y protocolos dados por la norma peruana. la conclusión fue que al agregar los porcentajes antes mencionados de ceniza dieron resultados positivos mejorando las propiedades y estabilizando el suelo siendo el 10% de la adición de la ceniza la que dio resultados muy favorables.

Estrada, Pintado (2019) en su tesis de pregrado titulada *“capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo I y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio”*, su objetivo principal fue comparar el CBR del suelo del sector 9 de la ciudad Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo I y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio con el suelo en estado natural, llegando a la conclusión que el CBR de la muestra patrón fue 4.60%; al incorporar 2%, 4% y 6% de cal hidratada se obtuvieron valores de 9.05%, 11.15% y 10.50% respectivamente; al incorporar cloruro de sodio en 4%, 8% y 12%, se obtuvieron índices CBR de 4.80%, 5.10% y 5.10% respectivamente. Al incorporar Cemento Portland tipo I en 4%, 6% y 8%, se obtuvieron índices CBR de 7.00%, 7.70% y 7.70% respectivamente. La hipótesis sólo cumplió para la adición de los porcentajes de 4% y 6% de cal hidratada ya que el CBR aumentó hasta 200% con respecto a la muestra patrón.

Tan taquilla, Valdivia (2019) en su tesis el objetivo principal comparar la influencia en el suelo arcilloso de la subrasante entre cal hidratada y el aditivo Quim kd-40, la cual consistió en determinar las características físicas adicionando cal hidratada en un 2%, 4%, así como la adición del aditivo Quim kd-40 en un 2%, 4%, con respecto al peso, tomaron muestras de 8 calicatas realizando a todas ensayos para establecer el tipo de suelo, humedad, plasticidad utilizando 60 especímenes, en los cuales se encuentran el suelo sin adición, 2% de cal + suelo, 2% de Quim kd-40+ suelo, 4% de cal + suelo y 4% de Quim kd-40 + suelo, aplicando la normativa peruana, logrando determinar así el suelo que es arcilloso y que en adiciones de 2% es mejor adicionar el aditivo Quim kd-40 mejoró un CBR=3.70% a 18.27%, logrando así pasarlo de subrasante insuficiente a subrasante buena y en adiciones de 4% es mejor adicionar la cal ya que logró aumentar su CBR de 3.70% a 31.11%, pasándolo de una subrasante insuficiente a una subrasante excelente.

Para poder respaldar esta investigación se procedió a utilizar como bases teóricas los siguientes:

El suelo, para Juárez, Rico (2010) definen al suelo como: a los materiales terrosos provenientes de desperdicios, areniscas que están un poco compactadas o las lutitas suaves, todas estas pueden contener agua que juegan un objetivo primordial en la conducta mecánica del suelo, que deberían priorizarse como parte principal del mismo” (p. 34).

Asimismo, Crespo (2017) describe que el suelo es la parte superior delgada sobrepuesta en la corteza de la tierra proveniente de la degradación de las rocas por acción natural o artificial en la cual el hombre interviene para obtener productos necesarios en la rama de la ingeniería, también procedente del producto de la acción de los seres vivos que están sobre ella (p. 18).

También, Osorio (2012) también describe que el suelo está conformado por acumulación de degradada de la roca, agua y aire. de acuerdo a la originalidad que la constituyen, se aprecia sus propiedades de suelo, los cuales se diferencian en los trabajos relacionados a la infraestructura validándose de su comportamiento variado de acuerdo a su uso y tipo de suelos donde:

El suelo de acuerdo a su origen puede ser orgánicos e inorgánicos, a continuación, se describen su procedencia:

Crespo (2017), señaló que *“el suelo inorgánico está compuesto de suelo residual, que todavía está formado por los productos de la roca erosionada y el suelo transportado por la gravedad, el aluvión, el viento y los depósitos glaciares”* (p.21).

También especifica que los suelos inorgánicos son bajas, con respecto a su relación a la cantidad de suelos orgánicos la cual estos están constituidos por materia orgánica formada in situ o ya sea de materia en proceso de descomposición o en forma de humus (Crespo, 2017, p. 21).

Se describen los tipos de suelos, para saber diferenciarlos de acuerdo a su granulometría dentro de los tipos se considera los siguientes:

Las gravas, *“Son suelos carentes de cohesión, cuyo material es granular, redondeado o anguloso, donde la existencia de rosas minerales es muy limitada”* (Tan taquilla et al. 2019, p. 23).

También indica que la grava es una acumulación suelta de fragmentos de roca con un diámetro superior a 2 mm. Dado el origen, cuando son llevados por el agua, los bordes de la grava se desgastan y por ende se redondean. La grava como agregado suelto, generalmente se encuentra en el cauce de los ríos, riberas y conos de escombros, en muchas depresiones llenas de transporte fluvial y en muchos otros lugares donde se ha transportado grava. La grava ocupa una gran superficie, pero casi siempre se encuentra que contiene más o menos grava, arcilla, arena, y limo. Su tamaño oscila entre 3” o 7,62 cm y 2 mm (Crespo, 2017, p. 21).

Las Arenas, para Crespo (2017, p. 22), manifiesta que la arena, es el nombre de un material de tamaño fino formado por el desgaste lento de las rocas, o por la acción artificial del hombre, su diámetro de partícula está entre 0.2 cm y 0,005 cm, desde su formación la arena se presenta de forma similar al de las gravas: estas se suelen encontrar en el mismo lugar de almacenamiento natural. La arena proveniente del río a menudo está acompañada con una gran proporción

de arcilla, a la vez la arena sin impurezas tiene un índice de esponjamiento demasiado bajo considerándolo despreciable cuando está seca, no es plástica, su compresibilidad es mucho menor que la arcilla, aplicando una fuerza en su superficie, estas de forma inmediata se comprimen.

También para Cultural (2010) la arena es *“un sedimento incoherente constituido por fragmentos minerales de tamaño comprendido entre 2 y 0.02 mm, metal o mineral reducido por acción de la naturaleza a partículas muy pequeñas”* (p.82). Los limos, *“Al pasar por la malla # 200 estos son considerados como suelos limosos, donde algunos de estos están casi siempre acompañados por material orgánico y suelen ser visibles, rara vez estas no están presentes; en comparación la plasticidad es menor al de las arcillas”* (Tan taquilla et al. 2019, p. 23).

Crespo (2017, p. 12), describe que el limo es un suelo de grano fino sin plasticidad a comparación de arcillas, pueden ser inorgánicos estos se producen en las canteras, o también pueden ser considerados orgánicos encontrándose mayormente en los cauces de los ríos, por lo tanto, estos tienen propiedades plásticas. Para ser consideradas en esta categoría las partículas deben estar predominantes entre 50 a 5 micras de diámetro.

Las arcillas el cual *“está compuesto por suelos producidos por la erosión mineralógica y desfragmentación química de las rocas, que son flexibles cuando está en contacto con agua y duros al estar completamente secos. También limitan la penetración del agua”* (Tan taquilla et al. 2019, p. 23).

Crespo (2017), define a las arcillas como pequeños fragmentos sólidos con un diámetro inferior a 5 micras, que al ser mezcladas con agua pueden obtener la propiedad de ser plásticas, ésta está hidratado en su estructura, Químicamente formada por silicatos de aluminio, aunque rara vez presenta silicatos de magnesio o hierro hidratado. Su disposición estructural de estos minerales suele ser cristalina a la vez compleja, internamente estos están formados paralelamente sus capas comprendidas por sus átomos (p. 22).

Por otro lado, en la presente investigación a la Subrasante, Rondón, Reyes (2015), describe que la subrasante es el área de contacto que sostiene o construye las partes que conforman un pavimento (cimentación o suelo natural a nivel de la carretera). En última instancia, debe soportar la carga generada por

el tráfico, la subrasante debe tener una actitud resistente y adecuada para poder dar mayor durabilidad y resistencia al pavimento (p. 380).

Los suelos con  $\text{CBR} \geq 6\%$  se consideran materiales adecuados para la base de carreteras. Si es baja (diferencia de subrasante o subrasante insuficiente), el suelo se estabilizará y se analizarán soluciones alternativas de acuerdo a la variación de su composición del suelo (MTC MC05, 2014 p.35).

Estabilización de suelos, Nesterenko (2018) define como el cambio positivo en las propiedades tanto físicas como químicas del suelo mediante la acción de procesos mecánicos y la incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos, esta estabilización se suele realizar en suelos con calzadas insuficientes o deficientes. La estabilización de suelos incluye dotarlos de resistencia mecánica y la persistencia a través del tiempo de las propiedades. Las técnicas pueden variar tanto en el reemplazo con otro tipo de suelo más eficaz hasta la incorporación de uno o más estabilizadores, También implica dotarlos de una resistencia mecánica que se mantiene en el tiempo tanto en el cambio del suelo deficiente y reemplazarlo por otro mejor hasta la incorporación de más estabilizadores. Independientemente del mecanismo de estabilización que se adopte, se requiere un proceso de compactación (p. 11).

Asimismo, el autor Das (2015) describe que *“la mejora del suelo también se considera cómo estabilización mediante el proceso de cambiar las características propias del suelo en el mismo medio donde se encuentra u obtener el mejor control de calidad a un menor costo”*. Para mejorar el suelo se establecen dos técnicas divididas en dos grandes categorías principales, Según su descripción para la estabilización se considera dos categorías como principales las cuales son química y mecánicamente, También explica que químicamente la estabilización implica la utilización de productos químicos utilizados como aditivos ayudando en la mejora del comportamiento y las propiedades del suelo. Es utilizado para ayudar la trabajabilidad del suelo y facilitar su uso como material de construcción. A la vez puede utilizarse en la reducción de la expansión - contracción y su plasticidad, la arcilla si está dispersa, se usa para flocular las partículas. Cuando la compactación de la arcilla es difícil, se opta por agregar químicos cuyo producto ayuda ligeramente a

dispersar las partículas facilitando el proceso. Tanto en la forma Mecánica este tipo de estabilización hay métodos que ayudan a mejorar la propiedad de los suelos seleccionados, evitando la necesidad de agregar reactivos u otra energía de unión de partículas (p. 266).

Cal: Para Ancade (2015), la cal es el nombre que se ha dado a través del tiempo para designar a todas las clases de roca caliza calcinadas conformadas por CaO (óxidos de calcio o magnesio) MgO, y por su apagado lo encontramos en forma de hidróxidos tanto de calcio como magnesio (Ca (OH)<sub>2</sub> y Mg (OH)<sub>2</sub>). Para esto la norma que define las cales es la europea UNE EN 459 donde da concepto a las especificaciones, criterios de conformidad y definiciones de la misma. Dentro de la clasificación de la cal para la construcción:

Las normas europeas UNE-EN 459-1 (2016) realiza una clasificación completa de las cales para la construcción, y se muestran en la siguiente figura:

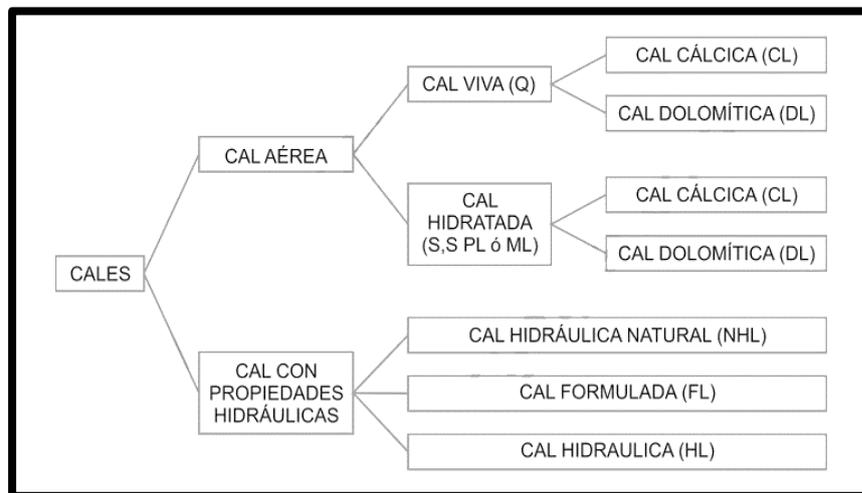


Figura 1. Clasificación de la cal para construcción

Para Ancade (2015), esta clasificación es descrita a amplitud el texto recuperado siendo las definiciones las siguientes:

*Cal de construcción: “Tanto en las diferentes obras públicas como privadas la cual abarca la ingeniería civil las cales utilizadas están descritas anteriormente en el cuadro.”*

*Cal aéreas: conformadas por óxido o hidróxido de calcio principalmente estos a su vez se endurecen poco a poco a la intemperie gracias al dióxido de carbono presente en el aire. Por lo tanto, al no tener propiedades hidráulicas no*

*endurecen al estar en contacto con agua o bajo de ella dentro de estas se encuentran las cales vivas o también las hidratadas.*

*Cales vivas (Q):* Esta es constituida sólo por óxido de calcio y magnesio, producto de las rocas calizas o dolomita al ser incinerados, estas cales al tener contacto con el agua tienen una reacción exotérmica para poder hidratarse, el producto de esta calcinación e hidratación tienen diferentes granulometrías pueden ser finos como a su vez en terrones grandes dentro de estas se incluyen las cales dolomíticas y cálcicas.

Por lo tanto, Chemical (2006) describe que la cal viva se genera del cambio químico del carbonato de calcio (piedra caliza –  $\text{CaCO}_3$ ) en óxido de calcio. La cal apagada también llamada hidratada es producto de la hidratación la cal viva cuando químicamente reacciona con el agua. Esta cal hidratada (hidróxido de calcio), es una transformación fuerte en matriz cementante producto de la reacción con las partículas arcillosas.

*Cal hidratada (S):* “Es el producto del apagado de la cal viva las cuales son las aéreas, dolomitas o cálcicas al ser contacto con agua para así hidratarse y obteniéndose en forma de lechada”.

*Cal cálcicas (CL):* “Conformada primordialmente de calcio en forma de óxido o hidróxido, sin la suma aditivos hidráulicos y puzolánicos”.

NOTA – también se puede obtener las cálcicas hidratadas producto de la calcinación del caparazón de las conchas posteriormente proseguido su apagado. También hay cales cálcicas conocidas como cal de carburo derivado de la elaboración del acetileno a partir del carburo cálcico.

*Cal dolomíticas (DL):* “Están constituidas por hidróxidos u óxidos de magnesio y cal sin la necesidad de agregar materiales hidráulicos o puzolánicos.”

*Cal dolomíticas semihidratadas:* “Constituida principalmente por óxido de magnesio e hidróxido de calcio las cuales conforman a las Cales dolomíticas hidratadas, también hay cales dolomíticas totalmente hidratadas constituidas solamente por estos óxidos e hidróxidos”.

*Cal hidráulica natural (NHL):* Para Cannabric (2021, p. 1), toma la norma europea EN 459-1 gracias a su capacidad de fraguado y adherente se considera como un aglomerante hidráulico y pulverulento, parcialmente hidratado, producto

de la calcinación de las calizas, estas a su vez están compuestas de arcilla entre el 15% y 20%, denominadas margas. Para formar los silicatos, ferro aluminatos y aluminatos estas calizas se calcinan por debajo de 1200°C y así evitar una clinkerización, la cual adquiere la propiedad de endurecer como el cemento tanto así fraguar dentro del agua formando hidratos insolubles, luego de este fraguado la carbonatación es el siguiente paso en su proceso. Esta es una reacción aérea, precisa agua o humedad ambiental y gas carbónico del aire y es responsable para la resistencia progresiva de la cal hidráulica natural. Varía según su índice de hidráulicidad.

Como esta cal es el resultado de la calcinación de material rocoso compuestos por arcilla, sílice, también podemos incluir las tizas siendo estas semicalizas, que por motivo del apagado se reduce a polvo rara vez siendo molida, al ser hidráulicas en sus propiedades estas ya no necesitan agua y por ende al tener esta estructura química estas endurecen bajo la acción del agua y por la presencia del dióxido de carbono llamándose así carbonatación (Ancade, 2015).

*Cal hidráulica (HL): Se puede considerar como mortero de cal, ya que estas son mezclas de diferentes aditivos como pueden ser escoria provenientes de los altos hornos, ceniza volante, cemento, y otros materiales que pueden ayudar en el proceso de endurecimiento.*

*Cal Formulada (FL):* Con la adición de material puzolánicos está constituida por cales naturales (NHL) o por aéreas (CL) que gracias al estar en contacto o ser mezcladas con agua tienden a endurecer por la reacción con el dióxido de carbono presente en el aire, a este proceso se le llama carbonatación, dentro de estas encontramos cales de diferente hidráulicidad (fl2, fl3.5, fl5) distribuidos en subgrupos A, B, C según el porcentaje de cal libre presentes en ella, así mismo esta cal son posiblemente más elevados en concentración de cal más elevado que las anteriores, más que nada al fundamentar al hablar de cal aérea.

Los tipos de cales mediante su nomenclatura para la construcción, se considera a la forma como se nominan las cales tanto de calcio como de magnesio (CaO + MgO), son descritas por la norma europea, compatible con las normas peruanas y que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** *Tipos de cales.*

<b>Tipo de cales aéreas</b>	
<b>Designación</b>	<b>Notación</b>
Cal cálcica 90	CL 90
Cal cálcica 80	CL 80
Cal cálcica 70	CL 70
Cal dolomítica 85	DL 85
Cal dolomítica 80	DL 80

Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España  
Hablando de cales tanto aéreas dentro de ellas la adición de cal viva(Q) o hidrata(S), estas se clasifican de acuerdo al nivel de ser hidratadas identificándolos como S1 (semihidratadas) y S2 (totalmente hidratada).

Según sea su capacidad a la compresión las cales hidráulicas se clasifican según lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** *Tipos de cales hidráulicas naturales.*

<b>Tipo de cales hidráulicas naturales</b>	
<b>Designación</b>	<b>Notación</b>
Cal hidráulica natural 2	NHL 2
Cal hidráulica natural 3,5	NHL 3,5
Cal hidráulica natural 5	NHL 5
<b>Tipo de cales formuladas</b>	
<b>Designación</b>	<b>Notación</b>
Cal formulada A 2	FL A 2
Cal formulada A 3,5	FL A 3,5
Cal formulada A 5	FL A 5
Cal formulada B 2	FL B 2
Cal formulada B 3,5	FL B 3,5
Cal formulada B 5	FL B 5
Cal formulada C 2	FL C 2
Cal formulada C 3,5	FL C 3,5
Cal formulada C 5	FL C 5
<b>Tipo de cales hidráulicas</b>	
<b>Designación</b>	<b>Notación</b>
Cal hidráulica 2	HL 2
Cal hidráulica 3,5	HL 3,5
Cal hidráulica 5	HL 5

Fuente: Ancade, Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España.

**Resistencia a la compresión de las cales,** Tanto las cales hidráulicas como las hidráulicas naturales se muestran en la siguiente tabla por la capacidad de resistencia a la compresión:

**Tabla 3.** Resistencia a la compresión según el tipo de cal.

Tipos de cales de construcción	Resistencia a la compresión Mpa.	
	7 días	28 días
HL 2 y NHL 2	1	$\geq 2 \text{ A } \leq 7$
HL 3.5 y NHL 3.5	-	
HL 5 y NHL 5	$\geq 2$	$\geq 5 \text{ a } \leq 15 \text{ (a)}$
Si HL 5 y NHL 5 tiene una densidad aparente inferior a 0.90 kg/dm <sup>3</sup> , se permite que la resistencia pueda llegar hasta 20 Mpa.		

Fuente: Ancade, Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España.

Los ensayos de laboratorio considerados para la estabilización de un suelo se describen a continuación:

Análisis Granulométrico por tamizado (MTC E 107-ASTM D422). Este análisis se define como el que:

Establece cuantitativamente la proporción de las partículas con respecto a su tamaño que conforman un suelo. En la presente norma explica el procedimiento para establecer el suelo utilizando tamices empleados en el ensayo hasta la malla # 200 de 74 mm de diámetro (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Determinación del contenido de humedad (MTC E 108-ASTM D2216). “Este ensayo determina el contenido de humedad en porcentaje de una muestra de suelo en estado normal hallando así la relación en peso entre el agua y las partículas sólidas” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

De una manera operativa se dice que establece que la obtención del peso tanto del agua como de las partículas sólidas que se obtienen secando la muestra húmeda natural en un horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Al final del secado se obtendrá el peso seco de la muestra, esta diferencia de peso es el contenido de humedad y el peso de la muestra seca se considera el peso de las partículas sólidas.

Límite Líquido (MTC E 110-ASTM D 4318), para el análisis del límite líquido, se prepara una pasta de estrato luego se coloca en la copa o cazuela de Casagrande, luego se hace una ranura en la parte céntrica de la muestra de estrato con un ranurador estándar y se gira con la manivela constantemente para hacer golpear la copa sobre la base a una altura de 10 mm hasta que la ranura se cierra en una longitud de 12.7mm hasta llegar a los 25 golpes que es considerado como límite líquido, para calcular se deben realizar como mínimo 2 ensayos para luego interpolar sus valores de humedad con sus diferentes golpes de cierre (Das, 2015).

Límite Plástico (MTC E11) para Das (2015 p. 65), define que el límite plástico como la humedad más baja que puede contener una muestra para formar cubos de 3 mm de diámetro con la mano sobre una placa de vidrio sin llegar a romperse, así esta diferencia de los límites tanto líquido como plástico es el índice de plasticidad.

$$PI = LL - PL$$

Ensayo Proctor modificado (MTC E 115-ASTM D1557) según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), el ensayo de proctor Modificado se define como los métodos de compactación utilizados para obtener la curva de relacionada en la cantidad de agua con respecto al peso seco del suelo con una determinada energía para compactar así establecer la máxima densidad con respecto a su humedad. Utilizando un molde con las medidas dadas por la norma. En este ensayo solo se utiliza muestras que tienen un peso menor de 30% de sus partículas retenidas en la malla de  $\frac{3}{4}$  Pulgadas.

Ensayo CBR de suelos (MTC 132-ASTM D1883) Explica este método que sirve para poder determinar la resistencia del suelo adecuada más conocido como CBR. se desarrolla dentro de laboratorio y se prepara los suelos determinando la cantidad de agua y densidad adecuada; además se puede desarrollar de forma alternada tomando una medida estándar como base sobre el estrato de suelo tomadas en campo, con este análisis podemos encontrar la resistencia de una subrasante o capa que compone a un pavimento o carretera, gracias a la obtención de los parámetros de CBR en este método sirve para diferentes

diseños de pavimentos descritos en la norma peruana ( Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S) Crespo (2017), describe que este método sirve para la descripción de la textura de del suelo tamaño y tamaño de sus partículas, este método fue desarrollado por Arthur Casagrande con una modificación, el suelo que pasa por la malla # 200 es considerado como fino y los que se retienen son considerados como suelos gruesos, Los Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO (M 145 / ASTM D 3282), en la (Norma ASTM D-3282, Método AASHTO M145), explica que este método de categorización en 1929 se desarrolló para la categorización en la gestión de carreteras, por la cual después de numerosas observaciones y revisiones se determinó que este método se usaría para la clasificación de los suelos en rasantes y subrasantes en la investigación de carreteras en 1945(p. 88).

Además, en esta clasificación AASHTO clasifica en grupos denominados del A-1 a A-7, para su funcionamiento de terraplenes, rasantes y subrasantes. Estos grupos algunos se subdividen de A-1, A-2 y A-3 como subgrupos granulares, la cual menos del 35% de este grupo pasan por la malla #200, denominados excelentes o buenos para subrasantes y la clasificación de los suelos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, son denominados de regular a malo para subrasantes. según lo describe (DAS, 2015, p. 78).

Definición de términos básicos:

Arcillas: se da nombre “al material producto resultante de la roca erosionada a *partículas sólidas de tamaño muy finas y con propiedades plásticas al ser mezclada con agua, con diámetro menor de 0.005 mm*” (Crespo, 2017, p. 22).

CBR: El California Bearing Ratio en inglés, es la relación de rodamiento de un suelo, que consiste en comparar el CBR de una muestra de suelo natural, con una muestra estándar de grava o piedra chancada. El resultado se expresa en porcentaje en función al porcentaje de densidad máxima seca. Es un indicador de las propiedades mecánicas del suelo muy importante y muy utilizado en el diseño de infraestructura vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Subrasante: “a la parte inferior del suelo funcionando como la capa inicial de un pavimento, que a través del movimiento de tierra y llegando a su nivel de fundación sobre esta se va a colocar el base conformado por afirmado posteriormente se colocará el pavimento” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Estabilización: *en ingeniería, la operación de dar a un terreno la consistencia necesaria para que soporte la carga sin deformarse* (Biodic, 2021).

Cal: Usedo (2015, p. 16) define que *“es el producto de la calcinación de rocas calizas químicamente constituida por óxido o hidróxido de calcio y rocas dolomíticas que contienen óxidos o hidróxidos de magnesio”*

Además, también se le considera como cal de construcción o cal aérea, química, albañilería, fundente. Proveniente (del latín calx), está conformada por una sustancia alcalina de color blanco o grisáceo, químicamente está formada por óxido de calcio (CaO), estas a su vez pueden apagarse o hidratarse por acción del agua generando una reacción exotérmica, al mezclarla con arena esta forma una mezcla considerada como mortero de cal (Oates, 1998).

Para, SEQUEIRA, FRADE, GONÇALVES (2021), habla de las Cales aéreas o cal hidratadas: La cal hidráulica comercial utilizada en el presente estudio es, según LA 459-1, un NHL5 – cal hidráulica natural, La cal hidráulica natural tiene una amplia gama de aplicaciones, morteros tradicionales para yesos como aglutinante hidráulico, morteros para levantar mampostería, empastes y acabados. También es una materia prima en la fabricación de morteros secos pre dosificados industriales. Las ventajas que la cal hidráulica presenta como un vinculador de lechada son:

- Mayor actuosidad y plasticidad.
- Reducción del agrietamiento (debido a su adhesividad y baja retracción).
- Mayor tiempo de trabajo para el operador (intervalo de tiempo más largo entre el inicio y el inicio-fin).

También se utiliza en la industria de la prefabricación de artefactos de cemento como un vinculador complementario. Puede ser utilizado en la

formulación de abolladuras para obtener bloques de mampostería, ladrillos, pantallas, y otros artefactos.

La cal hidráulica también se utiliza como relleno en pavimentos bituminosos, mejorando la resistencia a la penetración del agua, consistencia y resistencia al agrietamiento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación.**

Según, Lerma (2015) sostiene que: “dada la realidad los investigadores se exponen cuestiones y obtienen los conocimientos propios del realismo”. De esta manera realizar esta labor, usando un modelo para la proximidad de la realidad (método científico) y ejecutarlo, de esta manera se obtendrán datos acerca de lo que se quiere estudiar aplicando el instrumento la investigación como metodología (p.16).

Tomando en cuenta el fin de la investigación, ésta se trata de una investigación aplicada. Por el tipo es experimental, y por el nivel de intervención en las variables es experimental. Tomando en cuenta lo mencionado esta se hará por la manipulación de una variable, la variable independiente, para determinar el efecto en la variable dependiente, es decir que se medirá el efecto que generará la adición de cal en el CBR del suelo.

#### **3.2. Variables y Operacionalización.**

Las variables que se estudiaron en el presente trabajo son:

- **Variable independiente**

Cal.

- **Variable dependiente**

Estabilización del suelo

#### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

Al tratarse de una investigación experimental, la población está constituido por todos los suelos limos y arcillas presentes en las obras viales; sin embargo, la muestra no será determinado de manera probabilística, si no por conveniencia, ya que existen normas técnicas peruanas que establecen el número de muestras para realizar los estudios de las propiedades del suelo de la presente investigación pretende determinar.

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

La técnica de recolección de información será la observación, tanto directa, al describir las propiedades del suelo, así como indirecta, de acuerdo a los análisis que se realizarán para tal fin.

La recolección de los datos se realizará en formatos adecuados y establecidos para cada tipo de evaluación o análisis por la norma técnica correspondiente.

- MTC E-107 Análisis granulométrico / norma ASTM D-422
- MTC E 110 / MTC E 111 Límite líquido y límite plástico e Índice de plasticidad / norma ASTM D-4318.
- MTC E-108 Contenido de humedad ASTM D-2216
- Clasificación de suelos SUCS y AASHTO
- MTC E 115 Proctor modificado / norma ASTM D-1557.
- MTC E-132- CBR / norma ASTM D-1883

### **3.5. Procedimientos.**

#### **Recolección de muestras del suelo:**

Para recolectar las muestras de suelo, y ejecución de la investigación, se seguirán los pasos descritos a continuación.

- Exploración a cielo abierto. Seleccionado la ubicación se realizará una excavación para exploración a cielo abierto (calicata) de 1.50 m de profundidad. Esta calicata se ubicará en el tramo km 0+100 al km 1+100. con problemas de estabilización de la carretera que comunica la ciudad de Jaén con la localidad del Huito y otros.
- Las muestras extraídas serán enviadas al laboratorio de mecánica de suelos para su análisis completo, de los indicadores establecidos en el cuadro de Operacionalización de variables. Se obtendrá una caracterización del suelo natural según la clasificación AASHTO.
- Las muestras de suelo serán secadas al aire libre para asegurar una mezcla homogénea con la cal.
- Se prepararán las muestras con las concentraciones de cal según los tratamientos para ser enviados a su análisis de laboratorio y determinar el CBR, y otras propiedades de interés.

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

Los resultados obtenidos de los análisis serán tabulados en formatos adecuados y pasados en hojas de cálculo para su procesamiento. La cual estos serán adjuntados en el presente proyecto.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Los tesisas responsables de la presente investigación se comprometen a presentar con total autenticidad y veracidad todos los resultados logrados. Además, garantizan que no habrá copia o plagio de otros trabajos realizados, realizando el reconocimiento al autor intelectual de los textos utilizados en el marco teórico, realizando las citas correspondientes; el proyecto de investigación será legítimo e inédito. Así mismo los tesisas se comprometen a observar y cumplir los Principios Éticos, como son transparencia, buena fe, respeto a los seres humanos, animales y medio ambiente entre otros.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudios

#### Ubicación geográfica del estudio.

Las muestras de suelo fueron obtenidas en la carretera que une al sector el huito perteneciente al distrito de Jaén, provincia de Jaén departamento de Cajamarca y a la vez ésta une al caserío el arenal y al distrito de las Pirias, dedicados a la agricultura y ganadería.



Figura 1. Mapa político del departamento de Cajamarca

Figura 2. Mapa político del Perú.

**Norte** : Provincia de San Ignacio

**Sur** : Provincia de Cutervo

**Este** : Provincia de Utcubamba

La ubicación exacta donde se obtuvieron las muestras de suelo para el estudio se dio en la carretera del huito tramo km 0+100 al km 1+100 del distrito de Jaén, ésta conecta al distrito de las Pirias tal como se muestra en la figura siguiente con ayuda del Google Maps. La zona fue elegida ya que debido a la problemática referido de la mala condición del suelo que posee la carretera, donde ésta protagoniza un papel importante en el dinamismo entre localidades, y por ende éste

debe cumplir con los requisitos mínimos que estipula la Norma Peruana en su manual del MTC, siendo el CBR y la tipología del suelo que fueron consideradas en la investigación para esta tesis.



Figura 3. Ubicación de la zona

Para poder comprobar la veracidad de la hipótesis procedemos a elaborar una serie de ensayos desarrollados en el laboratorio “LABSUC” de acuerdo a las normativas vigentes que nos indiquen, en primer lugar, la clasificación del suelo y calidad de la misma que será sometido en nuestro estudio, y en segundo lugar elaborar los ensayos especificados en la Operacionalización de variables para determinar el CBR del suelo estabilizado y dar por validez a la hipótesis, los resultados de análisis de laboratorio y trabajos en campo se describen a continuación:

## 4.2. Trabajo de campo.

### Ubicación de la calicata.

Por ser una carretera de bajo volumen de tránsito con una sola calzada que soporta menos de 200 veh/día cómo lo estipula el MTC, se procedió con la realización de una calicata en la carretera mencionada, debido a su mal estado, esta calicata se hizo con la finalidad de conocer y clasificar sus propiedades y valores naturales de CBR y ver su mejora de estas características al adicionar cal al suelo natural, ver anexo (preparación de las muestras). Esta calicata se ubicó en la carretera que une Jaén, Huito, Arenal, y el distrito de las Pirias, ubicadas en las coordenadas UTM (norte: 9370744.92; este: 742568.69; Zona: 17M). Tomando como tramo de estudio la longitud de 1 kilómetro comenzando en el km 0+100 y concluyendo en el km 1+100 como se indica en el plano de ubicación de la calicata donde identificamos el punto más crítico de la carretera dentro del tramo mencionado.

Después de hacer la excavación para la calicata se procedió a envasar las muestras en cuatro sacos blancos de aproximadamente 50 kg, una de estas muestras se utilizó para encontrar los valores naturales del suelo y las otras para su preparación con las diferentes proporciones de cal como se indica en la Operacionalización de las variables, en la tabla siguiente se resume la ubicación, y extracción de muestras.

**Tabla 4.** Cuadro de resumen de ubicación y extracción de muestras.

Calicata	Profundidad	Coordenadas	N° de muestras	Peso aproximado de por muestra
C-01	1.50 metros	9370744.92 N- 742568.69 E	4	50 kg

Fuente: Elaboración propia

## 4.3. Trabajo de laboratorio.

Los ensayos, tablas y figuras que a continuación se muestran fueron obtenidos gracias a los ensayos realizados en el laboratorio GROUP JHAC

S.A.C “LABSUC” laboratorio de suelos y pavimento, estos ensayos se realizaron de acuerdo a las normas indicadas en las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

### Ensayos estándar.

- **Análisis granulométrico por tamizado.**
- **Suelo natural.**

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos en laboratorio se tuvo en cuenta la tabla N° 5, clasificación de partículas por tamizado.

**Tabla 5. Tamaño de partículas según MTC.**

	Tamiz		
	Tipo de material	N°	Abertura (mm)
Fracción gruesa	Gravas	3"	75
		2 ½"	63
		2"	50.80
		1 ½"	37.50
		1"	25.40
		¾"	19.00
		½"	12.50
		3/8"	9.50
		¼"	6.35
		N°4	4.75
		N°10	2.00
		Fracción fina	Arena gruesa
N°40	0.43		
N°60	0.25		
Arena fina	N°140		0.11
	N°200		0.08
Limo			0.05-0.005
Arcillas			Menor a 0.005

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones.

Mediante el tamizado del suelo natural en la siguiente tabla se muestra los porcentajes que pasan por cada tamiz, generando la curva granulométrica del suelo natural.

**Tabla 6.** *Granulometría del suelo natural.*

<b>Granulometría de suelo natural</b>			
<b>Tamiz N°</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido %</b>	<b>Pasa %</b>
3"	75	0	100
2 ½"	63	0	100
2"	50.80	0	100
1 ½"	37.50	0	100
1"	25.40	0	100
¾"	19.00	2.17	97.83
½"	12.50	8.47	91.53
⅜"	9.50	11.86	88.14
¼"	6.35	17.97	82.03
N°4	4.75	22.12	77.88
<b>N°10</b>	<b>2.00</b>	<b>33.73</b>	<b>66.27</b>
N°20	0.85	43.91	56.09
N°40	0.43	50.87	49.13
<b>N°60</b>	<b>0.25</b>	<b>57.31</b>	<b>42.69</b>
N°140	0.11	64.83	35.17
<b>N°200</b>	<b>0.08</b>	<b>65.53</b>	<b>34.47</b>
Limos y arcillas	0.050-0.005	100	0.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 6, muestra que en el tamiz N°200 pasa el 34.47% esto indica que es un suelo pobre como subrasante, sin embargo, en el tamiz N° 10 se retiene el 33.73% indicando que contiene una cantidad considerable de grava, eso indica que el porcentaje restante se considera finos. Cabe indicar que entre gravas, arenas, limos y arcillas se considera como arena arcillosa mezclado con grava de mediana plasticidad.

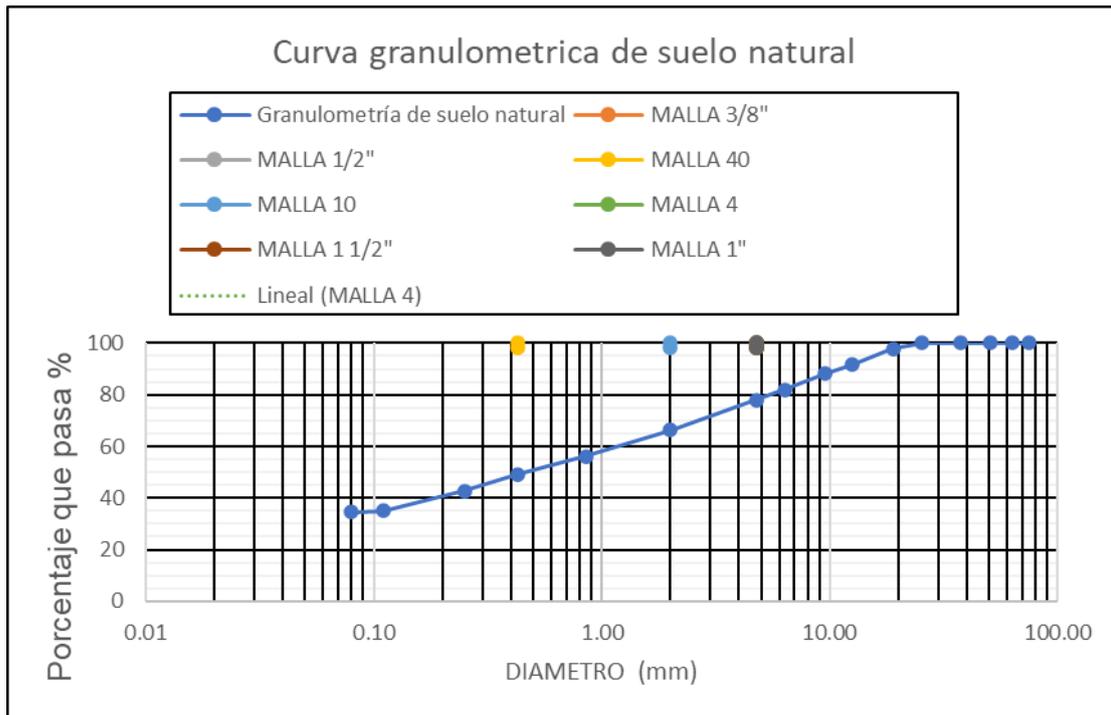


Figura 6. Curva granulométrica del terreno natural.

Gravas= 33.73%                      Arena= 31.80%                      Finos= 34.47%

- **Suelo natural + 2% cal.**

A continuación, la curva granulométrica de la muestra que representa la distribución del tamaño de partículas en la siguiente tabla N° 8 y figura 8.

**Tabla 7.** Resultados del ensayo de análisis granulométrico de suelo natural + 2% cal.

Tamiz N°	Abertura (mm)	Retenido %	Pasa %
3"	75	0.00	100.00
2 1/2"	63	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	100.00

3/8"	9.50	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	100.00
<b>N°10</b>	<b>2.00</b>	<b>13.85</b>	<b>86.15</b>
N°20	0.85	29.11	70.89
N°40	0.43	39.09	<b>60.91</b>
<b>N°60</b>	<b>0.25</b>	<b>47.66</b>	52.34
N°140	0.11	57.69	42.31
<b>N°200</b>	<b>0.08</b>	<b>58.69</b>	<b>41.31</b>
Limos y arcillas	0.050-0.005	100	0.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 8, muestra que en el tamiz N°200 pasa el 41.31%, sin embargo, en el tamiz N° 10 se retiene el 13.85% indicando que ha disminuido la cantidad de grava y aumentado la cantidad de arenas y finos. Cabe indicar que entre estos porcentajes de gravas, arenas y finos se considera como arena limosa mezclado con grava de extensa de plasticidad.

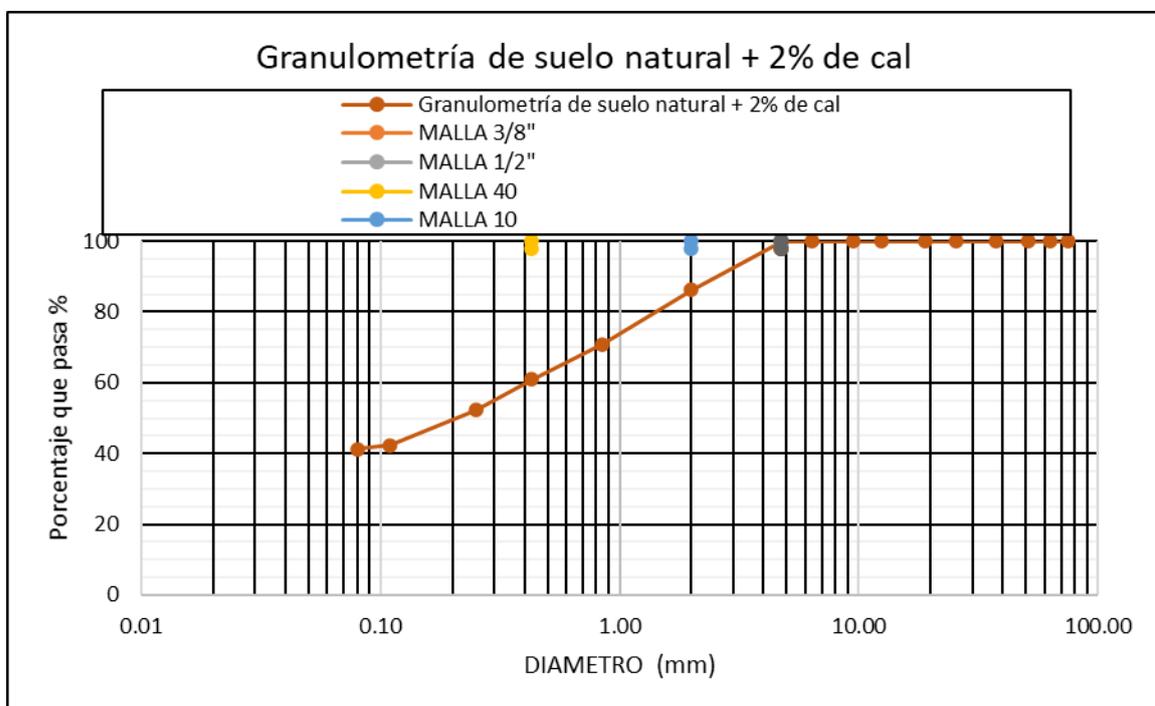


Figura 7. Curva granulométrica del terreno natural + 2% de cal.

Gravas= 13.85%

Arena= 44.84%

Finos= 41.31%

- **Suelo natural + 4% cal.**

A continuación, se representa la curva granulométrica de la muestra que representa la distribución del tamaño de partículas en la siguiente tabla y figura correspondiente.

**Tabla 8.** *Granulometría del suelo natural + 4% de cal.*

<b>Tamiz N°</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Retenido %</b>	<b>Pasa %</b>
3"	75	0	100
2 ½"	63	0	100
2"	50.80	0	100
1 ½"	37.50	0	100
1"	25.40	0	100
¾"	19.00	0	100
½"	12.50	0	100
⅜"	9.50	0	100
¼"	6.35	0	100
N°4	4.75	0	100
<b>N°10</b>	<b>2.00</b>	14.16	<b>85.84</b>
N°20	0.85	28.48	71.52
N°40	0.43	38.98	<b>61.02</b>
<b>N°60</b>	<b>0.25</b>	47.88	52.12
N°140	0.11	58.5	41.5
<b>N°200</b>	<b>0.08</b>	59.64	<b>40.36</b>
Limos y arcillas	0.050-0.005	100	0.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla muestra que en el tamiz N°200 pasa el 40.36%, sin embargo, en el tamiz N° 10 se retiene el 14.16% indicando que ha disminuido la cantidad de grava y aumentado la cantidad de arenas con poca variación de finos. Cabe indicar entre gravas, arenas, y poco finos se considera como arena arcillosa mezclado con grava de poca o nula plasticidad.

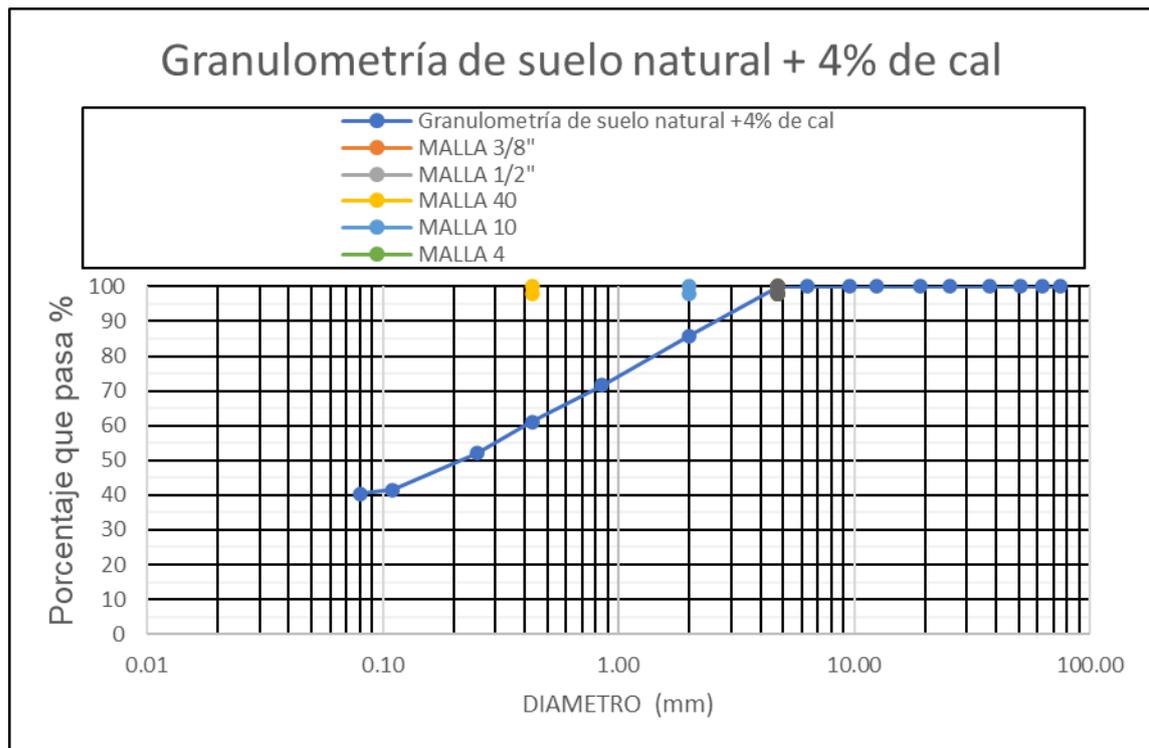


Figura 8. Curva granulométrica del terreno natural + 4% de cal.

Gravas= 14.16%                      Arena= 45.48%                      Finos= 40.36%

**Tabla 9.** Resultado de ensayo de análisis granulométrico del suelo natural + 8% de cal

Tamiz N°	Abertura (mm)	Retenido %	Pasa %
3"	75	0.00	100.00
2 ½"	63	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	100.00
1 ½"	37.50	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	100.00
¾"	19.00	0.00	100.00
½"	12.50	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	100.00

<b>N°10</b>	<b>2.00</b>	10.75	<b>89.25</b>
N°20	0.85	24.32	75.68
N°40	0.43	34.18	<b>65.82</b>
<b>N°60</b>	<b>0.25</b>	43.25	56.75
N°140	0.11	54.98	45.02
<b>N°200</b>	<b>0.08</b>	56.08	<b>43.92</b>
Limos y arcillas	0.050-0.005	100	0.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla muestra que en el tamiz N°200 pasa el 43.92%, sin embargo, en el tamiz N° 10 se retiene el 10.75% indicando que ha disminuido la cantidad de grava y aumentado la cantidad de arenas con poca variación de finos. Cabe indicar entre gravas, arenas, y poco finos se considera como arena arcillosa mezclado con grava de poca o nula plasticidad.

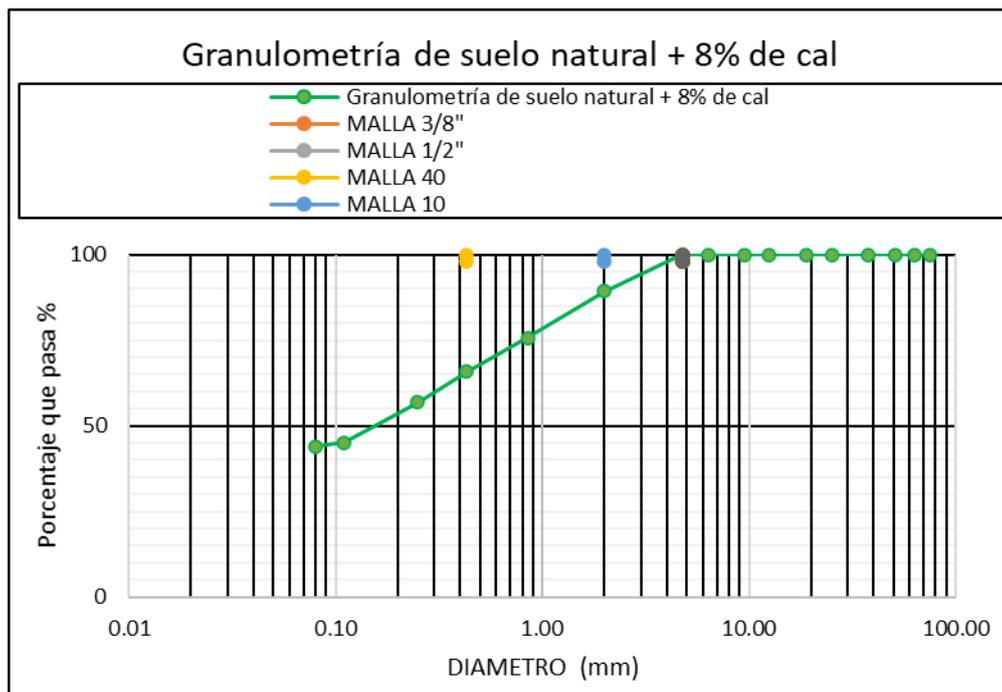


Figura 9. Curva granulométrica del terreno natural + 8% de cal.

Gravas= 10.75      Arena= 45.33      Finos= 43.92

En el gráfico de la figura 10, se aprecia el resumen de las granulometrías del suelo natural y también de las muestras de suelo con las proporciones de 2%, 4% y 8% de cal añadidos a dicho suelo.

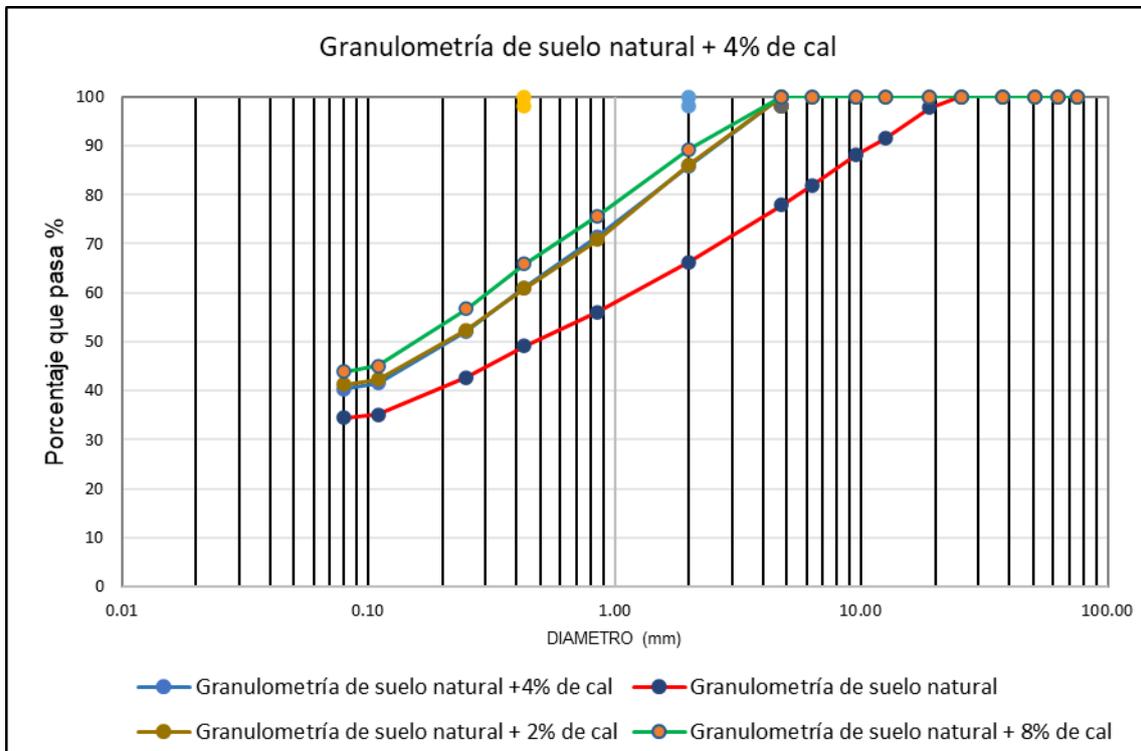


Figura 10. Resumen de curva granulométrica del terreno natural y las diferentes proporciones de cal.

Tabla 10. Resumen de análisis granulométrico en diferentes dosificaciones.

Descripción	Gravas	Arenas	Finos
Suelo natural	33.73%	31.80%	33.47%
Suelo natural + 2% de cal	13.85%	44.84%	41.31%
Suelo natural + 4% de cal	14.16%	45.48%	40.36%
Suelo natural + 8% de cal	10.75%	45.33%	43.92 %

Fuente: elaboración propia.

En la figura 11, se muestra la composición de cada material en estudio con las diferentes dosificaciones de cal.

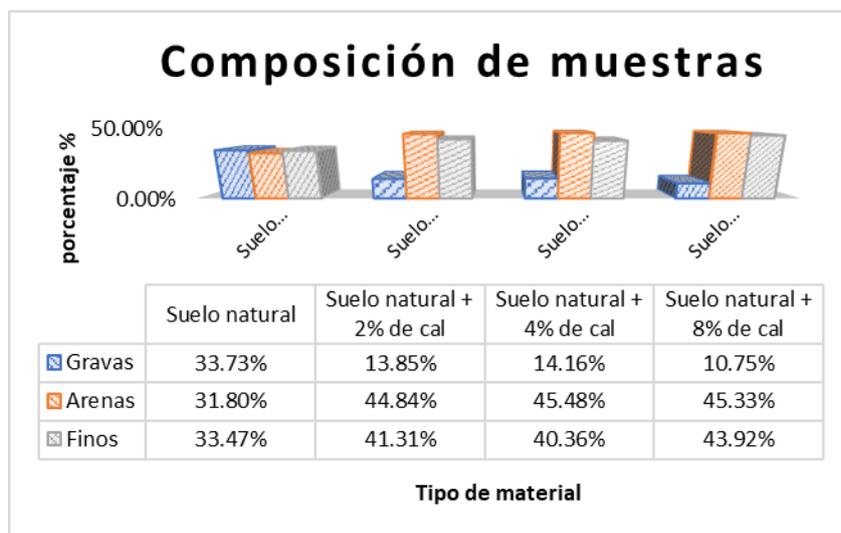


Figura 11. Composición de muestras.

➤ **Límites de consistencia.**

Ensayo para determinar límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, a continuación, se muestran tablas y cuadros obtenidos por ensayos en laboratorio.

**Tabla 11.** Tabla de resumen de análisis de límites consistencia.

Muestra	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo natural	30	22	8
Suelo+2% de cal	NP	NP	NP
Suelo+4% de cal	NP	NP	NP
Suelo+8% de cal	NP	NP	NP

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 11, se muestra que el suelo natural en estudio al ser estabilizado con las proporciones de cal mencionados, éstas ya no presentan plasticidad, por lo tanto, ha cambiado su clasificación con forme a la norma A.A.S.H.T.O. M 145 de A - 2-4 (0) a A - 4 (0).

**Tabla 12.** *Tabla de análisis de límites líquido del suelo natural.*

<b>Límite líquido</b>			
TARA N°	3	18	23
Wt+ M. Húmeda (gr)	<b>72.35</b>	<b>70.01</b>	<b>71.92</b>
Wt+ M. Seca (gr)	<b>63.67</b>	<b>62.41</b>	<b>64.40</b>
W agua (gr)	8.68	7.60	7.52
W tara (gr)	<b>36.70</b>	<b>37.27</b>	<b>37.92</b>
W M. Seca (gr)	26.97	25.14	26.48
W (%)	32.18%	30.23%	28.40%
N. GOLPES	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>34</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 13.** *Tabla de análisis de límite plástico del suelo natural.*

<b>LIMITE PLASTICO</b>			
TARA N°	4	9	Promedio
Wt+ M. Húmeda (gr)	25.06	18.11	
Wt+ M. Seca (gr)	23.95	17.44	
W agua (gr)	1.11	0.67	
W tara (gr)	19.12	14.38	
W M. Seca (gr)	4.83	3.06	
W (%)	22.98%	21.90%	22.44%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 12 y la tabla N° 13 se obtuvieron los datos de límites utilizando la muestra de suelo natural a los 13, 22 y 34 golpes que cierra la brecha en la copa de Casagrande y la plasticidad a través de rodillos.

A continuación, en la figura N°13 se aprecia el límite líquido de 30% a los 25 golpes generados en la copa de Casagrande.

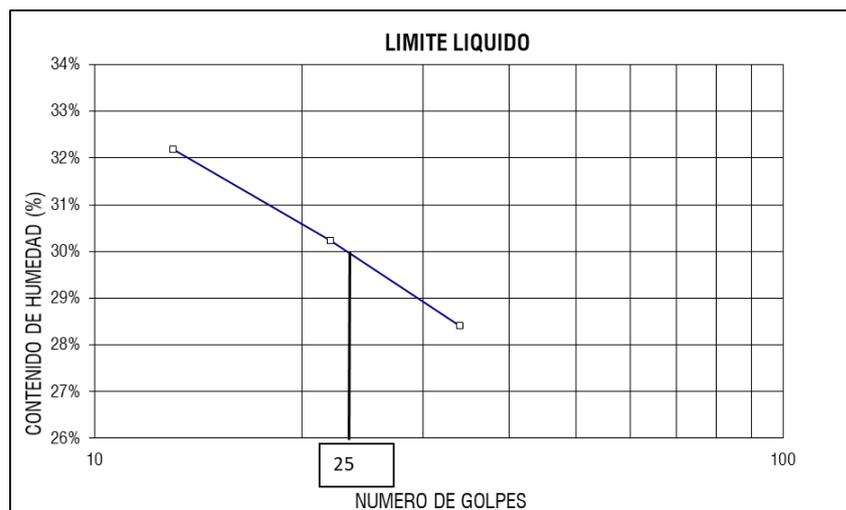


Figura 12. Límite líquido del suelo natural.

Trazando una línea a los 25 golpes como se muestra en la gráfica de la figura N° 13 se encuentra el límite líquido y mediante la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, esta diferencia se considera índice de plasticidad la cual se muestra en tabla N° 11, mientras que para las muestras de suelo con proporciones de 2%, 4% y 8% de cal, éstas mediante resultados de laboratorio los límites de consistencia fueron nulos por lo tanto ya no son cohesivos.

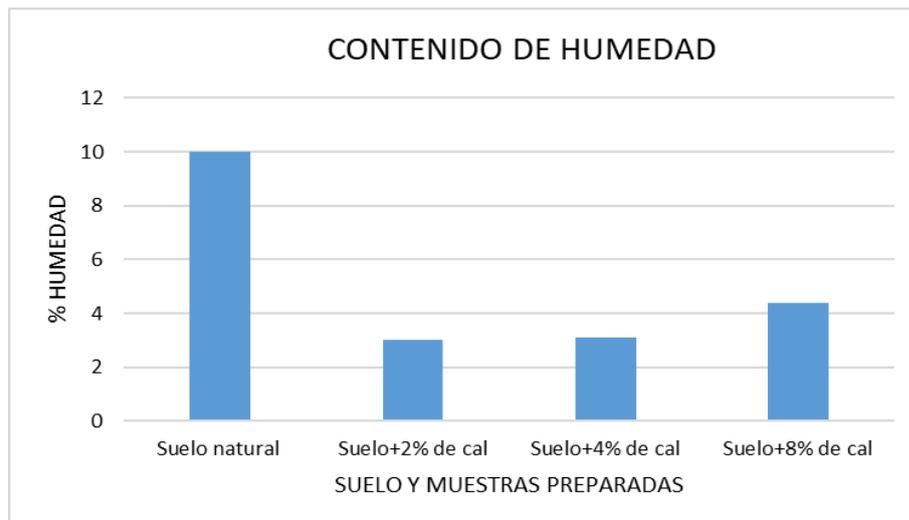
➤ **Contenido de humedad.**

En la tabla N° 14, se muestra el resumen de los contenidos de humedad.

Tabla 14. Tabla de resumen de contenido de humedad del suelo natural.

Resumen de contenido de humedad	
Muestra	Contenido de humedad (%)
Suelo natural	10.02
Suelo+2% de cal	3.02
Suelo+4% de cal	3.11
Suelo+8% de cal	4.40

Fuente: elaboración propia.



*Figura 13.* contenido de humedad.

Como podemos apreciar en la figura 14 se detalla el cambio de humedad con las diferentes dosificaciones de cal con respecto al suelo natural, indicando que al adicionar cal la humedad disminuye considerablemente.

### **Ensayos especiales.**

#### **Ensayo de proctor modificado.**

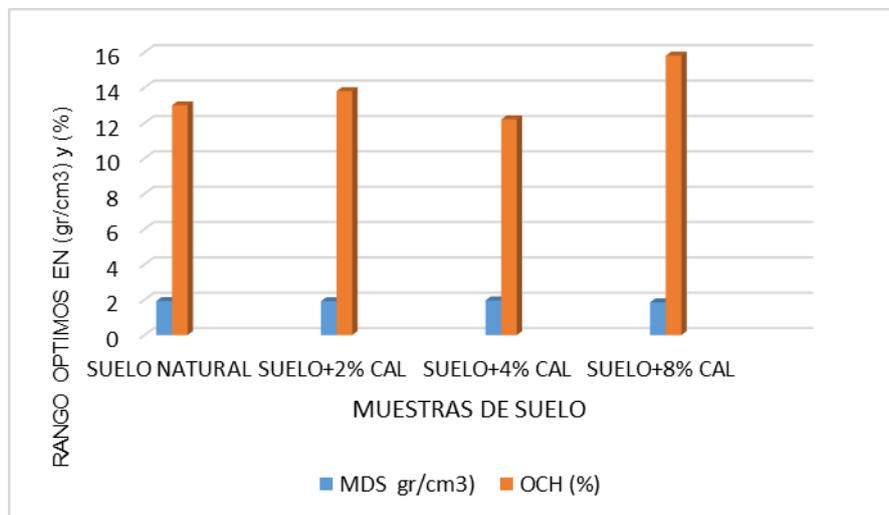
Este ensayo se realizó para las muestras extraídas de la calicata, en su estado natural y con las adiciones de 2%,4% y 8% de cal respectivamente, con el propósito de poder comparar los resultados y determinar en cuánto mejora en CBR de la carretera del huito al ser estabilizado.

<b>Resumen de porcentajes óptimos y densidad máxima seca.</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Proctor modificado (%)</b>	
	<b>MDS (gr/cm3)</b>	<b>OCH (%)</b>
Suelo natural	1.921	13.00
Suelo+2% de cal	1.915	13.80
Suelo+4% de cal	1.959	12.20
Suelo+8% de cal	1.85	15.81

**Tabla 15.** Tabla de resumen de porcentajes óptimos y densidad máxima seca.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 15, se muestran los resultados correspondientes de los ensayos en el laboratorio de proctor modificado obtenidos, como es la densidad máxima seca y el contenido óptimo de humedad determinadas mediante la curva de compactación utilizando energía modificada, siendo 1.921 gr/cm<sup>3</sup> correspondiente al suelo natural de la carretera del huito con una humedad óptima del 13%, así mismo al adicionarle las diferentes proporciones en sus porcentajes correspondientes, llegando a su densidad máxima de 1.959 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12.20% perteneciente a la dosificación de 4% de cal, sin embargo al adicionarle 8% de cal esta disminuye su M.D.S llegando a su máximo M.D.S con 15.81% de humedad.



*Figura 14.* Contenido de humedad en diferentes proporciones.

Teniendo en cuenta la tabla 15, en el gráfico de la figura 15, podemos apreciar la varianza de los contenidos de humedad óptima para obtener la densidad máxima de compactación. Siendo el suelo + 4% de cal el que obtiene la mayor densidad seca a comparación del suelo natural que es de 1.921 gr/cm<sup>3</sup>.

### Proctor de suelo natural.

En la gráfica obtenida que determina la curva de compactación del suelo natural obtenidas por ensayos en laboratorio, se muestra en la figura 16.

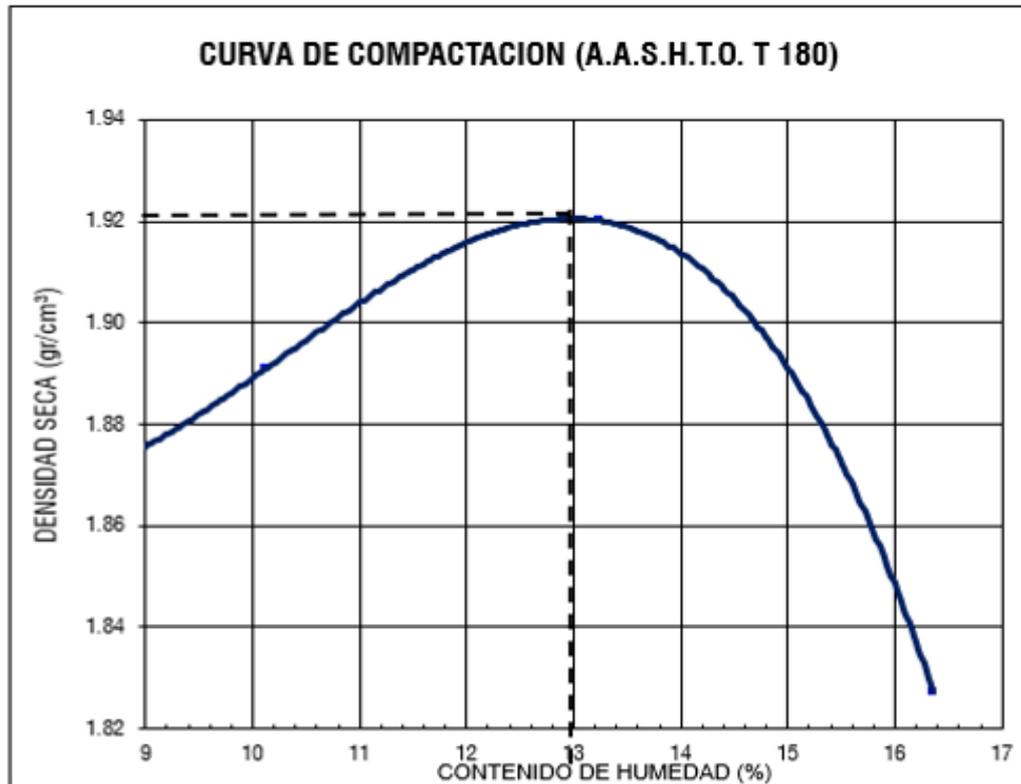


Figura 15: Curva de compactación del suelo natural.

La densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo para el suelo natural se detalla en la tabla N° 16:

**Tabla 16.** Tabla de porcentajes óptimos y densidad máxima seca del suelo natural.

Proctor modificado	
Densidad seca máxima	1.921 gr/cm <sup>3</sup>
C. humedad óptimo	13.00 %

Fuente: elaboración propia.

### Proctor de suelo natural + 2% de cal.

En la gráfica obtenida que determina la curva de compactación del suelo natural + 2% de cal obtenidas por ensayos en laboratorio, se muestra en la figura 17.

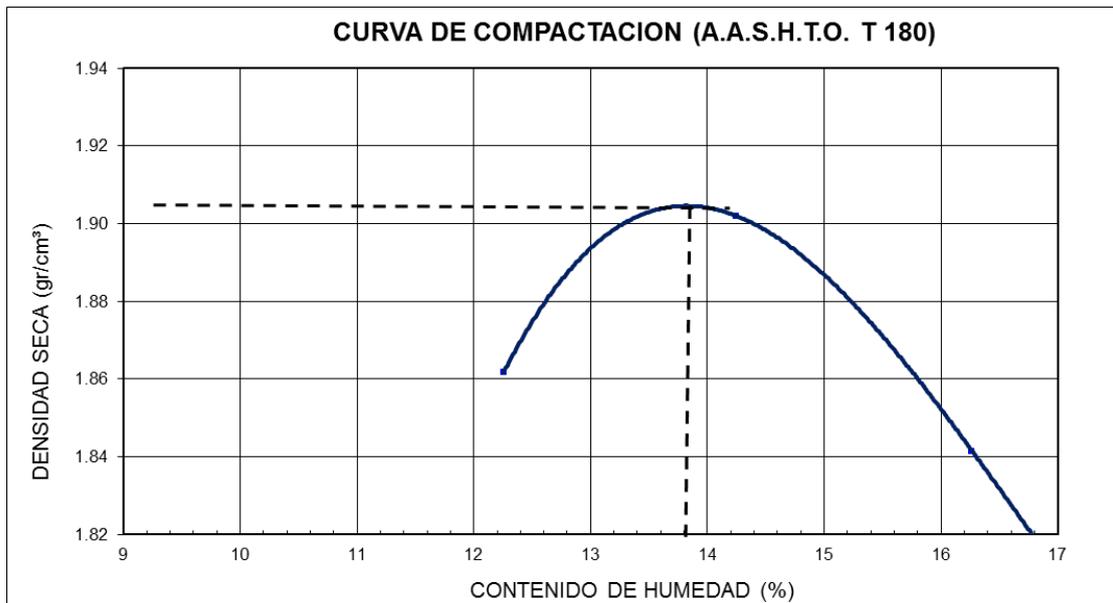


Figura 16. Curva de compactación del suelo natural + 2% cal.

**Tabla 17.** Resultado de densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de suelo natural + 2% de cal.

Proctor modificado	
Densidad seca máxima	1.915 gr/cm <sup>3</sup>
C. humedad óptimo	13.80 %

Fuente: elaboración propia.

### Proctor de suelo natural + 4% de cal.

En la gráfica obtenida que determina la curva de compactación del suelo natural + 4% de cal, se muestra en la figura 18.

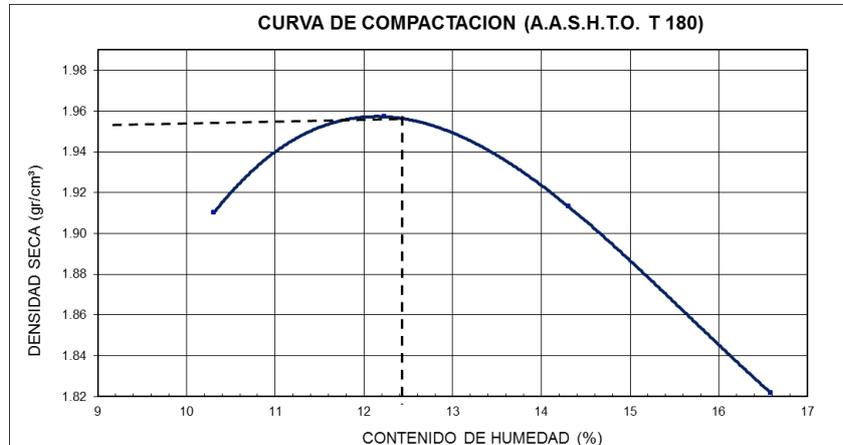


Figura 17. Curva de compactación del suelo natural + 4% cal.

**Tabla 18.** Resultado de densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de suelo natural + 4% de cal.

Proctor modificado	
Densidad seca máxima	1.959 gr/cm <sup>3</sup>
C. humedad óptimo	12.20 %

Fuente: elaboración propia.

### Proctor de suelo natural + 8% de cal.

En la gráfica obtenida que determina la curva de compactación del suelo natural + 8% de cal, se muestra en la figura 19.

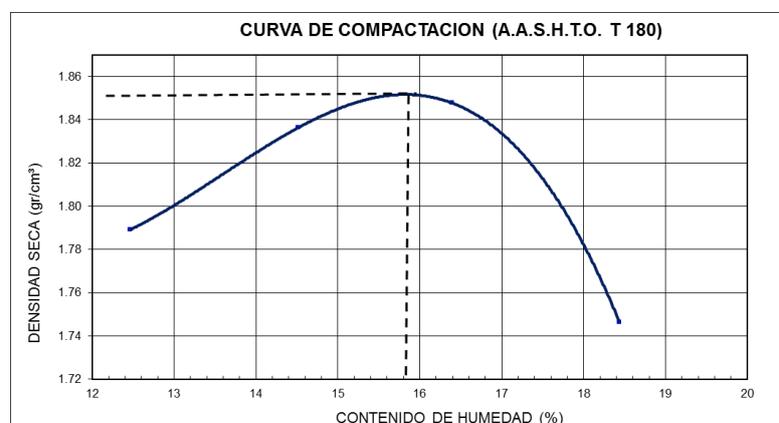


Figura 18: curva de compactación del suelo natural + 8% cal.

### Ensayo de CBR.

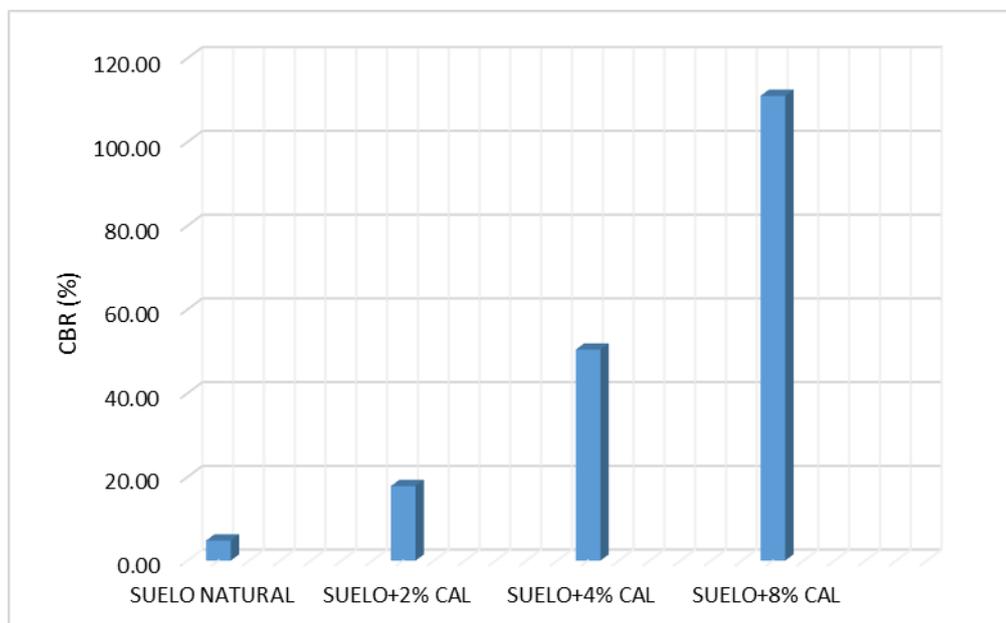
En la tabla 19, se muestran los resultados correspondientes de los ensayos en el laboratorio de CBR, teniendo el suelo natural de 4.80% de CBR al 95% de la máxima densidad seca.

Al adicionar cal en las concentraciones antes mencionadas al suelo natural, los valores de CBR aumentaron a 17.81% y con la adición de 8% de cal con respecto a su peso seco del suelo natural se obtuvo el máximo valor de 111.00% al 95% M.D.S, estos resultados se detallan en la tabla N° 16.

**Tabla 19.** Resumen de resultados de CBR.

CBR al 95% MDS (0.1")	
Muestra	CBR (%)
Suelo natural	4.80
Suelo+2% de cal	17.81
Suelo+4% de cal	50.4
Suelo+8% de cal	111.00

Fuente: elaboración propia.



*Figura 19:* variación de CBR en diferentes proporciones.

Teniendo en cuenta la tabla 19, en el gráfico de la figura 20 que se realizó, podemos apreciar que el CBR para la muestra suelo + 8% de cal es de 111.00 %, y el CBR del suelo natural es de 4.80%. Esto indica que el suelo al ser estabilizado con cal mejora sus propiedades mecánicas del suelo.

**CBR del suelo natural:**

La gráfica 20 obtenida que determina la curva de Esfuerzo – Penetración y Densidad – CBR del suelo natural, conforme se muestra en la tabla N° 19, datos obtenidos en laboratorios:

**Tabla 20. Resultado de CBR del suelo natural.**

<b>CBR al 95% MDS (0.1")</b>	
C.B.R. suelo natural	4.8 %

Fuente: elaboración propia.

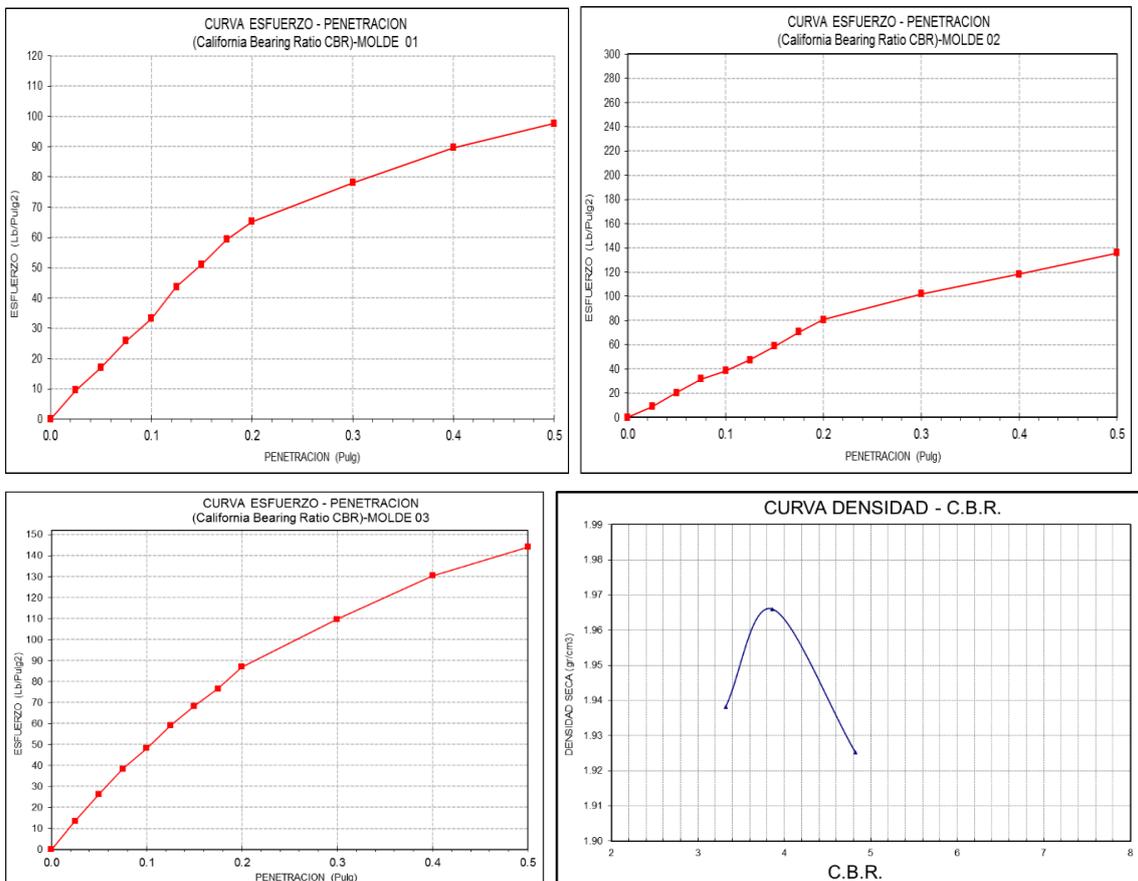


Figura 20: curva de CBR del suelo natural.

**CBR de suelo natural + 2% de cal.**

La gráfica obtenida de la figura 22, que determina la curva de Esfuerzo – Penetración y Densidad – CBR del suelo natural, conforme se muestra en la tabla N° 21, datos obtenidos en laboratorios:

**Tabla 21.** Resultado de CBR del suelo natural + 2% de cal.

<b>CBR al 95% MDS (0.1")</b>	
C.B.R. suelo natural + 2% de cal	17.81
	%

Fuente: elaboración propia.

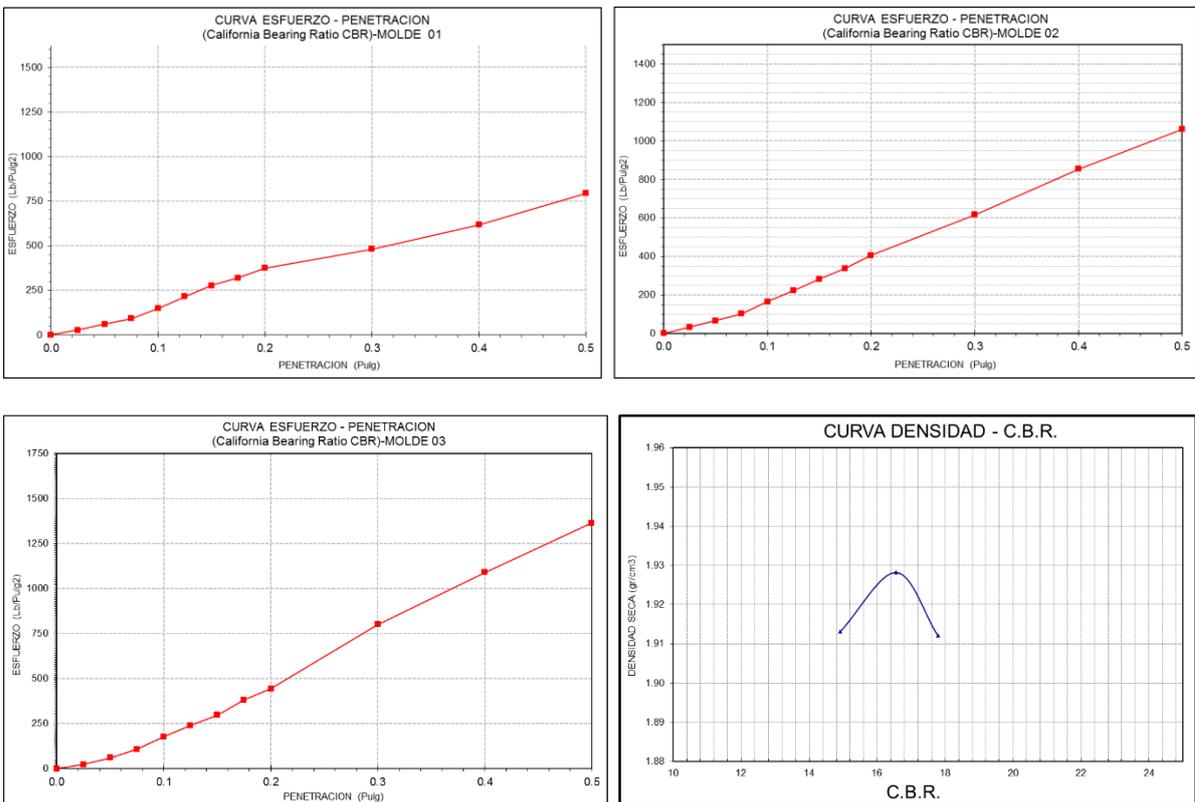


Figura 21: curva de CBR del suelo natural + 2% de cal.

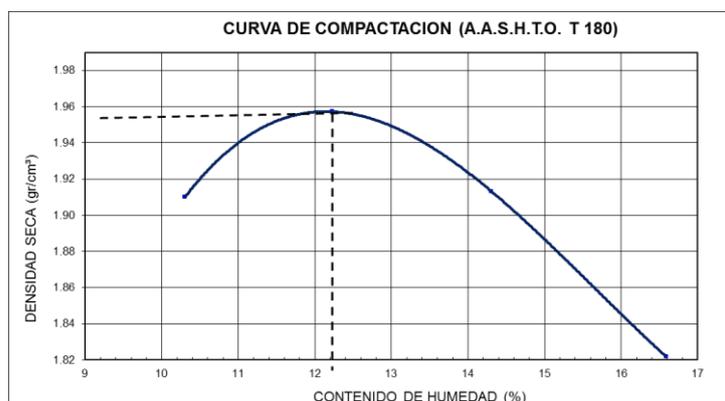
**CBR de suelo natural + 4% de cal.**

La gráfica de la figura 23, se determina la curva de Esfuerzo – Penetración y Densidad – CBR del suelo natural, conforme se muestra en la tabla N° 22, datos obtenidos en laboratorios:

**Tabla 22.** Resultado de CBR del suelo natural + 4% de cal.

<b>CBR al 95% MDS (0.1")</b>	
C.B.R. suelo natural + 4% de cal	50.40 %

Fuente: elaboración propia.



*Figura 22: Curva De CBR del suelo natural + 4% de cal.*

**CBR de suelo natural + 8% de cal.**

La gráfica obtenida de la figura 24, se determina la curva de Esfuerzo– Penetración y Densidad – CBR del suelo natural, conforme se muestra en la tabla N° 23, datos obtenidos en laboratorios:

**Tabla 23.** Resultado de CBR del suelo natural + 8% de cal.

<b>CBR al 95% MDS (0.1")</b>	
C.B.R. suelo natural + 8% de cal	111.00 %

Fuente: elaboración propia.

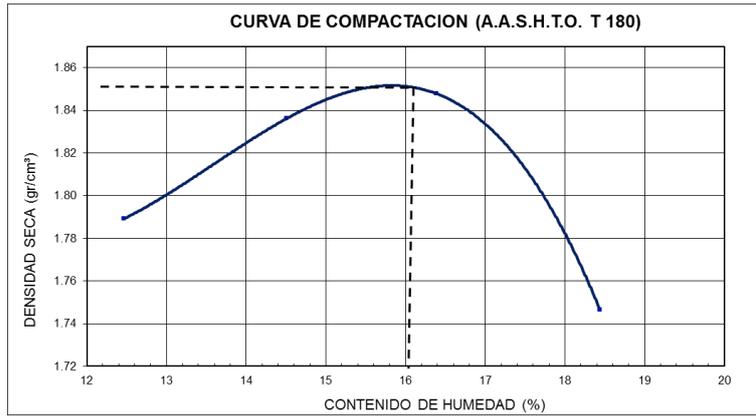


Figura 23. Curva de CBR del suelo natural + 8% de cal.

## Resumen de resultados.

**Tabla 24.** Resumen de resultados obtenidos en laboratorio.

Exploración	Estrato	% que pasa		Granulometría (%) < 1"			Límites de Atterberg			AASHTO	Hum. Nat. (%)	Proctor Modificado		CBR
		N°10	N° 200	Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP			MDS	OCH	
												gr/cm <sup>3</sup>	(%)	CBR 95%
Suelo	M1	66.27	34.47	33.73	31.80	34.47	32.18	24	9	A - 2-4 (0)	10.15	1.89	10.13	3.32
	M2						30.23	24	10		10.6	1.92	13.23	3.86
	M3						28.4	25	9		9.31	1.83	16.36	4.82
Suelo+2% cal	M1	86.15	41.31	13.85	44.84	41.31	NP	NP	NP	A - 4 (0)	3.82	1.86	12.25	14.91
	M2						NP	NP	NP		2.19	1.90	14.25	16.56
	M3						NP	NP	NP		3.04	1.84	16.27	17.79
Suelo+4% cal	M1	85.84	40.36	14.16	45.48	40.36	NP	NP	NP	A - 4 (0)	2.84	1.91	10.31	41.96
	M2						NP	NP	NP		3.34	1.96	1.96	50.82
	M3						NP	NP	NP		3.14	1.91	14.30	53.52
Suelo+8% cal	M1	89.25	43.92	10.75	45.33	43.92	NP	NP	NP	A - 4 (0)	4.35	1.79	12.46	109.64
	M2						NP	NP	NP		4.85	1.84	14.51	104.54
	M3						NP	NP	NP		4.01	1.85	16.39	110.96

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 25.** Resumen de resultados de análisis de laboratorio.

Exploración	Promedio de Límites de Atterberg			AASHTO	Humedad Nat. (%)	Dens. natural promedio gr/cm <sup>3</sup>	Proctor Modificado		CBR
	LL	LP	IP				MDS	OCH	
							(gr/cm <sup>3</sup> )	(%)	CBR 95% a 0.1"
Suelo natural	30	22	8	A - 2-4 (0)	10.02	1.83	1.921	13.00	4.80
Suelo+2% cal	NP	NP	NP	A - 4 (0)	3.02	1.65	1.915	13.8	17.81
Suelo+4% cal	NP	NP	NP	A - 4 (0)	3.11	1.67	1.96	12.20	50.40
Suelo+8% cal	NP	NP	NP	A - 4 (0)	4.40	1.66	1.85	15.81	111.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 25, se resume todos los resultados obtenidos mediante ensayos que se realizaron de laboratorio “Labsuc”, podemos apreciar que los límites de Atterberg fueron nulos para las muestras con adiciones de cal, mientras tanto el CBR para la muestra de suelo natural + 8% de cal tuvo el mayor resultado con 111% de CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.1” de penetración, en comparación al CBR del suelo natural que fue de 4.8% al 95% del MDS a 0.1”

Contrastación de hipótesis.

La adición de cal estabiliza el suelo mejorando el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021. Desarrollados los ensayos en el laboratorio de suelos Labsuc, y mediante las tabulaciones y gráficos obtenidos en base a los resultados obtenidos en laboratorio de suelos, se

aprueba la hipótesis que mejora el CBR estabilizando el suelo adicionando cal.

**Tabla 26.** Resumen de resultados de CBR.

CBR	
Muestra	AI 95% MDS
Suelo natural	4.80 %
Suelo+2% de cal	17.81 %
Suelo+4% de cal	50.4 %
Suelo+8% de cal	111.00 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 26 podemos contrastar que al adicionar cal para estabilizar el suelo de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021 sí mejora el CBR, por lo tanto la tabla de resultados de CBR nos indica que el CBR al 95% del MDS perteneciente a la adición de 8% de cal al suelo natural es de 111.00%, mientras tanto el CBR al 95% del MDS del suelo natural es de 4.80%, indicando que hay una diferencia bastante significativa en los valores de CBR con respecto al CBR del suelo en estado natural, también podemos contrastar que tanto el MDS y OCH van aumentando progresivamente al adicionar cal como se muestra en la tabla N° 27.

**Tabla 27.** Resumen de resultados de análisis de proctor modificado.

Proctor modificado (%)		
Muestra	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
Suelo natural	1.921	13.00
Suelo+2% de cal	1.915	13.80
Suelo+4% de cal	1.959	12.20
Suelo+8% de cal	1.85	15.81

Fuente: elaboración propia.

Así mismo también podemos contrastar que la hipótesis sí mejora el CBR estabilizando el suelo adicionando cal en un porcentaje óptimo, mediante el cambio de los límites de consistencia apreciando en la tabla N° 28, indicando que, al estabilizar el suelo con cal en las dosificaciones dadas, estas ya no presentan

plasticidad indicando que el suelo es apto como subrasante, por lo tanto indica que la adición de cal en los porcentajes de 2%,4% y 8% si estabilizan al suelo de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

Muestra	Límite liquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo natural	30	22	8
Suelo+2% de cal	NP	NP	NP
Suelo+4% de cal	NP	NP	NP
Suelo+8% de cal	NP	NP	NP

**Tabla 28.** Resumen de resultados de límites de consistencia.

Fuente: elaboración propia

Validación de hipótesis mediante análisis estadístico

- Prueba de normalidad

**Tabla 29.** Prueba de normalidad resultados de CBR.

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)			
	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural	0,976	3	0,703
Suelo natural + 2% de cal	0,996	3	0,882
Suelo natural + 8% de cal	0,914	3	0,430
Suelo natural + 8% de cal	0,785	3	0,080

Fuente: Software Estadístico SPSS.

En la tabla anterior observamos que tiene una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula ya que los valores de significancia son superiores a 0.05.

- Análisis De Varianza (Anova)

**Tabla 30.** información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	Suelo natural; Suelo natural + 2% de cal; Suelo natural + 4% de cal; Suelo natural + 8% de cal

Fuente: Software Estadístico SPSS.

**Tabla 31.** *Análisis de varianza (Anova).*

Anova					
Resultados de CBR	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Combinación	19,582.64	3	6,527.55	514.68	0.00
Error	101.46	8	12.68		
Total	19,684.11	11			

Fuente: Software Estadístico SPSS.

En la tabla anterior apreciamos que la probabilidad es de 0.00 indicando que es menor a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula. Esto nos dice que hay una variación significativa en los CBR de las diferentes proporciones con respecto al CBR de suelo natural.

- Prueba de Tukey

En la siguiente tabla N°32, observamos que en las comparaciones múltiples de los ensayos de CBR, apreciamos que en los resultados hay varianza significativa.

**Tabla 32.** *Comparación en parejas de Tukey.*

Comparación en parejas de Tukey y una confianza de 95%			
Factor	N	Media	Agrupación
Suelo natural + 8% de cal	3	108.38	A
Suelo natural + 4% de cal	3	48.77	B
Suelo natural + 2% de cal	3	16.42	C
Suelo natural	3	4	D

Fuente: Software Estadístico Minitab.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes indicando que hay varianza significativa en los CBR.

**Tabla 33.** *Comparación en parejas de Tukey.*

Prueba de Tukey			Alpha	0.05	
Grupo	Media	n	ss.	df	q-crit
Suelo natural	4	3	1.1544	-	
Suelo natural + 2% de cal	16.42	3	4.1766	-	-
Suelo natural + 4% de cal	48.767	3	73.141	-	-
Suelo natural + 8% de cal	108.38	3	22.990	-	-
		12	101.462	8	4.529

Fuente: Software Estadístico Excel.

**Tabla 34.** Comparación en parejas de Tukey.

Comparaciones múltiples									
Grupo 1	Grupo 2	Media	std err	q-stat	Inf.	Sup.	p-valor	media-crit	Cohen d
Suelo natural	Suelo natural + 2% de cal	12.42	2.06	6.04	3.11	21.73	0.01	9.31	3.49
Suelo natural	Suelo natural + 4% de cal	44.77	2.06	21.77	35.45	54.08	0.00	9.31	12.57
Suelo natural	Suelo natural + 8% de cal	104.38	2.06	50.77	95.07	113.69	0.00	9.31	29.31
Suelo natural + 2% de cal	Suelo natural + 4% de cal	32.35	2.06	15.73	23.03	41.66	0.00	9.31	9.08
Suelo natural + 2% de cal	Suelo natural + 8% de cal	91.96	2.06	44.73	82.65	101.27	0.00	9.31	25.82
Suelo natural + 4% de cal	Suelo natural + 8% de cal	59.61	2.06	28.99	50.30	68.93	0.00	9.31	16.74

Fuente: Software Estadístico Excel.

Como observamos en la tabla 33 y tabla 34, nos indica que el p-valor es menor a 0.05, esto indica que se rechaza la hipótesis nula, lo cual nos indica que hay varianza significativa en los valores de CBR en todas las muestras por lo tanto aceptamos la hipótesis alterna.

Finalmente decimos que al adicionar cal en las dosificaciones del 2%, 4% y 8% de cal al 95% del MDS, se logra mejorar el CBR de la carretera el huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.

## V. DISCUSIÓN.

En los ensayos realizados en laboratorio analizados al suelo natural y a las muestras con adición de cal en diferentes dosificaciones planteadas, se puede discutir lo siguiente:

Para el primer objetivo planteado en la presente tesis, se tiene en cuenta el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos en el capítulo IV estabilización de suelos del M.T.C, donde nos indica los parámetros para estabilizar un suelo para ser utilizado como subrasante, la cual se indica en la tabla siguiente:

**Tabla N° 35.** *Parámetros del M.T.C para estabilizar un suelo.*

<b>Parámetros para estabilizar un suelo</b>
Suelos con CBR < 6% para ser usados como capa de subrasante
Sub rasantes arcillosas o limosas, que al contacto con el agua contaminen el pavimento
Granulometría de suelos de tipo A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 Y A-7
Subrasantes que queden por debajo del nivel de capa freática.
En zonas por encima de los 4000msnm. Donde el congelamiento influye según la profundidad de la capa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento.
Determinación del tipo de suelo existente como limos, arcillas, arenas limosas o arcillosas.

Fuente: manual de carreteras, suelos y pavimentos.

En los análisis desarrollados al suelo natural los resultados que se obtuvieron:

- El CBR del suelo natural fue de 4.80%, lo cual necesita estabilización.
- El suelo natural de acuerdo a su granulometría es de tipo A-2-4 clasificado según la norma A.A.H.S.T.O. M145, considerado como suelo pobre para subrasante.
- El suelo natural según resultados granulométricos obtenidos se considera un suelo de tipo arena arcillosa.

Con respecto al segundo objetivo Aplicar cal al suelo para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021, el cual (López

Sumarriva, y otros, 2018), el autor utilizó porciones de 2, 4, 6 y 8% de cal en función al peso seco del suelo en estudio donde la concentración óptima en sus dos muestras fue de 3% y 5%, pero la concentración que arrojó mejores resultados fue del 8% de cal, teniendo como resultado un aumento significativo en el CBR como resultado 145% y 69% en una de las muestras lo cual indica que este porcentaje satisface las demandas establecidas por el MTC del Perú, en la consolidación de suelos arcillosos, expansivos y cohesivos.

En nuestra investigación se utilizó porcentajes de cal al 2, 4 y 8% de cal en función al peso seco del suelo, en los resultados obtenidos mediante ensayos demuestran que hay una similitud en las conclusiones de López Sumarriva, dando como resultado de 111% CBR para el 8% de cal adicionado y 17.81 para el 2% de cal, cabe indicar que la diferencia entre estas investigaciones se debe al caso de las diferentes propiedades que pueda tener un suelo. Y el efecto en el CBR del suelo natural al ser estabilizado se deba a la reacción puzolánica y carbonatación de la cal al tener contacto con el dióxido de carbono existente en el suelo.

Del mismo modo para el tercer objetivo, (Rodríguez Uribe, 2018), Se plantió en abatir la expansión del suelo combinando la estabilización del suelo con cal y la carga sobrepuesta, en sus resultados determinó que el suelo expansivo en estudio sin la adición de cal necesita una carga de 10 ton para abatir la expansión y que mediante adiciones de cal de 2%, 4% y 6% al suelo, encontró que para evitar la expansión en los porcentajes dados estas necesitan menos carga actuante para abatir la expansión la cual fue de 4 ton para concentración de cal al 2%, de 2 ton para el 4% de cal y abatiendo por completo la expansión del suelo es de 6%.

Mientras tanto en nuestra investigación los resultados demuestran que mediante la estabilización del suelo con cal en las dosificaciones de 2%, 4% y 8% disminuyen por completo los límites de consistencia el cual influyen en la expansión de suelos similares al de esta investigación, indicando que si abaten la expansión del suelo desde el porcentaje mínimo utilizado en esta tesis, indicando que hay diferencias en los resultados de estas investigaciones, ya sea por los múltiples tipos de suelos y sus propiedades que puedan presentar.

También (Harichane, y otros, 2018), en su artículo de investigación "*Stabilization of Algerian Clayey Soils with Natural Pozzolana and Lime*", tuvieron como objetivo estudiar el efecto del uso de cal, pozzolana natural y su combinación sobre plasticidad y fuerza de cizallaje de dos suelos arcillosos locales clasificados como CH y CL, la cual se basaron en hacer mezclas de suelos estabilizados para determinar los límites de Atterberg, con porcentajes de cal 2, 4, 6, 8 y 10%, determinando que del 4 al 8% de cal para suelos arcillosos de clase CH el índice de plasticidad disminuyó significativamente, mientras que para suelos arcillosos de clase CL el valor del índice de plasticidad tuvo una alta disminución indicando también altos parámetros de resistencia al cizallamiento.

Aportando la perspectiva y resultado de la presente tesis, al realizar los ensayos de límites de Atterberg del suelo natural el límite líquido es de 30 %, límite plástico de 22 % y el índice de plasticidad de 8 %, en cambio para las muestras estabilizadas con 2%, 4% y 8% de cal ya no presentan estos límites e índice de plasticidad, una vez más los resultados en ambas investigaciones cumplen los objetivos dados, lo que confirmamos que estabilizar el suelo con cal genera un cambio positivo en las propiedades del suelo para ser utilizado como una subrasante para un pavimento.

Los ensayos de ensayos de proctor modificado en la presente tesis también demostró que el suelo es estabilizado porque mejoró las propiedades físicas del suelo natural ya que al adicionar cal en los porcentajes establecidos anteriormente en este proyecto las densidades secas del suelo estabilizado tuvieron un aumento importante dando como resultado en el ensayo del suelo natural para obtener la MDS que fue de 1.921 gr/cm<sup>3</sup> la cual necesito 13.00% de agua con respecto a su peso, mientras tanto en el suelo estabilizado con 4% de cal esta tuvo la máxima densidad seca de 1.59 gr/cm<sup>3</sup> con un 12.20% óptimo de agua, mientras tanto en el suelo estabilizado con las otras concentraciones de cal correspondientes al 2% y 8% tuvieron valores diferentes no superando a la concentración de 8% de cal, Por consiguiente, la dosificación de cal hidratada mejora la resistencia de los suelos cohesivos según los resultados obtenidos.

## VI. CONCLUSIONES.

1. En esta tesis se estabilizó el suelo adicionando cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021, donde se mejoró la capacidad de soporte del suelo natural a nivel de subrasante utilizando cal al 2%, 4% y 8% con respecto a su peso seco del suelo, dando como respuesta positiva en la mejora de sus propiedades físicas y mecánicas del suelo natural.

2. En este proyecto de investigación mediante el análisis granulométrico Se clasificó el suelo para determinar sus valores naturales de la carretera de Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021. Donde se reconoció de manera concreta las características generales del suelo a través de la norma AASHTO – M145.

3. En esta tesis se aplicó cal al suelo para mejorar el CBR de la carretera del Huito, Jaén. Donde mejoró sus propiedades físicas y mecánicas y se incrementó la resistencia de suelos areno arcillosos. Al inicio el suelo en estado natural tuvo un C.B.R de 4.8% al 95% de M.D.S a 0.1” de penetración por lo que no cumplía con los parámetros establecidos por la norma peruana para ser usado como subrasante, después de adicionar los porcentajes de cal en las dosificaciones planteadas, se observó que el valor de C.B.R aumenta proporcionalmente al aumento de cal:

✓ En la muestra suelo natural + 2% de cal el CBR es de 17.81% al 95% de MDS a 0.1” de penetración.

✓ En la muestra suelo natural + 4% de cal el CBR es de 50.40% al 95% de MDS a 0.1” de penetración.

✓ En la muestra suelo natural + 8% de cal el CBR es de 111.00% al 95% de MDS a 0.1” de penetración.

Demostrando y concluyendo que la influencia de la cal mejora el CBR natural del suelo y es positiva en un suelo clasificado como arena arcillosa.

4. En nuestro proyecto una vez que se adicionó cal al suelo natural, y mediante los ensayos realizados dio como resultado que el índice de plasticidad, límite líquido y el límite plástico fue disminuido en su totalidad desde el porcentaje más bajo al más alto de adición de cal. Por otra parte la

densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad se determinó que a partir del 8% de adición de cal, el contenido de humedad óptimo aumenta a 15.81%, sin embargo su densidad máxima seca varía a las diferentes proporciones de cal, pasando de 1.85 gr/cm<sup>3</sup> correspondiente al 8% de cal y 1.96 gr/cm<sup>3</sup> correspondiente a 4% de cal, cabe indicar que al añadir estos porcentajes de cal llegamos a la conclusión que el porcentaje óptimo para obtener la máxima densidad seca con un óptimo contenido de humedad es la adición del 4% de cal con respecto al peso seco del suelo natural.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Al extraer las muestras de suelo de una carretera, se recomienda primero analizar el suelo natural para saber sus valores y determinar su CBR, así identificamos si este suelo cumple o no con la norma técnica peruana para ser estabilizado.
- Al realizar los ensayos determinamos que el CBR fue de 4.80%, al adicionar 2% de cal alcanzó un CBR de 17.81% cumpliendo desde este porcentaje la norma peruana, recalcando que el suelo estudiado fue clasificado mediante la norma A.A.S.H.T.O M145 como un suelo de tipo A-4 (arena arcillosa), entonces se recomienda seguir investigando para otros tipos de suelo y así determinar el porcentaje mínimo de cal que logra satisfacer la norma peruana.
- En el presente trabajo de investigación en los autores de los antecedentes y en esta investigación encontramos que los ensayos y resultados obtenidos están de acuerdo a las normativas vigentes donde se encuentra las propiedades y los valores en los tiempos establecidos, sin embargo se recomienda analizar estos mismos a un tiempo más prolongado para determinar si estos valores como el CBR aumentan y las propiedades físicas y mecánicas presentan un cambio positivo o negativo, ya que estos mayormente son afectados con el tiempo por los cambios climáticos distintos en cada lugar.
- Recomendamos también realizar más estudios en la estabilización de suelos con cal aumentando sus porcentajes en peso del suelo hasta encontrar el valor máximo de CBR y encontrar así una curva de estabilización con cal indicando previamente el tipo de suelo clasificándolas mediante granulometría como lo estipula la norma.

## REFERENCIAS:

ANCADE, Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España. 2015. CYMPER. [En línea] TEIDATA 2020, 21 de 08 de 2015. [fecha de consulta: 02 de 03 de 2021]. Disponible en <https://www.cymper.com/blog/tipos-de-cal-utilizadas-en-la-construccion/>.

BELTRÁN Parra, Mario Alberto y COPADO Beltrán, José Aloix. 2011. *"Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia san juan capistrano de ciudad obregón, sonora"*. Ingeniería Civil, Instituto Tecnológico De Sonora. Ciudad Obregón - Sonora: Biblioteca del ITSON-MEX, 2011.

BIODIC. 2021. "Diccionario de Biología - Un diccionario de términos científicos, sencillo". [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 17 de 03 de 2021.] <https://www.biodic.net/palabra/estabilizacion/#.XPCEQohKhPY>.

BISRAT Gissila, Gidday y SATYENDRA, Mittal. 2020. Improving the characteristics of dispersive subgrade soils using lime, Uttarakhand, India. *Heliyon*. [En línea] 20 de 02 de 2020. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405844020302292?token=063D5378F53E23A0377D8055195BA8453166ECC32FAEFAB113A73A84DA92AFAD12EA643FDEE035E60E7C1F000AF02EFE&originRegion=us-east-1&originCreation=20210416195736>.

CANNABRIC, soluciones para un futuro habitable. 2021. CANNABRIC. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 2021 de 04 de 28.] disponible en [http://www.cannabric.com/media/documentos/25376\\_CAL\\_HIDRAULICA\\_NATURAL\\_ficha\\_tecnica.pdf](http://www.cannabric.com/media/documentos/25376_CAL_HIDRAULICA_NATURAL_ficha_tecnica.pdf).

CHEMICAL, National Lime Association The Versatile. 2006. Manual de estabilización de suelo tratado con cal. [En línea] 2006. [Fecha de consulta: 05 de 04 de 2021.] disponible en [https://www.lime.org/documents/publications/free\\_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf](https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf).

CRESPO Villalaz, Carlos. 2017. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa, 2017. Vol. 6a. ed.

CULTURAL, S.A. *"Diccionario Enciclopédico Universal Aula Siglo XXI"*. EDICIÓN MMX. MADRID: QW Editores SAC, 2010. ISBN 978-612-301-053-9.

BRAJA M. DAS. (2015) *Fundamentos de ingeniería geotecnia*. Cuarta edición. México: Cengage Learning Editores. 636 pp. ISBN: 978-607-519-372-4

ESTRADA Arana, Frank José y PINTADO Estrada, Jhan Franco. 2019. *Capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo I y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio*. Cajamarca: Repositorio de la UPN, 2019. pág. 95, Tesis de pregrado.

FIGUEROA Salvador, Hernán Freddy, y otros. 2017. *Plan estratégico del subsector infraestructura vial en el Perú 2016-2020*. surco: repositorio de la Universidad Católica del Perú, 2017.

HARICHANE, Khelifa, GHRICI, Mohamed y KENAI, Said. 2018. *"Stabilization of Algerian clayey soils with natural pozzolana and lime"*. Chlef: s.n., 2018. págs. 1-10.

JUAN DE DIOS Salazar, Junior Fernando. 2018. *Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos, Cantoral - San Juan de Lurigancho*. s.l.: Repositorio de la Universidad César Vallejo, 2018.

JUÁREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. 2010. *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. 3ra. México: Limusa, 2010.

LERMA Gonzales, Héctor Daniel. 2015. *Metodología de la Investigación*. Eco es ediciones. Bogotá: Universidad Autónoma del Perú, 2015. Vol. 5. ISBN 978-958-771-346--6.

LÓPEZ Curay, Olga Marlene y ZAPATA Fassio, Juan Carlos. 2021. *Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2021*. Piura: Repositorio de la UCV, 2021. pág. 118, Tesis de pregrado.

LÓPEZ Sumarriva, José Joel y ORTÍZ Pinares, Grely. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay*. Abancay: Repositorio de la Universidad Tecnológica de los Andes, 2018. pág. 95, tesis de pregrado.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014. *Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016. *Manual de ensayo de materiales*. 2016.

NESTERENKO Cortes, Darko. 2018. Universidad de Piura/ Máster en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial. "*Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú*". [En línea] 04/07/19 de marzo de 2018. Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3474/MAS\\_ICIV-L\\_043.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3474/MAS_ICIV-L_043.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

NORMA ASTM D-3282, Método AASHTO M145. "*Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*".

OATES, Joseph A. H. 1998. *Chemistry and Technology, Production and Uses*. Toronto: s.n., 1998. 3-527-29527-5.

OSORCIO, Santiago. 2012. La ingeniería de suelos. [En línea] 2012. Disponible en <http://geotecnia-sor.blogspot.pe/2012/03/la-ingenieria-de-suelos.html>.

RODRIGUEZ Uribe, Juan Carlos. 2018. *Abatimiento de la expansión mediante la modificación de suelos y aplicación de carga*. Querétaro-México: repositorio institucional UAQ, 2018. pág. 158, tesis de postgrado.

RONDÓN Quintana, Hugo Alexander y REYES Lizcano, Fredy Alberto. 2015. *Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño*. Perú: MACRO, 2015.

SEQUEIRA, Ana Cristina; FRADE, Dina; GONÇALVES, Paulo. Cal Hidráulica – Um ligante para a reabilitação. [En línea] [Citado el: 2021 de 04 de 29.] disponible en [https://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2061\\_07.pdf](https://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2061_07.pdf).

TANTAQUILLA Otiniano, Wilmer Edson y VALDIVIA Julca, Freiser Anderzon. 2019. *Comparación entre las influencias de Cal Hidratada y Aditivo quim kd-40 para estabilización de suelos arcillosos como capa subrasante en pavimentos flexibles, Huamachuco-Cajabamba*. Trujillo: repositorio de la UPN, 2019. pág. 190.

UNE-EN 459-1:2016., P.8. *EUROPEAN STANDARDS*. [En línea] [Citado el: 15 de 03 de 2021.] disponible en <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/TEMA04.htm>.

USEDÓ Valles, Rafael Manuel. 2015. *Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. pág. 150, Proyecto final de Máster.

VÁSQUEZ Cabrera, Alexander Mauricio. 2018. *Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante*. Universidad San Pedro. Chimbote: Repositorio USP, 2018. pág. 122, tesis de pregrado.

VILCHEZ BURGA, Aldo Daniel. 2019. *Aplicación de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén-Cajamarca*. Cajamarca. Cajamarca: Repositorio de la Universidad César Vallejo, 2019. tesis de grado.

VIZCARRA, S., y otros. 2020. Experimental analysis of the addition of rice husk ash. [En línea] 2020. Disponible en [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651791/Vizcarra\\_2020\\_IOP\\_Conf.\\_Ser.\\_Mater.\\_Sci.\\_Eng.\\_758\\_012090.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651791/Vizcarra_2020_IOP_Conf._Ser._Mater._Sci._Eng._758_012090.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**ANEXOS.**

## ANEXO N° 01

### Matriz de Operacionalización de las variables

“Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021”.					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente  Cal	“material que cubre cualquier forma física y química bajo la cual el óxido de calcio (CaO) y/o óxido de magnesio (MgO) y/o hidróxidos (Ca (OH) 2 y Mg (OH) 2)” (UNE-EN 459-1:2016. pág. 8).	El producto de la calcinación de las rocas calizas definida como cal, ésta será usada mediante dosificación en porcentaje siendo añadido al suelo natural	dosificación de mezcla: suelo-cal	Concentración de cal	Porcentajes de cal que se adiciona 2% 4% 8%
Variable Dependiente  <b>Estabilización del suelo</b>	“El mejoramiento consiste en la alteración de las propiedades físicas o mecánicas de un suelo mediante un tratamiento físico o la adición de un producto, generalmente de tipo químico” (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).	Al ser agregado la cal en diferentes porcentajes, se espera que los cambios en las propiedades físicas y mecánicas del suelo sean favorables tal como será evidenciada en las fichas de ensayos.	Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Granulometría	%
				Límites de consistencia	%
				Contenido de humedad	%
				Proctor modificado	ρ gr/ cm3 W óptimo (%)
				CBR	%

### Matriz de consistencia.

“Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021”.							
Problema general	Objetivos	Hipótesis general	Variables				
<p>¿De qué manera la estabilización del suelo influye adicionando cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito, Jaén 2021?</p>	<p><b>General:</b> Estabilizar el suelo adicionando cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.</p> <p><b>Específicos:</b> Clasificar el suelo para determinar sus valores naturales de CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.</p> <p>Aplicar cal al suelo para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.</p> <p>Determinar la estabilización del suelo adicionando Cal para mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km 0+100 al km 1+100, Jaén 2021.</p>	<p>Mejorará el CBR una vez que se establezca el suelo adicionando cal en un porcentaje óptimo. El suelo de la carretera del huito actualmente no reúne las condiciones para ser utilizado como subrasante de acuerdo a las normas vigentes dados por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).</p>	Variable independiente:				
			<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Cal</b></li> </ul>				
			Dimensión	Indicadores	Herramientas		
			dosificación de mezcla: suelo-cal	Porcentajes de cal que se adiciona: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2%</li> <li>● 4%</li> <li>● 8%</li> </ul>	Balanza electrónica.		
			Variable independiente:				
			<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Estabilización del suelo</b></li> </ul>				
Dimensión	Indicadores	Herramientas					
Propiedades físicas y mecánicas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Granulometría.</li> <li>● Límites de consistencia.</li> <li>● Contenido de humedad.</li> <li>● Proctor modificado.</li> <li>● CBR.</li> </ul>	Granulometría. Ensayo de casa grande. Ensayo de proctor modificado. Ensayo CBR					

## ANEXO 02

### Ficha de validación del instrumento.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO</b>						
<b>TÍTULO:</b>	"Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021."							
<b>AUTOR:</b>	Villalobos Ascurra, José Gabriel Palacios Chuquiruna, Rubén							
Variable	Dimensiones	Indicadores	RANGO DE VALIDEZ					
			Nula (0-10)	Muy baja (11-20)	Baja (21-40)	Moderada (41-60)	Alta (61-80)	Muy alta (81-100)
			INGENIERO 01		INGENIERO 02		INGENIERO 03	
Cal (variable independiente)	dosificación de mezcla: suelo-cal	Porcentajes de cal que se adiciona 2%, 4% y 8%	95		95		90	
Estabilización del suelo	Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Contenido de humedad	90		95		90	
		Granulometría	95		94		93	
		Límites de consistencia	98		95		93	
		Proctor modificado	95		90		95	
		CBR	95		90		95	
			568		559		556	
			95		93		93	
			<b>TOTAL</b>			<b>93.50</b>		

**Ingeniero 01**

Nombres y apellidos del juez validador: MANUEL ENRIQUE PIZARRO ALVARES

Registro CIP N°: 172704

**Ingeniero 02**

Nombres y apellidos del juez validador: JERRY RIVERA VÁSQUEZ

Registro CIP N°: 194972

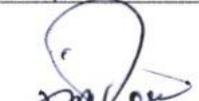
**Ingeniero 03**

Nombres y apellidos del juez validador: Luis Alberto Mego Avellaneda

Registro CIP N°: 93262

  
 MANUEL ENRIQUE  
 PIZARRO ALVARES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 172704

Firma del experto  
INGENIERO CIVIL

  
 Jerry Rivera Vásquez  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 194972

Firma del experto  
INGENIERO CIVIL

 Luis Alberto Mego Avellaneda  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 93262

Firma del experto  
INGENIERO CIVIL

## ANEXO N° 03

### Ficha de observación en campo para determinar la zona de estudio

FICHA DE OBSERVACIÓN EN CAMPO PARA DETERMINAR LA ZONA EN ESTUDIO				
PROYECTO:	Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021.			
AUTORES:	Rubén Palacios Chuquiruna José Gabriel Villalobos Ascurra			
<b>INFORMACION GENERAL</b>				
UBICACION:	Carretera del Cuito tramo km0+100 al km1+100			
PROVINCIA:	Jaén	Longitud	Tramo Inicio      final 1.00 km	Calicata Punto
REGION:	Cajamarca	Norte	9370551.47      9371041.3	9370744.92
DISTRITO:	Jaén	Este	742632.0036      742281.95	742568.69
VARIABLE	Independiente			
V1:	Cal			
D1:	DOSIFICACION		MARCAR(X)	
PROCEDIMIENTO A REALIZAR	Se realizarán los ensayos definidos en el desarrollo de:	SI	NO	
SUELO NATURAL	Ensayo de granulometría	X		
	Ensayo de límites de Atterberg	X		
	Ensayo Proctor modificado	X		
	Ensayo de CBR	X		
SUELO NATURAL + 2% DE CAL	Ensayo de granulometría	X		
	Ensayo de límites de Atterberg	X		
	Ensayo Proctor modificado	X		
	Ensayo de CBR	X		
SUELO NATURAL + 4% DE CAL	Ensayo de granulometría	X		
	Ensayo de límites de Atterberg	X		
	Ensayo Proctor modificado	X		
	Ensayo de CBR	X		
SUELO NATURAL + 8% DE CAL	Ensayo de granulometría	X		
	Ensayo de límites de Atterberg	X		
	Ensayo Proctor modificado	X		
	Ensayo de CBR	X		
VARIABLE	Dependiente			
V2:	Estabilización del Suelo			
D1:	PLASTICIDAD		MARCAR(X)	
LIMITE LIQUIDO	Ensayo de límites de Atterberg	X		
LIMITE PLASTICO	Ensayo de límites de Atterberg	X		
D2:	COMPACTACION		MARCAR(X)	
CLASIFICACION DE SUELOS	Ensayo de granulometría	X		
MAXIMA DENSIDAD SECA	Ensayo Proctor modificado	X		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Ensayo Proctor modificado	X		
D3:	RESISTENCIA		MARCAR(X)	
CAPACIDAD DE SOPORTE	Ensayo CBR	X		

  
**Luis Alberto Negro Avellaneda**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP. N° 93267**  
 .....  
 Firma del experto  
 INGENIERO CIVIL

FICHA DE OBSERVACION EN CAMPO PARA DETERMINAR LA ZONA EN ESTUDIO				
PROYECTO:	Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021.			
AUTORES:	Rubén Palacios Chuquiruna José Gabriel Villalobos Ascurra			
<b>INFORMACION GENERAL</b>				
UBICACION:	Carretera del Cuito tramo km0+100 al km1+100			
PROVINCIA:	Jaén	Longitud	Tramo Inicio final	Calicata Punto
REGION:	Cajamarca	Norte	1.00 km	
DISTRITO:	Jaén	Este	9370551.47 9371041.3	9370744.92
VARIABLE	Independiente	Zona	742632.0036 742281.95	742568.69
V1:	Cal			
D1:	<b>DOSIFICACION</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
PROCEDIMIENTO A REALIZAR	Se realizarán los ensayos definidos en el desarrollo de:		SI	NO
<b>SUELO NATURAL</b>	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
<b>SUELO NATURAL + 2% DE CAL</b>	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
<b>SUELO NATURAL + 4% DE CAL</b>	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
<b>SUELO NATURAL + 8% DE CAL</b>	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
VARIABLE	Dependiente			
V2:	Estabilización del Suelo			
D1:	<b>PLASTICIDAD</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
LIMITE LIQUIDO	Ensayo de límites de Atterberg		X	
LIMITE PLASTICO	Ensayo de límites de Atterberg		X	
D2:	<b>COMPACTACION</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
CLASIFICACION DE SUELOS	Ensayo de granulometría		X	
MAXIMA DENSIDAD SECA	Ensayo Proctor modificado		X	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Ensayo Proctor modificado		X	
D3:	<b>RESISTENCIA</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
CAPACIDAD DE SOPORTE	Ensayo CBR		X	

  
 Juan Rivera Vasquez  
 ING. CIVIL  
 R. N. N. 134972  
 FIRMA DEL EVALUADOR

FICHA DE OBSERVACIÓN EN CAMPO PARA DETERMINAR LA ZONA EN ESTUDIO				
PROYECTO:	Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021.			
AUTORES:	Rubén Palacios Chuquiruna José Gabriel Villalobos Ascurra			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>				
UBICACIÓN:	Carretera del Cuito tramo km0+100 al km1+100			
PROVINCIA:	Jaén	Longitud	Tramo Inicio final Calicata 1.00 km Punto	
REGION:	Cajamarca	Norte	9370551.47	9371041.3 9370744.92
DISTRITO:	Jaén	Este	742632.0036	742281.95 742568.69
		Zona	17M 17M	
VARIABLE	<b>Independiente</b>			
V1:	Cal			
D1:	<b>DOSIFICACION</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
PROCEDIMIENTO A REALIZAR	Se realizarán los ensayos definidos en el desarrollo de:		SI	NO
SUELO NATURAL	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
SUELO NATURAL + 2% DE CAL	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
SUELO NATURAL + 4% DE CAL	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
SUELO NATURAL + 8% DE CAL	Ensayo de granulometría		X	
	Ensayo de límites de Atterberg		X	
	Ensayo Proctor modificado		X	
	Ensayo de CBR		X	
VARIABLE	<b>Dependiente</b>			
V2:	Estabilización del Suelo			
D1:	<b>PLASTICIDAD</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
LIMITE LIQUIDO	Ensayo de límites de Atterberg		X	
LIMITE PLASTICO	Ensayo de límites de Atterberg		X	
D2:	<b>COMPACTACION</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
CLASIFICACION DE SUELOS	Ensayo de granulometría		X	
MAXIMA DENSIDAD SECA	Ensayo Proctor modificado		X	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Ensayo Proctor modificado		X	
D3:	<b>RESISTENCIA</b>		<b>MARCAR(X)</b>	
CAPACIDAD DE SOPORTE	Ensayo CBR		X	

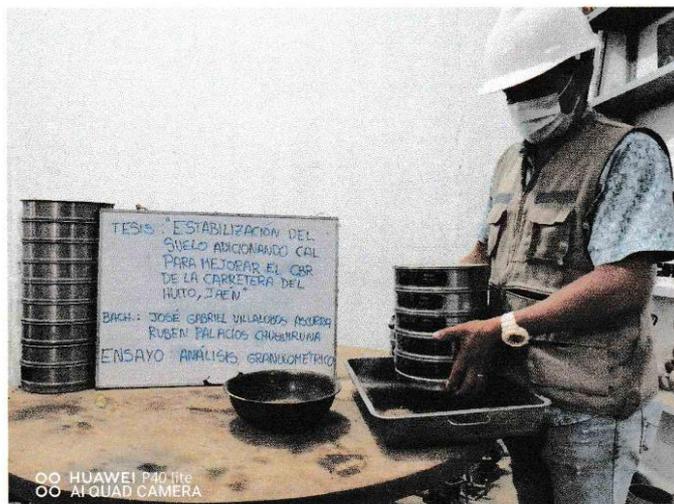
  
 MANUEL ENRIQUE  
 VIZCARRO ALVAREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 172704

## ANEXO 04

### Informe de resultados obtenidos en laboratorio.

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	PORTADA	LSP21 - MC - 430	FECHA	

## ENSAYOS DE LABORATORIO



### TESIS:

**"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"**

**JAÉN - CAJAMARCA, ABRIL 2021**

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	ANEXOS	LSP21 - MC - 430	FECHA	

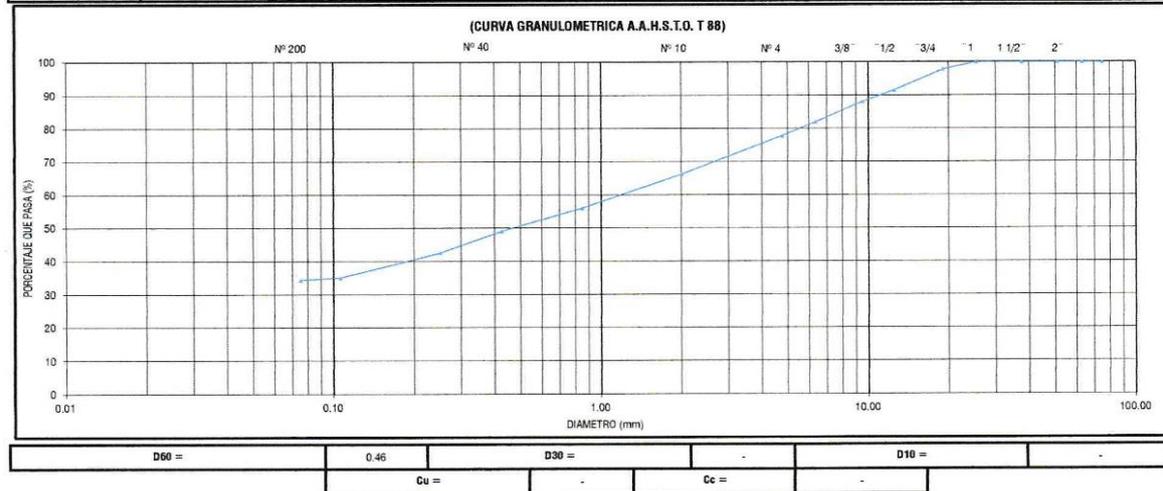
# ANEXO I

## ENSAYOS ESTANDAR

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO. JAEN 2021*	<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA	<b>TECNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH:</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	CIENZA ROMERO ARDOY
<b>DATOS DEL MUESTRO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>CALICATA:</b>	C - 1	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
<b>MUESTRA:</b>	M - 1	<b>PROFUNDIDAD:</b>	0.20 m. A 1.50 m.
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>A - 2 - 4 (0)</b>
		NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	

**STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 88 - A.S.T.M. D 422)**  
**METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

	TAMIZ		P. RET. PARCIAL	P. RET. ACUMULADO	PORCENTAJE RET. ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	N°	ABERTURA(mm)					TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1644.8
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)	1138.9	
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)	505.9	
	3/4"	19.00	32.50	32.50	2.17	97.83			
	1/2"	12.50	94.60	127.10	8.47	91.53	<b>MUESTRA TOTAL SECA</b>		
	3/8"	9.50	50.80	177.90	11.86	88.14	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)		994.10
	1/4"	6.35	91.60	269.50	17.97	82.03	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)	505.90	
	N° 4	4.75	62.30	331.80	22.12	77.88			
N° 10	2.00	174.10	505.90	33.73	66.27	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1500.0	
FRACCION FINA	N° 20	0.85	152.80	658.70	43.91	56.09	<b>ANALISIS FRACCION GRUESA</b>		
	N° 40	0.43	104.40	763.10	50.87	49.13	TOTAL	WG =	505.90
	N° 60	0.25	96.50	859.60	57.31	42.69	<b>ANALISIS FRACCION FINA</b>		
	N° 140	0.11	112.90	972.50	64.83	35.17	CORRECCION CUARTEO:	S/WG	1.00
	N° 200	0.08	10.50	983.00	65.53	34.47	PESO PORCION SECA:	G =	994.1
	CAZOLETA	-	517.00	1500.0	100.0	0.0			
	TOTAL			1500.0					



**OBSERVACIONES:** LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA ( A.A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES ), Y SE DESCRIBE COMO ARENA ARCILLOSA, DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLADO CON GRAN CANTIDAD DE GRAVA T.M 1" (33.73%).

**CLASIFICACION GENERAL:** SUELO POBRE COMO SUB RASANTE.

  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TECNICO LABORATORISTA

  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA		ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN		<b>TECNICO QC :</b>
			JHONATAN HERRERA BARAHONA
			<b>ASISTENTE DE LAB :</b>
			CIEZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	C - 1,	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
<b>MUESTRA:</b>	M - 1	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 1.50 m.
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>A - 2 - 4 (0)</b>
		<b>NORMA A.A.S.H.T.O. M 145</b>	

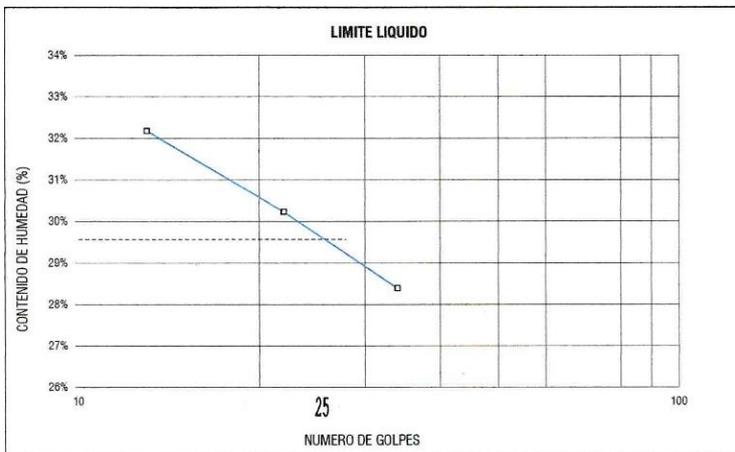
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	3	18	23
Wt+ M.Húmeda (gr)	72.35	70.01	71.92
Wt+ M. Seca (gr)	63.67	62.41	64.40
W agua (gr)	8.68	7.60	7.52
W tara (gr)	36.70	37.27	37.92
W M.Seca (gr)	26.97	25.14	26.48
W(%)	32.18%	30.23%	28.40%
N.GOLPES	13	22	34

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110°C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110°C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	9	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	25.06	18.11	
Wt+ M. Seca (gr)	23.95	17.44	
W agua (gr)	1.11	0.67	
W tara (gr)	19.12	14.38	
W M.Seca (gr)	4.83	3.06	
W(%)	22.98%	21.90%	22.44%

LIMITE LIQUIDO (%)	30
LIMITE PLASTICO (%)	22
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES:** EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218805

		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA			<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	C - 1	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	<b>PROFUNDIDAD</b>	0.20 m. A 1.50 m.
<b>MUESTRA:</b>	M - 1			CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 2 - 4 (0)</b>

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.A.S.H.T.O. T 265**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

<b>CALICATA :</b>	<b>C - 1</b>		
<b>MUESTRA :</b>	<b>M - 1</b>		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W tara + M.Húmeda (gr)	<b>220.30</b>	<b>224.87</b>	<b>235.70</b>
W tara + M Seca (gr)	<b>202.30</b>	<b>205.70</b>	<b>217.80</b>
W agua (gr)	18.00	19.17	17.90
W tara (gr)	<b>25.00</b>	<b>24.80</b>	<b>25.47</b>
W Muestra Seca (gr)	177.30	180.90	192.33
W(%)	10.15%	10.60%	9.31%
<b>W (%) Promedio :</b>	10.02%		

<b>OBSERVACIONES:</b>	
-----------------------	--

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

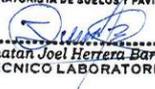
  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kinbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	C - 1	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
<b>MUESTRA:</b>	M - 1	<b>PROFUNDIDAD</b>	0.20 m. A 1.50 m.
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	NORMA A.A.S.H.T.O. M 145
			<b>A - 2 - 4 (0)</b>

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)**  
**A.S.T.M. D 2937**

<b>CALICATA :</b>	C - 1		
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		
<b>PROGRESIVA :</b>	2		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W Cilindro + M.Natural (gr)	440.60	442.80	441.60
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	187.60	189.80	188.60
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.84	1.83
<b>Densidad Natural Promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.83		

<b>OBSERVACIONES:</b>	
-----------------------	--

**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jener Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

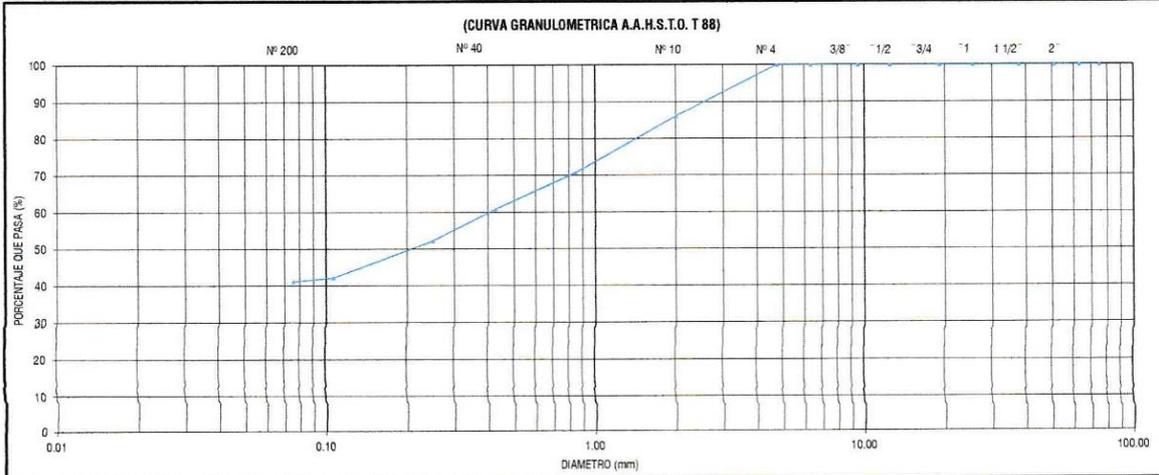
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	SEPARADORES	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# SUELO NATURAL + 2 % DE CAL

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>	
	<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA			<b>TECNICO QC :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>		
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 88 - A.S.T.M. D 422)**  
**METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
	FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	
2 1/2"		63.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
2"		50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4 (gr)		987.0
1 1/2"		37.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"		25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4 (gr)		138.5
3/4"		19.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
1/2"		12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>MUESTRA TOTAL SECA</b>		
3/8"		9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr)		861.50
1/4"		6.35	0.00	0.00	0.00	100.00			
Nº 4		4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr)		138.50
Nº 10	2.00	138.50	138.50	13.85	86.15				
FRACCION FINA	Nº 20	0.85	152.60	291.10	29.11	70.89	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1000.0
	Nº 40	0.43	99.80	390.90	39.09	60.91			
	Nº 60	0.25	85.70	476.60	47.66	52.34	<b>ANALISIS FRACCION GRUESA</b>		
	Nº 140	0.11	100.30	576.90	57.69	42.31	TOTAL	WG =	138.50
	Nº 200	0.08	10.00	586.90	58.69	41.31	<b>ANALISIS FRACCION FINA</b>		
	CAZOLETA	--	413.10	1000.0	100.0	0.0	CORRECCION CUARTERO :	S/WG	1.00
TOTAL			1000.0				PESO PORCION SECA :	S =	861.5



<b>D60 =</b>	0.30	<b>D30 =</b>	-	<b>D10 =</b>	-
<b>Cu =</b>	-	<b>Cc =</b>	-		

<b>OBSERVACIONES:</b>	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA ( A.A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES ), Y SE DESCRIBE COMO ARENA LIMOSA, EXENTA DE PLASTICIDAD, MEZCLADO CON ESCASA PROPORCIÓN DE GRAVILLA (13.85%).
<b>CLASIFICACION GENERAL COMO SUB SASANTE</b>	SUELO POBRE COMO SUB SASANTE.

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>TESIS :</b> <b>UBICACIÓN:</b> <b>BACH :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021* DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>JEFE DE CALIDAD :</b> <b>TECNICO QC :</b> <b>ASISTENTE DE LAB :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ JHONATAN HERRERA BARAHONA CIEZA ROMERO ARODY	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>		
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>	

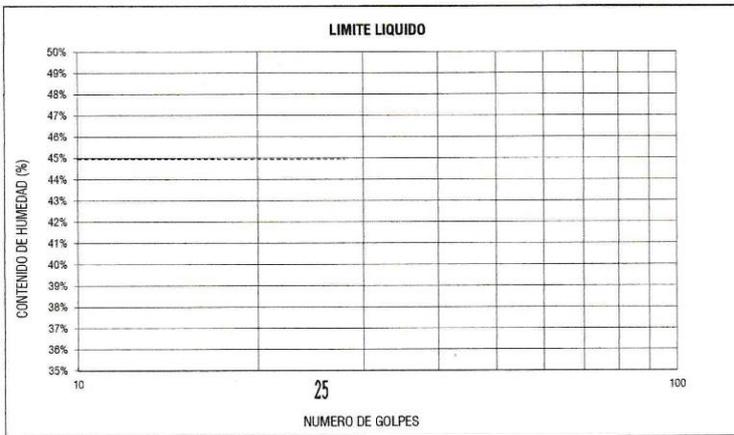
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº			
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)	NP	NP	NP
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)			
N.GOLPES			

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº			
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)	NP	NP	NP
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)			

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES:** EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA			<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.A.S.H.T.O. T 265**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

MUESTRA :	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL		
ENSAYE :	1	2	3
W tara + M.Húmeda (gr)	210.30	206.70	210.50
W tara + M Seca (gr)	203.50	202.80	205.00
W agua (gr)	6.80	3.90	5.50
W tara (gr)	25.30	24.80	24.17
W Muestra Seca (gr)	178.20	178.00	180.83
W(%)	3.82%	2.19%	3.04%
<b>W (%) Promedio :</b>	3.02%		

OBSERVACIONES:

  
*Jhonatan Joel Herrera Barahona*  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
*Jenner Kinbel Ramos Diaz*  
 Jenner Kinbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)**

**A.S.T.M. D 2937**

MUESTRA :	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M.Natural (gr)	423.50	423.89	422.50
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	170.50	170.89	169.50
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.66	1.66	1.65
<b>Densidad Natural Promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.65		

<b>OBSERVACIONES:</b>	
-----------------------	--

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

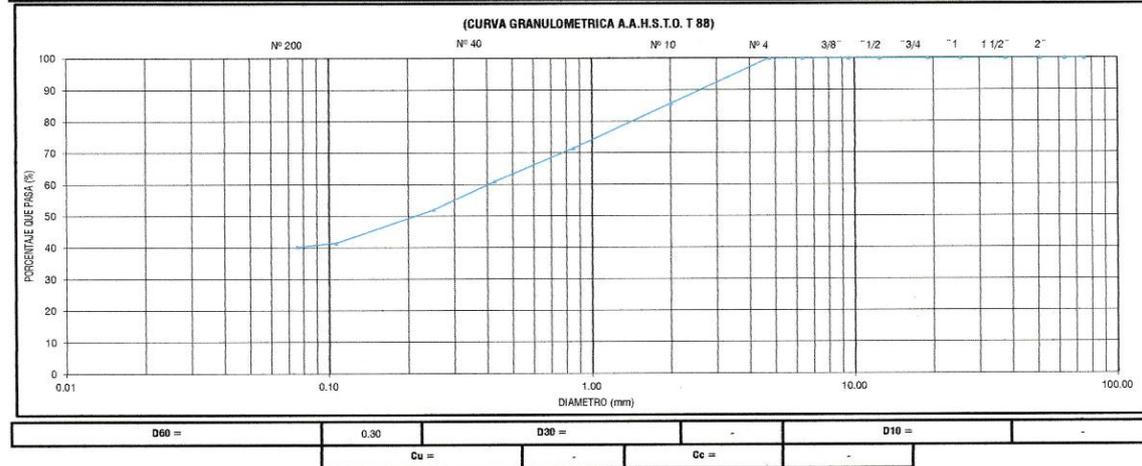
 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	SEPARADORES	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# SUELO NATURAL + 4 % DE CAL

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*			<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA			<b>TECNICO DC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH:</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	CIEZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 88 - A.S.T.M. D 422)  
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	N°	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1125.1
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)		983.5
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)		141.6
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	MUESTRA TOTAL SECA		
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)		858.40
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)		141.60
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	ANALISIS FRACCION GRUESA		
	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	TOTAL	WG =	141.60
	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	ANALISIS FRACCION FINA		
	N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	CORRECCION CUARTO:	S/WG	1.00
N° 10	2.00	141.60	141.60	14.16	85.84	PESO FONDCION SECA:			
FRACCION FINA	N° 20	0.85	143.20	284.80	28.48	71.52	G =		
	N° 40	0.43	105.00	389.80	38.98	61.02	858.4		
	N° 60	0.25	89.00	478.80	47.88	52.12			
	N° 140	0.11	106.20	585.00	58.50	41.50			
	N° 200	0.08	11.40	596.40	59.64	40.36			
	CAZOLETA	--	403.60	1000.0	100.0	0.0			
TOTAL			1000.0						



<b>OBSERVACIONES:</b>	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA ( A.A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES ), Y SE DESCRIBE COMO ARENA LIMOSA, EXENTA DE PLASTICIDAD, MEZCLADO CON ESCASA PROPORCION DE GRAVILLA (14.16%).
<b>CLASIFICACION GENERAL COMO SUB RASANTE</b>	SUELO POBRE COMO SUB RASANTE.

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan-Jose Herrera Barahona*  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jenner Kimbel Ramos Diaz*  
INGENIERO CIVIL  
CIP/ 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>TESIS :</b> <b>UBICACIÓN:</b> <b>BACH :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021* DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN		<b>JEFE DE CALIDAD :</b> <b>TECNICO QC :</b> <b>ASISTENTE DE LAB :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ JHONATAN HERRERA BARAHONA CIEZA ROMERO ARDIDY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145
				<b>A - 4 (0)</b>

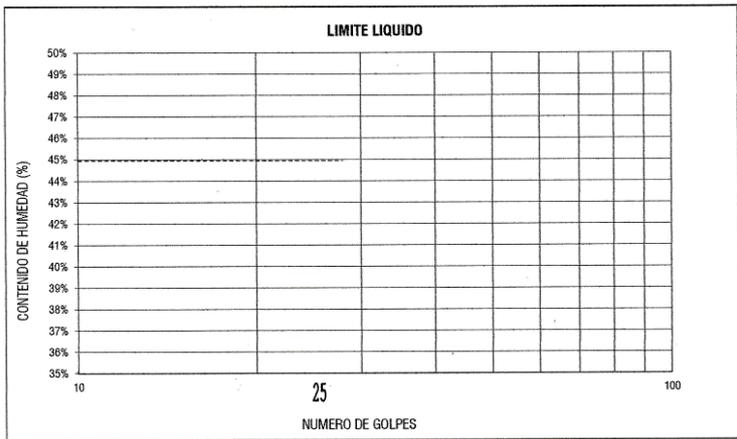
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº			
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)	NP	NP	NP
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)			
N.GOLPES			

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº			
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)	NP	NP	NP
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)			

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES:** EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>	
					<b>DATOS DEL PROYECTO</b>
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ	
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA		<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA	
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN		<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>		
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.A.S.H.T.O. T 265**

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

MUESTRA :	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL		
ENSAYE :	1	2	3
W tara + M.Húmeda (gr)	205.60	210.60	204.80
W tara + M Seca (gr)	200.60	204.60	199.30
W agua (gr)	5.00	6.00	5.50
W tara (gr)	24.60	25.00	24.10
W Muestra Seca (gr)	176.00	179.60	175.20
W(%)	2.84%	3.34%	3.14%
<b>W (%) Promedio :</b>	3.11%		

OBSERVACIONES:

  
**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>	
					<b>DATOS DEL PROYECTO</b>
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ	
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA		<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA	
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN		<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>		
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)  
A.S.T.M. D 2937**

MUESTRA :	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL		
	1	2	3
ENSAYE :			
W Cilindro + M.Natural (gr)	425.10	424.80	425.90
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	172.10	171.80	172.90
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.67	1.68
<b>Densidad Natural Promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.67		

OBSERVACIONES:	
----------------	--

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joei Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

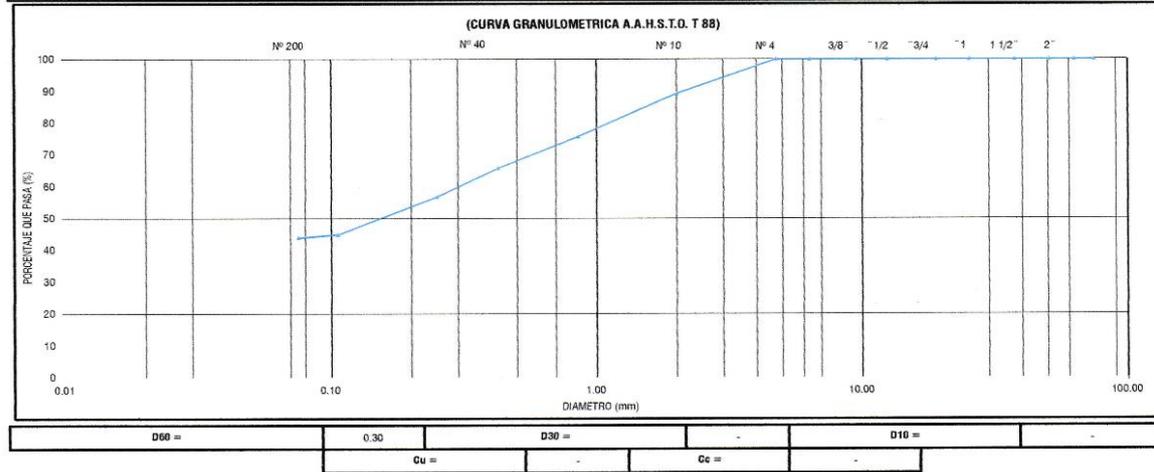
 <small>LABSUC</small> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	SEPARADORES	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# SUELO NATURAL + 8 % DE CAL

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL OBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA			<b>TECNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH:</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	CIEZA ROMERO ARDIDY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 88 - A.S.T.M. D 422)  
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

	TAMIZ		P. RET	P. RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	N°	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SEDADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	1130.0		
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)	1022.5		
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00				
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)	107.5		
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>MUESTRA TOTAL SECA</b>			
	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)	892.50	
	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00				
	N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)	107.50	
N° 10	2.00	107.50	107.50	10.75	89.25					
FRACCION FINA	N° 20	0.85	135.70	243.20	24.32	75.68	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			1000.0
	N° 40	0.43	98.60	341.80	34.18	65.82	<b>ANALISIS FRACCION GRUESA</b>			
	N° 60	0.25	90.70	432.50	43.25	56.75	TOTAL	W G =	107.50	
	N° 140	0.11	117.30	549.80	54.98	45.02	<b>ANALISIS FRACCION FINA</b>			
	N° 200	0.08	11.00	560.80	56.08	43.92	COEFICIENTE CUARTEO:	S/WG	1.00	
	CAZOLETA	--	439.20	1000.0	100.0	0.0	PESO PORCION SECA:	S =	892.5	
TOTAL			1000.0							



<b>OBSERVACIONES:</b>	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA ( A.A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES ), Y SE DESCRIBE COMO ARENA LIMOSA, EXENTA DE PLASTICIDAD, MEZCLADO CON ESCASA PROPORCION DE GRAVILLA (10.75 %).
<b>CLASIFICACION GENERAL COMO SUB RASANTE</b>	SUELO POBRE COMO SUB RASANTE.

**LABSUC**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan Joel Herrera Barahona*  
Jhonatan Joel Herrera Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jenner Kimbel Ramos Diaz*  
Jenner Kimbel Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>TESIS :</b> <b>UBICACIÓN:</b> <b>BACH :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021* DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN			<b>JEFE DE CALIDAD :</b> <b>TECNICO OC :</b> <b>ASISTENTE DE LAB :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ JHONATAN HERRERA BARAHONA GIEZA ROMERO ARODY	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>		
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>	

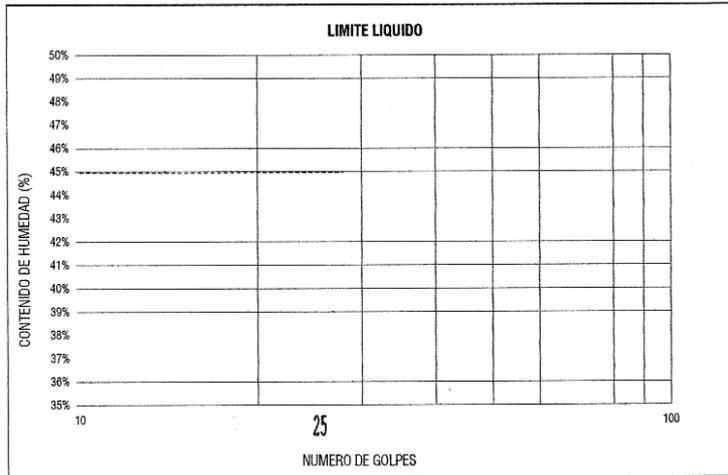
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº			
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)	NP	NP	NP
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)			
N.GOLPES			

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº			
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)	NP	NP	NP
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)			

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES:** EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASIST. DE LAB:</b>	ARODI CIEZA ROMERO
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	
		<b>A - 4 (0)</b>	

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.A.S.H.T.O. T 265**

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

MUESTRA :	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL		
ENSAYE :	1	2	3
W tara + M.Húmeda (gr)	216.00	219.00	223.00
W tara + M Seca (gr)	208.00	210.00	215.90
W agua (gr)	8.00	9.00	7.10
W tara (gr)	23.96	24.57	38.99
W Muestra Seca (gr)	184.04	185.43	176.91
W(%)	4.35%	4.85%	4.01%
<b>W (%) Promedio :</b>	4.40%		

OBSERVACIONES:

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan José Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO:	LSP21 - MS - 430
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"	JEFE DE CALIDAD :	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACION:	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACH :	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	ASIST. DE LAB:	ARODI CIEZA ROMERO
DATOS DEL MUESTREO		CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
MUESTRA:	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	FECHA:	ABRIL - 2021
		CLASIFICACION DEL SUELO	A - 4 (0)
		NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)**  
**A.S.T.M. D 2937**

MUESTRA :	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M.Natural (gr)	423.00	425.30	422.80
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	170.00	172.30	169.80
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.67	1.65
Densidad Natural Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.66		

OBSERVACIONES:	
----------------	--

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218909

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	ANEXOS	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# ANEXO II

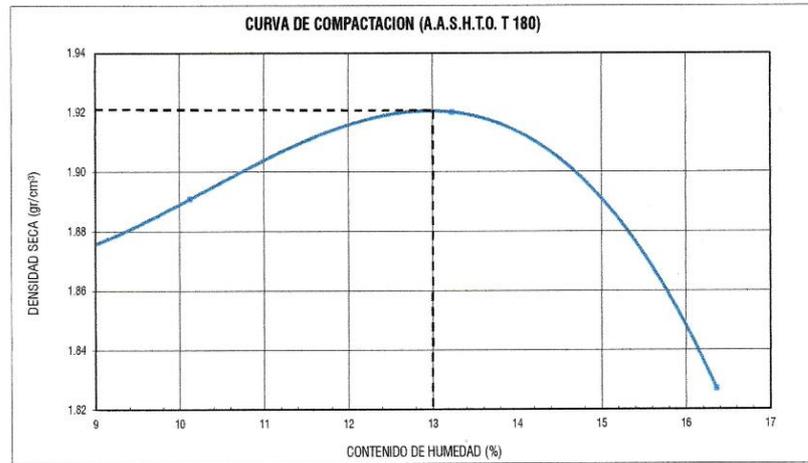
## ENSAYOS ESPECIALES

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO QC :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	C - 1,	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
<b>MUESTRA:</b>	M - 1	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 1.50 m.
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>A - 2 - 4 (0)</b>
		<b>NORMA A.A.S.H.T.O. M 145</b>	

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.H.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

**NORMA A.A.S.H.T.O. T 180** **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>**

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5	5		5		5		5
N° de Golpes por Capa	25	25		25		25		25	
Peso Húmedo+ Molde (gr)	6070.00	6146.00		6232.00		6187.00		6187.00	
Peso Molde (gr)	4193.00	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
Peso Húmedo (gr)	1877.00	1953.00		2039.00		1994.00		1994.00	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	937.86	937.86		937.86		937.86		937.86	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.08		2.17		2.13		2.13	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	90.36	92.30	81.20	84.19	83.16	84.10	88.41	98.06
Peso Seco + Tara (gr)	85.96	87.84	75.86	78.68	76.12	77.18	79.20	87.79	
Peso Agua (gr)	4.40	4.46	5.34	5.51	7.06	6.92	9.21	10.27	
Peso Tara (gr)	23.21	24.58	22.77	24.62	23.03	24.59	23.20	24.68	
Peso Muestra Seca (gr)	62.75	63.26	53.09	54.06	53.09	52.59	56.00	63.11	
Contenido de Humedad (%)	7.01	7.05	10.06	10.19	13.30	13.16	16.45	16.27	
<b>C. Humedad (%) promedio</b>		7.03		10.13		13.23		16.36	
<b>DENSIDAD SECA (cm<sup>3</sup>)</b>		1.87		1.89		1.92		1.83	



<b>DENSIDAD SECA MAXIMA:</b>	<b>1.921</b>
<b>C. HUMEDAD OPTIMO :</b>	<b>13.00%</b>

<b>D. SECA MAXIMA CORREG:</b>	-
<b>C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :</b>	-

<b>METODO DE ENSAYO :</b>	<b>"A"</b>
<b>DIAMETRO DE MOLDE :</b>	<b>4"</b>
<b>CONDICION DE SECADO:</b>	<b>HORNO 110 °C</b>
<b>USO :</b>	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N° 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

**OBSERVACIONES:**

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Ing. Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 Ing. J. A. B.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

		<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>			<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>					<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>TESIS :</b> <b>UBICACIÓN:</b> <b>BACH :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021* DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN				<b>JEFE DE CALIDAD :</b> <b>TECNICO QC :</b> <b>ASISTENTE DE LAB :</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ JHONATAN HERRERA BARAHONA DIEZA ROMERO ARGDY	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>					<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>		
<b>CALICATA :</b> <b>MUESTRA:</b>	C - 1, M - 1 01	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 1.50 m.	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 2 - 4 (0)</b>

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)**  
**A.S.T.M. D 1883**

COMPACTACION C B R									
NUMERO MOLDE	1			2			3		
Altura Molde (mm)	126			126			126		
N° Capas	5			5			5		
N° Golpes x Capa	12			25			56		
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES
P. Húmedo + Molde (gr)	13019.0		13170.0	12915.0		13120.0	13129.0		13229.0
Peso Molde (gr)	8409.0		8409.0	8309.0		8309.0	8516.0		8516.0
Peso Húmedo (gr)	4610.0		4761.0	4606.0		4811.0	4613.0		4713.0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2123.40		2123.40	2121.48		2121.48	2124.27		2124.27
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.171		2.242	2.171		2.268	2.172		2.219
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	100.23	98.70	100.20	102.40	90.80	99.63	98.70	85.70	88.69
Peso Seco + Tara (gr)	91.26	89.99	89.60	93.35	83.20	89.50	89.96	78.56	80.28
Peso Agua (gr)	8.97	8.71	10.60	9.05	7.60	10.13	8.74	7.14	8.41
Peso Tara (gr)	22.50	23.00	22.00	23.80	24.70	23.50	23.00	23.70	25.10
P. Muestra Seca (gr)	68.76	66.99	67.60	69.55	58.50	66.00	66.96	54.86	55.18
Contenido de Humedad (%)	13.05%	13.00%	15.68%	13.01%	12.99%	15.35%	13.05%	13.01%	15.24%
C. Humedad Promedio (%)	13.02%		15.68%	13.00%		15.35%	13.03%		15.24%
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.921		1.938	1.921		1.966	1.921		1.925

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hrs) (Dias)		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.700	68.580	54.43	10.000	254.000	201.59	13.000	330.200	282.06
48	2	2.900	73.680	58.46	12.000	304.800	241.90	16.000	406.400	322.54
72	3	3.100	78.740	62.49	18.000	457.200	362.86	21.000	533.400	423.33
96	4	3.300	83.820	66.52	19.000	482.600	383.02	23.000	584.200	463.65

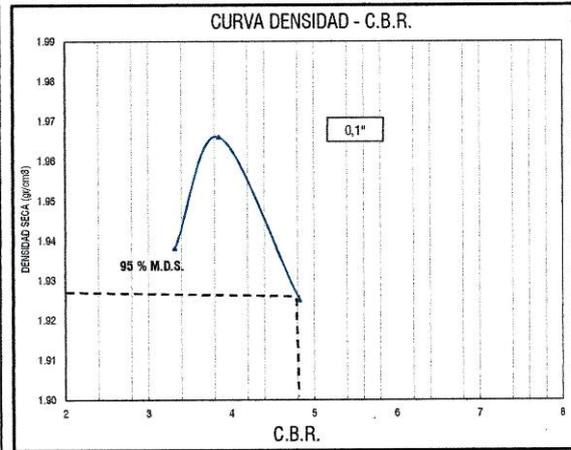
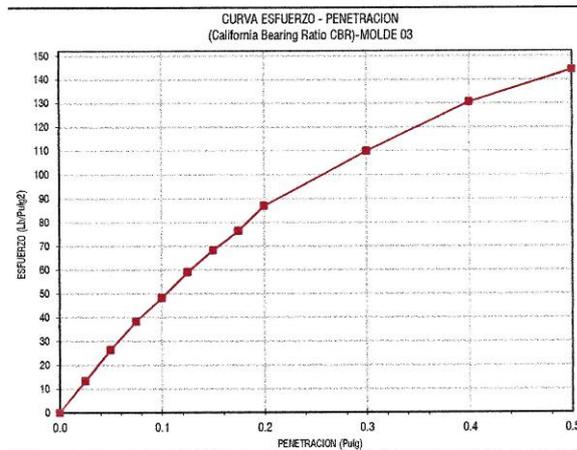
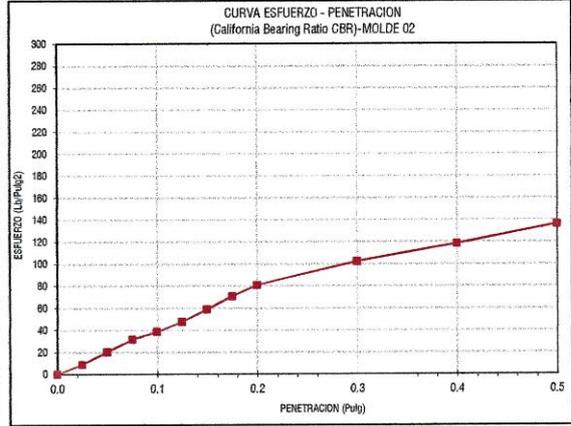
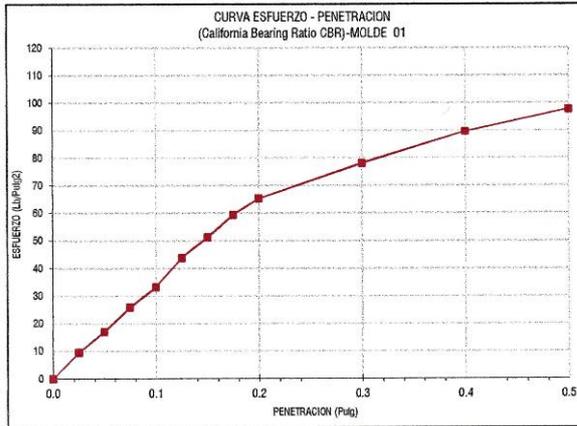
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION (mm) (pulg)		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO	
			(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb/pulg <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb/pulg <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	13.00	0.67	9.60	12.10	0.63	8.93	18.20	0.94	13.44
1.27	0.050	23.00	1.19	16.98	27.60	1.43	20.38	35.70	1.84	26.36
1.91	0.075	35.00	1.81	25.94	42.80	2.21	31.60	51.90	2.68	38.32
2.54	0.100	45.00	2.33	33.22	52.30	2.70	38.61	65.30	3.37	48.21
3.18	0.125	59.20	3.06	43.71	64.20	3.32	47.40	79.90	4.13	58.99
3.81	0.150	69.30	3.58	51.16	79.80	4.12	58.91	92.50	4.78	68.29
4.45	0.175	80.40	4.16	59.36	95.70	4.95	70.65	103.70	5.36	76.56
5.08	0.200	88.40	4.57	65.26	109.40	5.65	80.77	117.90	6.09	87.04
7.62	0.300	105.80	5.47	78.11	138.20	7.14	102.03	148.70	7.68	109.78
10.16	0.400	121.40	6.27	89.63	160.10	8.27	118.20	176.60	9.13	130.38
12.70	0.500	132.30	6.84	97.67	184.20	9.32	135.99	195.20	10.09	144.11

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b> LSP21 - MS - 430
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>
<b>TESIS :</b> "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021" <b>UBICACION:</b> DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA <b>BACH :</b> VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>JEFE DE CALIDAD :</b> ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ <b>TECNICO QC :</b> JHONATAN HERRERA BARAHONA <b>ASISTENTE DE LAB :</b> CIEZA ROMERO ARODY	<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b> A - 2 - 4 (0)
<b>CALICATA :</b> C - 1, M - 1 <b>MUESTRA:</b> 01	<b>FECHA:</b> ABRIL - 2021	<b>PROFUNDIDAD :</b> 0.20 m. A 1.50 m.

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)  
A.S.T.M. D 1883**



(\*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (g/cm3)
MOLDE 01	0.1	33.22	1000	3.32	1.94
MOLDE 02	0.1	38.61	1000	3.86	1.97
MOLDE 03	0.1	48.21	1000	4.82	1.93

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3) :	1.92	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0,1")=	4.80%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	13.00		
OBSERVACIONES:	PERIODO DE SUMERGIDO: 04 DIAS		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	SEPARADORES	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# SUELO NATURAL + 2 % DE CAL

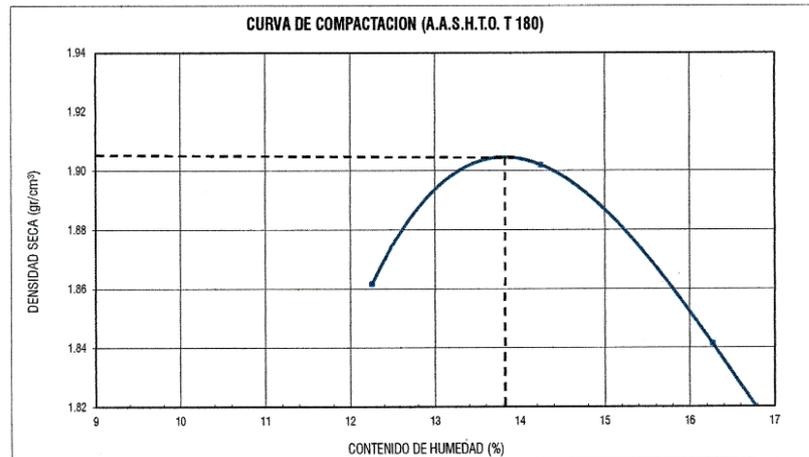
 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO QC :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>A - 4 (0)</b>
		<b>NORMA A.A.S.H.T.O. M 145</b>	

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.H.T.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

**NORMA A.A.S.H.T.O. T 180**

**Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>**

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	Nº de Capas		5		5		5		5
Nº de Golpes por Capa		25		25		25		25	
Peso Húmedo + Molde (gr)		6153.00		6231.00		6201.00		6151.00	
Peso Molde (gr)		4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
Peso Húmedo (gr)		1960.00		2038.00		2008.00		1958.00	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		937.86		937.86		937.86		937.86	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )		2.09		2.17		2.14		2.09	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	85.36	88.74	85.30	88.20	90.23	85.70	82.36	85.60
Peso Seco + Tara (gr)	78.60	81.71	77.96	80.21	80.86	77.12	73.20	76.23	
Peso Agua (gr)	6.76	7.03	7.74	7.99	9.37	8.58	9.16	9.37	
Peso Tara (gr)	23.21	24.58	22.77	24.62	23.03	24.59	23.20	24.68	
Peso Muestra Seca (gr)	55.39	57.13	54.79	55.59	57.83	52.53	50.00	51.55	
Contenido de Humedad (%)	12.20	12.31	14.13	14.37	16.20	16.33	18.32	18.18	
C. Humedad (%) promedio		12.25		14.25		16.27		18.25	
DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )		1.86		1.90		1.84		1.77	



<b>DENSIDAD SECA MAXIMA:</b>	<b>1.915</b>
<b>C. HUMEDAD OPTIMO :</b>	<b>13.80%</b>

<b>D. SECA MAXIMA CORREG:</b>	-
<b>C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :</b>	-

<b>METODO DE ENSAYO :</b>	<b>"A"</b>
<b>DIAMETRO DE MOLDE:</b>	<b>4"</b>
<b>CONDICION DE SECADO:</b>	<b>HORNO 110 °C</b>
<b>USO :</b>	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA Nº 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

**OBSERVACIONES:**

  
**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO:	LSP21 - MS - 430
<b>DATOS DEL PROYECTO</b> TESIS : "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL NUNTO, JAEN 2021" UBICACION: DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUILINA RUBEN		<b>DATOS DEL PERSONAL</b> JEFE DE CALIDAD : ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ TECNICO QC : JHONATAN HERRERA BARAHONA ASISTENTE DE LAB : LUCIA ROMERO ARROYO	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b> MUESTRA: SUELO NATURAL + 2 % DE CAL FECHA: ABRIL - 2021		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b> CLASIFICACION DEL SUELO: NORMA A.A.S.H.T.O. M 145 A - 4 (0)	

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)**  
**A.S.T.M. D 1883**

COMPACTACION C B R									
NUMERO MOLDE	1			2			3		
Altura Molde (mm)	126			126			126		
Nº Capas	5			5			5		
Nº Golpes x Capa	12			25			56		
<b>Condición de Muestra</b>									
	ANTES DE EMPAPEAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPEAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPEAR		DESPUES
P. Húmedo + Molde (gr)	13045.0		13150.0	12938.0		13090.0	13156.0		13156.0
Peso Molde (gr)	8408.0		8408.0	8308.0		8308.0	8515.0		8515.0
Peso Húmedo (gr)	4637.0		4742.0	4630.0		4782.0	4641.0		4643.0
Volumen del Molde (cm³)	2123.40		2123.40	2121.48		2121.48	2124.27		2124.27
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.184		2.233	2.182		2.254	2.185		2.186
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	95.64	96.40	80.38	182.30	100.00	98.20	80.40	87.55	108.73
Peso Seco + Tara (gr)	86.84	89.42	72.12	92.75	90.85	87.56	73.67	79.78	97.96
Peso Agua (gr)	8.80	8.98	8.24	9.55	9.15	10.64	6.73	7.77	10.77
Peso Tara (gr)	23.18	24.54	22.88	23.60	24.65	24.61	24.86	23.56	22.72
P. Muestra Seca (gr)	63.66	64.78	49.24	69.15	66.20	62.95	48.81	56.22	75.24
Contenido de Humedad (%)	13.82%	13.86%	16.73%	13.81%	13.82%	16.90%	13.79%	13.82%	14.31%
C. Humedad Promedio (%)	13.84%			13.82%			13.80%		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.918			1.918			1.928		

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	1.000	25.400	20.16	5.000	127.000	100.79	6.000	152.400	120.95
48	2	1.000	25.400	20.16	5.000	127.000	100.79	6.500	165.100	131.03
72	3	1.500	38.100	30.24	5.000	127.000	100.79	6.600	167.640	133.05
96	4	1.500	38.100	30.24	5.000	127.000	100.79	6.700	170.180	135.06

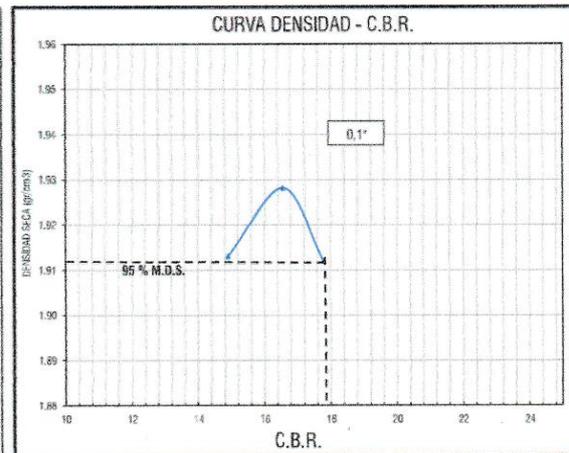
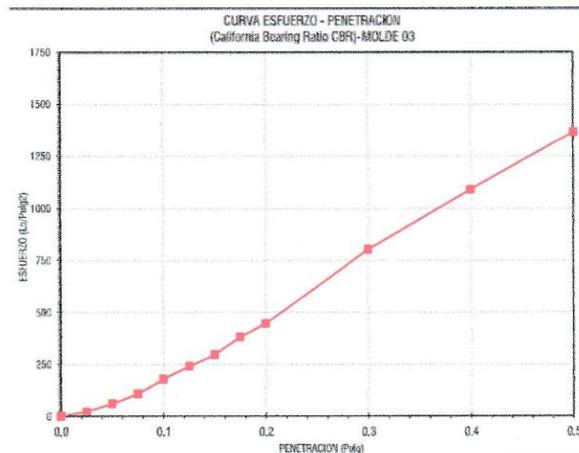
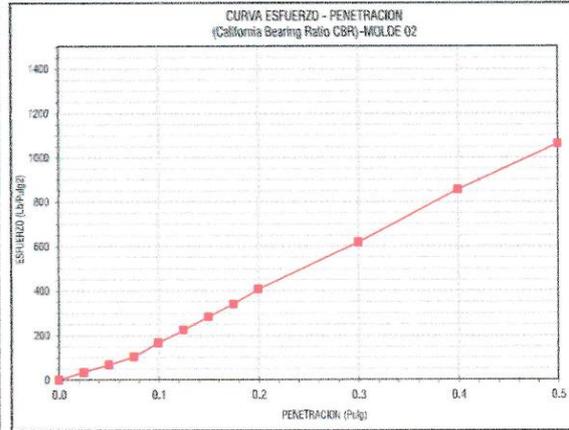
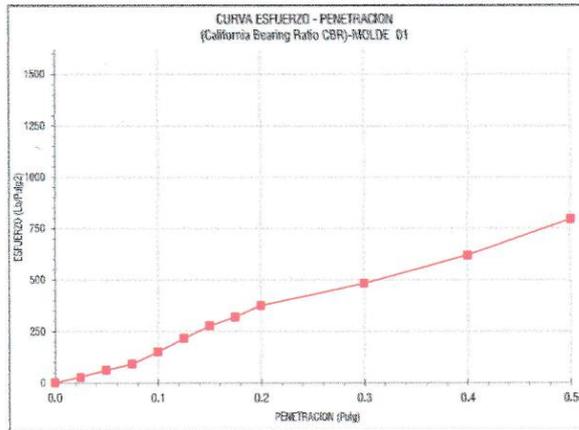
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 02		
(mm)	(su/g)	CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO	
			(kg/cm²)	(lb/inch²)		(kg/cm²)	(lb/inch²)		(kg/cm²)	(lb/inch²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	36.00	1.85	26.58	45.00	2.33	33.22	30.30	1.57	22.37
1.27	0.050	82.00	4.21	60.54	90.00	4.65	66.45	82.30	4.25	60.76
1.91	0.075	124.30	6.42	91.77	138.00	7.13	101.88	145.80	7.53	107.64
2.54	0.100	202.00	10.44	149.13	224.30	11.59	165.60	241.00	12.45	177.93
3.18	0.125	290.30	15.09	214.32	302.30	15.62	223.18	325.00	16.80	239.54
3.81	0.150	375.00	19.38	278.65	382.30	19.76	282.24	402.30	20.79	297.01
4.45	0.175	432.26	22.34	319.13	458.90	23.72	338.60	516.00	26.67	380.95
5.08	0.200	507.56	26.25	375.02	550.30	28.44	405.28	602.00	31.11	444.44
7.62	0.300	650.93	33.64	480.57	835.00	43.15	618.46	1085.00	56.07	801.03
10.16	0.400	836.00	43.20	617.20	1156.30	59.76	853.67	1475.00	76.23	1088.06
12.70	0.500	1074.29	55.52	793.13	1436.20	74.22	1060.32	1847.00	95.45	1363.60

  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAÉN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>BACH:</b>	DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - REGION: CAJAMARCA VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRAIBEL - PALACIOS CHUCURUNA RUBEN	<b>TECNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	GIEZA ROMERO ARDIT
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 2 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	<b>A - 4 (0)</b>

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)  
A.S.T.M. D 1883**



(\*) Valores Corregidos

MOLDE	PENETRACION (mm)	PRESION APLICADA (CORRECCION) (kg/cm²)	PRESION PATRON (kg/cm²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
MOLDE 01	0.1	149.13	1000	14.91	1.91
MOLDE 02	0.1	165.60	1000	16.56	1.93
MOLDE 03	0.1	177.92	1000	17.79	1.91

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) :	1.915	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0,1")=	17.81%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	13.80		

<b>OBSERVACIONES:</b>	PERIODO DE SUMERGIDO: 04 DIAS
-----------------------	-------------------------------

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	SEPARADORES	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# SUELO NATURAL + 4 % DE CAL

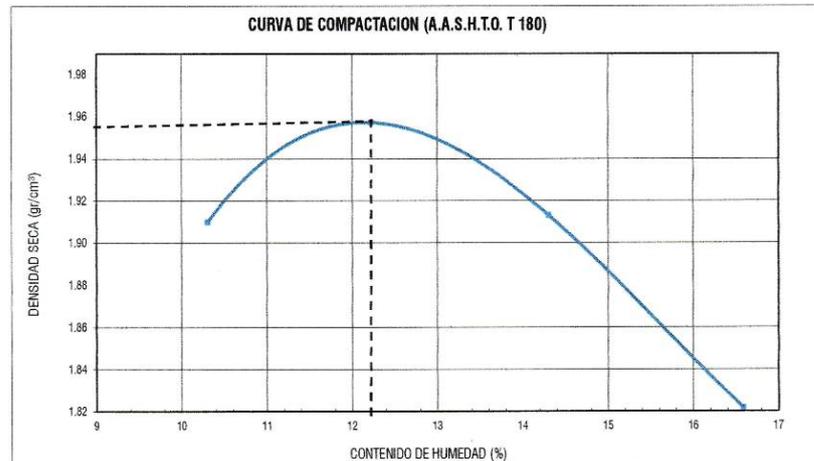
 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO QC :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARDYO
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	
		<b>A - 4 (0)</b>	

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.H.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180

Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	Nº de Capas	5	5		5		5		5
Nº de Golpes por Capa	25	25		25		25		25	
Peso Húmedo+ Molde (gr)	6169.00	6253.00		6244.00		6185.00		6185.00	
Peso Molde (gr)	4193.00	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
Peso Húmedo (gr)	1976.00	2060.00		2051.00		1992.00		1992.00	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	937.86	937.86		937.86		937.86		937.86	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.20		2.19		2.12		2.12	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	82.35	84.56	75.82	78.54	86.54	82.57	75.24	74.35
Peso Seco + Tara (gr)	78.86	78.92	69.85	72.68	78.52	75.38	67.84	67.28	
Peso Agua (gr)	5.49	5.64	5.77	5.86	8.02	7.19	7.40	7.07	
Peso Tara (gr)	23.21	24.58	22.77	24.62	23.03	24.59	23.20	24.68	
Peso Muestra Seca (gr)	53.65	54.34	47.08	48.06	55.49	50.79	44.64	42.60	
Contenido de Humedad (%)	10.23	10.38	12.26	12.19	14.45	14.16	16.58	16.60	
C. Humedad (%) promedio		10.31		12.22		14.30		16.59	
DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )		1.91		1.96		1.91		1.82	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.959
C. HUMEDAD OPTIMO :	12.20%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA Nº 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:

  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADECUANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL NUDO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO QC :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCUÑA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIPUNA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CRISTINA HUMBERTO ARDIDY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	NORMA A.A.S.H.T.O. M 145
		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	<b>A - 4 (0)</b>

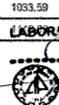
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)**  
**A.S.T.M. D 1883**

COMPACTACION C B R						
NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	126		126		126	
Nº Capas	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	12		25		56	
<b>Condición de Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAQUAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAQUAR</b>	<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAQUAR</b>	<b>DESPUES</b>
P. Húmedo + Molde (gr)	13067.0	13210.0	12963.0	13061.0	13185.0	13233.0
Peso Molde (gr)	8407.0	8407.0	8303.0	8303.0	8517.0	8517.0
Peso Húmedo (gr)	4660.0	4803.0	4660.0	4758.0	4668.0	4716.0
Volumen del Molde (cm³)	2123.40	2123.40	2121.48	2121.48	2124.27	2124.27
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.195	2.262	2.197	2.243	2.197	2.220
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Numero de Ensayo	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	100.30	98.70	99.60	95.70	80.30	84.70
Peso Seco + Tara (gr)	91.83	90.55	89.70	78.95	74.12	77.00
Peso Agua (gr)	8.47	8.15	9.90	6.75	6.18	7.70
Peso Tara (gr)	22.50	23.60	24.50	24.00	23.50	22.60
P. Muestra Seca (gr)	69.33	66.95	65.20	54.95	50.62	54.40
Contenido de Humedad (%)	12.22%	12.17%	15.18%	12.28%	12.21%	14.15%
D. Humedad Promedio (%)	12.20%		15.18%	12.25%		14.15%
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.958		1.964	1.957		1.965

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
(Hrs)	(Dias)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	8.000	203.200	161.27	4.000	101.600	80.63	5.000	127.000	100.79
48	2	8.000	203.200	161.27	4.000	101.600	80.63	5.000	127.000	100.79
72	3	8.000	203.200	161.27	4.000	101.600	80.63	5.000	127.000	100.79
96	4	8.000	203.200	161.27	4.000	101.600	80.63	5.000	127.000	100.79

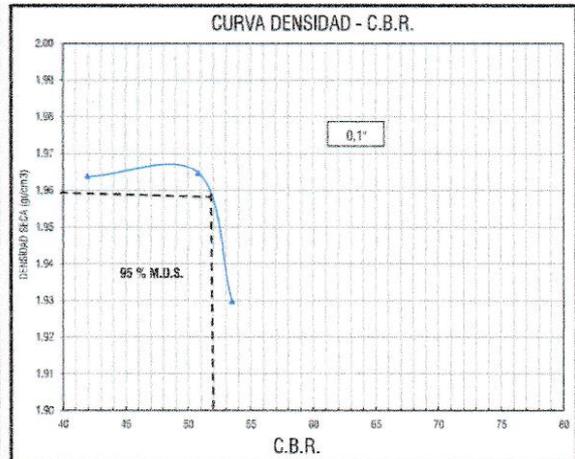
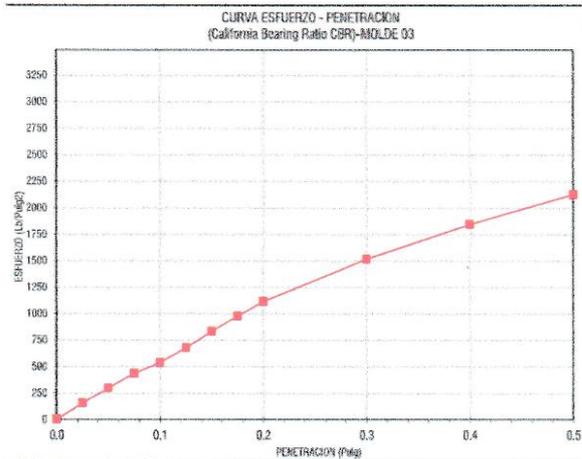
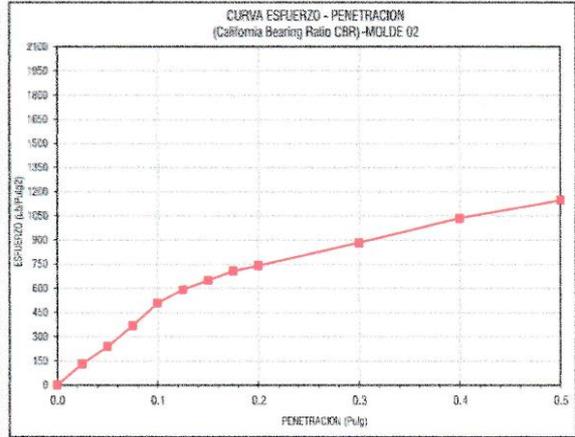
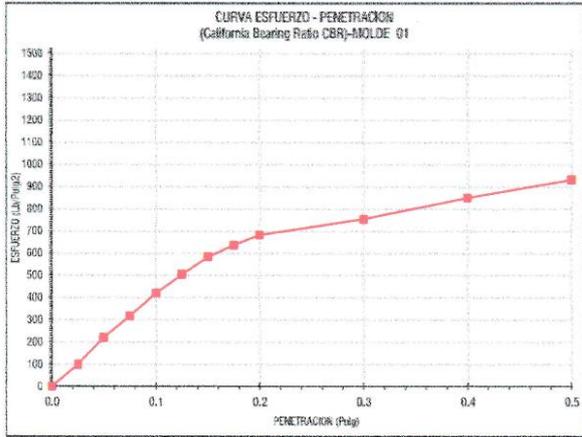
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(pulg)	CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO	
			(Kg/cm²)	(lb/pulg²)		(Kg/cm²)	(lb/pulg²)		(Kg/cm²)	(lb/pulg²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	135.00	6.08	99.57	180.30	9.32	133.11	210.00	10.85	165.04
1.27	0.050	300.00	15.50	221.48	325.20	16.81	240.09	420.00	20.78	296.79
1.91	0.075	430.00	22.22	317.46	501.00	25.69	369.66	591.00	30.54	436.32
2.54	0.100	568.30	29.37	419.56	688.30	35.57	508.16	724.90	37.46	535.18
3.18	0.125	662.00	36.25	503.51	790.00	41.29	588.69	915.00	47.29	675.53
3.81	0.150	790.00	40.83	583.24	879.00	45.43	648.95	1124.00	58.09	829.83
4.45	0.175	861.00	44.50	635.66	960.00	49.45	706.39	1322.00	68.32	976.01
5.08	0.200	925.00	47.80	682.51	1003.00	51.88	740.49	1507.00	77.88	1112.59
5.72	0.200	1020.00	52.71	753.05	1195.00	61.76	882.24	2054.00	106.15	1516.43
10.16	0.400	1150.00	59.43	849.02	1400.00	72.35	1033.59	2488.00	129.10	1844.22
12.70	0.500	1261.00	65.17	930.97	1555.00	80.36	1148.00	2880.00	147.00	2125.25

  
**LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ANCIANANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL RUITO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH:</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHULIURUNA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	CRIZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 4 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>A - 4 (0)</b>
		<b>NORMA A.A.S.H.T.O. M 145</b>	

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)  
A.S.T.M. D 1883**



(\*) Valores Corregidos

MOLDE	PENETRACION (Pulg)	PRESION APLICADA CORRIGIDA (lb/in²)	PRESION PATRON (lb/in²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (g/cm³)
MOLDE 01	0.1	419.56	1000	41.96	1.96
MOLDE 02	0.1	508.16	1000	50.82	1.96
MOLDE 03	0.1	532.18	1000	53.32	1.93

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³) :	1.959	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0,1") =	50.40%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	12.20		

<b>OBSERVACIONES:</b>	PERIODO DE SUMERGIDO: 04 DIAS
-----------------------	-------------------------------

  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TECNICO LABORATORISTA

  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809



TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"

BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE  
GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA  
RUBEN

SEPARADORES

LSP21 - MC - 430

FECHA

ABRIL - 2021

# SUELO NATURAL + 8 % DE CAL

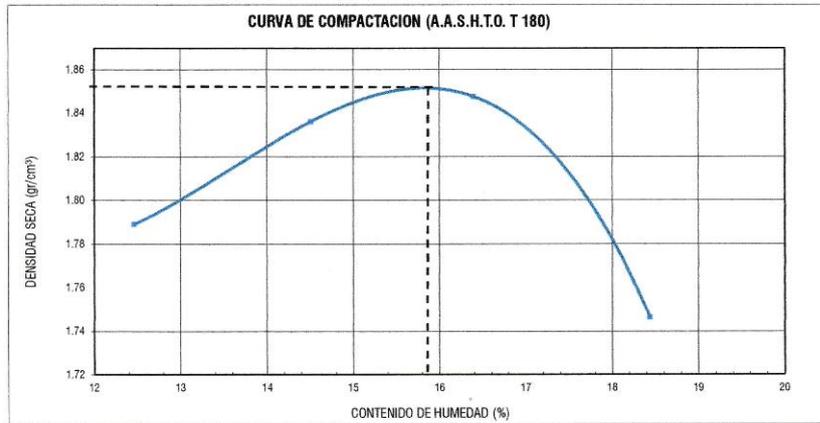
 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	*ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021*		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA		ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN		<b>TECNICO QC :</b>
			JHONATAN HERRERA BARAHONA
			<b>ASISTENTE DE LAB :</b>
			CIEZA ROMERO ARODY
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
			CLASIFICACION DEL SUELO
			NORMA A.A.S.H.T.O. M 145
			<b>A - 4 (0)</b>

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.H.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

**NORMA A.A.S.H.T.O. T 180**

**Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>**

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	Nº de Capas	5							
Nº de Golpes por Capa	25								
Peso Húmedo + Molde (gr)	6080.00	6165.00		6210.00		6133.00			
Peso Molde (gr)	4193.00	4193.00		4193.00		4193.00			
Peso Húmedo (gr)	1887.00	1972.00		2017.00		1940.00			
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	937.86	937.86		937.86		937.86			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.10		2.15		2.07			
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	82.35	84.56	75.62	78.54	86.54	82.57	75.24	74.35
Peso Seco + Tara (gr)	75.86	77.85	68.95	71.68	77.58	74.42	67.21	66.55	
Peso Agua (gr)	6.49	6.71	6.67	6.86	8.96	8.15	8.03	7.80	
Peso Tara (gr)	23.21	24.58	22.77	24.62	23.03	24.59	23.20	24.68	
Peso Muestra Seca (gr)	52.65	53.27	46.18	47.06	54.55	49.83	44.01	41.87	
Contenido de Humedad (%)	12.33	12.60	14.44	14.58	16.43	16.36	18.25	18.63	
C. Humedad (%) promedio	12.46		14.51		16.39		18.44		
DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )	1.79		1.84		1.85		1.75		



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.854
C. HUMEDAD OPTIMO :	15.81%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG:	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA Nº 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

**OBSERVACIONES:**

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>LSP21 - MS - 430</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA		<b>TECNICO QC :</b>
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRINA RUBEN		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
			CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145
			<b>A - 4 (0)</b>

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)**  
**A.S.T.M. D 1883**

COMPACTACION C B R									
NUMERO MOLDE	1			2			3		
Altura Molde (mm)	126			126			126		
N° Capas	5			5			5		
N°Golpes x Capa	12			25			56		
<b>Condición de Muestra</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>		<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>		<b>DESPUES</b>	<b>ANTES DE EMPAPAR</b>		<b>DESPUES</b>
P. Húmedo + Molde (gr)	12964.0		13097.0	12855.0		12980.0	13079.0		13180.0
Peso Molde (gr)	8406.0		8406.0	8304.0		8304.0	8518.0		8518.0
Peso Húmedo (gr)	4558.0		4691.0	4551.0		4676.0	4561.0		4662.0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2123.40		2123.40	2121.48		2121.48	2124.27		2124.27
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.147		2.209	2.145		2.204	2.147		2.195
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P.Húmedo + Tara (gr)	<b>99.36</b>	<b>100.20</b>	<b>105.40</b>	<b>88.60</b>	<b>85.70</b>	<b>85.60</b>	<b>101.20</b>	<b>99.80</b>	<b>100.00</b>
Peso Seco + Tara (gr)	<b>88.93</b>	<b>89.61</b>	<b>92.30</b>	<b>79.80</b>	<b>77.36</b>	<b>76.00</b>	<b>90.89</b>	<b>89.70</b>	<b>88.45</b>
Peso Agua (gr)	10.43	10.59	13.10	8.80	8.34	9.60	10.31	10.10	11.55
Peso Tara (gr)	<b>23.00</b>	<b>22.50</b>	<b>22.47</b>	<b>24.10</b>	<b>24.60</b>	<b>23.80</b>	<b>25.70</b>	<b>25.80</b>	<b>26.00</b>
P. Muestra Seca (gr)	65.93	67.11	69.83	55.70	52.76	52.20	65.19	63.90	62.45
Contenido de Humedad (%)	15.82%	15.78%	18.76%	15.80%	15.81%	18.39%	15.82%	15.81%	18.49%
<b>C.Humedad Promedio (%)</b>	<b>15.80%</b>		<b>18.76%</b>	<b>15.80%</b>		<b>18.39%</b>	<b>15.81%</b>		<b>18.49%</b>
<b>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.854</b>		<b>1.860</b>	<b>1.852</b>		<b>1.862</b>	<b>1.854</b>		<b>1.852</b>

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Dias)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	7.000	177.800	141.11	3.500	88.900	70.56	5.000	127.000	100.79
48	2	7.500	190.500	151.19	4.000	101.600	80.63	7.000	177.800	141.11
72	3	8.000	203.200	161.27	4.000	101.600	80.63	8.000	203.200	161.27
96	4	8.000	203.200	161.27	5.000	127.000	100.79	9.000	228.600	181.43

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		Kg.	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb/pulg <sup>2</sup> )	Kg.	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb/pulg <sup>2</sup> )	Kg.	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	500.00	25.84	369.14	398.00	20.57	293.84	385.00	19.90	284.24
1.27	0.050	986.00	50.96	727.94	798.00	41.24	589.15	724.30	37.43	534.74
1.91	0.075	1256.00	64.91	927.28	1210.00	62.53	893.32	1058.00	54.68	781.10
2.54	0.100	1485.00	76.74	1096.35	1416.00	73.18	1045.40	1503.00	77.67	1109.63
3.18	0.125	1623.00	83.88	1198.23	1622.00	83.82	1197.49	1900.00	98.19	1402.73
3.81	0.150	1695.00	87.60	1251.38	1770.00	91.47	1306.76	2214.00	114.42	1634.55
4.45	0.175	1758.30	90.87	1298.12	1899.00	98.14	1401.99	2500.00	129.20	1845.70
5.08	0.200	1798.40	92.94	1327.72	2045.00	105.68	1509.78	2690.00	139.02	1985.97
7.62	0.300	1922.00	99.33	1418.97	2298.00	118.76	1696.57	2999.00	154.99	2214.10
10.16	0.400	1995.00	103.10	1472.87	2596.00	133.64	1909.19	3189.00	164.81	2354.37
12.70	0.500	2067.00	106.82	1526.02	2780.00	143.67	2052.42	3274.00	169.50	2417.13

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jhonatan Joel Herrera Barahona**  
 TECNICO LABORATORISTA

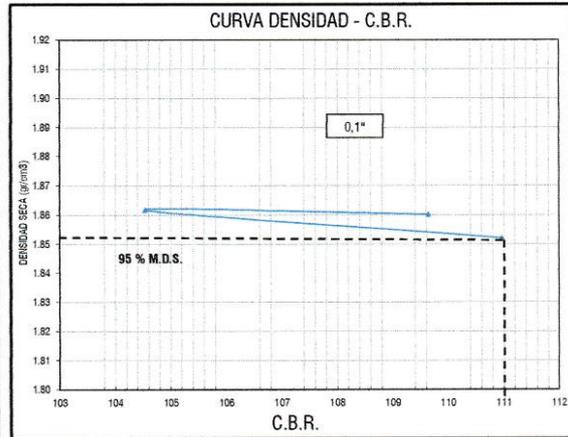
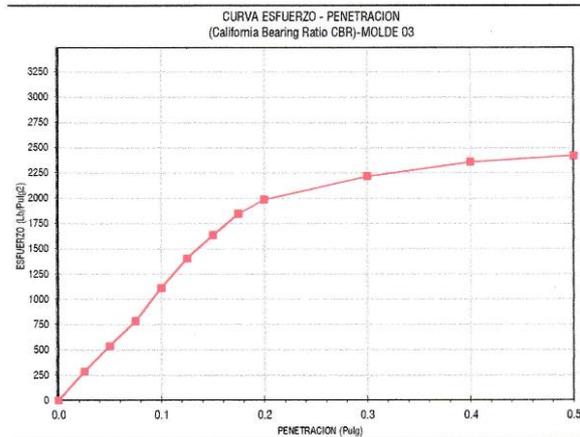
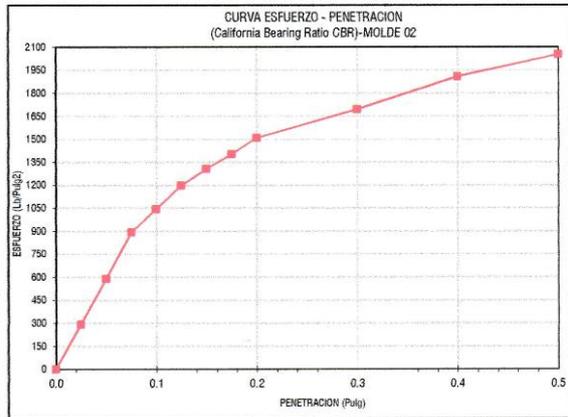
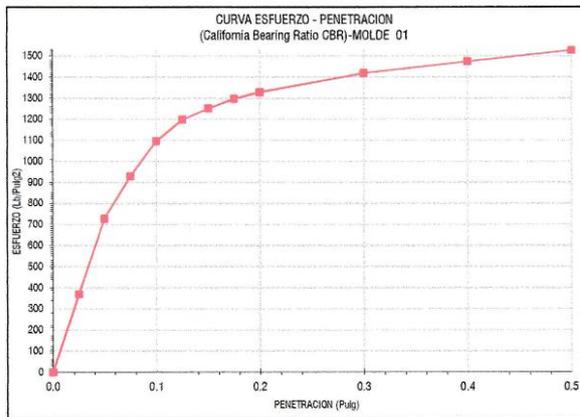
  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	<b>CODIGO:</b>	LSP21 - MS - 430
		<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	

<b>TESIS :</b>	"ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO: JAEN - PROVINCIA: JAEN - REGION: CAJAMARCA	<b>TECNICO QC :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACH :</b>	VILLALOBOS ASCURRA JOSE GABRIEL - PALACIOS CHUQUIRUMA RUBEN	<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

<b>DATOS DEL MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	SUELO NATURAL + 8 % DE CAL	<b>FECHA:</b>	ABRIL - 2021
		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	
		<b>A - 4 (0)</b>	

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)  
A.S.T.M. D 1883**



(\*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (g/cm3)
MOLDE 01	0.1	1096.35	1000	109.64	1.86
MOLDE 02	0.1	1045.40	1000	104.54	1.86
MOLDE 03	0.1	1109.63	1000	110.96	1.85

<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)</b>		<b>VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)</b>	
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3) :</b>	1.854	<b>C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0.1")=</b>	111.00%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :</b>	15.81		

<b>OBSERVACIONES:</b>	PERIODO DE SUMERGIDO: 04 DIAS
-----------------------	-------------------------------

  
**Jhonatan Joel Herrera**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

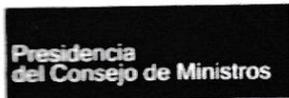
  
**Jenner Kimbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "ESTABILIZACION DEL SUELO ADICIONANDO CAL PARA MEJORAR EL CBR DE LA CARRETERA DEL HUITO, JAEN 2021"			BACH: VILLALOBOS ASCURRA JOSE GRABIEL - PALACIOS CHUQUIRUNA RUBEN
	ANEXOS	LSP21 - MC - 430	FECHA	

# **ANEXO III**

## **CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**

### **CERTIFICADO DE INDECOPI**



# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 017 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	212-2020
2. Solicitante	GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PTCBR1
Número de Serie	010
Procedencia	PERUTEST
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HT WINER
Modelo	NLD-SS LCD
Número de Serie	HS201809085
Resolución	0.1 kgf

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2020-12-02

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-12-03

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

REGISTRADO  
LSP21...MS 430



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 017 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos, Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.0 °C	28.0 °C
Humedad Relativa	60 % HR	60 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-092-19

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 017 - 2020

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kgf)
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	Patrón de Referencia	
10	500	497.8	497.8	497.8	497.8	497.8
20	1000	998.2	998.2	998.2	998.2	998.2
30	1500	1499.5	1499.5	1499.5	1499.5	1499.5
40	2000	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8
50	2500	2500.1	2500.1	2500.1	2500.1	2500.1
60	3000	3000.4	3000.4	3000.4	3000.4	3000.4
70	3500	3501.7	3501.7	3501.7	3501.7	3501.7
80	4000	4002.0	4002.0	4002.0	4002.0	4002.0
90	4500	4502.2	4502.2	4502.2	4502.2	4502.2
100	5000	5002.4	5002.4	5002.4	5002.4	5002.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición			Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
500	0.44	0.00	0.02	0.34
1000	0.18	0.00	0.01	0.34
1500	0.03	0.00	0.01	0.34
2000	0.01	0.00	0.01	0.34
2500	-0.01	0.00	0.00	0.34
3000	-0.01	0.00	0.00	0.34
3500	-0.05	0.00	0.00	0.34
4000	-0.05	0.00	0.00	0.34
4500	-0.05	0.00	0.00	0.34
5000	-0.05	0.00	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



913028621 - 913028622  
 913028623 - 913028624  
 ventas@perutest.com.pe  
 www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PTC - IV - 001 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	111-2021	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de medición	<b>EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)</b>	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-CC	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERU	
Número de Serie	028	
Código de Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser replicado parcialmente sin la aprobación del laboratorio que lo emite.
Tipo de contador	ANALÓGICO	
5. Fecha de Verificación	2021-01-11	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-01-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ANAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PTC - IV - '001 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

### 7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22 °C	22 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PATRONES CALIBRADOS POR INACAL	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Vertex Modelo VGB-87-0	INACAL LLA-C-102-2020

### 10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

(\*) Serie grabado en el instrumento



☎ 913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
✉ ventas@perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PTC - IV - '001 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

#### DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50.47	150.16	125.14

#### HERRAMIENTA DE RANURADO

##### EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.00	2.00	13.53

#### DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53.03	2.07	48.09

Fin del Documento



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC Nº 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0014-2019
2. Solicitante **LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
3. Dirección Avenida "A" # 750 - Jaén
4. Equipo **HORNO**
- Alcance Máximo 300 °C
- Marca PyS Equipos
- Modelo STHX-2A
- Número de Serie 110304
- Procedencia CHINA
- Identificación No indica
- Ubicación Lab. del cliente

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	-100 °C a 300 °C	-100 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR DE TEMPERATURA	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2019-04-03

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2019-04-05

MANUEL ALIAGA TORRES

**REGISTRADO**  
MS 430



Calle: Yahuar Huaca 215 - Urb San Agustín - Comas - Lima  
email: ventasperutest@gmail.com celulares: 955618013 - 982337399 - #947419158



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.3 °C	23.0 °C
Humedad Relativa	51 %	53 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Referencia de Calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología - INACAL LT-C-037-2016	Termómetro digital con incertidumbres del orden desde 0,014°C hasta 0,019°C	LI-C-037-2016 / T-037-2016 430 LSP21 - Ms

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 22.65 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 1 hora  
 El controlador se seteo en 110°C

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	111.0	116.0	115.7	115.5	115.3	112.6	113.6	113.0	110.9	112.0	113.6	5.1
02	110.0	110.5	113.2	114.0	112.5	111.5	107.1	110.7	108.9	107.4	109.6	110.5	6.9
04	110.0	109.6	112.0	112.7	110.6	111.1	104.6	108.9	107.0	105.6	108.1	109.0	8.1
06	110.0	106.9	109.1	109.4	107.1	108.3	103.2	106.4	104.0	103.0	104.2	106.2	6.4
08	110.0	110.3	113.8	114.9	112.2	114.1	112.8	113.4	113.1	112.8	112.7	113.0	4.6
10	110.0	113.3	117.4	116.1	116.8	116.4	116.8	117.1	117.2	116.8	117.4	116.5	4.1
12	110.0	111.4	115.7	114.9	114.8	114.5	112.5	113.5	113.3	111.5	112.4	113.4	4.3
14	110.0	110.0	111.5	112.2	110.5	110.9	104.9	108.5	106.9	105.0	107.4	108.8	7.3
16	110.0	107.2	109.2	109.0	106.9	108.6	103.5	105.9	104.4	103.8	104.4	106.3	5.7
18	110.0	110.9	114.1	115.2	111.9	114.8	113.1	113.0	113.6	113.7	112.0	113.2	4.3
20	110.0	114.1	116.7	116.4	115.8	115.9	116.7	116.9	117.5	117.1	117.0	116.4	3.4
22	110.0	113.1	116.3	114.2	114.6	114.8	112.8	113.0	112.8	110.4	113.5	113.5	5.9
24	110.0	111.4	110.9	113.1	111.8	112.5	104.1	105.9	105.5	105.2	106.4	108.7	9.0
26	110.0	106.8	108.1	109.5	108.4	108.5	102.8	104.0	104.5	104.4	104.4	106.1	6.7
28	110.0	111.1	114.5	114.1	112.4	114.1	113.1	112.9	113.4	113.3	113.8	113.3	3.4
30	110.0	112.9	116.9	116.8	116.2	116.1	117.1	117.4	117.8	117.5	118.2	116.7	5.3
32	110.0	113.9	115.0	115.9	115.2	115.5	113.4	112.9	113.1	112.8	112.5	114.0	3.4
34	110.0	109.1	110.5	110.9	109.9	109.5	106.0	107.1	107.5	106.2	105.4	108.2	5.5
36	110.0	106.4	108.1	108.3	106.3	108.5	104.0	106.0	104.8	104.2	105.0	106.2	4.5
38	110.0	109.0	110.1	111.0	111.4	112.2	111.9	112.4	112.0	111.7	112.2	111.4	3.4
40	110.0	115.1	117.4	116.9	117.1	116.8	117.4	117.1	117.2	117.7	117.4	117.0	2.6
42	110.0	113.1	114.5	114.7	114.4	114.5	113.4	113.8	113.7	113.4	113.3	113.9	1.6
44	110.0	109.2	109.9	111.0	110.9	110.4	105.5	107.2	107.1	105.9	107.0	108.4	5.5
46	110.0	107.9	108.5	108.4	107.3	108.2	103.9	105.1	104.0	104.2	104.4	106.2	4.6
48	110.0	111.8	112.3	113.4	112.0	115.5	114.8	113.9	114.5	113.4	114.1	113.6	3.7
50	110.0	116.9	116.7	116.8	117.1	116.9	117.9	117.4	117.1	117.4	117.0	117.1	1.2
52	110.0	112.5	113.4	113.0	113.9	113.7	112.4	112.8	113.1	111.9	112.8	112.9	2.0
54	110.0	110.4	111.1	111.4	110.9	111.0	106.9	107.9	107.3	106.1	107.4	109.0	5.3
56	110.0	107.9	109.2	108.7	107.8	108.0	105.1	105.1	105.5	104.8	104.7	106.7	4.5
58	110.0	111.0	111.7	111.7	111.9	112.4	115.1	115.0	115.9	115.1	115.2	113.5	4.9
60	110.0	116.9	116.4	116.2	117.0	117.7	117.8	117.9	117.8	117.7	117.5	117.3	
T.PROM	110.0	111.0	112.9	113.1	112.3	112.8	110.4	110.9	111.1	110.3	110.9	111.6	
T.MAX	110.0	116.9	117.4	116.9	117.1	117.7	117.9	117.9	117.8	117.7	118.2		
T.MIN	110.0	106.4	108.1	108.3	106.3	108.5	104.0	106.0	104.0	103.0	104.2		
DTT	0.0	10.5	9.3	8.6	10.8	9.2	15.1	11.9	3.8	14.7	14.0		

**REGISTRADO**  
 LSP 2019-01-20





# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	118.2	7.8
Mínima Temperatura Medida	102.8	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	15.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.8	3.9
Estabilidad Medida ( ± )	7.6	0.04
Uniformidad Medida	9.0	6.6

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

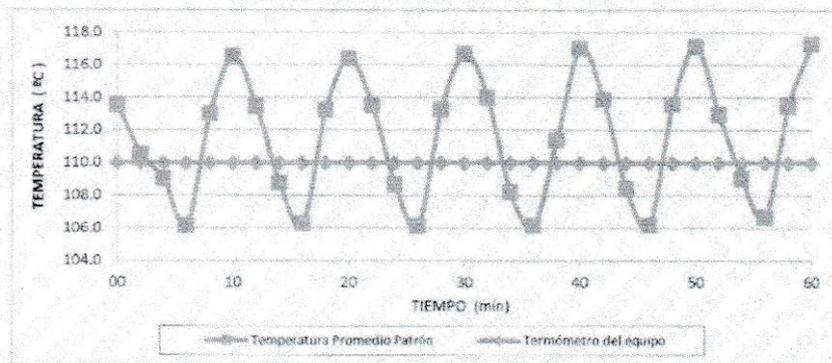


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT-LT-090-2019**

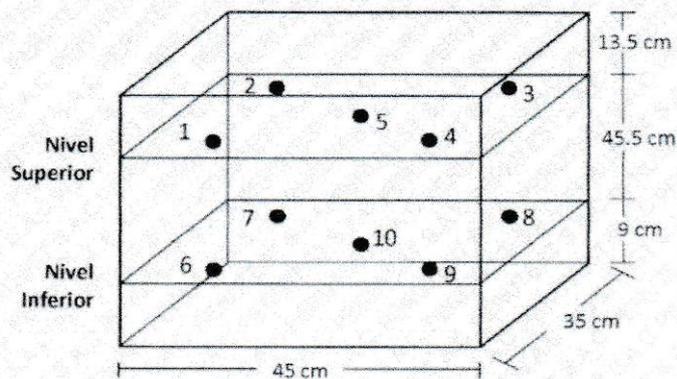
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C**



**DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES**



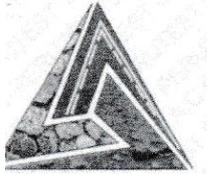
Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y del frente del equipo a calibrar.



**12. 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



PERUTEST S.A.C.  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	111-2021
2. Solicitante	GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	200 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	II
Marca	MH SERIE
Modelo	MH 200
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-142
5. Fecha de Calibración	2021-01-11

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración con firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

2021-01-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Sucursal: Calle Sinchi Roca N° 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C
Humedad Relativa	56%	56%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: M1)	METROIL - 0547 - 2020

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

#### 11. Resultados de Medición

##### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

##### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C

Medición N°	Carga L1 = 100.00 g			Carga L2 = 200.00 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	100.00	6	-1	200.00	5	0	
2	100.00	5	0	200.00	7	-2	
3	100.00	6	-1	200.00	6	-1	
4	100.00	5	0	200.00	5	0	
5	100.00	5	0	200.00	4	1	
6	100.00	4	1	200.00	7	-2	
7	100.00	6	-1	200.00	5	0	
8	100.00	5	0	200.00	6	-1	
9	100.00	6	-1	200.00	5	0	
10	100.00	5	0	200.00	8	-3	
Diferencia Máxima			2	Diferencia Máxima			4
Error Máximo Permissible			± 1,000	Error Máximo Permissible			± 1,000

##### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec			
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	Ec (mg)
1	0.10 g	0.10	6	-1	200.00	200.00	5	0
2		0.10	5	0		200.00	6	-1
3		0.10	6	-1		200.00	5	1
4		0.10	5	0		200.00	5	0
5		0.10	5	0		200.00	5	0
Error máximo permisible								± 1,000

\* Valor entre 0 y 10e





# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura      Inicial      Final  
 24.3 °C      24.3 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	5	0	0	0.20	5	0	0	1,000
0.20	0.20	5	0	0	1.00	5	0	0	1,000
1.00	1.00	4	1	1	10.00	5	0	0	1,000
10.00	10.00	5	0	0	50.00	4	1	1	1,000
50.00	50.00	4	1	1	100.00	5	0	0	1,000
100.00	100.00	5	0	0	200.00	6	-1	-1	1,000
200.00	200.00	5	0	0		0			
		0				0			
		0				0			
		0				0			
		0				0			

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.0000183 \text{ g}^2 + 0.0000000003 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000018 R$$

### 12. 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



913028621 - 913028622  
 913028623 - 913028624  
 ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima

55



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC-LM-004 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	111-2021
2. Solicitante	GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	VALTOX
Modelo	LCD 30N2
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0143
5. Fecha de Calibración	2021-01-11

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin este sello carece de validez.



Fecha de Emisión  
2021-01-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

PERUTEST S.A.C

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
✉ ventas@perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC-LM-004 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La verificación se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Calle: Sinchi Roca N° 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	METROIL M-0850-2020
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	METROIL M-0549-2020
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	METROIL M-0548-2020
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0547-2020



### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC-LM-004 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0
2	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.3	0.2
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	3.4	-2.9	30,000	0.5	0.0
7	15,000	0.3	0.2	29,999	0.4	0.0
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	0.8
Diferencia Máxima		3.1		Diferencia Máxima		1.1
Error Máximo Permissible		± 20.0		Error Máximo Permissible		± 30.0



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

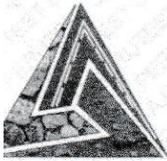
	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3
2		10	5.0	-4.5		10,000	0.5	0.0	4.5
3		10	0.6	-0.1		10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	0.3	0.2	0.2
Error máximo permisible								± 20.0	

\* Valor entre 0 y 10e

913028621 - 913028622  
 913028623 - 913028624  
 ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC-LM-004 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	28.3 °C	28.3 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,001	0.5	1.0	1.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(1.1760000 \text{ g}^2 + 0.00000002349 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000403 \text{ R}$

### 12. 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima

**ANEXO 05**  
**Panel fotográfico.**

Foto N° 1: realizado de calicata con ayuda de retroexcavadora.



Elaboración propia.

Foto N° 2: traslado de muestras de suelo.



Elaboración propia.

Foto N° 3: Secado al aire libre la muestra obtenida.



Elaboración propia.

Foto N° 4: Realizando el análisis granulométrico.



Elaboración propia.

Foto N° 5: Realización de ensayo para límites de Atterberg.



Elaboración propia.

Foto N° 6: muestras obtenidas de límites de Atterberg.



Elaboración propia.

Foto N° 7: Realizando ensayo para determinar el contenido de humedad.



Elaboración propia.

Foto N° 8: Realizando el mezclado de suelo-cal con las diferentes proporciones.



Elaboración propia.

Foto N° 9: Pesado de las muestras suelo-cal al 2%, 4% y 8%.



Elaboración propia.

Foto N° 10: Realizando el cuarteo de las muestras para proctor modificado.



Elaboración propia.

Foto N° 11: Realizando ensayo de proctor modificado en suelo natural.



Elaboración propia.

Foto N° 12: Realizando tamizado con tamiz # 4 para ensayo de proctor modificado de suelo natural + porcentajes de cal.



Elaboración propia.

Foto N° 13: pesando y mezclado con 12%, 14% y 16% de agua en mezcla seca suelo-cal.



Elaboración propia.

Foto N° 14: Realizando el cuarteo para proctor modificado muestras de suelo-cal al 2%, 4% y 8%.



Elaboración propia.

Foto N° 15: Realizando ensayo de proctor modificado.



Elaboración propia.

Foto N° 16: Realizando el pesado de las muestras para CBR.



Elaboración propia.

Foto N° 17: realizando ensayo de CBR.



Elaboración propia.

Foto N° 18: muestras de CBR sumergidas en agua por 96 horas para obtener hinchamiento.



Elaboración propia.

Foto N° 19: ensayo de penetración en muestras.



Elaboración propia.