



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
TESIS**

**Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para  
Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El  
Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca -  
Perú**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERA CIVIL**

**Autora**

Bach. Fonseca Sanchez Kattia Melisa

<https://orcid.org/0000-0002-2065-6731>

**Asesor**

Dr. Ing. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

**Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante  
De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca -  
Perú**

**Aprobación del jurado**

---

MG.SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MG. MEDRANO LIZARZABARU EITHEL IVAN

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

**Vocal del Jurado de Tesis**



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autora del trabajo titulado:

### **Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

FONSECA SANCHEZ KATTIA MELISA	DNI: 71064788	
-------------------------------	---------------	---

Pimentel, Diciembre de 2023.

## **Dedicatoria**

A Dios, por estar siempre a mi lado, guiándome y protegiéndome en cada paso que doy a nivel personal y profesional, en altos y bajos siempre me acompaña, dándome lecciones de vida que me hacen ser cada vez mejor como hija, como hermana, como profesional.

A mis padres que siempre están conmigo dándome aliento para cumplir mis objetivos, por ser un ejemplo para mi persona, a ellos mi respeto y admiración.

A mis familiares y hogar, por haberme apoyado en todo momento de mi formación, anímica y económicamente, conforme a lo que sus posibilidades estaban.

Fonseca Sanchez Kattia Melisa

## **Agradecimiento**

Primeramente, a Dios, por las oportunidades que siempre me brinda, en esta ocasión, la de estar a puertas de culminar mi Carrera Profesional de Ingeniería Civil, algo muy anhelado por mi persona y toda mi familia.

A mis padres por su apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A la Universidad Señor de Sipán, a todo el personal que trabaja en esta casa de estudios, al Personal Administrativo, Docentes, Directores de Escuela, al Rector, alumnos en general, quienes siempre se esforzaron para que nuestra casa de estudios se Licencie, mi agradecimiento y consideración a cada uno de ellos, siempre me sentiré orgulloso de haber formado parte de esta casa de estudios.

Fonseca Sanchez Kattia Melisa.

## Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimiento .....	5
Índice de tablas .....	7
Índice de figuras .....	7
Resumen .....	8
Abstract .....	9
I. INTRODUCCION .....	10
<b>1.1. Realidad Problemática</b> .....	10
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	17
<b>1.3. Hipótesis</b> .....	17
<b>1.4. Objetivos</b> .....	17
<b>General</b> .....	17
<b>Específicos</b> .....	17
<b>1.5. Teorías Relacionadas</b> .....	18
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	25
<b>2.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	25
<b>2.2. Variables, Operacionalización</b> .....	27
<b>2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección</b> .....	28
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> ....	30
<b>2.5. Procedimiento de análisis de datos</b> .....	31
<b>2.5.1. Diagrama de Flujo de procesos</b> .....	31
<b>2.5.2. Descripción del proceso</b> .....	33
<b>2.6. Criterios éticos</b> .....	41
III. RESULTADOS Y DISCUSION .....	42
<b>3.1. Resultados</b> .....	42
<b>3.2. Discusión</b> .....	47
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
<b>4.1. Conclusiones</b> .....	49
<b>4.2. Recomendaciones</b> .....	50
Referencias .....	51
Anexos .....	54

## Índice de tablas

Tabla I - Variable independiente de la investigación.....	27
Tabla II - Variable dependiente de la investigación.....	28
Tabla III - Tramos de carretera de Cutervo La Ramada.....	29
Tabla IV - Instrumentos para realizar la investigación.....	30
Tabla V - Instrumentos para realizar la investigación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla VI - Porcentajes a usar de estabilizantes naturales en la muestra .....	34
Tabla VII - Clasificación según orografía.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla VIII - Propiedades geotécnicas .....	43
Tabla IX - Propiedades mecánicas .....	44
Tabla X - Índice CBR vs Densidad seca .....	44
Tabla XI - Índice CBR para 0.1" y 0.2" de penetración .....	45
Tabla XII - Índice CBR de diseño .....	46

## Índice de figuras

Figura I - Proceso de estudio .....	25
Figura II - esquema de diseño .....	26
Figura III - Diagrama de flujo del proceso de la investigación .....	32
Figura IV - Propiedades de la muestra del suelo natural .....	32
Figura V - Estabilización de suelos altamente cohesivos .....	32
Figura VI – Ubicación de las muestras extraídas.....	33
Figura VII - Muestras obtenidas / calicatas .....	34
Figura VIII - Muestras al horno a 110 C.....	35
Figura IX - Lavado de estratos / malla N 200 .....	36
Figura X - Presentación del suelo natural que pasa la malla N 40 .....	37
Figura XI - Muestra colocada en el instrumento casa grande .....	38
Figura XII - Moldeado de la muestra con trabajo de los dedos .....	39
Figura XIII - Compactación de la muestra a 56, 25 y 12 golpes.....	41

## Resumen

Se decidió estudiar la estabilización de suelos cohesivos incorporando cal y cemento para la subrasante en carretera La Ramada, Cutervo, con la finalidad de mitigar los problemas por desgaste en carpeta de rodadura y desprendimiento de partículas al aire, etc. La metodología que utilizamos fue cuantitativa transversal experimental, llegando a determinar su clasificación por su planimetría y IDMA como trocha carrozable con velocidad de diseño de 30km/h con un carril de 6m. Geotécnicamente las calicatas C1-C6 son Limo Arenosos de alta plasticidad (S.UC.S.), en relación a sus propiedades mecánicas obtuvimos valores de CBR inferiores a 5, posteriormente al incorporar 3.2% y 4.5% de cal y cemento respectivamente se tiene un incremento considerable en todas las muestras llegando superar valores CBR de 20 al 95% dms lo que se clasificaría cualitativamente como excelente para uso en subrasante, teniendo como proporción óptima para C1- C3 el 3.2% de cal y para C4-C6 es 3.2% de cemento. Concluimos que inicialmente las propiedades mecánicas son malas para uso en subrasante y posteriormente a su estabilización superan los valores necesarios para su uso en subrasante de los cuales se determinó los óptimos en relación costo - porcentaje necesario para la estabilización.

**Palabras Clave:** Estabilización, Cal, Cemento, Suelos, Cohesivos.

## Abstract

It was decided to study the stabilization of cohesive soils by incorporating lime and cement for the subgrade on the La Ramada highway, Cutervo, in order to mitigate problems due to wear on the road surface and release of particles into the air, etc. The methodology we used was quantitative transversal experimental, determining its classification by its planimetry and IDMA as a motorable track with a design speed of 30km/h with a 6m lane. Geotechnically, the C1-C6 pits are sandy silt of high plasticity (S.U.C.S.), in relation to their mechanical properties we obtained CBR values lower than 5, subsequently by incorporating 3.2% and 4.5% of lime and cement respectively. It has a considerable increase in all samples, exceeding CBR values of 20 to 95% dms, which would be qualitatively classified as excellent for use in subgrade, with the optimal proportion for C1-C3 being 3.2% lime and for C4-C6 it is 3.2. % of cement. We conclude that initially the mechanical properties are poor for use in subgrade and after stabilization they exceed the values necessary for use in subgrade from which the optimal ones were determined in relation to cost - percentage necessary for stabilization.

**Keywords:** Stabilization, Lime, Cement, Soils, Cohesives.

# I. INTRODUCCION

## 1.1. Realidad Problemática

Existen muchas causas que sostienen la importancia de las vías de comunicación en nuestra existencia, es así como en un marco internacional, en Pakistán mediante un estudio demostraron que el mayor porcentaje de pobreza se encuentra en zonas inaccesibles que no cuentan con vías de comunicación, ya que limitan el acceso a los servicios básicos (alimentación, educación, salud, etc.) y reduce la capacidad de llevar una vida de calidad. (Muhammad [1]). En Sudáfrica recomienda dar prioridad al desarrollo de infraestructura vial ya que este genera una serie de ventaja para el desarrollo socioeconómico de la población. Por otro lado, se menciona que contar con una buena infraestructura de caminos rurales atrae a inversionistas en comercio y turismo efectuando la sostenibilidad de las comunidades. (Jabulani et al. [2]), es así que son muchos los países con dicha necesidad de mejorar, estando presente esta situación también en la India donde los métodos utilizados con mayor frecuencia para mejorar suelos pobres o de baja calidad, es la estabilización con cal y cemento, ya que este método práctico, sencillo y efectivo. (Jijo et al. [3]), otro aspecto que coexiste en las diferentes actividades de los seres humanos es lo señalado en Berlín, son los conductores que viven un peligro latente, en épocas de verano, cuando se presencia las neblinas de polvo y en temporadas de lluvias el problema se agrava ocasionando erosión de la superficie generando deslizamientos, hundimientos, y destrucción de la superficie. Una solución a este problema es mejorar Los atributos físicos y químicos del terreno que posee gran cantidad de contenido de limo y arcillas adhiriéndole cal y cemento, a su vez comprimida por el tráfico de los carros como lo mencionaba Becker et al. [4].

En el suroeste de Colombia se vive constantes derrumbes en las vías de comunicación, hechos que perjudican a los pobladores ya que les impide movilizar sus productos. Frente a la ocurrencia de estos fenómenos naturales se requiere tratar los suelos. Mediante un estudio se encontró diversos componentes estabilizadores entre ellos está el desperdicio de la extracción de petróleo el cual aumenta significativamente su resistencia y plasticidad. (Alarcón et al [5]), es así q para los ingenieros civiles es todo un

reto construir carreteras sobre terrenos arcillosos debido a su elevada expansibilidad y baja resistencia. En estos casos el terreno natural tiene que ser remplazado por un material que eleve su resistencia u optar por la estabilización del suelo. Considerando costo y tiempo en la mayoría de los casos opta por la estabilización. (Ayala et al. [6]). Para Jalal et al. [7], las variaciones de contenido de humedad, provoca la manera de comportamiento que van a tener los suelos que presentan un grano grueso. Estas arcillas al contacto con el agua normalmente se hinchan por su naturaleza expansiva que poseen. Estos minerales tienen la característica de presentar alta dispersividad, lo cual provoca un riesgo grande para los trabajos en obras de construcción como cimientos, deslizamientos y subrasantes afectando a caminos, las carreteras algunos muros fronterizos, ciertos edificios obras de agua potable y saneamiento, especialmente las tuberías. Por lo expuesto se necesita tratamientos para este tipo de suelos, una alternativa es la estabilización del suelo que disminuye el riesgo, aunque pueda ser un poco elevada económicamente. Lo que se lograra al realizar esta actividad es incrementar los atributos mecánicos del terreno (aumento de la capacidad portante a la compresión y al pase de líquidos, disminución de la compresibilidad y plasticidad), con lo que se obtendrá una mayor durabilidad. Los efectos producidos por la estabilización de cal se reflejan en la elevación de la calidad de un suelo de arcilla expansiva, sus propiedades geotécnicas se verán modificadas es cuanto a su microestructura y el tejido que las contiene mediante las siguientes reacciones; intercambio catiónico, floculación – aglomeración, carbonatación y reacción puzolánica, esto quiere decir que se elevaran la resistencia a la compresión y permeabilidad, obtendrán ser un suelo de alta plasticidad, el IP disminuirá considerablemente 6 veces más para poder transformarse de CH a ML. Mientras que la estabilización con cemento elevara la cohesión, resistencia y la propia durabilidad. En conclusión, de ambas formas de estabilización de suelo se recomienda más el cemento por que presenta una alternativa relativamente mejor. Regresando a un plano nacional la Agencia de Prensa Ambiental [8] sostiene que, en San Martín fiscalizan las carreteras que conectan con lugares turísticos y caseríos en la Región, gobierno regional indico esto tendría como finalidad mejorar las vías de comunicación de los

caseríos más alejados. Uniendo a la provincia con los pobladores de zonas rurales, logrando mejorar la calidad de vida y su economía. Con accesos a las comunidades facilitaría la comercialización de sus productos y abastecimiento de otros. Por otro lado, la trabajadora de la comuna señaló que el objetivo del gobierno regional es evitar la migración de los campesinos, menciono que ellos buscan fortalecer sus debilidades para el desarrollo de los pueblos generando más oportunidades a fin de reducir el porcentaje de pobreza. Garantizo que en conjunto con la empresa constructora encargada de dicha obra acelerarían los trabajos para que cuanto antes tengan sus carreteras en buen estado.

El diario El Peruano en el 2019 [9], Lima público que El Presidente Martín Vizcarra anda trabajando y priorizando la inclusión social para todos en su gobierno, llegando a los lugares más alejados y olvidados del país. Mediante comunicado a la Nación informo que ha dispuesto S/. 20 000 millones de soles para la ejecución y desarrollo del sistema de comunicación (vías) que unirá a las zonas más alejadas del Perú. Subsananado las irregularidades que presenta la red vial se mejorara notablemente la economía y calidad de vida. La inauguración de mercados activara el comercio de su producción y el abastecimiento para su consumo. Menciono que buscan impulsar el turismo, mejorar la educación y la salud aplicando políticas públicas, en tanto el diario el comercio [10], menciono en el 2018 que en Piura se informó sobre la construcción del camino de herradura LOCUTO – CALLEJONES perteneciente a tambo grande en Piura, es de vital importancia, ya que su mal estado generaba muchos problemas como la intransitividad vehicular, dificultad para el tránsito de peatones por el lodo generado por las fuertes lluvias. Gerente regional expreso que esto beneficiaria a una población de más de 20 000 hab que residen pasando las orillas del rio Piura, con la movilización de sus productos ya sea para su comercialización o consumo, logrando mejorar su calidad de vida y economía. Cabe recalca que esta es una obra de construcción y reconstrucción.

En el artículo de Solminihac et al. [11] con objetivos de mostrar alternativas de estabilizadores químicos para pavimentos, y analizar su comportamiento mediante muestras. La metodología desarrollada fue

emplear formas de mezcla para tres diferentes estabilizadores, resaltando sus propiedades estabilizadoras e indicaciones de procedimientos de construcción. Los resultados obtenidos, fueron para el cemento aplicarlo sobre arcillas y arenas, para maximizar la eficiencia estabilizadora, ya que, si supera el 30% respecto al índice de plasticidad, se necesitará un estabilizante de cal para reducir este índice, permitiendo mayor trabajabilidad y minimizando cambios volumétricos. En conclusión, estos dos aditivos químicos aumentan considerablemente los atributos físicos y químicos de los terrenos con alto contenido de limos y arcillas, a la vez en el artículo de Rivera et al [12] con objetivos de mencionar alternativas de estabilización de suelos, mostrar su validez técnica y sus consecuencias con el medio ambiente. La metodología empleada se sostiene sobre una recopilación de información científica desde el 2010 al 2019 en el banco de referencias SCOPUS, describiendo los estabilizadores con cemento y cal. Los resultados determinaron que el cemento tiene un efecto mayor en arcillas y arenas, mejorando las condiciones de hidratación, floculación, y efecto puzolánico. La dosificación efectiva es hasta el 10% de cantidad cementante incrementa la resistencia, después de ese valor aumenta casi nula, y mayor a 30% esta disminuye. Respecto a la cal el autor muestra que a la mezcla genera pérdida de cohesión convirtiendo la muestra en un material más granular, provocando mejora en características mecánicas, químicas y resistencia. Su dosificación con este estabilizante no debe superar el 8%. En conclusión, estos materiales químicos conforman una excelente alternativa para la mejora de suelos.

También menciona Dinka y Agon [13] en su estudio de desempeño en la formación de subrasante con cal y cemento en proyectos de carretera, se enfocaron en el estudio dirigido a estabilizar suelos altamente cohesivos, incorporando cal y cemento a la subrasante y obtener su rendimiento. El comportamiento de estos suelos tuvo características débiles como el agrietamiento producto de la fatiga, y en consecuencia la deformación en el asfalto. En dicho estudio de tipo experimental se realizó ensayos, con muestras de distintas partes de jirama, se trabajó en dos grupos de suelos, tratados y no tratados. Entre los ensayos desarrollados tenemos el límite de

atterberg, CBR y gravedad específica, con los cuales se pretendió conocer la consistencia del suelo, la capacidad portante y el promedio de los fragmentos sólidos presentes en el terreno estudiado. Como resultado de estos ensayos la M-1 es clasificada por ser de grano grueso y el M2 un grano fino, obteniendo una diferencia en la máxima densidad seca, pues la M1 fue mayor que la M2, y por lo tanto tiene mayor cantidad de masa de volumen. En tanto que el resultado del contenido de humedad óptima fue mayor para la M2. Producto de ello el CBR fue mayor para la M1. Adicionando los estabilizadores elegidos, en el caso del cemento con la M1 y M2 el resultado fue similar al del suelo no tratado, ocurriendo una situación parecida con la cal. Las características sobre la relación de la masa de fragmentos sólidos con el volumen total del terreno máximo y el contenido máx. de humedad fueron favorables para incrementar las estimaciones del CBR en el caso de ambos estabilizadores.

Asimismo, Ulloa [14] en Nicaragua, en su estudio de investigación que tuvo la finalidad de buscar una solución práctica, sencilla y no muy costosa para estabilizar los suelos con alto contenido de limo y arcillas. Encontraron un procedimiento relativamente fácil y sencillo, este consiste en aplicar el óxido de calcio en la superficie mejorando así sus propiedades físicas y químicas y al incorporar el óxido de calcio en el suelo se obtiene una reacción exotérmica, sumado a esto la arcilla se obtiene una elevación en la capacidad portante del suelo. Al tener muy buenos resultados con este es un procedimiento se concluyó que es una alternativa muy aceptable la estabilización con cal para el problema que presenta los terrenos cohesivos y arcillosos las vías carrozables.

A la vez Riaz et al. [15] menciona a Pakistan en su investigación llamada Stabilization of subgrade soils using cement and lime: a case study of kala shah kaku, lahore, Pakistán (estabilizar suelos de la subrasante con cemento y cal: un estudio del caso de kala shah kaku, lahore, Pakistán). Determino que el óxido de calcio y productos derivados del mismo aplicados en la estabilización de subrasante es un buen método para mejorar significativamente las características físicas y químicas del suelo, otro de los aspectos más convenientes de este material es que es económico y

accesible lo cual reduce en un gran porcentaje el costo. Esto se concluyó con los estudios aplicados en el campus kala shah kaku aplicando cemento se mejora la resistencia CBR y con la cal se mejora las características de compactación del suelo.

También es de saber que Villacorta y Moreno [16] señalan en su investigación "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO SOBRE EL ÍNDICE DE CBR EN EL SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA AL CENTRO POBLADO DE SALAMANCA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO, PROVINCIA DE ASCOPE - 2018" que los resultados obtenidos en su proyecto confirman que al añadir cloruro de calcio a la compactación hará que mejore sus características, por lo tanto es un buen estabilizante para suelos de carreteras con alto contenido de limo y arcillas, a esto se ha concluido con los cálculos de CBR y con el análisis de varianza (ANOVA). Concluyeron que incorporando un 4% de cal (cloruro de calcio de acuerdo) en suelos arcillosos, como el de la carretera de Salamanca, esté mejorara sus características físicas: elevando el índice de CBR en un 244% y una densidad máxima seca en un 28.67%. Comparando con el manual técnico de carreteras, la sub rasante de dicha carretera se clasificaría de "regular a baja / muy buena". Esto comprueba como mejora considerablemente las propiedades del suelo.

Por otro lado, Alata y Vásquez [17] sostienen en su investigación titulada "ESTUDIO EXPLORATORIO DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO PORTLAND DE SUBRASANTE DE SUELO ARENO-ARCILLOSO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA "EL PAUJIL", LORETO. IQUITOS, 2019", la cual Tuvo la finalidad de mejorar las vías de comunicación a la población de diversas comunidades que se encuentran en dichos extremos de la carretera "el paujil", facilitando el transporte de su producción agrícola y piscícola, mejorando su calidad de vida. Esto se lograría con una mejora de su trocha carrozable, para ello deberían cambiar las características del suelo areno-arcilloso mejorándolas, con una proporción adecuada de cemento portland como estabilizante en la subrasante de dicha carretera no pavimentada. Realizando una serie de ensayos en suelo natural y estabilizado con un 4%,6% y 8% de cemento portland encontraron la

resistencia más alta a partir de un 4% de incorporación de material estabilizante.

Por su parte Gonzales [18] en Puno en su estudio "Análisis experimental de Suelos Estabilizados con Ceniza Volante, Cemento y Cal, para Subrasante mejorada de Pavimentos en la Ciudad de Puno. Inicio su investigación con el fin de encontrar las características propias del suelo ya sean físicas y mecánicas, analizar cuanto podrían mejorar con la estabilización añadiendo cenizas al suelo. Después de hacer todo un estudio y ensayos se obtuvo por resultado que el efecto de la puzolana de la ceniza volante es efectivo en alterar las características del suelo, por otro lado, también se determinó que el cemento aumenta la capacidad portante del suelo y que el óxido de calcio (cal) mejora considerablemente la trabajabilidad de la superficie al bajar su plasticidad. De acuerdo a los resultados se concluyó que el estabilizar los suelos con cenizas, cemento y cal es viable ya que es una buena alternativa de solución para mejorar las propiedades de los suelos en subrasante con alto contenido de limo y arcillas. Este proceso es ventajoso por su bajo costo y fácil aplicación.

Localmente, en el contexto cutervino no se ha encontrado estudio semejante a la actual desarrollada. Es de bien conocimiento que existen investigaciones sobre vías de comunicación, pero no necesariamente empleadas con los insumos elegidos.

El desarrollo de la investigación es justificado en su aspecto teórico desde la dosificación de los componentes estabilizadores (cal y cemento) para terrenos con alto contenido de limo y arcillas, con el fin de que sirva como referencia para futuros estudios relacionados al tema o aplicación en terrenos con características similares, en tanto su justificación ambiental responde a que su desarrollo no genera contaminación al medio, debido que los componentes estabilizadores al ser mezclado con el terreno natural se integran a su estructura sin contaminar sus componentes, por otro lado estos cementantes a aplicar son naturales y abundan en la zona y así también el aspecto económico se sostiene por una aplicación factible, sencilla y de bajo costo, especialmente para comunidades donde no cuentan con mucho presupuesto, otra ventaja es que el material

estabilizador es de la zona y eso facilita su obtención generando una reducción considerable en su costo lo cual es muy ventajoso.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye en la estabilización del suelo la incorporación de cal y cemento para la subrasante en carretera La ramada, Cutervo?

## **1.3. Hipótesis**

El incorporar cal y cemento logra estabilizar el suelo de la subrasante de la carretera La Ramada, Cutervo logrando incrementar sus propiedades mecánicas.

## **1.4. Objetivos**

### **General**

- Estudiar la estabilización de suelos cohesivos incorporando cal y cemento para la subrasante en carretera La Ramada, Cutervo

### **Específicos**

- a. Elaborar planimetría y altimetría para la ubicación de calicatas en la carretera del distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).
- b. Plasmar los aspectos geotécnicos del suelo de la subrasante de la carretera en el distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).
- c. Estabilizar el suelo cohesivo incorporando cal (3.2%, 4.5%) y cemento (3.2%, 4.5%) de la subrasante de la carretera en el distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).
- d. Proponer la dosificación ideal de cal y cemento para estabilizar el suelo cohesivo de la subrasante de la carretera en el distrito la

Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).

## 1.5. Teorías Relacionadas

### Suelos

El ing. Civil Arredondo [19] nos dice que el suelo es el cimiento que sirve de apoyo el cuál resiste todos los esfuerzos transmitidos, en toda la historia y hasta la actualidad sirve como soporte de las vías de comunicación. En ciertas ocasiones sus propiedades no son las ideales para estos fines, para esos casos tenemos que mejorar sus características físicas y químicas logrando subir su resistencia y ampliar su durabilidad.

#### Tipos De Suelos

##### Clasificación de suelos

- Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS):

Según el libro de Macias et al. [20], menciona que esta clasificación se designa en tres grupos de suelos diferentes, el primero en gravas con el símbolo "G", el segundo en arenas con el símbolo "s" y la última le pertenece al tipo de suelos de los limos y arcillas. En 1942 el aporte del ingeniero civil estadounidense Arthur Casagrande, fue básico para el desarrollo y la ejecución de la construcción de determinados aeropuertos. Dicho suceso aconteció en la segunda guerra mundial.

El ingeniero Arthur Casagrande dividió los suelos de acuerdo a su textura y tamaño, donde lo separo en dos categorías. Para hacer esta clasificación al suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado. Si en el tamizado arroja mayor a 50 % que pasa el tamiz N°200 es grano fino y si es menor a 50% que pasa el tamiz N°200 es granos gruesos.

En granos gruesos sus símbolos siempre comenzaran con "G" O "S" y en granos finos sus símbolos son "M", "C", "O", "Pt" y también tenemos otros símbolos también empleados como "W", "P", "L" Y "H" mostrado en el ANEXO I.I.II.III.

Para aplicar este sistema y poder clasificar de manera correcta tenemos que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- % de grano grueso que retiene el tamiz N°4 y traspasa el tamiz de 76.2 mm.
- % de granos finos que retiene el tamiz N°200 y traspasa el tamiz N°4
- % de limos y arcillas que traspasa la malla N°200
- Factor de uniformidad (cu) y factor de curvatura (ct)
- Limite liquido de suelos que traspasa el tamiz N°40
- Índice de plasticidad de suelos que traspasa el tamiz N°40

### **Estabilización de suelos**

Según Fonseca et al. [21, p. 11 a la 16] En obra suele presentarse suelos inadecuados para la construcción de proyectos por su baja calidad, lo cual no garantiza la estabilidad y durabilidad. Para estos casos es recomendable la estabilización de la superficie.

Es el Proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos mejorar sus propiedades geotécnicas. Logrando aumentar su resistencia, durabilidad y mejorar su plasticidad, permeabilidad, densidad, etc

### **Métodos**

Según Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos: sección: suelos y pavimentos [22] en la sección suelos y pavimentos nos dice lo siguiente:

Hay una variedad de tipos de suelos, y cada tipo tiene una reacción diferente frente a los métodos. Por ello se tiene una variedad de métodos para estabilizar los suelos y de acuerdo a la necesidad depende el porcentaje o grado de estabilidad requerida. Lo tipos más empleados en carreteras son los siguientes:

-Métodos Físicos

La estabilización física consiste en incorporar material de préstamo para ser mezclado con el suelo natural. Con el objetivo de variar sus propiedades físicas, es decir mejorar la calidad de la superficie. Para dicha combinación se tiene que estudiar y analizar los resultados de los diferentes ensayos realizados, con el fin de evaluar sus propiedades de cada tipo de cada terreno que se quiere estabilizar.

Este tipo de estabilización no se recomienda para superficies o pavimentos de gran profundidad ya que es nada práctico.

#### -Métodos Mecánicos

Este método consiste en compactar los suelos disminuyendo considerablemente los vacíos entre sí. Este proceso aumenta la estabilidad del suelo ya que aumenta su capacidad portante, compresibilidad y esfuerzo.

#### -Métodos Químicos

Este tipo de estabilización se refiere a la modificación propiedades del terreno natural por efectos físico-químicos de superficie mediante la adición de cal, cemento, asfalto, cloruro de sodio, permeabilizantes entre otros. Este método tiene que aplicarse bajo las consideraciones de las especificaciones técnicas de cada agente estabilizador.

Según De Solminihaç et al. [23] estas adiciones químicas tienen el objetivo de otorgar mejores propiedades para tener un buen comportamiento en obra y garantizar su funcionamiento. Este método aplica principalmente a bases, subbases y terraplén para proveerle una estabilización garantizada a la vía.

Los componentes más utilizados como estabilizadores son los polímeros, la cal, el cemento, etc.

### **Propiedades de los suelos a estabilizar**

Hoy en día existen una variedad de procedimientos para cambiar y mejorar significativamente las características del suelo natural, pero como todo procedimiento este también lleva un riesgo de efectos contradictorios, un ejemplo de esto sería que dicho procedimiento mejore la estabilidad de la subrasante, pero deteriore a la carpeta asfáltica, etc. Para esto tenemos que estudiar a

profundidad las distintas características del terreno antes de ser estabilizado y prevenir las circunstancias desfavorables según Fonseca et al. [21, p. 16]

Es referido por Macro [22] que de un terreno inestable se prioriza estudiar las siguientes características para proceder a estabilizar: durabilidad, estabilidad, volumétrica, compresibilidad, capacidad portante, etc.

Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos.

- Un suelo apto para formar la capa de la subrasante es aquellos que tienen un CBR mayor a 6%, al tener un CBR menor a 6% es considerado suelo pobre el cual requiere mejorar sus propiedades mediante un tipo de estabilización.
- Se recomienda que en terrenos pobres el nivel debe estar a un 1.00m sobre la capa freática y 1.20m cuando la superficie es considerada inadecuada.
- De acuerdo al tipo de suelo que se tienen se selecciona el método de estabilización. Mayormente son los suelos con alto contenido de limos y arcillas o arenas limosas arcillosas mostrado en el ANEXO II.

Para encontrar el método más efectivo para un cierto el tipo de suelo se tiene en cuenta ciertos factores como el uso que se le dará (pavimento, edificación, obras hidráulicas, etc.), que material estabilizador se empleará y que referencias o experiencia se ha tenido con dicho componente, factibilidad del material estabilizador en obra y su costo.

Tenemos el siguiente cuadro donde nos ayudara a sintetizar los pasos para elegir el método ideal de estabilización, mostrado en el ANEXO III según el Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos: sección: suelos y pavimentos. [22]

Los siguientes cuadros mostrados a continuación son referenciales para elegir el estabilizador respecto a los distintos tipos de suelos según Fonseca et al. [21] mostrado en el ANEXO IV.I. II.

### **Ensayos para caracterizar los suelos**

Los ingenieros Fajardo y Vásquez clasifica los ensayos en dos tipos:

- E. BASICOS: Estos son identificados de manera única por sus características del terreo natural, en ello se encuentra los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límite líquido

Es el porcentaje de humedad que cambia su estado del suelo convirtiendo de líquido a plástico. El suelo con alta plasticidad su resistencia es mínima al esfuerzo cortante, Atterberg considera 25 gramos por centímetro cuadrado. (MTC E10,2014, p5).

- Límite plástico

- E. COMPLEMENTARIOS: Aquí encontramos sus propiedades que varían con respecto al terreno natural, entre esto tenemos el contenido de humedad y densidad natural. Los ensayos son los siguientes:

- Resistencia a la compresión
- Proctor modificado
- Ensayos de probetas
- Métodos de curado

### **Estabilización con cemento.**

El uso del cemento es empleado en la estabilización del terreno que requiere aumentar su capacidad portante del suelo, terrenos que están propensos a erosionar, etc.

Este método consiste en añadir cemento al suelo natural y mezclarlo agregando agua y en caso lo requiera también se le puede colocar aditivo. La proporción de cemento a incorporar se definirá con los ensayos realizados en el laboratorio. Estos ensayos se realizan con diferentes relaciones donde se mide su resistencia y durabilidad, las relaciones suelo/cemento más utilizadas en terrenos granulares son de 7% y 10% de volumen de cemento y en terrenos con alto contenido de arcillas un 12% a 16%. Muchas veces sale más económico sustituir el terreno superficial con grava o arenas, en suelos con alto contenido en arcillas, según Fernández- [24]

## **Estabilización con cal:**

Hay ciertos parámetros que debe cumplir la cal viva o hidratada para ser empleada en la estabilización de suelos, lo cual está establecido dentro de las especificaciones técnicas del MTC (vigente). Al incorporar cal al suelo genera una floculación consecuencia del intercambio iónico, luego le sigue una de sus reacciones lentas de tipo puzolánico, produciendo nuevos químicos.

Los componentes de la superficie natural al ser mezclados con cierta cantidad de cal y agua, crea un efecto considerable en la variación de sus características físicas y químicas. En superficies que tienen un índice de plasticidad menores a 15 logran aumentar su límite líquido y límite plástico, en superficies con un índice de plasticidad mayor a 15 esta combinación ayuda a menorarla, otra de sus cualidades es que ayuda a elevar su la humedad óptima y así obtener una buena compactación reduciendo los vacíos entre partículas mejorando. (MTC, 2014, p. 116).

Según Fonseca [21] En Colombia el instituto nacional de vías (INVIAS) es el encargado de regular, supervisar todo lo referente a obras de construcción y mantenimiento de carreteras. Esta organización también es quien se encarga de controlar que los materiales estabilizadores cumplan los parámetros establecidos en las normas de ensayo, como la INV E-601, INV E-602, INV E-603, INV E-604, INV E-605, INV E-606, INV E-607 Y INV E-608.

- CAL
- IMPACTO DEL HINCHAMIENTO VOLUMETRICO QUE GENERA LA CAL EN LOS SUELOS

En la construcción de carreteras este factor es importante que mantenga su volumen o hinchamiento para poder garantizar su periodo de servicio y tiempo de vida.

En las siguientes grafica visualizamos las tres curvas que reflejan la baja del hinchamiento volumétrico aplicando 3 ensayos de densidad con diferente esfuerzo unitario. [21, p. 142], mostrado en el ANEXO V.I.II.

En la siguiente imagen se grafica las diferentes propiedades del material y cuál es el impacto que genera la cal. De esto podemos rescatar que los suelos

naturalmente arcillosos para ser tratados con cal su humedad debe ser mayor a su humedad optima y a la humedad de secado. [21, p. 143], mostrado en el ANEXO VI.

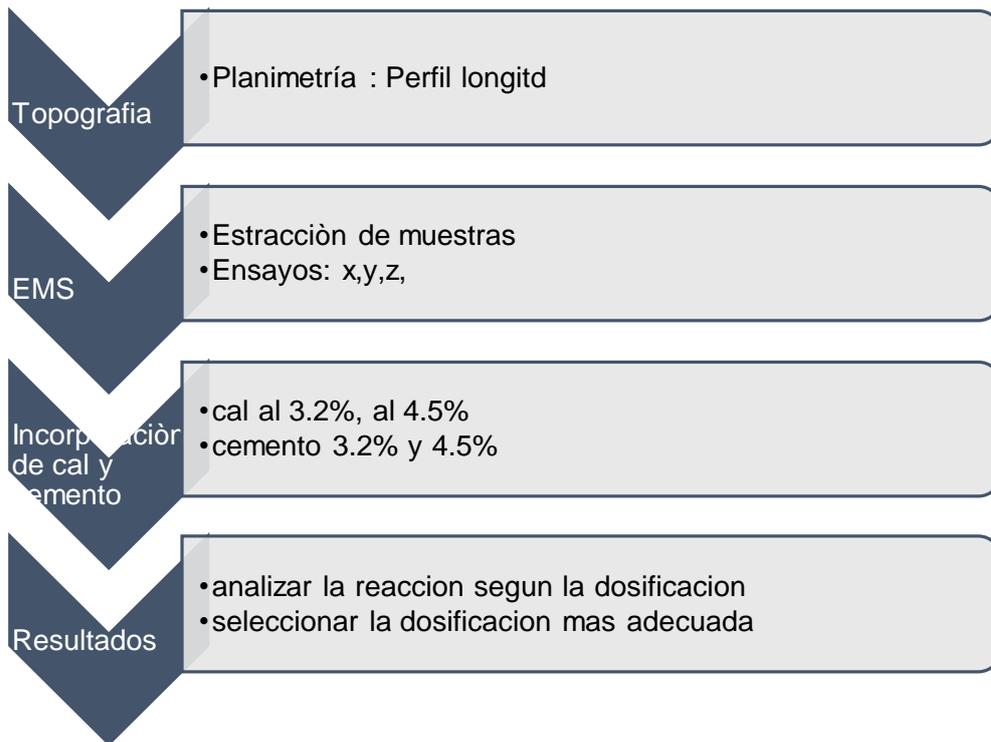
- CAL APROPIADA PARA PAVIMENTOS

Este tipo de cal debe cumplir con los parámetros establecidos que le permite reaccionar de una manera eficiente, de manera que la reacción pueda alterar sus propiedades químicas y físicas.

Al establecer la cal útil para pavimentos se puede proceder con los ensayos de cal/ suelo.

Para uso en carreteras depende de su pureza, estas deben estar por encima del 60%, lo recomendable es hacer una prueba para comprobar su pureza ante de ser utilizada de esta manera estaremos completamente seguro de la calidad de la cal. También se recomienda hacer una prueba al suelo para tener sus características y predecir la reacción química que se generaría. [21, p. 148]

## II. MATERIALES Y MÉTODO



**Figura I**

*Proceso de estudio*

Nota: Procedimiento ordenado de la investigación

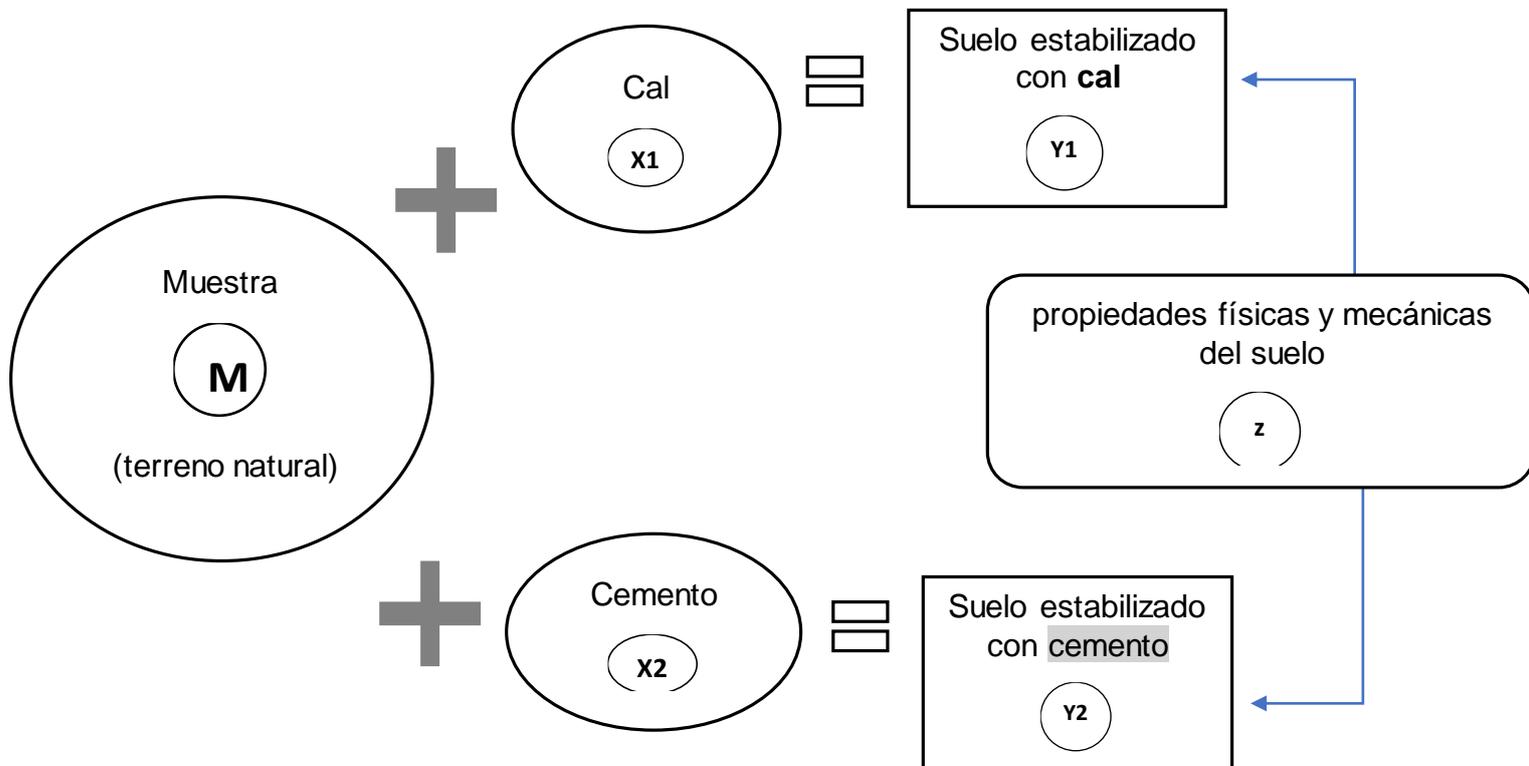
### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

El tipo de investigación concerniente al estudio desarrollado en esta investigación fue aplicada, puesto las actividades realizadas fueron generadas de forma original, con la cual se obtuvo nuevos conocimientos mediante la adición de una muestra base con componentes y dosificaciones diferentes, trabajándola de manera práctica con fines determinantes, puesto basándonos en lo mencionado por Lozada [25], donde describe al tipo de investigación aplicada como la que se ocupa del proceso de enlace entre la teoría y el producto, y es así que muestra aplicación directa, en este caso al sector de producción.

## Diseño

Este proyecto de investigación según la manipulación de variables es de tipo experimental, puesto q las variables fueron dosificadas para encontrar un fin que es la estabilización de forma transversal, pues fue medida una vez con carácter prospectivo según el ángulo de visión de recolección de datos siendo obtenidos obedeciendo a los objetivos propuestos. Así mismo es de corte analítico por que el número de variables es mayor a uno.



**M**=muestra de estudio= suelo de trocha= **suelos arcillosos limosos**

**X**=Variable independiente: **Incorporación de cal y cemento**

**X1**=cal      **X2**=cemento

**Y**= Variable dependiente: **Estabilización de suelos cohesivos**

**Y1**=suelo estabilizado con cal      **Y2**= suelo estabilizado con cemento

**Z**= Propiedades mecánicas

**Figura II**

Esquema de diseño

Nota: Detalle del procedimiento de la investigación

## 2.2. Variables, Operacionalización

Variable dependiente:

- Evaluación, incorporando cal y cemento

Variable independiente:

- Estabilizar subrasante con suelos con alto contenido de limos y arcillas.

**Tabla I**

Variable independiente de la investigación.

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos	
Incorporación de cal y cemento	Características mecánicas del suelo estabilizado	Proctor	Observación	Equipos de laboratorio	
			Revisión documentaria		
	CBR		Observación	Equipos de laboratorio	
			Revisión documentaria		
	Dosificación cal y cemento		A%	Observación	Equipos de laboratorio
				Revisión documentaria	
			B%	Observación	Equipos de laboratorio
				Revisión documentaria	
Ideal		D%	Observación	Equipos de laboratorio	
			Revisión documentaria		

Nota: Ensayos sobre los estabilizadores son el Proctor y CBR

**Tabla II**

Variable dependiente de la investigación

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos
	Características topográficas	Altimetría	Observación	Equipos
			Revisión documentaria	topográficos
		Planimetría	Observación	Equipos
			Revisión documentaria	topográficos
Estabilización de suelos cohesivos	Características geotécnicas	Granulometría	Observación	Equipos de laboratorio
			Revisión documentaria	
		Límites de Atterberg	Observación	Equipos de laboratorio
			Revisión documentaria	
	Propiedades mecánicas	Peso específico	Observación	Equipos de laboratorio
			Revisión documentaria	
		Clasificación de suelos AASTHO	Observación	Equipos de laboratorio
			Revisión documentaria	

Nota: Las muestras del suelo fueron extraídas de 6 calicatas.

### 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.

#### Población

En este proyecto de investigación estamos tomando como población todas las trochas carrozables que conforman la carretera la Ramada - Cutervo.

**Tabla III**

Tramos de carretera de Cutervo La Ramada.

TRAMO	KM
Ramada – La Shita	3.5
La Shita – Marcopampa	5
Marcopampa – Sipian	2.5
Sipian – Chacrerias	4
Ramada – La Conga	4.5
La Conga – Cardon	3.5
Ramada - Yushcapampa	4
Yushcapampa – Valle Grande	2.5
Las Iglesias – Suro Chico	4.5
Suro Chico – Las Palmas	3
La Ramada – Los Puentes	5
Los Puentes - Chacrerias	4.5

Nota: Tramos correspondientes al radio de estudio de la investigación.

### **Muestra.**

En esta investigación como muestra se tomó el tramo Ramada – La Conga de 3 km, dicho tramo conforma la subrasante de la carretera en el distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).

### **Muestreo**

#### **Criterio de selección de muestra.**

- ✓ La trocha en estudio presenta suelos altamente cohesivos.
- ✓ Esta trocha viene a ser de alta influencia en el sector económico.
- ✓ Se trata de mejorar las características mecánicas del suelo para mejorar la transitividad de vehículos y Fomentar las diversas actividades económicas
- ✓ Selección de la muestra aleatoria

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos Para la recolección de datos de este proyecto de investigación se realizará mediante el contacto directo con la muestra, observando la apariencia y reacción para proceder a recoger los datos e información, la cual quedará registrada para ser estudiada.

Este proyecto está basado en estudios anteriores como artículos científicos, libros, tesis de grado o maestría, manuales, etc. Concerniente a la estabilización de suelos con materiales estabilizadores como cal y cemento.

### Instrumentos de recolección de datos

**Tabla IV**

Instrumentos para realizar la investigación.

Instrumentos	Actividad
Equipo topográfico	Reconocimiento del terreno.
Palas, barretas wincha, tubos, vela y cuaderno.	Sacar muestras.
Equipos de laboratorio de mecánica de suelos	Hacer los ensayos de EMS.
Formatos normalizados, lapiceros.	Registro de resultados de los EMS.
Laptop e impresora	Procesar datos, imprimir formatos de los ensayos

Nota: El análisis favorece al desarrollo de la investigación

### Validez y confiabilidad

Está presente investigación tuvo como pilar seguir un esquema ordenado por etapas para alcanzar de forma precisa las metas definidas en el primer capítulo, obteniendo un resultado de carácter científico, por lo singular de su estudio se aprecia la autenticidad de su desarrollo y su originalidad

Es así que la investigación busco lograr la estabilidad de los tramos en estudio con la adición de cal y cemento al 3.2 y 4 %. Ello se realizó tras una serie

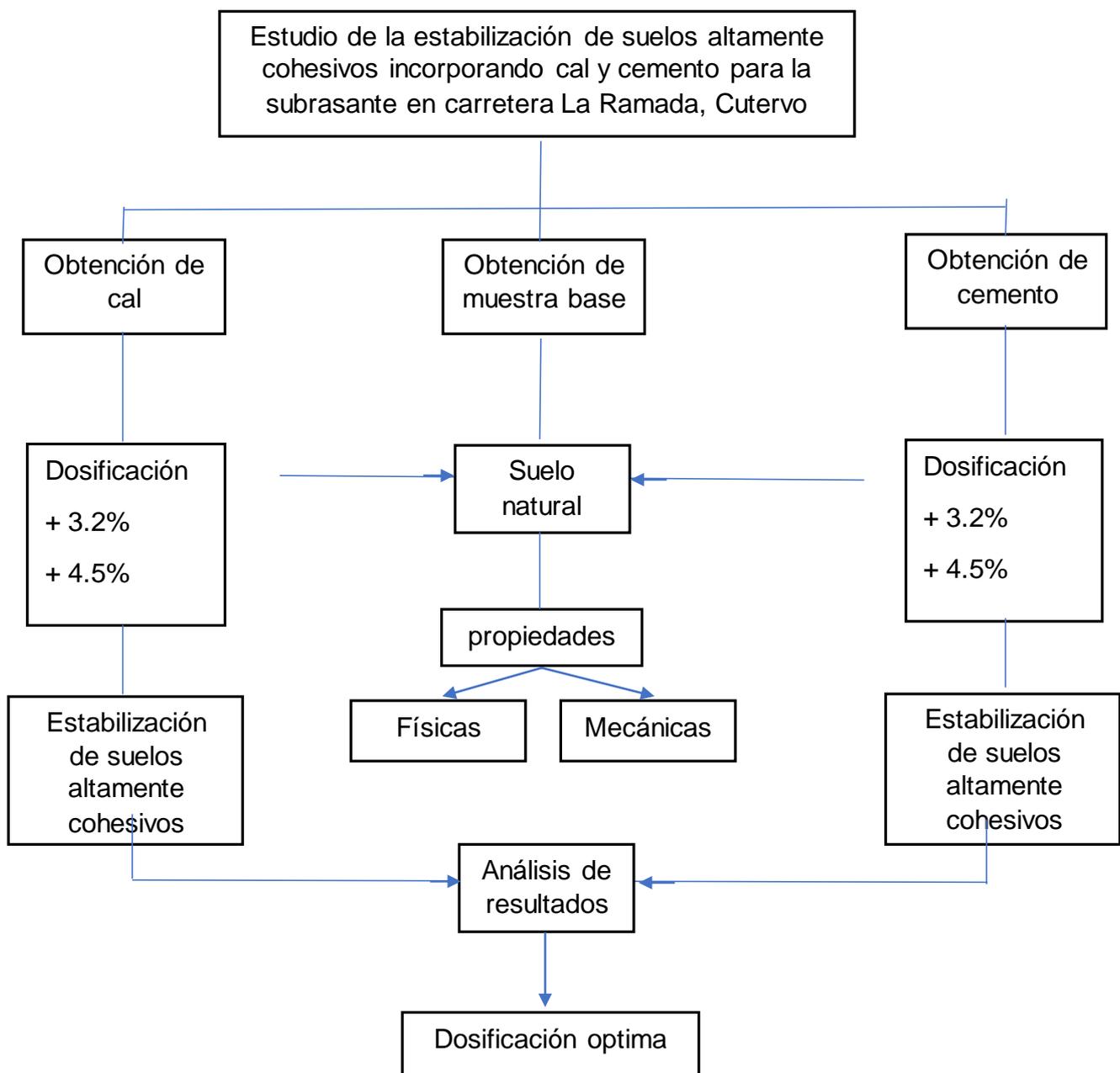
de ensayos ya descritos, los cuales presentan sustento normativo, con ello los resultados evidencian objetividad de indagación.

Las investigaciones realizadas de diversos autores, fueron necesarias para el avance de este estudio, sosteniéndose en las normativas existentes se puede afirmar que los resultados obtenidos presentan confiabilidad y competencia.

## 2.5. Procedimiento de análisis de datos

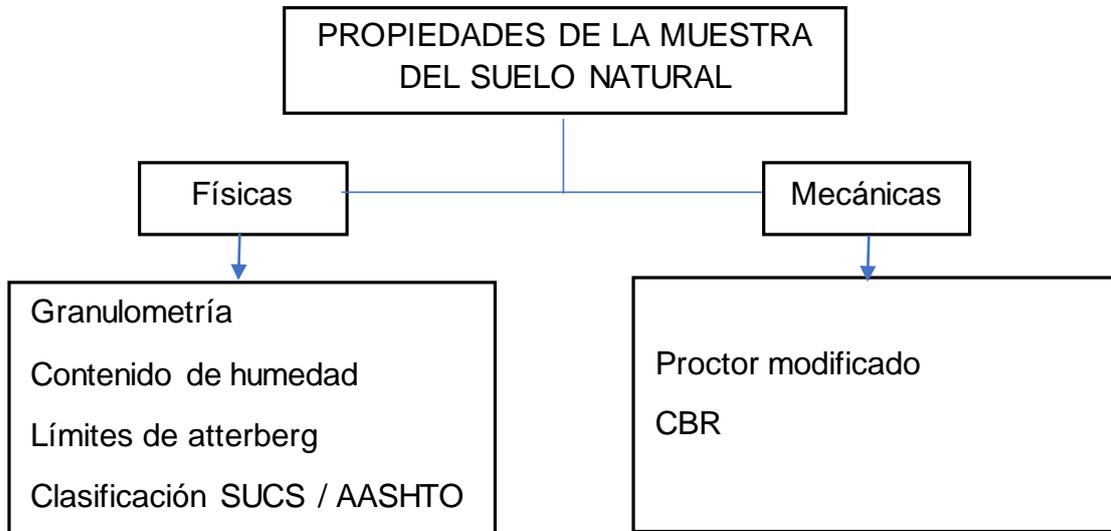
### 2.5.1. Diagrama de Flujo de procesos

En la fig. III al V, se presentan las etapas de tratamiento de datos, con ello permitió relevar los resultados pretendidos en el estudio.



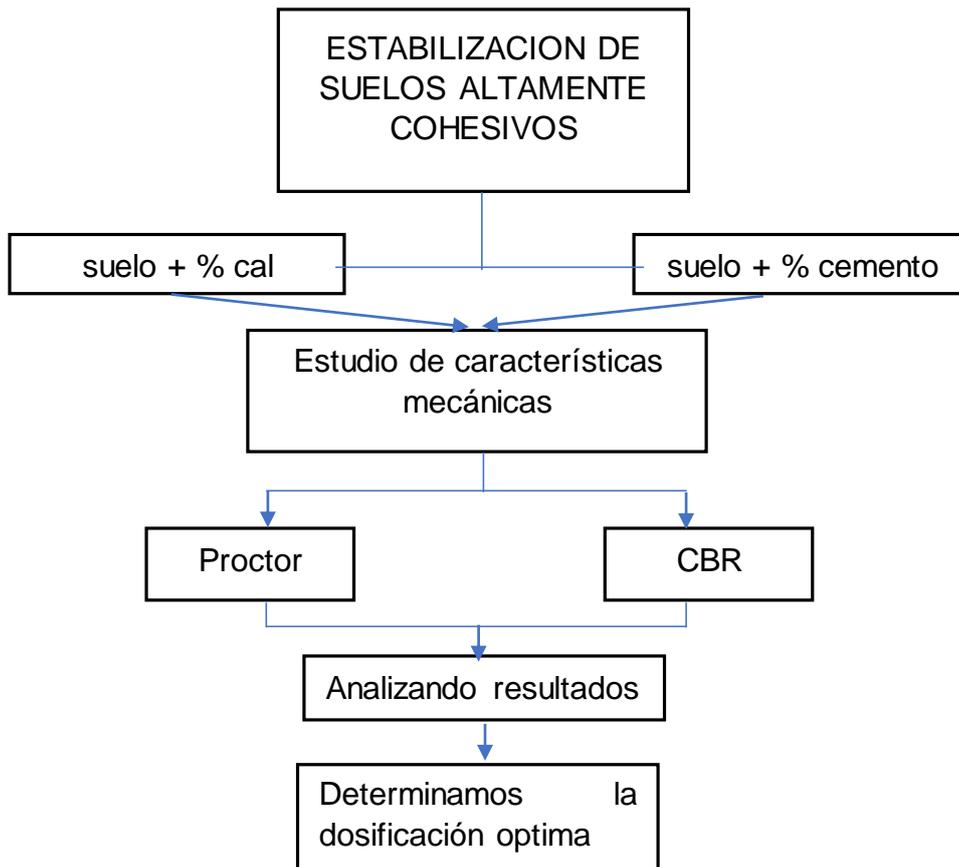
**Figura III**

Diagrama de flujo del proceso de la investigación



**Figura IV**

Propiedades de la muestra del suelo natural



**Figura V**

## Estabilización de suelos altamente cohesivos

### 2.5.2. Descripción del proceso

#### Ubicación De La Zona De Estudio

La siguiente investigación aborda el tramo x-y de la carretera denominada Cutervo la Ramada, que pertenece al distrito de la Ramada, Provincia de Cutervo Departamento de Cajamarca (Perú), en esta ubicación se extrajo muestras del suelo, en estado natural mediante calicata de 1.50 metros de profundidad, considerando una calicata cada 500m; para conservar su estado de las muestras inalteradas se procedió a colocar la muestra en bolsas herméticas y así evitar alteraciones de sus características. Que se muestra en la figura VI.



**Figura VI**

Ubicación de las muestras extraídas

#### **Determinamos Las Propiedades Mecánicas Del Suelo**

En esta investigación se analizó sus características físicas y mecánicas del suelo en estado natural, tanto como suelo + % cal y suelo + % de cemento. Como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla V**

Porcentajes a usar de estabilizantes naturales en la muestra

Aditivo	% de estabilizantes naturales	composición de masa
-----	-----	terreno natural
CAL	3.2	terreno natural + 3.2 CAL
	4.5	terreno natural + 4.5 CAL
CEMENTO	3.2	terreno natural + 3.2 CEMENTO
	4.5	terreno natural + 4.5 CEMENTO

**Ensayo para determinar sus Propiedades físicas.**



**Figura VII**

Muestras obtenidas / calicatas

**Contenido De Humedad**

Este ensayo se caracteriza por obtener la cantidad de agua contenida en el suelo natural, y se rige de acuerdo con la NTP 339 127.

Herramienta y equipos

- Horno de secado
- Balanza con precisión de 0.1gr.
- Taras

## Procedimiento

- Obtenemos las muestras del suelo natural mediante 12 estratos, dos por cada calicata.
- Pesamos las taras en gramos
- Pesamos taras + muestra húmeda, con esto obtenemos peso de la muestra húmeda. (repetimos este proceso para los 12 estratos).
- Procedemos a colocar al horno por 24hrs. A 110°C de temperatura. Y con esto obtenemos peso de la muestra seca (NTP 339.127,2014).



**Figura VIII**

Muestras al horno a 110 C

## Granulometría

Este ensayo tiene como objetivo determinar la gradación descendente, según lo indica la NTP 339.128.

### Herramienta y equipos

- Tamices
- Horno
- Balanza precisión 0.01gr
- Brocha

## Procedimiento

- Iniciamos con el cuarteo y nos quedamos con la muestra, esta lo llevamos al horno por 24hrs a una temperatura de 110°C.
- Retiramos la muestra del horno y con ayuda del tamiz N°200 lavamos los estratos para después ser colocado nuevamente al horno. Finalmente, se efectúa el tamizado correspondiente, tal cual indica la NTP 339.128



**Figura IX**

Lavado de estratos / malla N 200

## Límites De Consistencia

Para este ensayo se tomó como muestra al suelo natural que pasa la malla N°40, el cual se usara para el análisis correspondiente, tal cual indica la NTP 339.129.



**Figura X**

Presentación del suelo natural que pasa la malla N 40

Herramienta y equipos

- Instrumento Casagrande
- Horno
- Acanaladores
- Tamiz N°40
- Balanza precisión 0.01gr
- Capsula
- Espátula
- Agua destilada
- Etc.

Procedimiento

Limite liquido:

- Colocamos una parte de muestra al instrumento casa grande, para que esta sea esparcida de manera uniforme en sentido horizontal.
- Procedemos hacer una ranura con ayuda del acanalador y así dividimos la muestra de la copa. Luego golpeamos hasta logra separar la muestra con una longitud de 13mm en la base de la ranura.

- Finalmente contabilizamos el registro de golpes entre 4 y 40. Lo recomendable es que se encuentren entre 15 a 20, 20 a 25 y 35 respectivamente. Considerando 25 golpes el principal para el análisis de resultados, pasando esto colocamos la muestra en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110°.

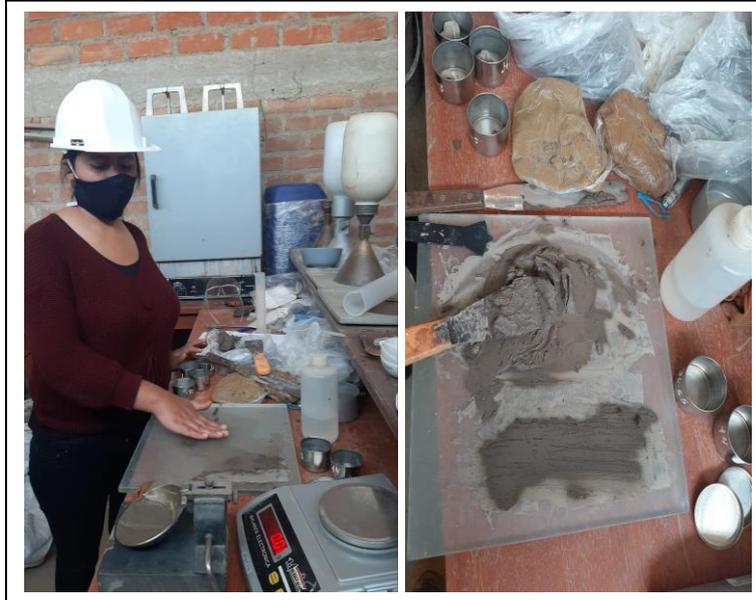


**Figura XI**

Muestra colocada en el instrumento casa grande

Limite plástico:

- Para esto moldeamos la muestra con ayuda de los dedos en forma elipsoide y luego rodamos con los dedos encima de una superficie plana sin antes llegar al cilindro de unos 3.2mm.



**Figura XII**  
Moldeado de la muestra con trabajo de los dedos

### **Ensayo del suelo para determinar sus Propiedades mecánicas.**

#### **Proctor Modificado**

El objetivo de este ensayo es encontrar el porcentaje de agua y peso unitario seco. Tal como indica la NTP339.141.

#### Herramienta y equipos

- Balanza con precisión de 0.01gr.
- Horno
- Regla
- Molde
- Pistón de 4.55kg

#### Procedimiento

- Iniciamos con la saturación de los especímenes representativos considerando cuatro valores porcentuales no iguales de agua.
- Se consideró 56 golpes por capa, siendo 5 capas para finalmente obtener una relación de peso unitario seco y el % de contenido de agua del terreno natural.

## **CBR**

Ensayo nos permite conocer y evaluar su capacidad portante del suelo, para ello aplicamos la NTP 339.145

### Herramienta y equipos

- Pistón
- Molde
- Deformímetro
- Máquina de caga
- Balanza
- Papel filtro
- Etc.

### Procedimiento

- Iniciamos organizando las muestras según su óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca y la calibración de los moldes.
- Pasamos a compactar el suelo a 56,25 y 12 golpes, considerando 5 capas por molde.
- Finalmente colocamos bajo el agua para poder medir su expansión en un lapso de tiempo de 96 horas. Pasado esto se procede a realizar el ensayo de penetración estándar. Todo este procedimiento se realizó para el terreno natural y terreno natural más la adición de cal y cemento, mencionado anteriormente en el ensayo de Proctor.



**Figura XIII**

Compactación de la muestra a 56, 25 y 12 golpes

## **2.6. Criterios éticos**

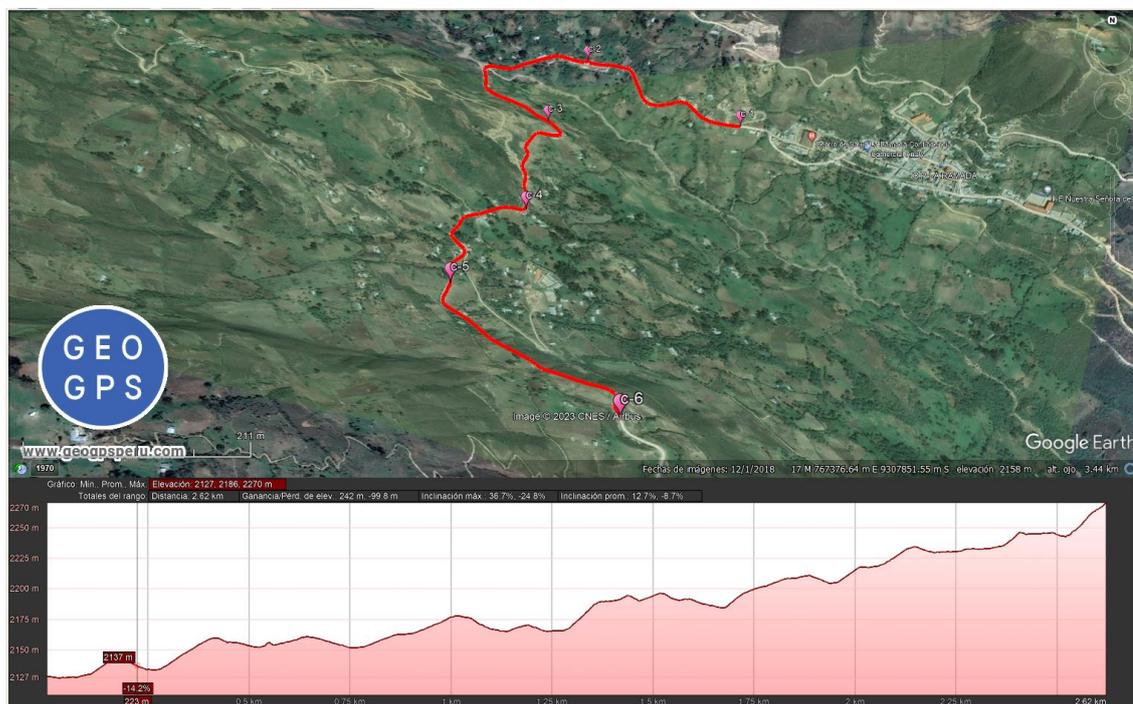
Este estudio ha sido elaborado a través de una investigación exhaustiva, respetando la propiedad intelectual, con el compromiso de aportar con la sociedad brindando los resultados obtenidos en este estudio.

Todas las fases de la actividad científica se han conducido en base a los principios generales y principios específicos establecido en los Art. 5 y Art. 6 en el Código de Ética en Investigación de la USS S.A.C.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Resultados

Referente a elaborar planimetría y altimetría para la ubicación de calicatas en la carretera del distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).



Plano de ubicación en GOOGLE EARTH y Perfil longitudinal.

**Tabla VI**

Coordenadas UTM de las 06 calicatas.

Descripción	Coordenadas (UTM)	Altitud (m.s.n.m)
C-01	9308359.674N - 767791.0506E	2131
C-02	9308656.159N - 767411.3623E	2157
C-03	9308323.169N - 767308.3419E	2169
C -04	9307934.875N- 767268.422E	2186
C-05	9307648.423N - 767137.3222E	2223
C—06	9307275.617N - 765596.3775E	2273

**Interpretación:** después de haber realizado visita a campo se procedió a realizar el trazo y extraer las coordenadas del GOOGLE EARTH, en los puntos donde se realizó la extracción de las muestras. Tal cual muestra la fig. tabla N° V.

**Referente los aspectos geotécnicos del suelo de la subrasante de la carretera en el distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).**

**Tabla VII**

Propiedades geotécnicas

N° MUESTRA	ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN	
	Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice plástico (IP)		
1	58.01%	29.97%	28.04%	MH Limo arcilloso de alta plasticidad	A-7-6(14) MALO
2	51.07%	29.97%	21.10%	MH Limo arenoso de alta plasticidad	A-7-5(12) MALO
3	51.72%	29.11%	22.61%	MH Limo arenoso de alta plasticidad	A-7-5(10) MALO
4	49.21%	29.09%	20.12%	MH Limo arenoso de alta plasticidad	A-7-5(12) MALO
5	49.97%	30.79%	19.18%	MH Limo arenoso de alta plasticidad	A-7-5(13) MALO
6	56.17%	35.16%	21.01%	MH Limo arenoso de alta plasticidad	A-7-5(11) MALO

*Nota: muestras según clasificación del tipo de suelo para el ensayo de límites*

**Interpretación:** Las características señaladas en la tabla anterior viene clasificada de acuerdo al sistema AASHTO y SUCS habiéndose desarrollado los ensayos mediante la manipulación de 6 muestras para obtener sus propiedades geotécnicas, estas han sido extraídas a 1.5 m de profundidad del suelo, llegándose a determinar la granulometría, sintetizada en su curva granulométrica, a la vez se muestra los límites de consistencia, siendo estos los mencionados en la tabla, con los que se determinó su clasificación la cual arrojo según SUCS que las 6 muestras son (MH) limo arenoso de alta plasticidad, luego según AASHTO SERIA A-7-6(14) para la muestra número 1 y de la muestra 2 a la 6 serían A-7-5 con diferentes índice de grupo.

**Sobre el suelo cohesivo incorporando cal (3.2%, 4.5%) y cemento (3.2%, 4.5%) de la subrasante de la carretera en el distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).**

**Tabla VIII**

Propiedades mecánicas

RESUMEN PROCTOR		
Muestra	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (Ps)
<b>C1 - C3 – N</b>	16.68	1.691
C1 - C3 – 3.2% CA	16.65	1.693
C1 - C3 – 4.5% CA	16.69	1.696
C1 - C3 – 3.2% CE	16.61	1.696
C1 - C3 – 4.5% CE	17.00	1.697
<b>C4 - C6 – N</b>	30.05	1.402
C4 - C6 – 3.2% CA	30.05	1.402
C4 - C6 – 4.5% CA	30.05	1.402
C4 - C6 – 3.2% CE	30.05	1.402
C4 - C6 – 4.5% CE	30.05	1.402

*Nota: contenido y densidad para ensayo de Proctor*

**Tabla IX**

Índice CBR vs Densidad seca

MUESTRA	CBR vs DENSIDAD SECA					
	CBR (%)			DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )		
	1	2	3	1	2	3
C1 - C3 – N	4.90	3.60	1.60	1.691	1.607	1.522
C4 - C6 – N	6.40	5.90	4.50	1.407	1.344	1.264
C1 - C3 – 3.2% CA	26.80	22.20	10.0	1.693	1.609	1.524
C1 - C3 – 4.5% CA	42.70	32.80	14.80	1.696	1.611	1.526
C4 - C6 – 3.2% CA	19.20	16.70	13.00	1.408	1.338	1.276
C4 - C6 – 4.5% CA	34.90	25.20	17.70	1.419	1.355	1.277
C1 - C3 – 3.2% CE	48.20	32.80	14.80	1.696	1.612	1.527
C1 - C3 – 4.5% CE	75.10	58.10	26.10	1.697	1.612	1.527
C4 - C6 – 3.2% CE	30.90	24.00	20.40	1.410	1.335	1.266
C4 - C6 – 4.5% CE	81.50	63.00	46.30	1.424	1.365	1.264

*Nota: muestras para CBR y densidad seca*

**Tabla X**

Índice CBR para 0.1" y 0.2" de penetración

MUESTRA	RESUMEN CBR					
	0.1"			0.2"		
	1	2	3	1	2	3
C1 - C3 – N	4.90	3.60	1.60	5.90	4.40	2.00
C4 - C6 – N	6.40	5.90	4.50	7.60	7.10	5.40
C1 - C3 – 3.2% CA	26.80	22.20	10.00	32.50	27.00	12.20
C1 - C3 – 4.5% CA	42.70	32.80	14.80	51.70	40.00	18.00
C4 - C6 – 3.2% CA	19.20	16.70	13.00	21.70	18.90	14.70
C4 - C6 – 4.5% CA	34.90	25.20	17.70	39.30	28.60	20.00
C1 - C3 – 3.2% CE	48.20	32.80	14.80	58.30	40.00	18.00
C1 - C3 – 4.5% CE	75.10	58.10	26.10	91.00	70.70	31.80
C4 - C6 – 3.2% CE	30.90	24.00	20.40	35.50	27.60	22.80
C4 - C6 – 4.5% CE	81.50	63.00	46.30	93.60	72.40	53.20

*Nota: muestras según las penetraciones*

**Interpretación:** al evaluar el segundo objetivo se pudo evidenciar en la tabla. Los óptimos contenidos de humedad por cada una de las 6 calicatas, para las calicatas: c1 – c3 de 16.68% y su densidad máxima seca de 1.69, estos valores se repiten para cuando se agrega el 3.2 y 4.5 de cal y cemento. A continuación, siguen las calicatas C-4 a la C-6 con un contenido de humedad de 30.05 y por ultimo una densidad máxima seca de 1.402. estas serían para las que se les adiciono un 3.2% y 4.5% de cemento. Las cuales se observa detalladamente en la tabla IX.

**Sobre proponer la dosificación ideal de cal y cemento para estabilizar el suelo cohesivo de la subrasante de la carretera en el distrito la Ramada Provincia de Cutervo – Cajamarca – Perú (0+00-3+000 Km).**

**Tabla XI**

Índice CBR de diseño

<b>MUESTRA</b>	<b>CBR a la penetración (pulg)</b>	<b>MDS (%)</b>	<b>CBR (%)</b>
<b>C1 - C3 – N</b>	0.1"	95	3.6
C1 - C3 – 3.2% CA	0.1"	95	22.2
C1 - C3 – 4.5% CA	0.2"	95	33.1
C1 - C3 – 3.2% CE	0.1"	95	32.4
C1 - C3 – 4.5% CE	0.1"	95	58.1
<b>C4 - C6 – N</b>	0.1"	95	5.7
C4 - C6 – 3.2% CA	0.1"	95	16.4
C4 - C6 – 4.5% CA	0.1"	95	23.0
C4 - C6 – 3.2% CE	0.1"	95	23.8
C4 - C6 – 4.5% CE	0.1"	95	58.8

*Nota: muestras para CBR, MDS y el primero a la penetración*

**Interpretación:**

Para el espécimen representativo de la C1- C3 es de 3.2% de cal y para el espécimen C4 – C6 es de 4.5% de cal, considerando como referencial los precios del mercado, de acuerdo a su dosificación para estabilización del suelo.

### 3.2. Discusión

Obtenidos los resultados sobre las coordenadas UTM y perfil longitudinal del trazo en Google Earth para la ubicación de nuestras calicatas según la dg-2018 realizamos 6 calicatas por tratarse de una carretera de tercera clase donde se pudo apreciar un carril en la superficie de rodadura, revisando la investigación de Gongora, C. (2019), en las conclusiones apreciamos las coordenadas UTM de las calicatas entre otras vistas en perfil y planta de la carretera ubicada en Chilia – Pataz – La Libertad con los que se mejora significativamente la explicación contextualización del lector sobre la ubicación en la carretera en la que se realizó el estudio.

Los límites de consistencia o Atterberg según el análisis del suelo sobre el que se aplicó el estudio, generó un valor sobre el 49% para lo que respecta al ensayo de límite líquido y se enmarcó entre un rango de 29 a 35.16% en el ensayo de límites plásticos, en este sentido se entiende que estamos ante un suelo de alta plasticidad, entre otras palabras muy susceptible a incrementar su volumen ante la presencia del agua que denota un fácil quiebre de su resistencia ante una determinada fuerza cortante, esto en relación a su índice de plasticidad que toma valores desde 19 a 28.04%, añadiendo a lo descrito se corrobora con la clasificación del suelo mediante el método SUCS que todas las muestras pertenecerían a un limo arenoso de alta plasticidad (MH) o según la comprobación con el método AHTO que muestra un suelo a-7-6 de grupo (14) para la primera muestra y para las otras un a-7-5 con grupos variables entre sí, todas señaladas como malas. Si leemos la investigación de Solimihac et al[11] tenemos que el autor trabajó sobre un suelo de arcillas, para lo cual superó el 30% del índice de plasticidad, una cifra mayor al valor de nuestras muestras de suelo, en tanto también opta por la estabilización, por ello se sostiene que el cemento y cal funcionan como estabilizadores porque pueden permitir secar el agua que ingresa y mejorar sus características, como trabajabilidad y disminuir cambios en su volumen en consecuencia por sus efectos químicos.

En tanto las calicatas en estudio desde la 1 a 3, respecto a los resultados mostrados por los ensayos de Proctor, tenemos un contenido de humedad de 16.68% y una densidad seca de 1.691 resaltando sus propiedades mecánicas, a la vez tenemos el valor de 30.05% como contenido de humedad de las

calicatas 4 al 6, no produciéndose variaciones de acuerdo a la añadidura de cemento y cal. Así también en la aplicación del ensayo CBR se logró incrementos en la resistencia al cortante, de las adiciones agregadas, la que logro mejor comportamiento fue el cemento al 3.2, como al 4.5% respectivamente, en relación al estudio de Villacorta y Moreno et al [16] que se realizó en el poblado de Salamanca en la Provincia de Ascope con valores altos de arcilla y limo estabilizando este suelo con cal al 4% mejorando sus características físicas donde se aplicó el ensayo de CBR y se obtuvo una densidad seca máxima de 28.67, siendo también un caso donde las propiedades del suelo se vieron mejoradas

Respecto a la dosificación optima de los estabilizantes de cemento y cal sobre el suelo en estudio de acuerdo a la tabla de CBR se observó que añadiendo 4.2% de cal se elevó a un 64.30% en relación a las calicatas C1 – C3, en tanto en las otras muestras llego a 34.90% de incremento en las calicatas C4 – C6, consecuentemente describiendo el seguimiento a la añadidura con el estabilizante cemento se mostró que llego a 75.10 y 81.50% respectivamente en el mismo orden delas muestras de las calicatas antes señaladas C1 – C3 y C4 – C6, orientándonos a compararlo con la investigación de Villacorta y Moreno [16] llego a la conclusión con los resultados del CBR q al añadir 4% de estabilizante de cloruro de calcio sobre el terreno en estudio ( arcillas y limos), un índice}e de CBR de 244%, de tal manera que las propiedades del suelo se mejoraron, con ello se concuerda que el uso de estabilizantes proporciona mejora en propiedades de los suelos denominados malos o de clasificación baja.

Resaltando el desarrollo de este estudio con los ensayos de laboratorio realizados se logró observar que la resistencia con la que contaba inicialmente el suelo al que se aplicó el estabilizante de cemento son superiores a los cuales se aplicó el estabilizador de cal. Prestando atención también que las condiciones de desarrollo de la aplicación de los estabilizadores son consideraciones a tomar en cuenta, puesto que al trabajar en el laboratorio, la realización del curado y la mezcla, llegando a lograr resistencias más altas q las de desarrollarse en campo, destacando su apreciación también en el ensayo de CBR donde los suelos estabilizados tienen valores superiores antes de que estos sean tratados o en estado natural. Aspectos también a apreciar son la relación que guarda el cambio

de CBR con el espesor del pavimento, siendo mayor el CBR, respecto a un menor grosor de pavimento y de manera opuesta de sucederlo contrario, es por ello que de acuerdo a los resultados de los ensayos de CBR, a mayor la añadidura de estabilizantes mayor es el valor de este, ya sea con cemento o cal, por lo que disponemos de mencionar que mayor proporción de estabilizador tendera a disminuir el grosor del pavimento.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

- Se determinó el tramo correspondiente a la extracción de muestras de las 6 calicatas, generando la distancia total y parcial señalada en km, con sus respectivas coordenadas en UTM y el perfil según las altitudes en cada punto del tramo desde una elevación de 2127 hasta 2270 m.s.n.m respectivamente iniciando en la C – 1 hasta la C - 6, obteniendo de tal manera la altimetría y planimetría de este estudio y por otro lado sirve para apreciar de forma más amplia las características antes mencionadas.
- Se precisó 6 calicatas para la realización del muestreo del suelo, basándose en las características geotécnicas de un tramo de 3.000 km, a las cuales se realizó los ensayos de índice de plasticidad, limite líquido y plástico, a la vez de clasifico los suelos de muestra según el SUCS, lo cual preciso ser de limo arenoso de alta plasticidad (MH) o perteneciente al grupo A-7-6 (suelo malo) según la clasificación AASHTO
- Se estableció gracias al ensayo del CBR que el cemento y cal ofrecen reforzar las propiedades del suelo estudiado, en los dos estratos de la calicata C3 el incremento es sustancial, pues de un 4.70% alcanza un valor de 64.30%, en las calicatas C1 – C3 con la añadidura de 4.5%, ocurriendo una similitud en las calicatas C4 – C6 que desde un valor de 6.40 llega a 34.90%, en tanto la adhesión con el cemento arroja porcentajes para la calicata C1 – C3 y C4 – C6 de 93.90 y 81.5 % respectivamente.
- Se precisó gracias a la aplicación del ensayo CBR que la cal al adherirse al 3.2 y 4.5 % a este tipo de suelo (dos estratos), tiene un buen comportamiento

como estabilizante ya que presenta elevada cantidad de arcillas en su interior, lo que genera la formación de alúmina y silicatos de calcio.

- El total de cal a adherirle a un suelo no es fijo, esto debido a las características propias de cada suelo, este último sujeto a los ensayos previos en laboratorio, con ello se puede precisar la dosificación correspondiente para que el estabilizador realice su reacción de tratamiento.

#### **4.2. Recomendaciones**

- En investigaciones futuras se debe analizar diferentes proporciones de cementantes naturales, para los diferentes tipos de suelos considerando mayor kilometraje de trochas vecinas con esto resaltar el tipo de terreno predominante.

- Efectuar el estudio en distintos estados climáticos y a su vez analizar su efecto en el terreno estabilizado. Otra sugerencia sería evaluar el efecto del tiempo que dura entre la mezcla y la compactación de sus características de su capacidad e hinchazón de los suelos.

- Se sugiere estudiar este terreno incorporando más porcentaje de cal y cemento, para diferentes tipos de suelo, así poder determinar una óptima dosificación para su estabilización.

- Se indica que lo recomendable para la estabilización de la subrasante de esta trocha es incorporar cal al 3.2% en el tramo 0+000 km hasta el 1 + 300km y cemento al 4.2% en el tramo restante, ya que mediante los ensayos realizados en el laboratorio se obtuvo un resultado ideal con estos porcentajes.

- Se recomienda para el desarrollo de obras, como es el caso de infraestructuras viales, sean las instituciones públicas quienes mejoren los trabajos con las empresas privadas, incidiendo en las garantías de los contratos de concesión, con la finalidad mejorar los tiempos en todo el proceso, es importante que la información aportada en este estudio, así como afines lleguen a sectores distantes, teniendo como objetivo elevar la resistencia del suelo (mejorarlo), y en consecuencia mejorar los resultados de la ejecución de las determinadas obras.

## Referencias

- [1] M. Z. Faridi, «Desarrollo de carreteras y alivio de la pobreza: el Estudio de caso del sur de Punjab,» *Pakistán Revista de Ciencias Sociales*, vol. 37, nº 1, pp. 255 - 272, 2017.
- [2] 1. J. C. N. y 2. P. Mashau, «El desarrollo de la red de caminos rurales para medios de vida sostenibles en el sur. Municipios locales africanos.,» *Género y comportamiento*, 2019.
- [3] J. J. y P. K. Pandian, «Residuos industriales como aditivos auxiliares para la estabilización de suelos con cemento / cal,» *Hindawi Publishing Corporation avanza en ingeniería civil*, vol. 2016, p. 17, 10 Enero 2016.
- [4] B. Andreas y V. Christos, «Beurteilung des Abriebwiderstands verbesserter,» p. 6, 2019.
- [5] J. Alarcón, M. Jiménez y R. Benítez, «Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso,» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 35, nº 1, pp. 1-20, 2020.
- [6] G. Ayala, A. Rosadio y G. Durán, «Study of the effect of the addition of ash from artisan brick kilns in the stabilization of clay soils for pavements,» *Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities*„, pp. 1-6, 26 julio 2019.
- [7] J. Fazal, Y. Xu, B. Jamhiri y M. Shazim All, «Sobre las tendencias recientes en la estabilización expansiva del suelo utilizando materiales estabilizadores a base de calcio (CSM): una revisión exhaustiva,» *Hindawi*, vol. 2020, 12 Diciembre 2019.
- [8] A. d. P. Ambiental, «Inspeccionan vía que conecta atractivos turísticos en San Martín,» *inforegion*, 06 11 2019.
- [9] diario oficial el peruano, «Carreteras para el desarrollo,» *Los planes propuestos para optimizar las carreteras y vías de comunicación impulsarán el desarrollo y el crecimiento económico del Perú, en forma especial, en las zonas más olvidadas*, 9 8 2019.
- [10] diario el comercio, «Inician construcción de camino vecinal Locuto-Callejones en TamboGrande,» *Nueva vía asfaltada interconectará 10 centros poblados de la margen izquierda del río Piura con Tambo Grande, Piura y Chulucanas.*, 01 09 2018.
- [11] H. De Solminihac T., G. Echevarria G. y G. Thenoux Z., «Estabilizacion quimica de suelos: Aplicaciones en la construccion de estructuras de pavimentos,» *Revista ingenieria de construccion*, pp. 53-78, 2012.
- [12] J. F. Rivera, A. Aguirre Guerrero, R. Mejia de Gutierrez y A. Orobio, «Estabilizacion quimica de suelos materiales convencionales y activados alcalinamente (revision),» *Informador tecnico*, vol. 84, nº 2, pp. 202-226, 2020.
- [13] O. G. Dinka y E. Agon, «ESTUDIOS DE DESEMPEÑO EN LA FORMACIÓN DE SUBGRADO CON CAL Y CEMENTO EN PROYECTOS DE CARRETERA,» *Anales de la Facultad de Ingeniería Hunedoara - International Journal of Engineering*, 2019.

- [14] H. ULLOA López, Artist, *Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas*. [Art]. universidad nacional autonoma de nicaragua, 2015.
- [15] S. Riaz, N. Aadil y U. Waseem, «Stabilization of subgrade soils using cement and lime: a case study of kala shah kaku, lahore, Pakistán,» *Pakistan Journal of Science*, vol. 66, nº 1, p. 7, 1 marzo 2014.
- [16] L. F. Villacorta Padilla y J. Moreno Domínguez, «Influencia de la adición de cloruro de calcio sobre el índice de CBR en el suelo arcilloso de la carretera al centro poblado de Salamanca, distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope – 2018.,» Salamanca, 2020.
- [17] J. P. ALATA MESTANZA y R. C. VÁSQUEZ JO, «ESTUDIO EXPLORATORIO DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO PORTLAND DE SUBRASANTE DE SUELO ARENO-ARCILLOSO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA “EL PAUJIL”, LORETO. IQUITOS, 2019,» Maynas, 2019.
- [18] F. M. Gonzales Carpio , *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para burasante mejorada en la ciudad de puno, puno: Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez*, 2018.
- [19] F. Arredondo Verdu, de *Materiales de construccion. /generalidades*, Madrid, Dextra, 2019, pp. 221 - 222.
- [20] L. S. Q. F. D. D. C. R. D. A. C. L. B. E. F. S. J. A. P. D. J. M. Z. A. Adrián Oscar Macías Loor, «MECÁNICA DE SUELO: TOMO II,» de *MECÁNICA DE SUELO: TOMO II*, QUITO, Científica 3Ciencias, 2018, p. 67;68:69.
- [21] A. M. Fonseca, A. M. Piratova y A. M. Piratova, «ESTABILIZACION DE SUELOS,» de *ESTABILIZACION DE SUELOS*, BOGOTA, EDICIONES DE LA U, 2018, p. 13 a la 16.
- [22] E. E. Macro, *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnica y pavimentos: sección: suelos y pavimentos*, 2. Empresa Editora Macro E.I.R.L., Ed., Editorial Macro, 2015, p. 231.
- [23] G. E. G. t. C. Hernán de Solminihac T, «Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la,» *Revista de ingeniería de construcción*, p. 1.
- [24] J. A. G. Fernández, *Ingeniería de Vías Férreas*, 2017, pp. 421, 422.
- [25] J. Lozada, «Investigacion aplicada,» vol. 3, 2014, p. 47.
- [26] Diario El Tiempo, «Derrumbe en via tiene afectados a municipios cafeteros de Antioquia,» 08 diciembre 2019.
- [27] R. Experts, «Estabilización de suelos con cal - una alternativa viable y económica,» *Estabilización de suelos con cal*, 25 enero 2018.

[28] H. Ullloa Lopez, «Estabilizacio de suelos cohesivos pr medio de cal en las vias de la comunidad de San Isidro del Pergon, municipio Potosi - Rivas,» 2015.

# **Anexos**

**ANEXO I: Símbolos de grupo para suelos**

**Tabla XII.**

*Símbolos de grupo para suelos gravosos.*

Símbolo de Grupo	Criterios
GW	Menos de 5% pasa la malla no. 200, $C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor que o igual que 4, $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3.
GP	Menos de 5% pasa la malla no. 200, no cumple ambos criterios para GW.
GM	Más de 12% pasa la malla no.200, los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12) o el índice de plasticidad menor que 4.
GC	Más de 12% pasa la malla no.200, los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12), índice de plasticidad mayor que 7.
GC-GM	Más de 12% pasa la malla no.200, los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL – ML en la figura 2.12.
GW-GM	El porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para GW y GM.
GW-GC	El porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para GW y GC..
GP-GM	El porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para GP y GM.
GP-GC	El porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para GP y GC.

**Nota:** MECÁNICA DE SUELO: TOMO II [20]

**Tabla 2.**

*Símbolos de grupo para suelos arenosos.*

Símbolo de Grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla no. 200, $C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor que o igual que 6, $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1y 3.
SP	Menos de 5% pasa la malla no. 200, no cumple ambos criterios para SW.
SM	Más de 12% pasa la malla no.200, los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12) o el índice de plasticidad menor que 4.
SC	Más de 12% pasa la malla no.200, los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12), índice de plasticidad mayor que 7.
SC – SM	Más de 12% pasa la malla no.200, los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL – ML en la figura 2.12.
SW – SM	Porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para SW y SM.
SW – SC	Porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para SW y SC.
SP – SM	Porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para SP y SM.
SP – SC	Porcentaje que pasa por la malla no. 200 está entre 5 y 12, cumple los criterios para SP y SC.

**Nota:** MECÁNICA DE SUELO: TOMO II [20]

**Tabla 3.**

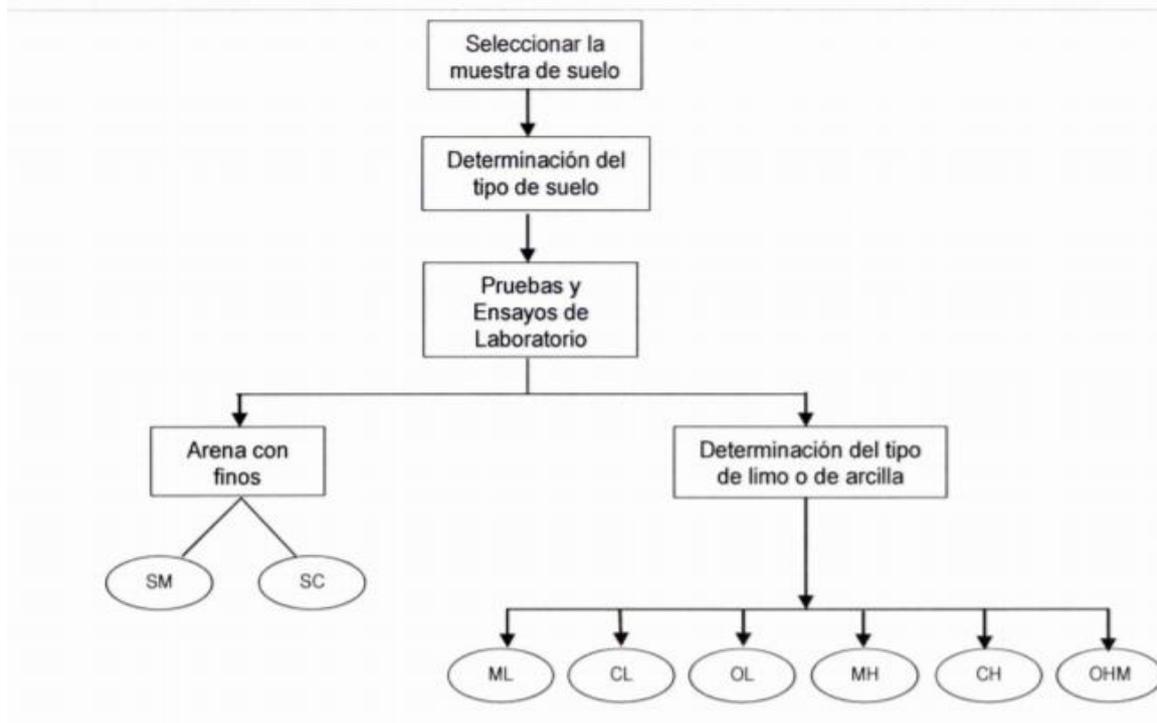
*Símbolos de grupo para suelos limosos arcillosos*

Símbolo de Grupo	Criterios
CL	Inorgánico, $LL < 50$ , $PI > 7$ , se grafica sobre o arriba de la línea A (Véase zona CL en la figura 2.12).
ML	Inorgánico, $LL < 50$ , $PI > 4$ , se grafica sobre debajo de la línea A (Véase zona ML en la figura 2.12).
OL	Orgánico, $LL - \text{seco en horno} / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$ , $LL < 50$ (Véase zona OL en la figura 2.12).
CH	Inorgánico, $LL \geq 50$ , $PI$ , se grafica sobre o arriba de la línea A (Véase zona CH en la figura 2.12).
MH	Inorgánico, $LL \geq 50$ , $PI$ , se grafica sobre debajo de la línea A (Véase zona MH en la figura 2.12).
OH	Orgánico, $LL - \text{seco en horno} / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$ , $LL \geq 50$ (Véase zona OL en la figura 2.12).
CL-ML	Inorgánico, se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12.
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente orgánicos.

**Nota:** MECÁNICA DE SUELO: TOMO II

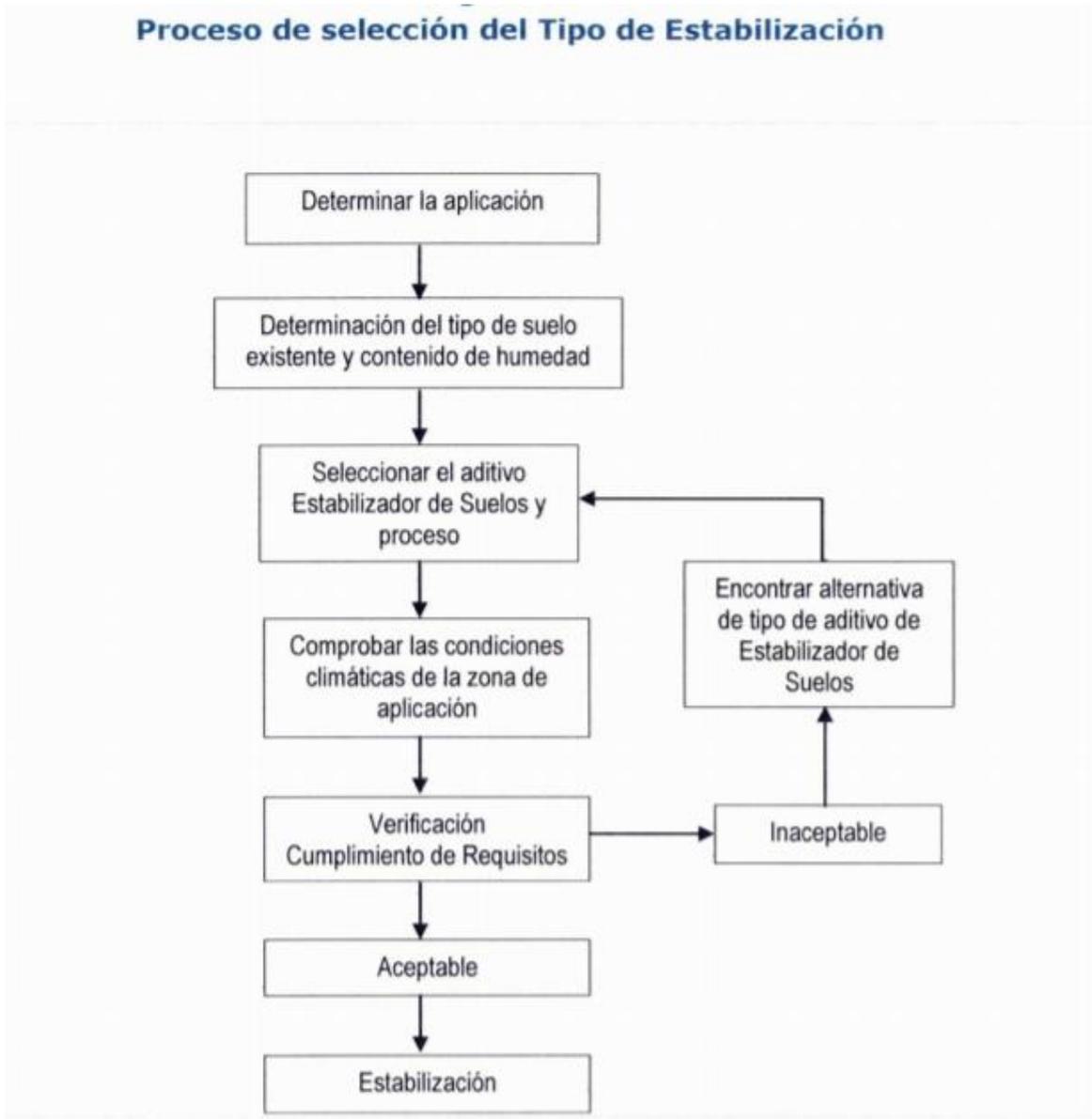
**Anexo II.** Proceso para identificación de tipo de suelo

**Proceso para la Identificación del Tipo del suelo**



Nota: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos: sección: suelos y pavimentos [22]

Anexo III: Procedimiento de selección del tipo de estabilización



Nota: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos:  
sección: suelos y pavimentos [22]

Anexo IV.I.II: Guías de referencia

Tabla 4. Guía de referencia para seleccionar tipo de estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado	Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Portland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Portland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1) Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP > 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Nota: Estabilización de Suelos [21]

tabla 5. Guía de referencia para seleccionar tipo de estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo <sup>(1)</sup>	Dosificación <sup>(2)</sup>	Curado (Apertura Al Tránsito) <sup>(3)</sup>	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(4)</sup> - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasanle malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(4)</sup> - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Minimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Minimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>3</sup>	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>3</sup>	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO <sup>(2)</sup> No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m <sup>3</sup>	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Estudios Especiales del MTC

Nota: Estabilización de Suelos [21]

Anexo V.I. II. Efecto del contenido de cal

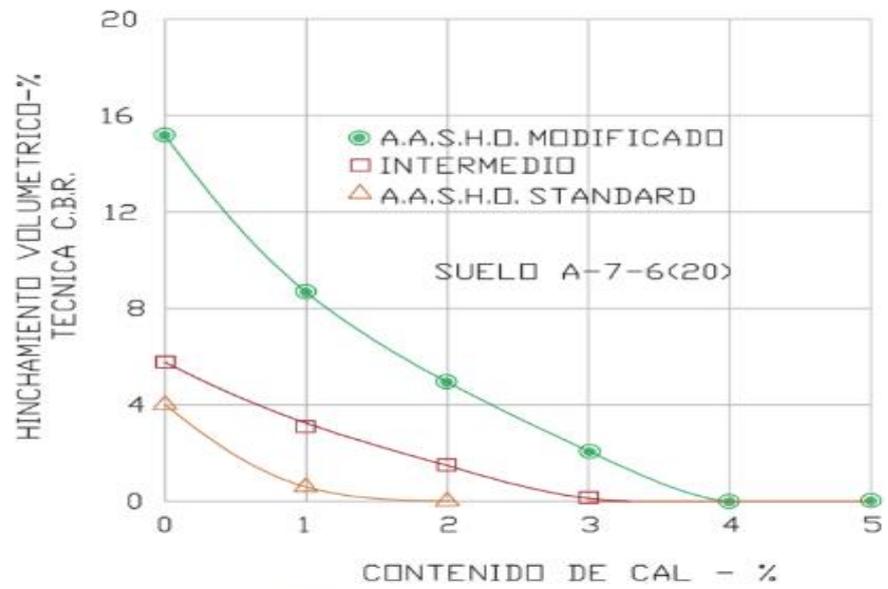


Figura 4.8. Efecto del contenido de cal en el hinchamiento volumétrico.  
Fuente: Dorfman, Boris. Estabilización de suelos. Universidad del Cauca. 1988.

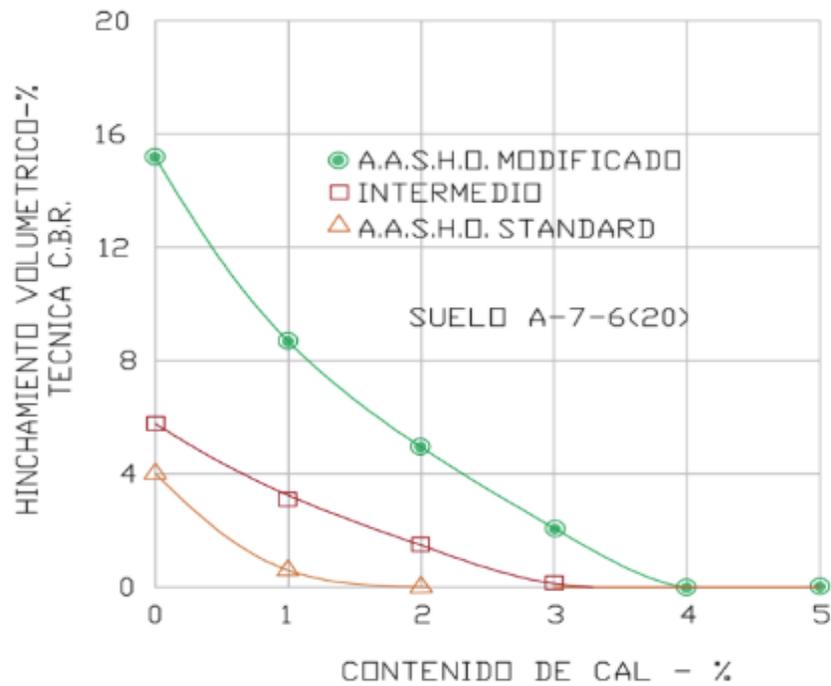


Figura 4.8. Efecto del contenido de cal en el hinchamiento volumétrico.  
Fuente: Dorfman, Boris. Estabilización de suelos. Universidad del Cauca. 1988.

Anexo VI. Efecto de la cal

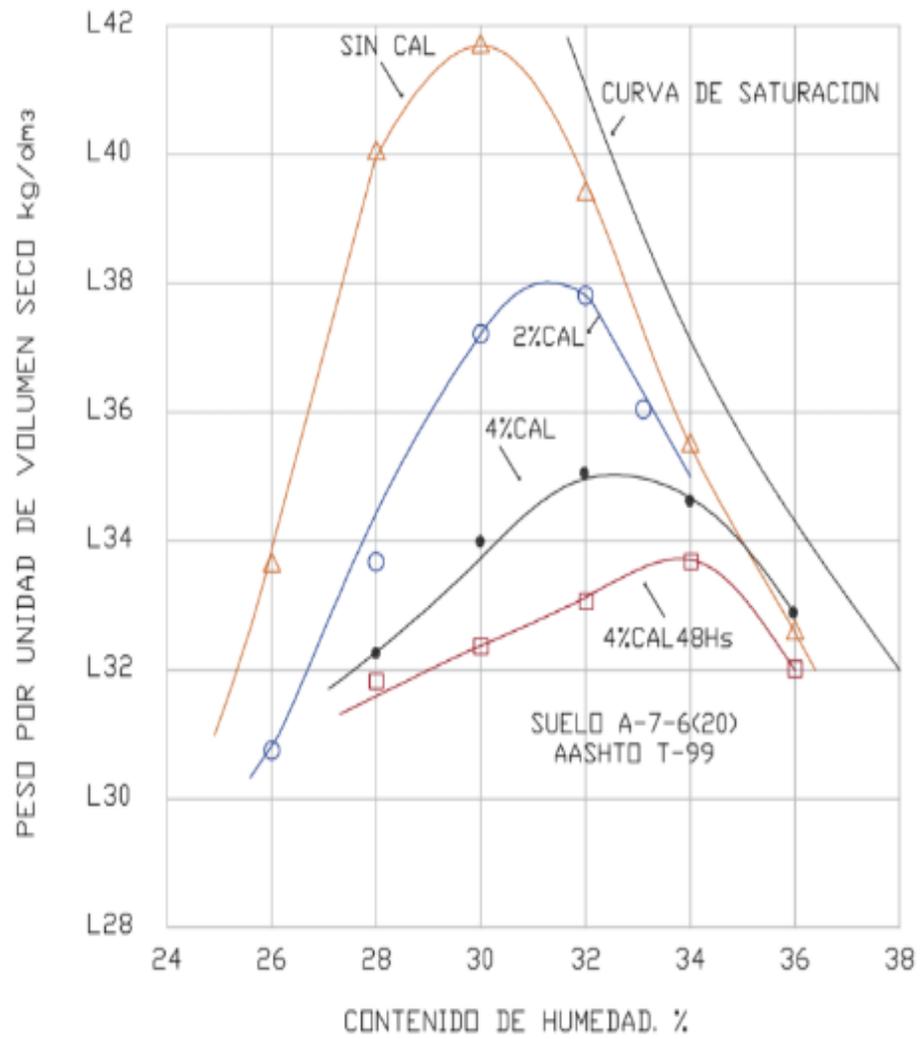


Figura 4.9. Efecto de la cal en el peso volumétrico seco.

Fuente: Dorfman, Boris. Estabilización de suelos. Universidad del Cauca. 1988.

### Anexo VII. COSTOS DE MANTENIMIENTO

<b>Mantenimiento vial por medio de Estabilización suelo-cemento</b>				
Longitud de vía:	100	m		
Ancho de vía:	6	m		
Espesor de capa estabilizada:	0.25	m		
Distancia desde la planta de cemento	200	km		
Área de vía:	6000	m <sup>2</sup>		
Volumen de cemento a usar:	202.5	tn		
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO VIAL ESTABILIZACIÓN SUELO CEMENTO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Reconformación de vía	6000	m <sup>2</sup>	s/0.38	S/2,275.56
Estabilización suelo cemento e=25cm, f'c(7 días)=18Kg/cm <sup>2</sup> , dosificación= 135Kg/m <sup>3</sup> = 6%	6000	m <sup>2</sup>	s/5.38	S/32,283.19
Transporte de cemento (distancia máxima 250Km)	40500	tn*km	s/0.1	S/3,663.23
			<b>TOTAL</b>	<b>S/38,221.98</b>
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO VIAL ESTABILIZACIÓN SUELO CAL</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Reconformación de vía	6000	m <sup>2</sup>	s/0.38	S/2,275.56
Estabilización suelo cal e=25cm, f'c(7 días)=18Kg/cm <sup>2</sup> , dosificación= 135Kg/m <sup>3</sup> = 6%	6000	m <sup>2</sup>	s/1.47	S/8,820.00
Transporte de cal (distancia máxima 250Km)	40500	tn*km	s/0.1	S/3,663.23
			<b>TOTAL</b>	<b>S/14,758.79</b>
<b>COMPARACIÓN DE COSTO ENTRE MANTENIMIENTOS VIALES</b>				
<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Costo por km</b>	<b>Costo por año</b>	<b>Costo a los 5 años</b>	
Mantenimiento Periódico o Rutinario	S/6.875,23	S/138,755.23	S/68.752,32	
Mantenimiento Estabilización Suelo-Cal	14.758,79	S/2,951.76	S/14,758.79	
Mantenimiento Estabilización Suelo-Cemento	S/38.221,98	\$	S/7,644.40	S/38,221.98
Diferencia de costo entre tipos de mantenimientos	S/30.530,34			
% de diferencia entre costos de mantenimientos	80%			

**Anexo VIII. Panel fotográfico**



**Figura : Excavación de calicata - C1**  
*Fuente: Elaboración propia*



Figura : Excavación de calicata - C2  
Fuente: Elaboración propia



Figura 17: Excavación de calicata - C3  
Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Excavación de calicata - C4  
Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Excavación de calicata - C5  
Fuente: Elaboración propia



Figura 20: Excavación de calicata - C6  
*Fuente: Elaboración propia*

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

**Chiclayo, 01 de septiembre del 2020**

**Quien suscribe:**

**Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar**

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS  
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado **"Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"**.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Fonseca Sanchez Kattia Melisa identificado con DNI N° 71064788 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán y autor del trabajo de investigación denominado "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Clasificación de suelos.
- Proctor
- CBR

Atentamente.

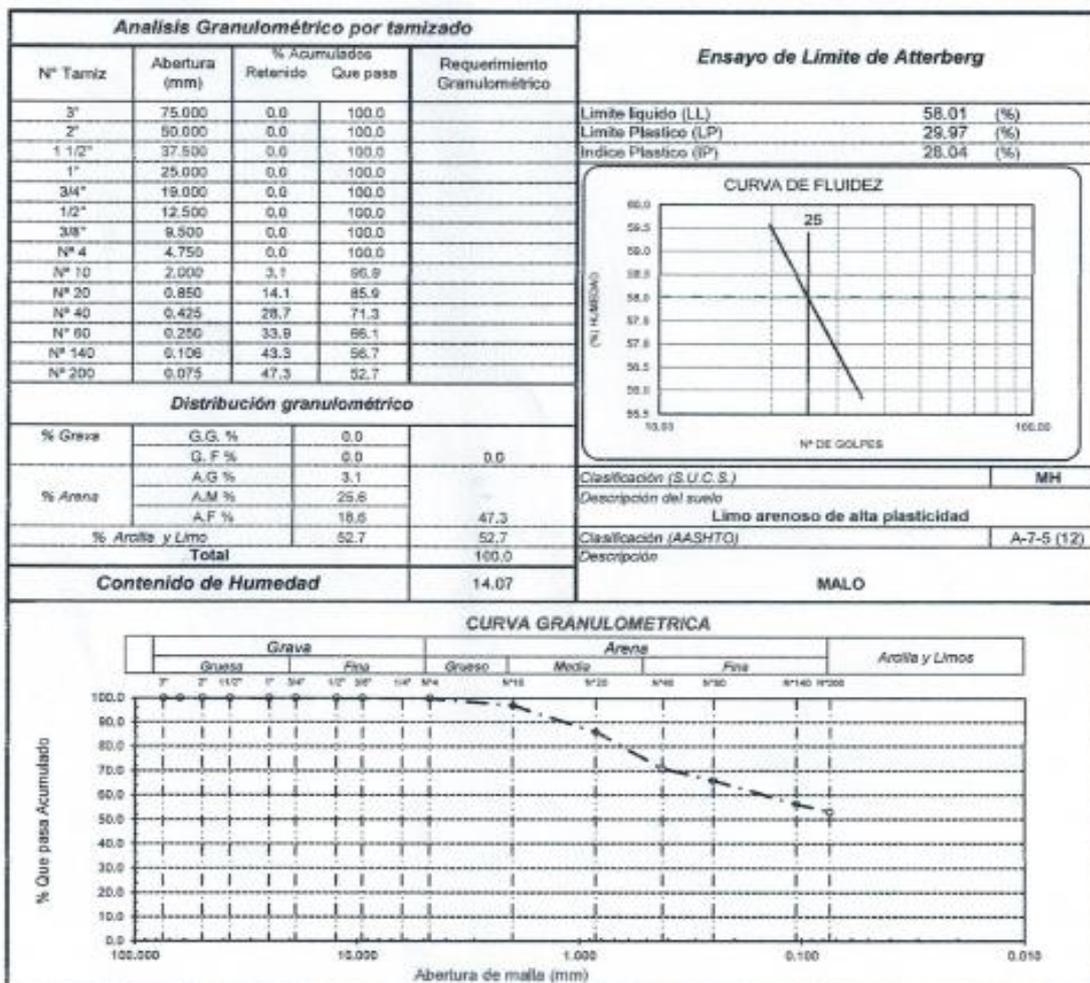


**LEMS W&C EIRL.**

**WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR**  
GERENTE GENERAL

Solicitante : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO - CAJAMARCA - PERU"  
 Ubicación : Diato. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1996  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Caliceta: C - 1



Observaciones:  
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



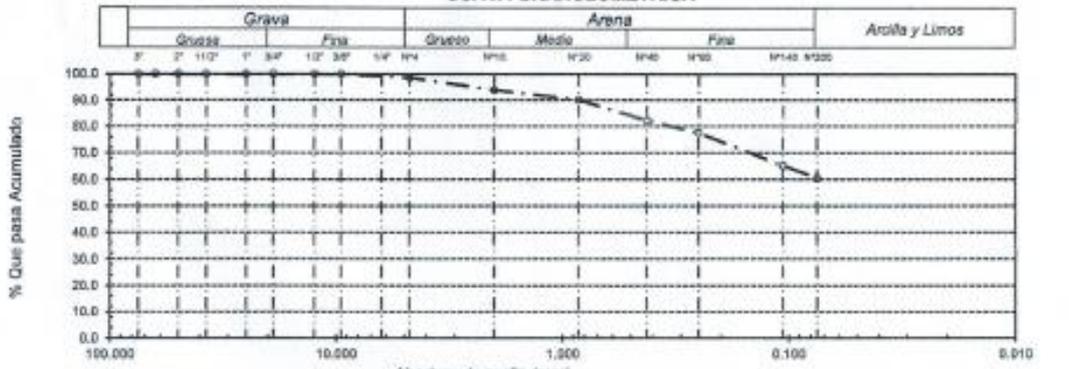
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

**Solicitante** : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
**Proyecto** : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO - CAJAMARCA - PERU"  
**Ubicación** : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
**Fecha de apertura** : 22 de septiembre del 2020.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.126 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 2

Análisis Granulométrico por tamizado					Ensayo de Límite de Atterberg			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados		Requerimiento Granulométrico				
		Retenido	Que pasa					
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL)	51.07 (%)		
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP)	29.97 (%)		
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP)	21.10 (%)		
1"	25.000	0.0	100.0					
3/4"	19.000	0.0	100.0					
1/2"	12.500	0.0	100.0					
3/8"	9.500	0.0	100.0					
N° 4	4.750	1.7	98.3					
N° 10	2.000	5.8	94.2					
N° 20	0.850	10.1	89.9					
N° 40	0.425	18.1	81.9					
N° 60	0.250	21.7	78.3					
N° 140	0.106	35.1	64.9					
N° 200	0.075	39.7	61.3					
Distribución granulométrica							Clasificación (S.U.C.S.)	
% Grava	G.G. %	0.0		1.7			MH	
	G.F. %	1.7					Descripción del suelo	
% Arena	A.G. %	4.1		37.0			Limo arenoso de alta plasticidad	
	A.M. %	12.3			Clasificación (AASHTO)			
	A.F. %	20.6			A-7-5 (10)			
% Arcilla y Limo		61.3		61.3	Descripción			
Total		100.0		100.0	MALO			
<b>Contenido de Humedad</b>				19.79				
CURVA GRANULOMETRICA								
								

**Observaciones:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

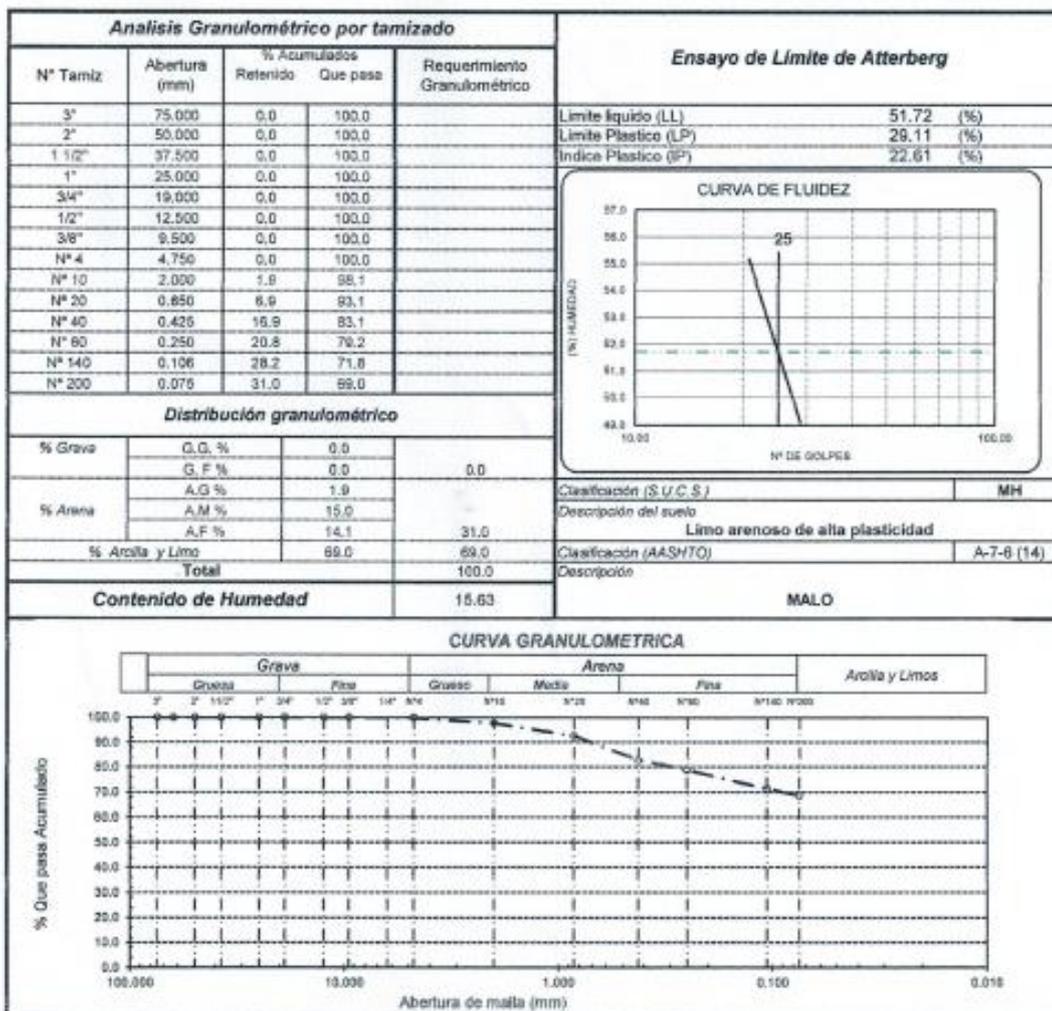
**LEMS W&C EIRL.**

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246984

Solicitante : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA - PERU"  
 Ubicación : Distrito, Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 3



**Observaciones:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



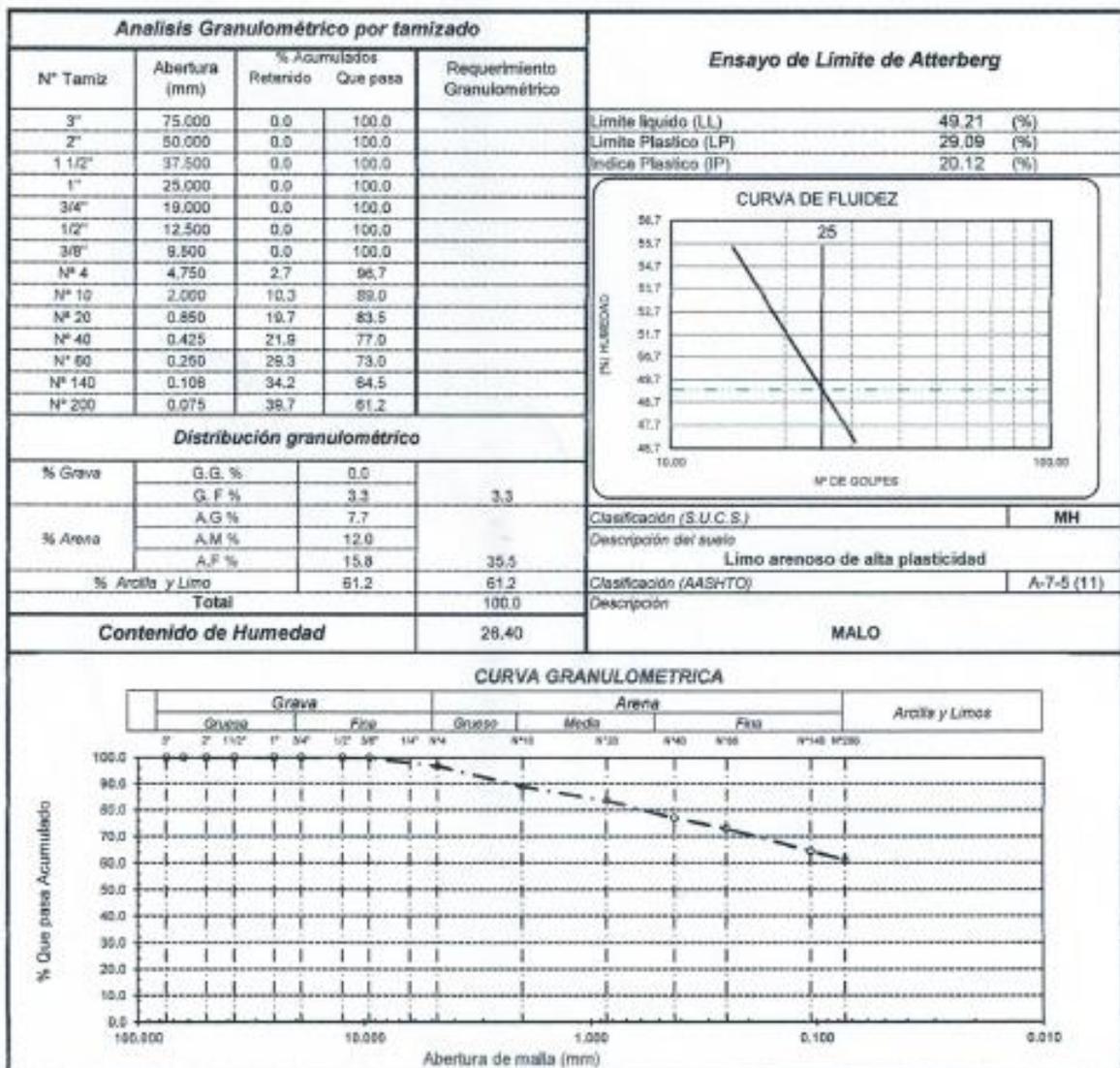
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246604

Solicitante : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA - PERU"  
 Ubicación : Distó. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 N.T.P. 399.131  
 N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 4



Observaciones:  
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**

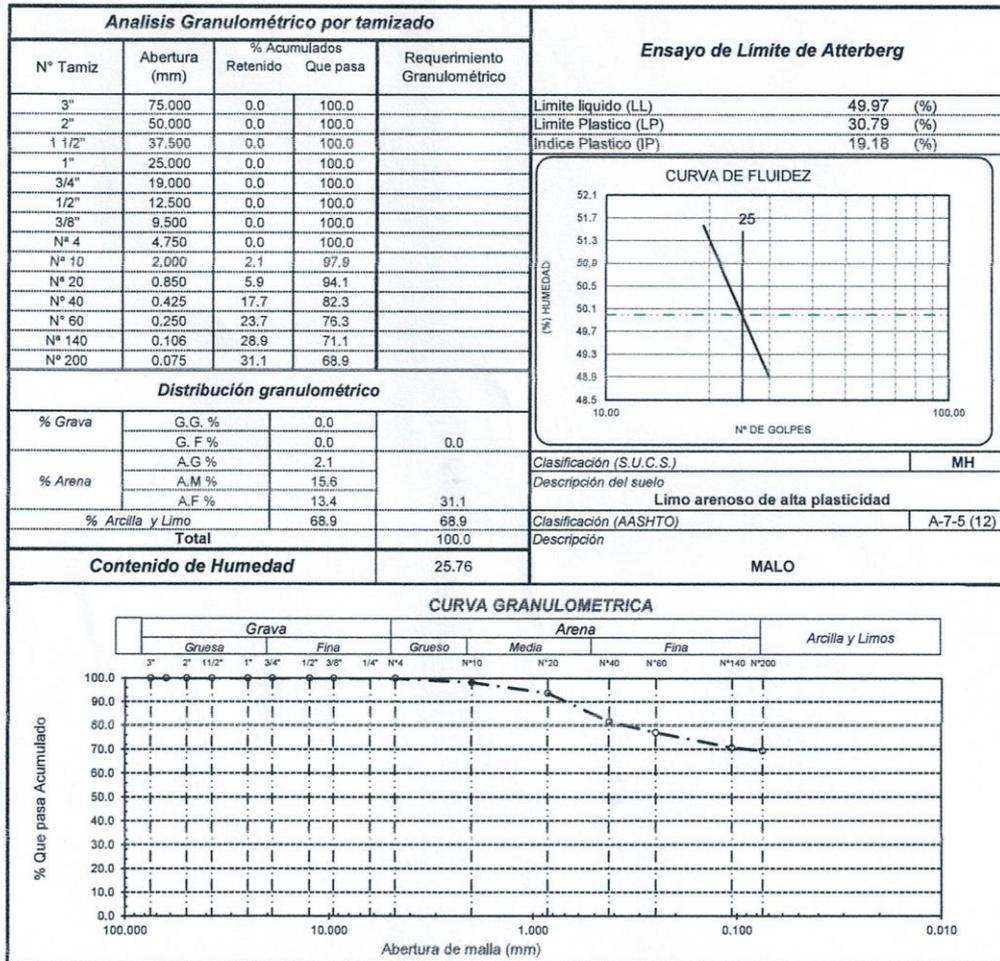
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

Solicitante : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA - PERU"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

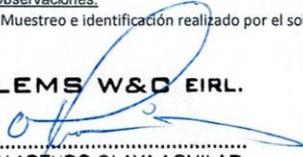
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 5



Observaciones:  
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



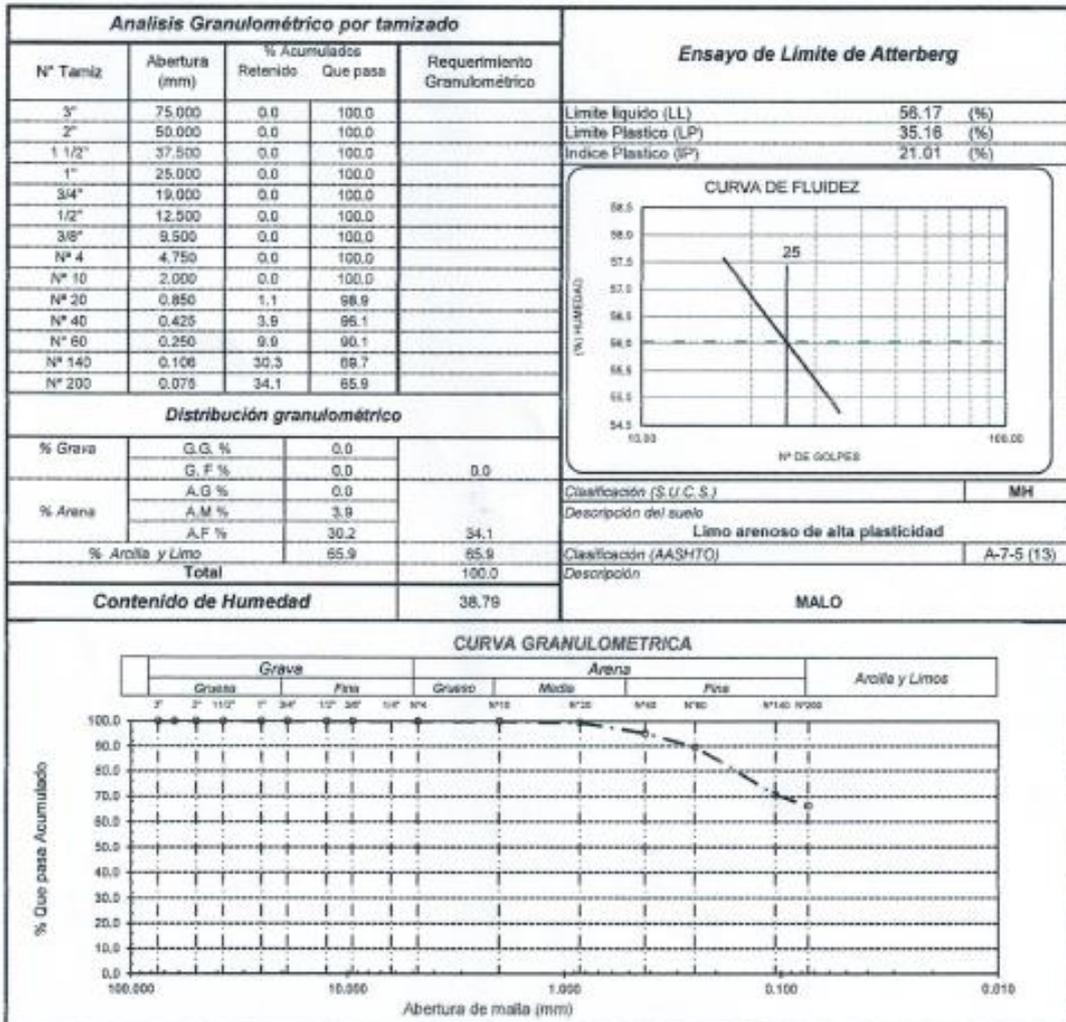
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904

**Solicitante** : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
**Proyecto** : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA - PERU"  
**Ubicación** : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
**Fecha de apertura** : 22 de septiembre del 2020.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 - 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 - 1968

Calicata: C - 6


**Observaciones:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

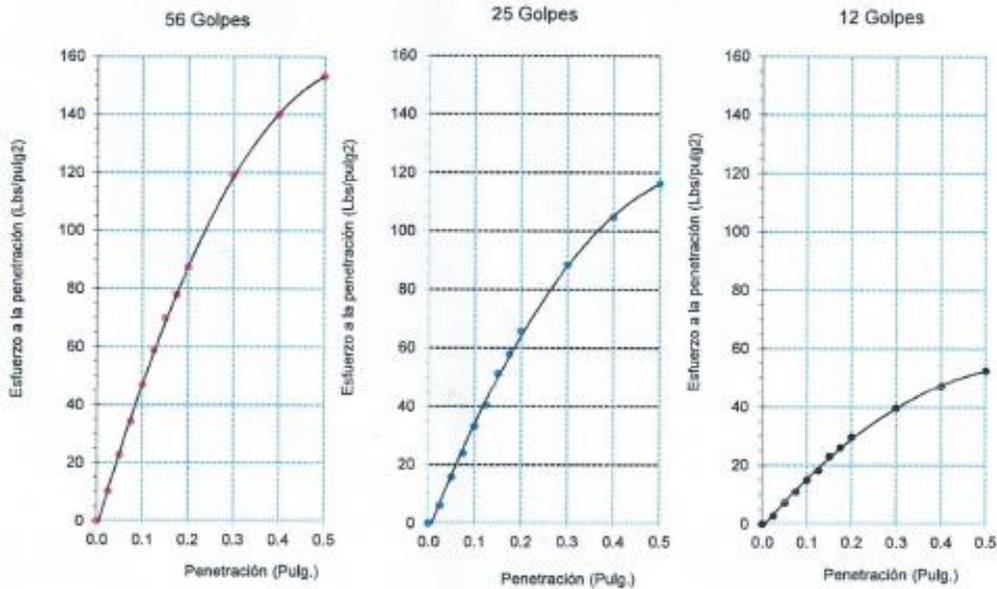
**LEMS W&C EIRL.**

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246984

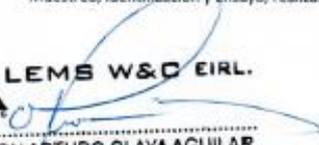
Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.  
 Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:  
 Calicata : C - 02

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :  
 - Muestreo, identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : **FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA**  
 Proyecto / Obra : **Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"**  
 Ubicación : **Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.**  
 Fecha de apertura : **22 de septiembre del 2020.**

Código : **N.T.P. 339.145-**  
 Norma : **Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR**

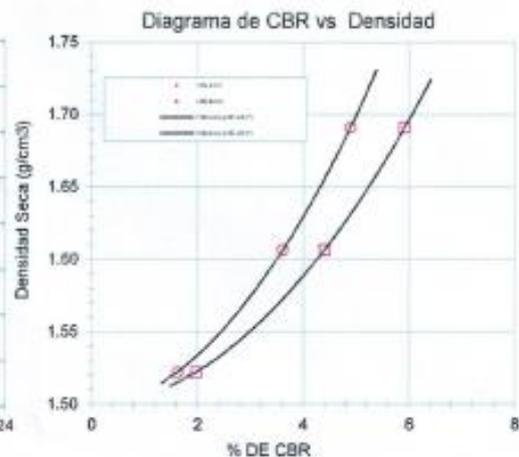
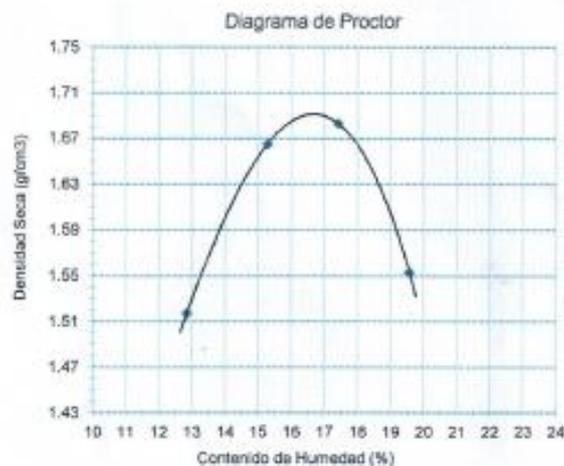
**Identificación de la muestra:**

Calicata : **C - 02**

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.691 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	16.66 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	4.9	2.471	1.691	0.1"	100	4.9
02	25	3.6	3.760	1.607	0.1"	85	3.6
03	12	1.6	4.698	1.522	0.2"	100	5.9
					0.2"	95	4.4



OBSERVACIONES :  
 - Muestreo, identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
**WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



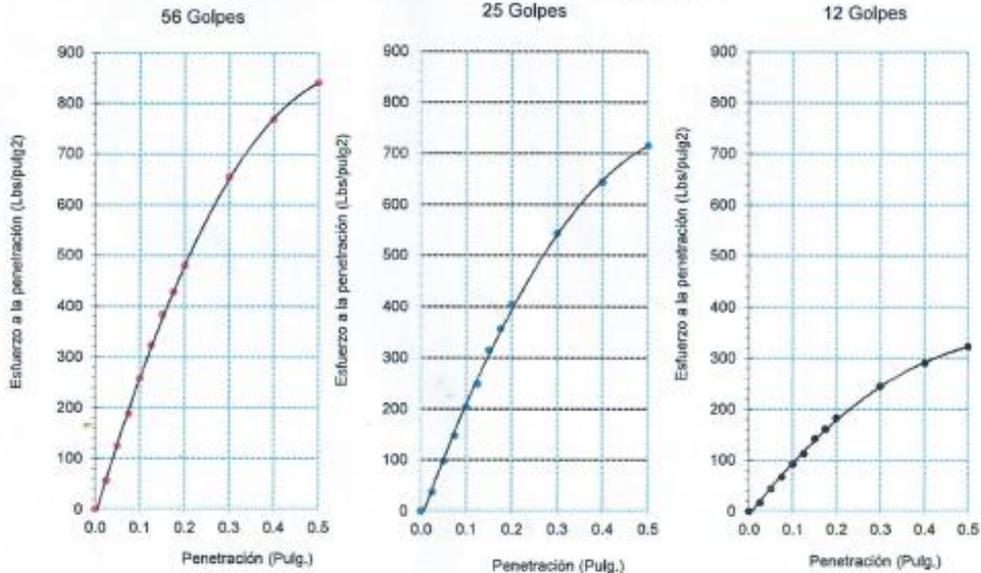
**LEMS W&C EIRL.**  
**MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:  
 Calicata : C - 02 + 3.2% de Cal.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :  
 - Muestreo, Identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto, Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

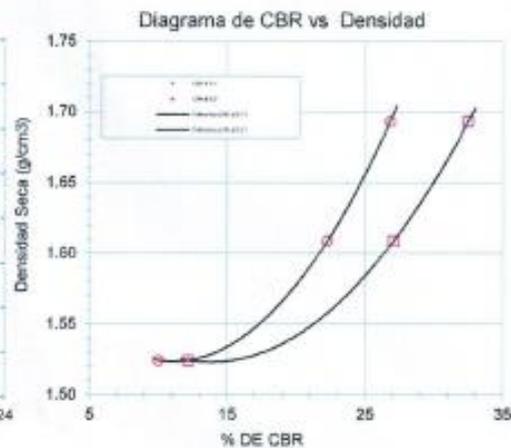
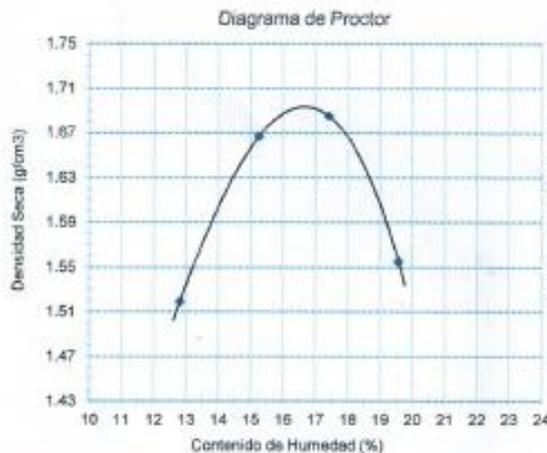
Identificación de la muestra:

Calicata : C - 02 + 3.2% de Cal.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.693 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	16.65 %

Expcimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MOS	CBR (%)
01	56	26.8	1.617	1.693	0.1"	100	26.8
02	25	22.2	1.870	1.609	0.1"	95	22.2
03	12	10.0	2.127	1.524	0.2"	100	32.5
					0.2"	85	27.1



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904

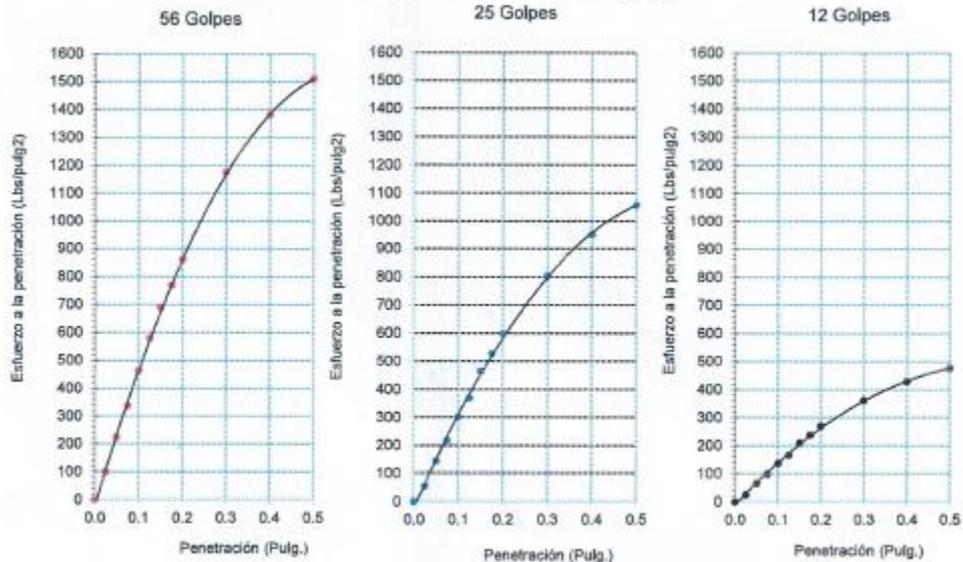
Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata : C - 02 + 3.2% de Cemento

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.  
 Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

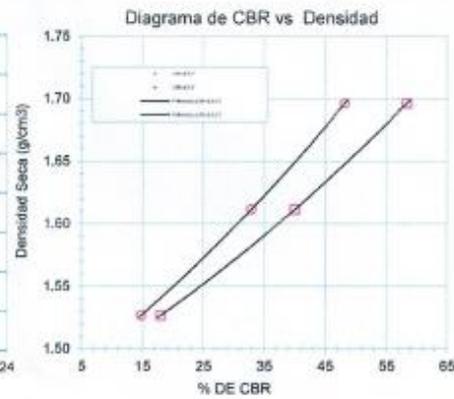
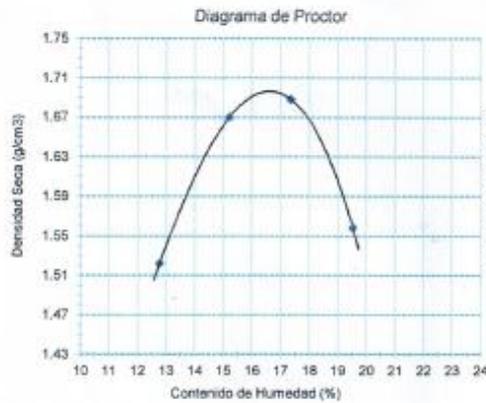
**Identificación de la muestra:**

Calicata : C - 02 + 3.2% de Cemento

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.696 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	16.61 %

Espejimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Espesura (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (P <sub>100</sub> )	% de MDS	CBR (%)
01	56	48.2	0.088	1.696	0.1"	100	48.2
02	25	32.8	0.102	1.612	0.1"	95	32.8
03	12	14.8	0.145	1.527	0.2"	100	58.4
					0.2"	95	39.9



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, Identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246984

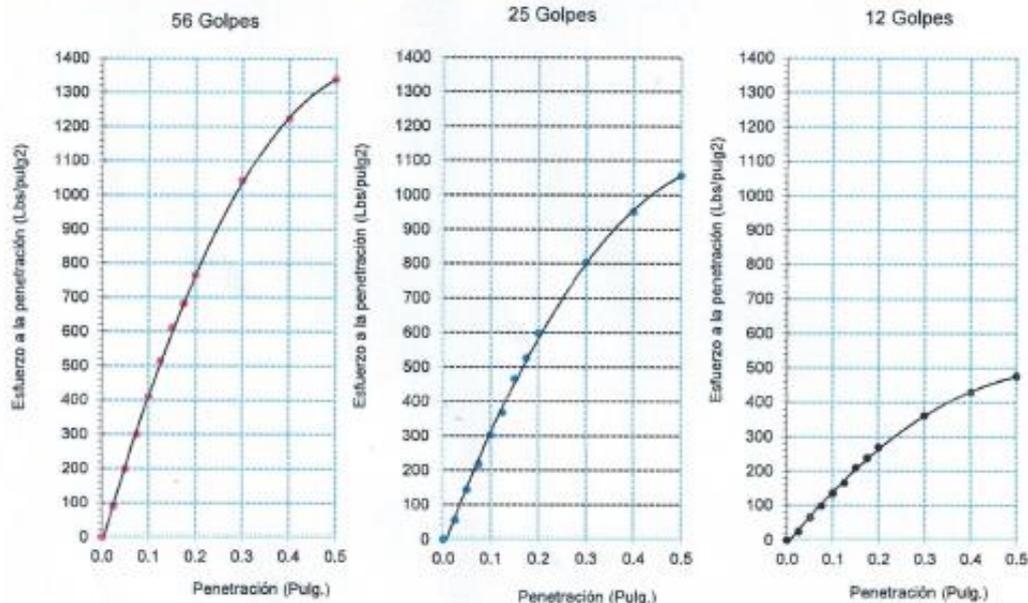
Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : **FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA**  
 Proyecto / Obra : **Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"**  
 Ubicación : **Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.**  
 Fecha de apertura : **22 de septiembre del 2020.**

Código : **N.T.P. 339.145**  
 Norma : **Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

Identificación de la muestra:

Calicata : **C - 02 + 4.5% de Cel.**

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

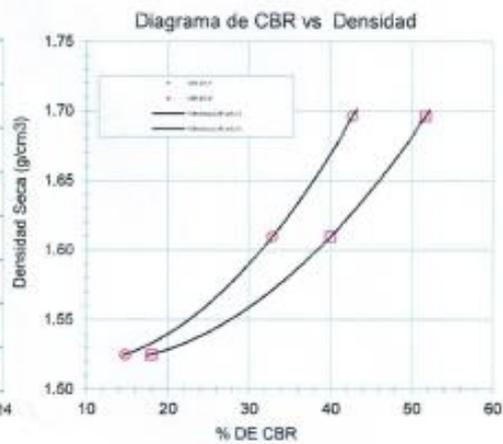
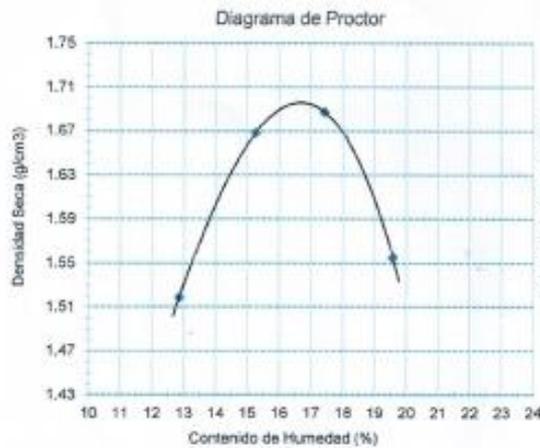
**Identificación de la muestra:**

Calicata : C - 02 + 4.5% de Cal.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.696 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	15.89 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (P <sub>0.1</sub> )	% de MDS	CBR (%)
01	55	42.7	0.539	1.695	0.1"	100	42.6
02	25	32.8	0.882	1.610	0.1"	95	33.1
03	12	14.8	1.113	1.525	0.2"	100	51.6
					0.2"	95	40.2



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo, realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL.**

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**LEMS W&C EIRL.**

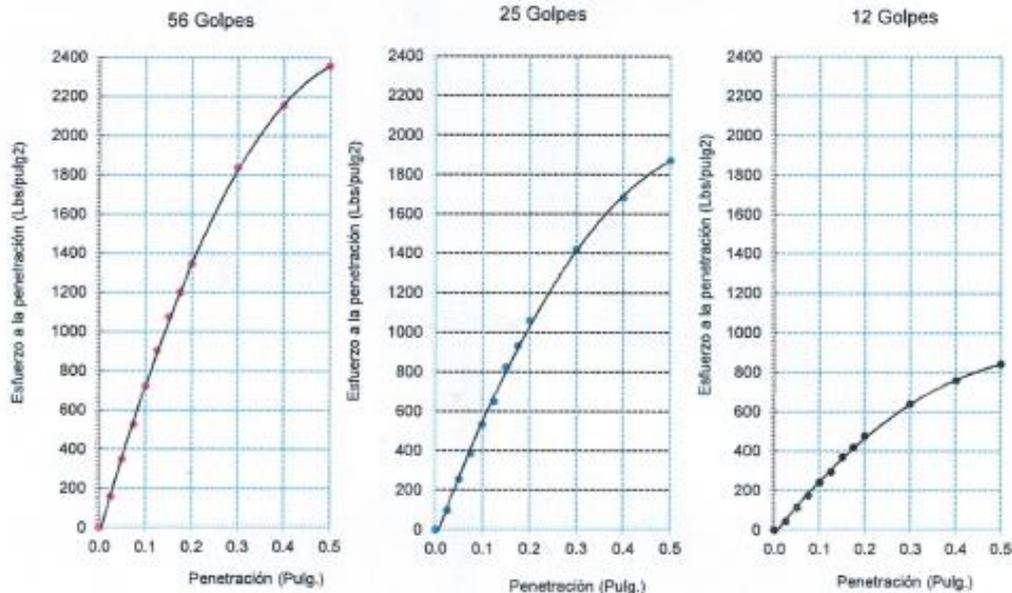
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.  
 Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata : C - 02 + 4.5% de Cemento

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246994

Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.  
 Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

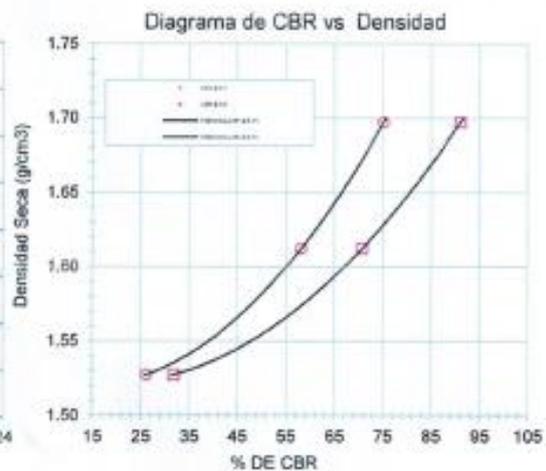
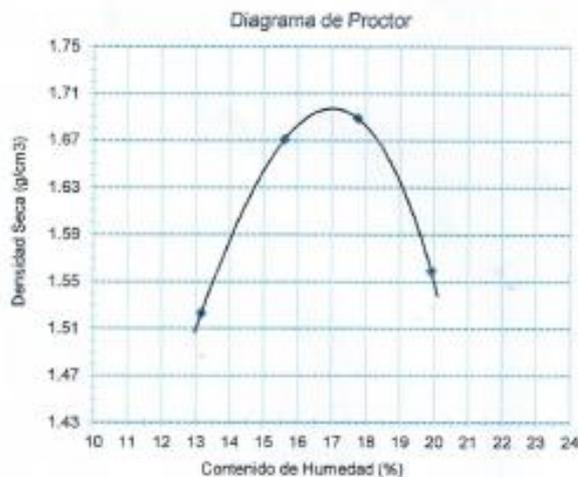
**Identificación de la muestra:**

Calicata : C - 02 + 4.5% de Cemento

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.697 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	17.00 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	75.1	0.045	1.697	0.1"	100	75.1
02	25	58.1	0.060	1.612	0.1"	95	58.1
03	12	28.1	0.072	1.527	0.2"	100	91.0
					0.2"	95	70.7



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y Ensayo, realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246984

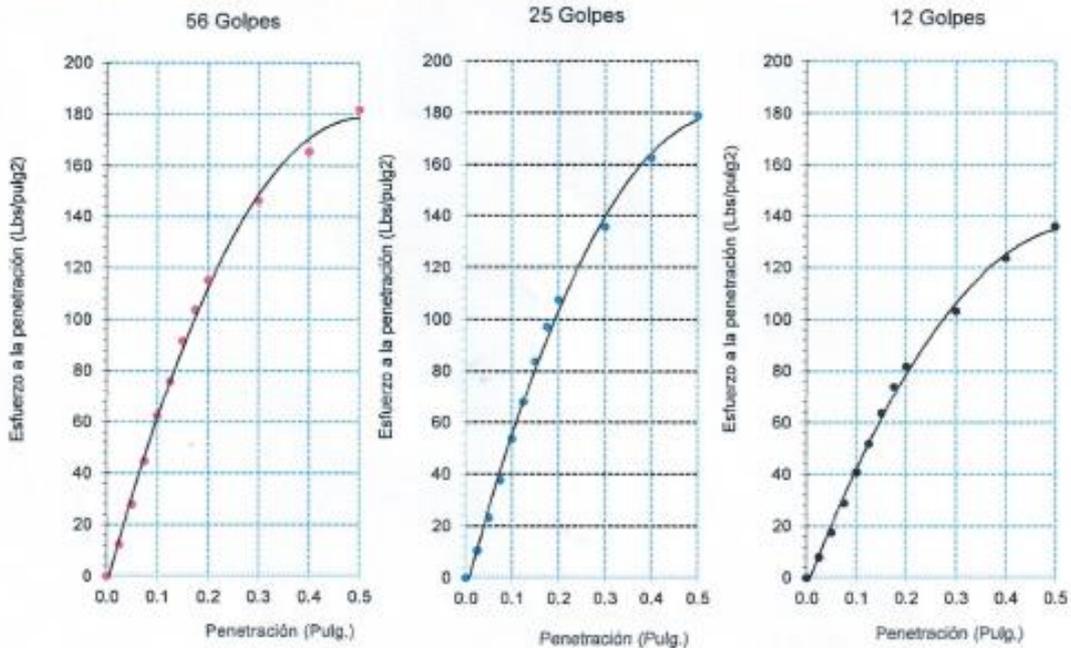
Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 01 de 02)  
Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata : C - 05

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246994

Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

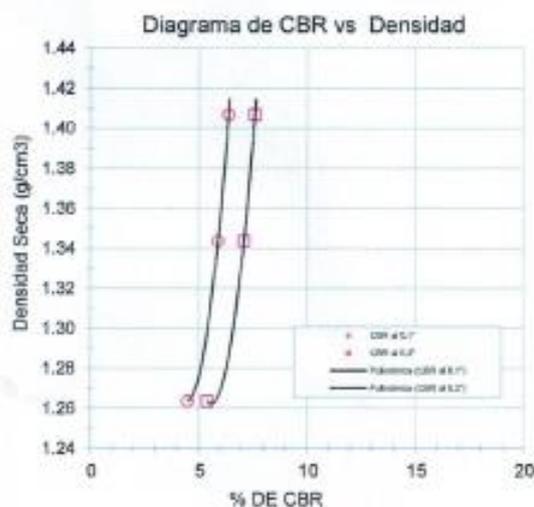
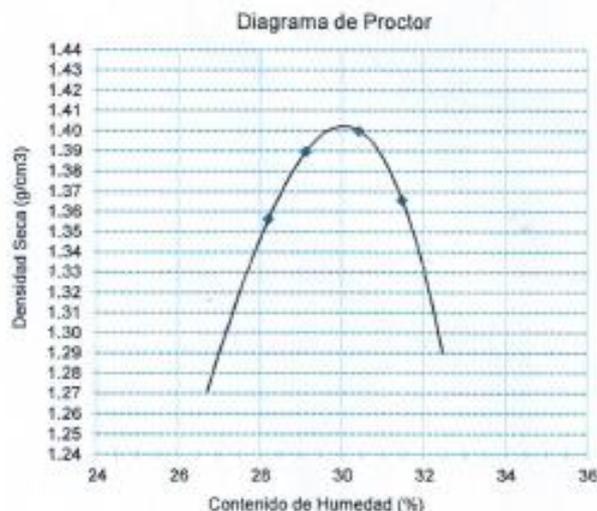
Identificación de la muestra:

Calicata : C - 05

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.402 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	30.05 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.4	2.12	1.407	0.1*	100	6.3
02	25	5.9	3.20	1.344	0.1*	95	5.7
03	12	4.5	4.50	1.264	0.2*	100	7.6
					0.2*	95	6.8



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904

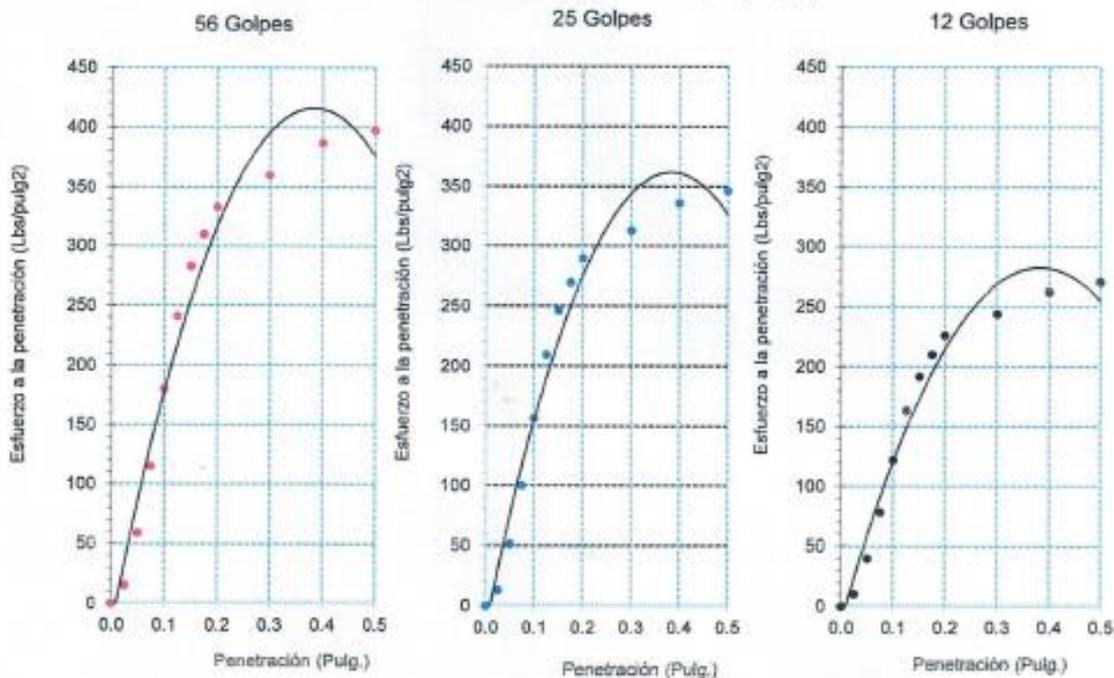
Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

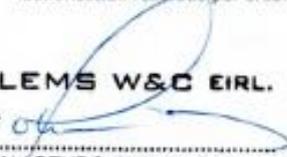
Calicata : C - 05 + 3% de Cal

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246994

Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata : C - 05 + 3% de Cal

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.402 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	30.05 %

Espéjime	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.2	0.99	1.408	0.1"	100	19.0
02	25	16.7	1.13	1.338	0.1"	95	16.4
03	12	13.0	1.40	1.276	0.2"	100	21.5
					0.2"	95	18.5

Diagrama de Proctor

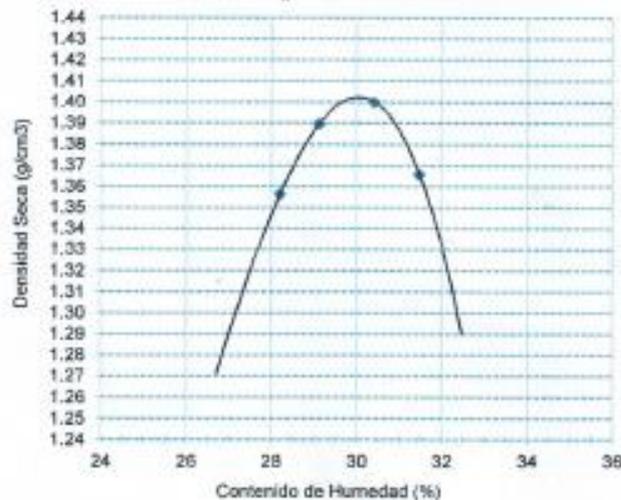
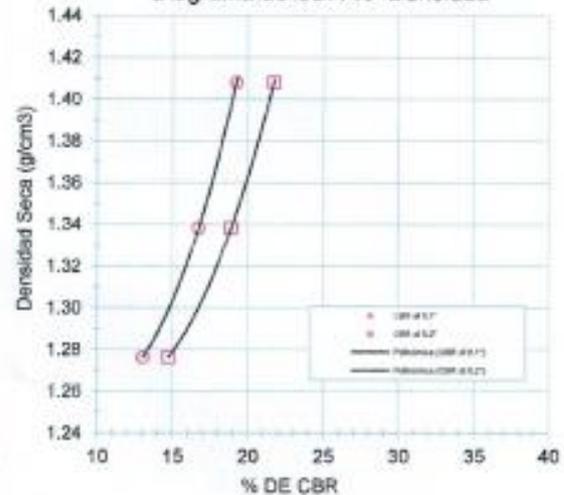


Diagrama de CBR vs Densidad


**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

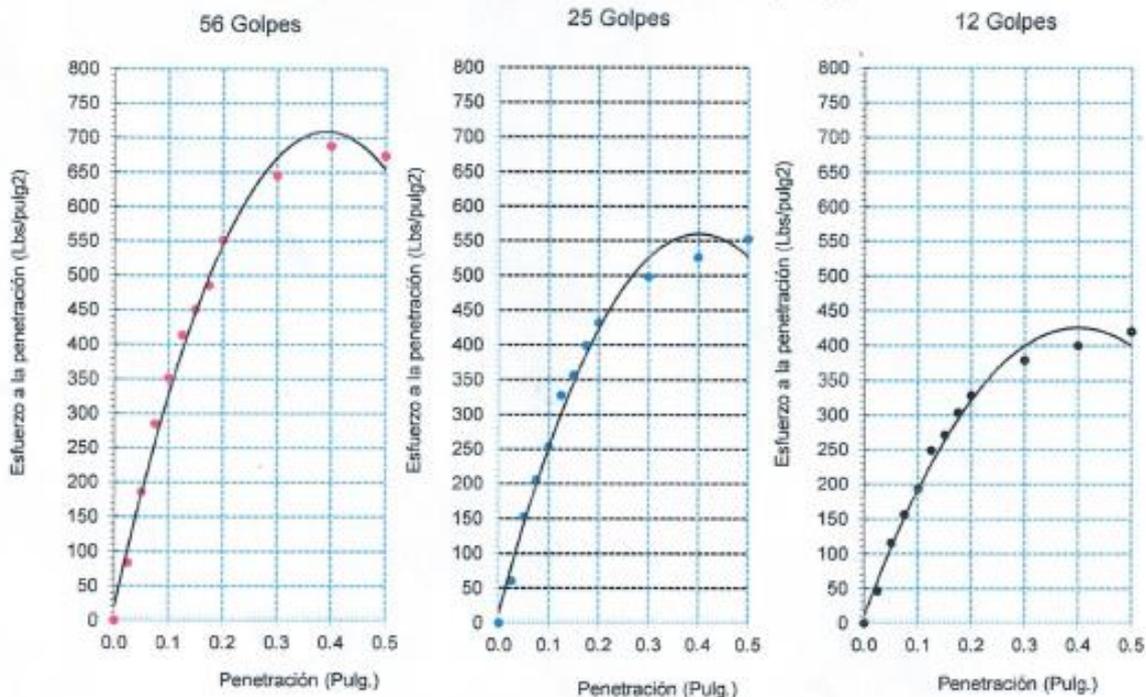
Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cel Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Dist. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

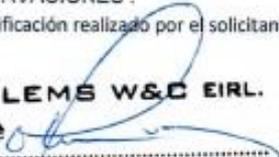
Calicata : C - 05 + 3% de Cemento

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)  
Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

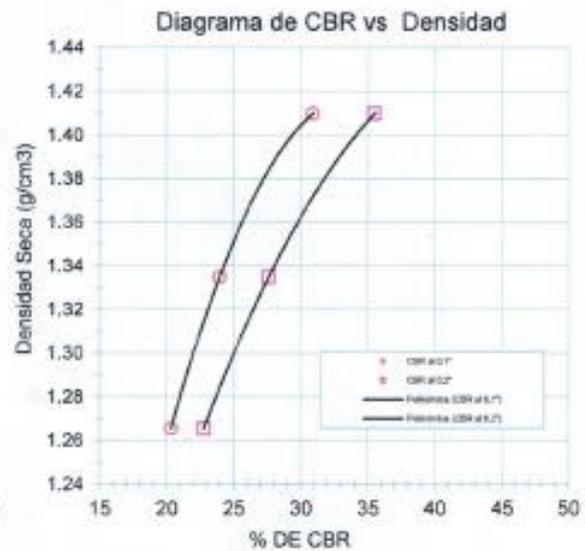
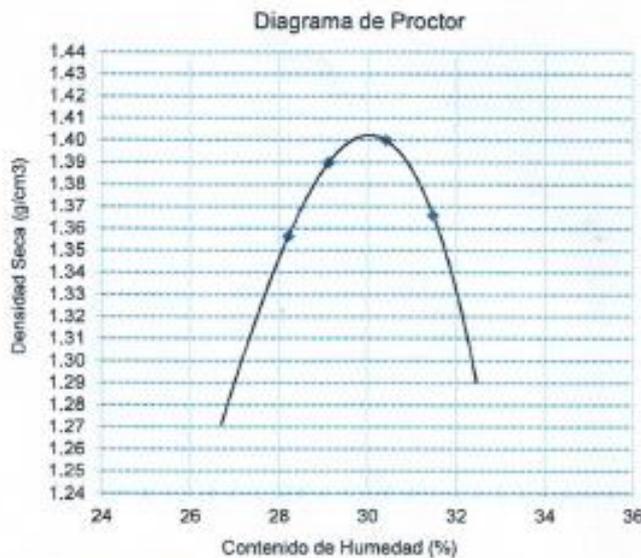
Identificación de la muestra:

Calicata : C - 05 + 3% de Cemento

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

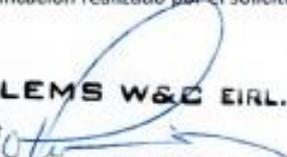
Máxima densidad seca	1.402 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	30.05 %

Especímen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	30.9	0.51	1.410	0.1"	100	30.3
02	25	24.0	0.75	1.335	0.1"	95	23.8
03	12	20.4	1.35	1.266	0.2"	100	34.7
					0.2"	95	27.4



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246984

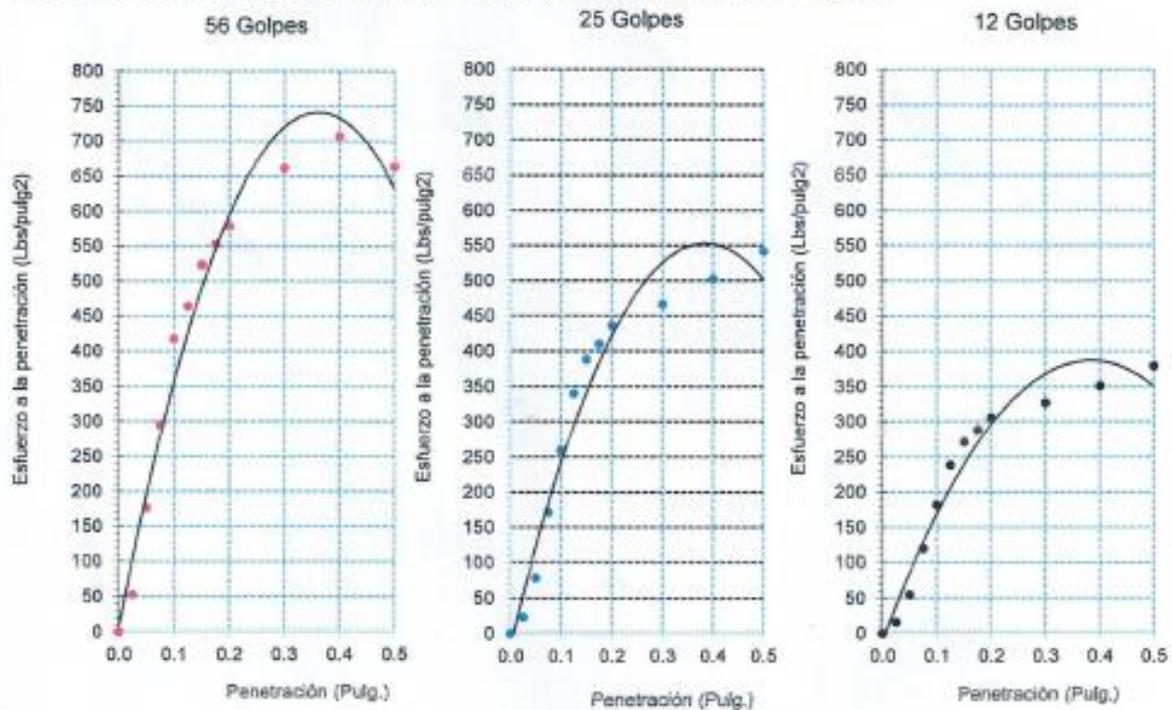
Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 01 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata : C - 05 + 5% de Cal

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

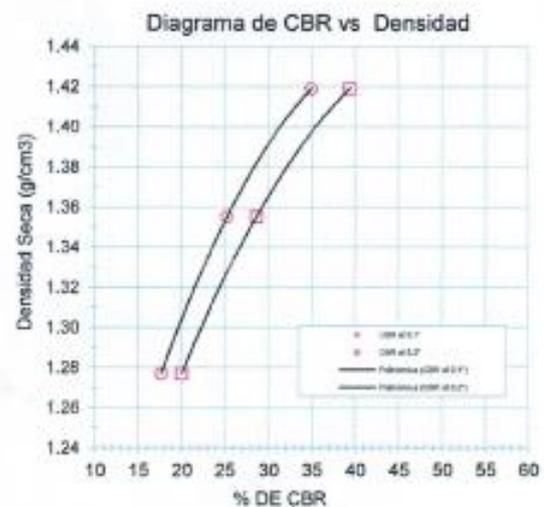
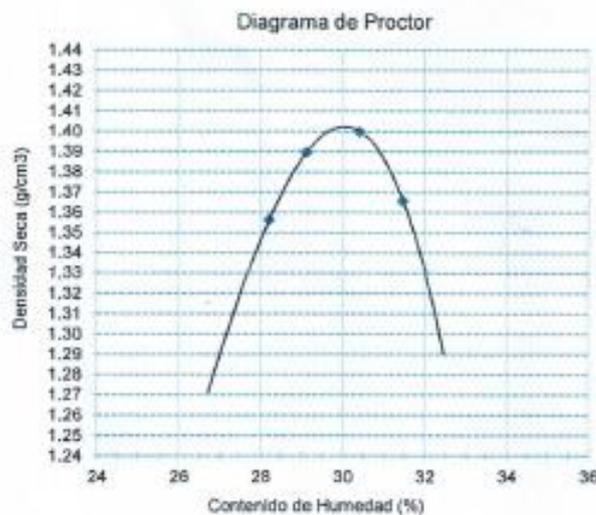
**Identificación de la muestra:**

Calicata : C - 05 + 5% de Cal

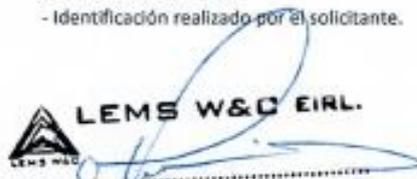
LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.402 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	30.05 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pu)g	% de MDS	CBR (%)
01	56	34.9	0.26	1.419	0.1"	100	32.9
02	25	25.2	0.51	1.355	0.1"	95	23.0
03	12	17.7	0.72	1.277	0.2"	100	36.5
					0.2"	95	26.1


**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


**LEMS W&C EIRL.**

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246584

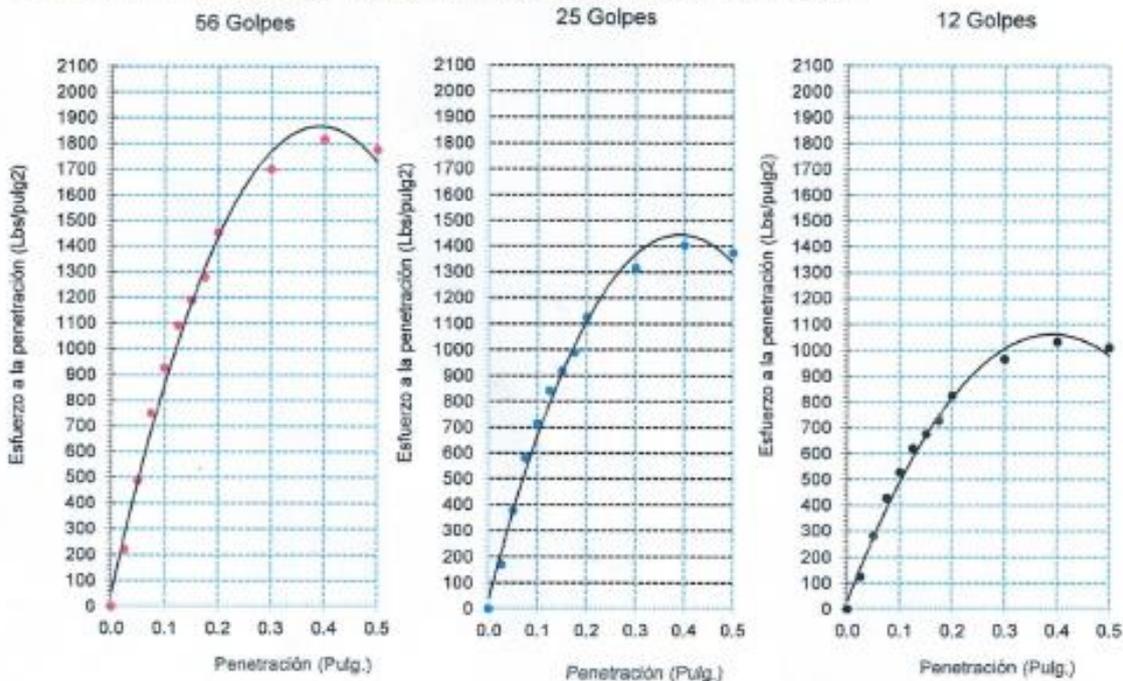
Solicitud de Ensayo : **0710A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)  
Solicitantes : **FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA**  
Proyecto / Obra : **Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"**  
Ubicación : **Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.**  
Fecha de apertura : **22 de septiembre del 2020.**

Código : **N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883**  
Norma : **Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

Identificación de la muestra:

Calicata : **C - 05 + 5% de Cemento**

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**

**WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**

**MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246964

Solicitud de Ensayo : 0710A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)  
 Solicitantes : FONSECA SANCHEZ, KATTIA MELISA  
 Proyecto / Obra : Tesis "Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú"  
 Ubicación : Disto. Ramada, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.  
 Fecha de apertura : 22 de septiembre del 2020.

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

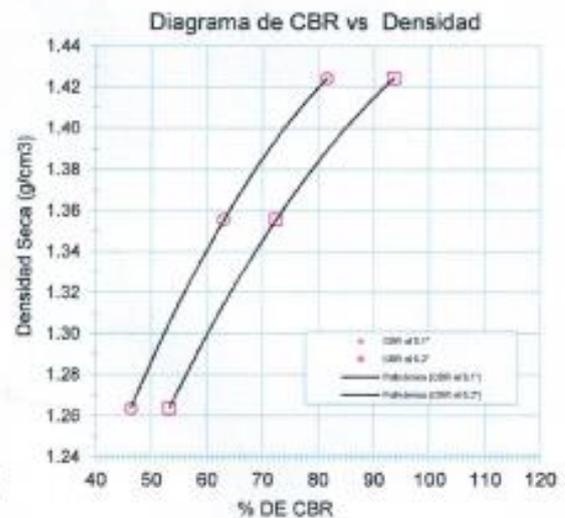
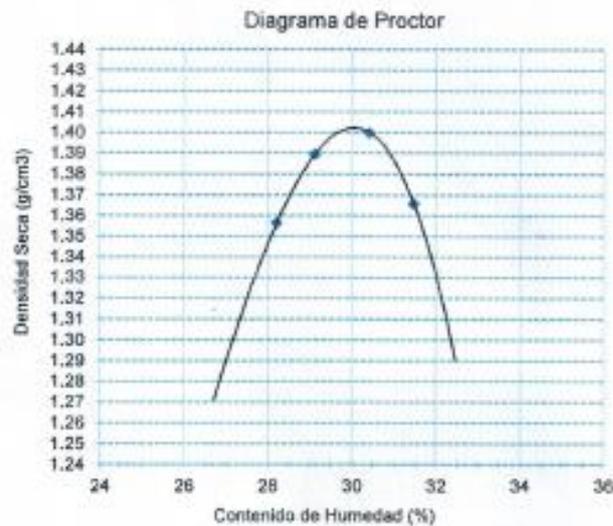
Identificación de la muestra:

Calicata : C - 05 + 5% de Cemento

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

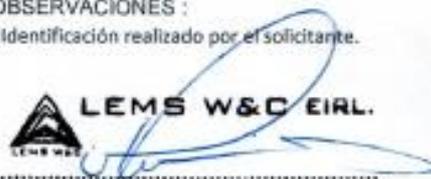
Máxima densidad seca	1.402 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	30.05 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDG	CBR (%)
01	56	81.5	0.16	1.424	0.1"	100	76.7
02	25	63.0	0.18	1.356	0.1"	96	58.8
03	12	45.3	0.26	1.264	0.2"	100	85.8
					0.2"	96	87.5



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
 MIGUELÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246944

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS**

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA - PERÚ

<b>Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú</b>				
<b>Claridad</b>				
	<b>Análisis Granulométrico</b>	<b>Optimo contenido de humedad %</b>	<b>Máxima densidad seca (gr/cm3)</b>	<b>CBR 95% Y 100% (gr/cm3)</b>
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	0	1	1
JUEZ 4	1	1	1	0
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	4	5	4
n	5			
c	2			
V de Aiken por pregunta	1.00	0.80	1.00	0.80
V de Aiken por criterio	0.900			

<b>Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú</b>				
<b>Contexto</b>				
	<b>Análisis Granulométrico</b>	<b>Optimo contenido de humedad %</b>	<b>Máxima densidad seca (gr/cm3)</b>	<b>CBR 95% Y 100% (gr/cm3)</b>
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5			
c	2			
V de Aiken por pregunta	1.00	1.00	1.00	1.00
V de Aiken por criterio	1.000			

**Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú**

<b>Congruencia</b>				
	Análisis Granulométrico	Optimo contenido de humedad %	Máxima densidad seca (gr/cm3)	CBR 95% Y 100% (gr/cm3)
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	0
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	4
n	5			
c	2			
V de Aiken por pregunta	1.00	1.00	1.00	0.80
V de Aiken por criterio	0.950			

**Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú**

<b> dominio del constructo</b>				
	Análisis Granulométrico	Optimo contenido de humedad %	Máxima densidad seca (gr/cm3)	CBR 95% Y 100% (gr/cm3)
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	0	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	4	4	5
n	5			
c	2			
V de Aiken por pregunta	1.00	0.80	0.80	1.00
V de Aiken por criterio	0.900			

### CUADRO DE RESUMEN DE LOS 4 DIMENSIONES POR EL METODO

DIMENSIONES	V DE AIKEN POR CRITERIO
Claridad	0.900
Contexto	1.000
Congruencia	0.950
Dominio del constructo	0.900

**INTERPRETACION:** En la tabla anterior se muestra la validación de instrumentos según AIKEN donde los resultados en las 4 dimensiones nos dan mayor a 0.80, por lo cual nuestros instrumentos son confiables para ser utilizado en las tomas de datos en el laboratorio.

### CUADRO PROMEDIO FINAL DE LAS 4 DIMENSIONES POR EL METODO AIKEN

VALIDEZ DE AIKEN POR JUECES EXPERTOS	0.938
---	-------

**INTERPRETACION:** resultado final promedio de las dimensiones según AIKEN, donde nos da un valor mayor de 0.80 la cual confirma que nuestros instrumentos son confiables para ser utilizados en el laboratorio.

  
Luis Arturo Montenegro Carrasco  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 267

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL Y CEMENTO PARA TRATAMIENTO DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA EN EL DISTRITO LA RAMADA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA - PERÚ"

**Fiabilidad:**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.929	40

**Estadísticas de total de elemento**

	Medla de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
MAX_DENS_SECA_C1_C3_N	834.4127	41505.433	-.868	.930
MAX_DENS_SECA_C4_C6_N	834.6523	41481.880	-.921	.930
MAX_DENS_SECA_C1_C3_3.2CA	834.4107	41505.433	-.868	.930
MAX_DENS_SECA_C1_C3_4.5CA	834.4097	41505.838	-.870	.930
MAX_DENS_SECA_C4_C6_3.2CA	834.6523	41481.880	-.921	.930
MAX_DENS_SECA_C4_C6_4.5CA	834.6523	41481.880	-.921	.930
MAX_DENS_SECA_C1_C3_3.2CE	834.4077	41505.433	-.868	.930
MAX_DENS_SECA_C1_C3_4.5CE	834.4067	41505.433	-.868	.930
MAX_DENS_SECA_C4_C6_3.2CE	834.6523	41481.880	-.921	.930
MAX_DENS_SECA_C4_C6_4.5CE	834.6523	41481.880	-.921	.930
CONT_HUMEDAD_C1_C3_N	820.8610	42401.658	-.991	.932
CONT_HUMEDAD_C4_C6_N	806.7910	41924.924	-1.000	.931
CONT_HUMEDAD_C1_C3_3.2CA	820.8810	42405.758	-.992	.932
CONT_HUMEDAD_C1_C3_4.5CA	820.8577	42402.104	-.992	.932
CONT_HUMEDAD_C4_C6_3.2CA	806.7910	41924.924	-1.000	.931
CONT_HUMEDAD_C4_C6_4.5CA	806.7910	41924.924	-1.000	.931
CONT_HUMEDAD_C1_C3_3.2CE	820.9243	42403.596	-.991	.932
CONT_HUMEDAD_C1_C3_4.5CE	820.5310	42405.758	-.992	.932
CONT_HUMEDAD_C4_C6_3.2CE	806.7910	41924.924	-1.000	.931
CONT_HUMEDAD_C4_C6_4.5CE	806.7910	41924.924	-1.000	.931
CBR_1_C1_C3_N	832.6677	40799.163	1.000	.928
CBR_1_C4_C6_N	830.4343	41078.944	.985	.929
CBR_1_C1_C3_3.2CA	816.3677	38057.731	.986	.923
CBR_1_C1_C3_4.5CA	805.9343	35926.592	.997	.920
CBR_1_C4_C6_3.2CA	819.7343	40212.631	1.000	.927
CBR_1_C4_C6_4.5CA	810.1010	38085.375	.984	.923

CBR_1_C1_C3_3.2CE	804.1010	34952.584	.998	.920
CBR_1_C1_C3_4.5CE	782.9343	31990.777	.996	.921
CBR_1_C4_C6_3.2CE	810.9343	39410.051	.960	.925
CBR_1_C4_C6_4.5CE	772.4343	34667.530	.991	.920
CBR_2_C1_C3_N	831.9343	40676.396	.999	.928
CBR_2_C4_C6_N	829.3343	41015.127	.978	.929
CBR_2_C1_C3_3.2CA	812.1343	37364.016	.985	.922
CBR_2_C1_C3_4.5CA	799.4677	34818.850	.996	.920
CBR_2_C4_C6_3.2CA	817.6010	40050.896	1.000	.926
CBR_2_C4_C6_4.5CA	806.7343	37677.661	.986	.922
CBR_2_C1_C3_3.2CE	797.2677	33669.180	.999	.920
CBR_2_C1_C3_4.5CE	771.5343	30168.668	.995	.924
CBR_2_C4_C6_3.2CE	807.4010	38974.472	.971	.924
CBR_2_C4_C6_4.5CE	762.9677	33713.949	.991	.920

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	2073.661	2	1036.831		
Intra sujetos					
Entre elementos	41285.025	39	1058.590	14.377	<.001
Residuo	5743.109	78	73.630		
Total	47028.134	117	401.950		
Total	49101.796	119	412.620		

Media global = 20.9009

En las tablas se muestra la prueba de confiabilidad "Alfa de Cronbach", podemos observar que el valor obtenido es 0,929 lo que nos permite inferir que los datos son confiables, asimismo en la tabla donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA), podemos observar que el P Valor (0.01) es < 0.05, por lo que se rechaza la H0, y se concluye que la estabilización de suelos con cal y cemento son válidos, es decir que es óptimo para las propiedades mecánicas de dicho suelo.

**Colegiatura N° 149326**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Marín Bardales Noe Huberto	Docente Universitario. Universidad Cesar Vallejo	Análisis granulométrico, Optimo contenido de humedad, Máxima densidad seca, CBR	Fonseca Sanchez Kattia Melisa
<b>Título de la Investigación:</b> Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades Físicas del suelo cohesivo</b>								
1	Análisis Granulométrico	x		x		x		x	
	<b>Propiedades del suelo con la incorporación de cal y cemento</b>								
2	Optimo contenido de humedad	x		x		x		x	
3	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	
4	CBR 95% Y 100% (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	

  
**Dr. Noe Humberto Marin Bardales**  
 Ingeniero Civil  
 RUG. CIP. 149326

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable  
( ) Apellidos y nombres del juez validador 5: Marín Bardales Noe Huberto

Especialidad: Ing. Civil



Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP-149326

---

Ing. Marín Bardales Noe Huberto  
Doctor en Ciencias e Ingeniería

**Colegiatura N° 278372**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Rocio Del Pilar Severino Melendres	Asistente de supervisión del consorcio Higueron	Análisis granulométrico, Optimo contenido de humedad, Máxima densidad seca, CBR	Fonseca Sánchez Kattia Melisa
<b>Título de la Investigación:</b> Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades Físicas del suelo cohesivo</b>								
1	Análisis Granulométrico	x		x		x		x	
	<b>Propiedades del suelo con la incorporación de cal y cemento</b>								
2	Optimo contenido de humedad	x		x		x			x
3	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	
4	CBR 95% Y 100% (gr/cm <sup>3</sup> )		x	x		x		x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador 4: Rocio Del Pilar Severino Melendres.  
Especialidad: Ing. Civil

  
~~ROCIO DEL PILAR SEVERINO MELENDRES~~  
Ingeniera Civil  
Reg. CIP. N° 276572

Ing. Rocio Del Pilar Severino Melendres

Colegiatura N° 278347

## Ficha de validación según AIKEN

## I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Kevin Lictor Pasapera Arteaga	Supervisor de calidad en YC SERVICE S.A.C	Análisis granulométrico, Optimo contenido de humedad, Máxima densidad seca, CBR	Fonseca Sánchez Kattia Melisa
<b>Título de la Investigación:</b> Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú			

## II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

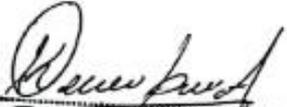
## III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades Físicas del suelo cohesivo</b>								
1	Análisis Granulométrico	x		x		x		x	
	<b>Propiedades del suelo con la incorporación de cal y cemento</b>								
2	Optimo contenido de humedad		x	x		x		x	
3	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	
4	CBR 95% Y 100% (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x			x	x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador 3: Kevin Lictor Pasapera Arteaga

Especialidad: Ing. Civil

  
 Kevin Lictor Pasapera Arteaga  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 278347

Ing. Kevin Lictor Pasapera Arteaga

**Colegiatura N° 302306**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Miluska Katherine Ñopo Diaz	Residente de la obra "Reparación De Cobertura En El (La) EESS Hospital De Apoyo Gustavo Lanatta Lujan, Distrito De Bagua, Provincia De Bagua, Departamento Amazonas"	Análisis granulométrico, Optimo contenido de humedad, Máxima densidad seca, CBR	Fonseca Sánchez Kattia Melisa
<b>Título de la Investigación:</b> Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca - Perú			

**II. Aspectos de validación de cada Ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del Instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades Físicas del suelo cohesivo</b>								
1	Análisis Granulométrico	x		x		x		x	
	<b>Propiedades del suelo con la incorporación de cal y cemento</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
2	Optimo contenido de humedad	x		x		x		x	
3	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x			x
4	CBR 95% Y 100% (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	

4	Módulo de elasticidad		X	X		X		X	
---	-----------------------	--	---	---	--	---	--	---	--

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador 2: Miluska Katherine Ñopo Diaz

Especialidad:

Especialidad: Ing. Civil



MILUSKA KATHERINE ÑOPO DIAZ  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. N° 302306

Ing. Miluska Katherine Ñopo Diaz

**Colegiatura N° 246908**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Torres Lora Luis Alberto	Dirección ejecutora de caminos Lambayeque	Análisis granulométrico, Optimo contenido de humedad, Máxima densidad seca, CBR	Fonseca Sanchez Kattia Melisa
<b>Título de la Investigación:</b> Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Distrito La Ramada Provincia De Cutervo – Cajamarca – Perú.			

**II. Aspectos de validación de cada Ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades Físicas del suelo cohesivo</b>								
1	Análisis Granulométrico	x		x		x		x	
	<b>Propiedades del suelo con la incorporación de cal y cemento</b>								
2	Optimo contenido de humedad	x		x		x		x	
3	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	
4	CBR 95% Y 100% (gr/cm <sup>3</sup> )	x		x		x		x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (  ) Aplicable después de corregir (  ) No aplicable  
(  ) Apellidos y nombres del juez validador 1: Torres Lora Luis Alberto

Especialidad: Ing. Civil



**LUIS ALBERTO TORRES LORA**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 246908

Ing. Torres Lora Luis Alberto

NOMBRE DEL TRABAJO

**Estabilización De Suelos Con Cal Y Cemento Para Tratamiento De Subrasante De La Carretera En El Dist**

AUTOR

**Kattia Melisa Fonseca Sánchez**

RECUENTO DE PALABRAS

**9444 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**48118 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**44 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 19, 2023 9:45 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 19, 2023 9:46 PM GMT-5**

### ● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado