



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal
en la carretera Puente Ricardo Palma La Oroya

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Clever Iván Cruzado Medina (ORCID: 0000-0003-1895-9343)

ASESOR:

Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

Con mucho ahínco para mis padres y hermanos, que siempre vieron por mi educación y que forjaron en el camino de la vida con mucha atención y preocupación, para ellos con mucho anhelo.

Agradecimiento

A mis padres, que gracias a su dedicación por apoyarme es que hoy estoy donde estoy.

A mi hermana y cuñado que me apoyaron, que sin ellos no hubiera sido posible.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **CRUZADO MEDINA, Clever Iván** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante cal en la carretera puente Ricardo Palma – La Oroya”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Lima 20 de julio de 2019

Apellidos y Nombres del Autor CRUZADO MEDINA, Clever Iván	
DNI: 40497379	Firma 
ORCID: 0000-0003-1895-9343	

 INVESTIGA
UCV

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	12
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	12
2.2 Operacionalización de las variables.....	13
2.3 Población y muestra.....	16
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	16
2.5 Procedimiento.....	17
2.6 Métodos de análisis de datos.....	17
2.7 Aspectos éticos.....	17
III. RESULTADOS.....	18
IV. DISCUSIÓN.....	25
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Aplicabilidad de los métodos de estabilización... ..	27
Tabla N°2.CBR dependiendo al tipo de suelo	31
Tabla N°3. Matriz de Operacionalización de variables independientes	39
Tabla N°4. Matriz de Operacionalización de variables (dependiente)	40
Tabla N°5. Recursos de materiales	46
Tabla N°6. Cronología de ejecución	47
Tabla N°7. Matriz de Operacionalización de variables independiente	51
Tabla N°8. Matriz de Operacionalización de variables dependiente.	52
Tabla N°9. Matriz de consistencia	53
Tabla N°10. Número de muestras para el ensayo de porcentaje de vacíos.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cal (oxido de calcio Cao).....	22
Figura 2. Subrasante (sección transversal).....	26
Figura 3 Juegos de tamices para ensayo de granulometría.....	28
Figura 4 Compactador proctor.....	29
Figura 5 CBR (California bearing ratio).....	30
Figura 6 Estructura del polipropileno.....	23

RESUMEN

La subrasante es el apoyo incondicional de la estructura en la carretera con la cual va a resistir los diferentes puntos de cargas verticales y deformaciones, es preferible clasificar los tipos de suelos a existir y en la cual se deberá tratar en forma química y mejorar sus características físicas y mecánicas para el cual deberá cumplir los requisitos mínimos para la construcción de la vía.

En la presente investigación se evaluará la utilidad de la adición de cal para mejorar las características de suelos plásticos con la finalidad de poder ser utilizado en subrasantes de buena capacidad portante en una vía alto tránsito (carretera Puente Ricardo Palma La Oroya, Yauli Junín).

Para mejorar las propiedades del suelo se ha optado por adicionar cal (también llamada cal viva) óxido de calcio (CaO) en dosificaciones de 2.5%, 4.5% y 7.5%, a fin de encontrar la dosificación óptima que mejore las propiedades químicas y tales como sus características mecánicas y físicas del suelo.

Siendo este tipo de estabilizador muy común y a la vez muy útil por ser un material económico y abundante en el territorio peruano., motivo por el cual en esta investigación se realizará una breve descripción del material existente mediante el ensayo granulométrico por tamizado ASTM D 1241- 305 para determinar el tipo de suelo a tratar seguido por ensayo Proctor modificado 2000 según ASTM D-1557 y finalmente ensayo CBR ASTM D-1883 para determinar su capacidad portante de la subrasante.

Palabras clave: subrasante, estructura, cargas verticales, portante, cal.

ABSTRACT

The subgrade is the unconditional support of the structure on the road with which it will resist the different points of vertical loads and deformations, it is preferable to classify the types of soils to exist and in which it must be treated in a chemical way and improve its characteristics, physical and mechanical for which must meet the minimum requirements for the construction of the road.

In the present investigation the usefulness of the addition of lime to improve the characteristics of plastic soils in order to be used in sub-rasante of good bearing capacity in a high traffic road (Ricardo Palma La Oroya Bridge, Yauli Junín highway)

will be evaluated. To improve the properties of the soil, it has been decided to add lime (also called quicklime) calcium oxide (CaO) in dosages of 2.5%, 4.5% and 7.5%, in order to find the optimum dosage that improves the chemical properties and as its mechanical and physical soil characteristics.

Being this type of stabilizer very common and at the same time very useful for being an economic and abundant material in the Peruvian territory, reason for which in this investigation a brief description of the existent material will be made by the granulometric test by sieving ASTM D 1241- 305 to determine the type of soil to be treated followed by modified Proctor 2000 test according to ASTM D-1557 and finally test CBR ASTM D-1883 to determine its carrying capacity of the subgrade.

Keywords: subgrade, structure, vertical loads, load bearing, lime.

I. Introducción

“En la construcción de caminos nos podemos encontrar con aquellos suelos arcilloso o plásticos comúnmente , uno piensa Cual es la forma de resolver el problema y lo mejor que nos ocurre es despejar todo el material existente con esto se genera más costo y lo mejor sería el tratamiento de los mismos mediante una buena estabilización, concluyendo con esto un mejor suelo ya acabado y listo para la obra y ayudando a reducir costos y hacer movimiento de tierras” (Maldonado H. & Orellana A., 2009). El gran problema de estas carreteras de nuestro país surge por el deterioro de pistas por no existir mantenimiento inoportuno y las carreteras son el único medio existente y rápido para intercambiar mercaderías, el movimiento de personas, hace que sea una necesidad tener carreteras en perfecto estado. Por otro lado, siendo estos suelos comúnmente arcillosos, al tener una baja capacidad portante. La única alternativa existente al mejoramiento de los suelos cambiando las características físicas y también mecánicas del material; lo podemos hacer estabilizándolo con aditivos. A mayor tonelaje de los vehículos que transitan en consecuencia llegan a deteriorar las capas asfálticas.

En Latinoamérica y en especial nuestro país el deterioro y abandono de nuestros caminos es una consecuencia al mal manejo de forma de trabajo con los suelos. “En países con un adecuado desarrollo en transporte los costos de traslado son menores, mientras que en la región los caminos con desvíos permanentes o tramos deteriorados incrementan los costos de traslado”, la principal causa e importancia de nuestras carreteras son los suelos deben tratados de manera adecuada y equilibrada porque son la principal fuente de movilización y activación económica siendo estos los medios de transporte.

Antecedentes investigados. Nacionales.- **García (2015)** en la tesis “Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015” para optar el título de ingeniero civil, presentada en la Universidad Privada Del Norte Cajamarca. **Objetivo:** Determinar la resistencia de la subrasante al incorporar cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca. **Conclusión:** llega a ser verdad por el usar propiedades de cal en ciertos % 2,4,6,8 eleva su propiedad y capacidad el suelo de la subrasante siendo este de tipo limo, también podemos determinar que su incremento de

soportar resistencia siendo este de modo limo al agregar cal mejora su CBR, llegando ser una mejoría, cuando el suelo era natural tenía CBR 5.2 se aumentó con cal un 5, 10 al %2 cuando se hecho un % 4 en esta prueba de CBR era de 6.3 ahora al hace el estudio incrementa en %10 y así consecutivamente a más adición de cal se mejora, también se pudo comprobar que su IP va decayendo al adicionar cal en ciertos % con respecto a un suelo natural en cantidades de 11.26 este recae en un %3 y así consecutivamente solo en ciertas cantidades, en cierto modo la cal llega a mejorar la subrasante y decae su IP llegando así a la determinación que el suelo limo es arreglado. En este caso se pudo determinar que al agregar el 8% es el ideal & optimo en cuanto a su resistencia aumenta considerablemente y también en su DSM lo incrementa y otro lado su IP lo disminuye llegando así a su mejora del suelo en cambio obteniendo así un buen CBR de la subrasante a trabajar. Ya terminado con lo especificado podemos terminar que la cal en ciertos porcentajes lo mejora. **Cuadros (2016)** en la tesis “mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016” para optar el título profesional de ingeniero civil universidad peruana los andes, Huancayo. **Objetivo:** Determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín. **Conclusión:** Se estabilizo de una forma principal solo con oxido de calcio llegando satisfactoriamente a sus propiedades adecuadas físicas y mecánicas del suelo, se determinó que a dichos % la mejora de del suelo se logra con cal al adicionar en diferentes partes uno tres cinco y siete respectivamente, mediante la adición el IP disminuye siendo en estado natural en un 19.08 mejorándolo al 4.17 respectivamente. Siendo el 3% el óptimo tratar al suelo mejorando considerablemente sus propiedades y resistencia **Velarde (2016)** en la tesis “Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016”, para optar el título de ingeniero civil presentada en la Universidad César Vallejo-Tarapoto. **Objetivo:** Determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016. **Conclusión:** La aplicación del producto sobre la subrasante estando en natural en este caso para diseñar un pavimento rígido, arroja resultados positivos con el incremento de los valores del CBR, posibilitando a la disminución del grosor de un pavimento rígido en cuanto a su diseño,

se ha obtenido valores de C.B.R. al 95% de compactación de suelo en su forma natural, de 5.88% adicionando cal en valor de 45.61% al 100% de compactación, la aplicación de diferentes formas en cuanto a cal para la subrasante en su estado natural, con el 5%, con un C.B.R de 45.61% al 100% de compactación. **Leiva (2016)** en la tesis “utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresiva km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción” para optar el título de ingeniero civil, presentada en la universidad nacional del centro del Perú-Huancayo. **Objetivo:** Determinar la influencia del uso de bolsas de polietileno en el suelo a nivel de la subrasante del Jr. Arequipa de la progresiva KM 0+000 - KM 0+100 del distrito de Orcotuna – Concepción. **Conclusión:** En este caso usando bolsas de polietileno se llevó a cabo que mejora el suelo de la subrasante, se usó de forma de grumos estos fueron de diferentes % uno fue de 2 el siguiente de 4 y así respectivamente hasta el 10% con estos porcentajes se aumentó su CBR sacando un promedio a más de 7.98 en comparación a polímeros reciclados estado a su vez fueron acondicionados e forma de grumos y llegando a incrementar las propiedades del suelo tanto como físicas y mecánicas, el soporte de california de un suelo limo en porcentajes de 4 al 95 de MDS, cuando se agregó polietileno en una cantidad del seis por ciento cuando hablamos de CBR este mejoró de forma considerable y en todos sus casos tales como densidad, propiedades, en unas cantidades de CBR del 7 al 95 MDS, a su vez redujo los límites de expansión en cierto grado al 36 % respectivamente. **Cabana (2017)** en su tesis “mejoramiento de la relación de soporte (cbr) al adicionar el estabilizante químico cal a la sub – rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito Paria – Wilcahuain, Huaraz, 2017”, para optar el título de ingeniero civil presentada en la Universidad César Vallejo- Huaraz. **Objetivo:** Mejorar la Relación de Soporte California (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la Sub – rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito Paria Wilcahuain, Huaraz, 2017. **Conclusión:** Al incorporar la cal al suelo SC y CL teniendo así un CBR del suelo natural de la C-01 una resistencia de 3.50% y con una expansión de 1.01 %, y al incorporarle el 8 % de cal, cantidad óptima obtenida del ensayo de Eades y grim este aumento su CBR al 12% y redujo su hinchamiento a un 0.11 % para el suelo CL que al inicio tuvo un CBR del 8% con una expansión de 1.62% y al incorporarle el 4 % de cal, cantidad óptima obtenida del mismo ensayo anterior, aumento hasta un 28% y redujo su expansión al 0.13%, cumpliendo así con los requisitos de resistencia para ser usada como capa de subrasante. **A nivel Internacional. Altamirano y Díaz (2015)** en la tesis

“Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas” Para optar el título de ingeniero civil Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua unan, Managua- Nicaragua. **Objetivo:** Estabilizar los suelos cohesivos de las vías en la comunidad San Isidro del Pegón, municipio de Potosí departamento Rivas, con una mezcla de cal hidratada. **Conclusión:** Obtuvo la mejora de forma representativa en ciertas formas tales como plasticidad también se puede adicionar la densidad de comparación se incrementa, también el caso de la humedad. Todo esto se logró con la reacción exotérmica que es un mecanismo que de reacción de la cal al tratarse con suelos arcillosos con ello el CBR se mejoró siendo este suelo de tipo A 7-6 que nos indica. Se uso cantidades de cal en 3,6,9,12 % respectivamente llegando a ser el 9 % el óptimo a mejorar el suelo tratado y así se pudo cumplir sus expectativas del caso. **Gavilanes (2015)** en la tesis “Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur” Para optar el título de ingeniero civil universidad internacional del ecuador escuela de ingeniería civil Quito Ecuador. **Objetivo:** Analizar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la modificación y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para determinar estabilización de plasticidad del material de sub-rasante en la vía. **Conclusión:** en la calle Santo Bamba se hizo en estudio dando como resultado un suelo tipo limo y arenoso que tiene como material de sub-rasante del suelo, con pómez y de color café claro en este caso se hizo estabilizar con cemento logrando ver resultados favorables al ver que su incremento de soporte del mismo modo los valores son en aumento a su estado natural llegando a concluir que si se da el caso de mejora, cumpliendo a su vez con la normativa de estabilización de suelos hacia la subrasante. Así como lo especifica el MOP con su normativa que es usado para la mejoría de la subrasante. **Bauzá (2015)** en la tesis “el tratamiento de los suelos arcillosos con cal comportamiento mecánico y evolución a largo plazo ante cambios de humedad” para obtener el grado de doctor en la Universidad de Sevilla –España. **Objetivo:** La presente tesis plantea un doble objetivo de investigación. De una parte, se realiza un exhaustivo estudio del estado del conocimiento de los tratamientos de suelos con cal, recogiendo las numerosas y muy diversas aportaciones obtenidas por los investigadores en los últimos años. Por otra, se plantea el estudio concreto del comportamiento deformaciones de un suelo arcilloso altamente plástico ante

modificaciones en su grado de humedad y succión, uno de los campos de la materia menos documentados. Este último objetivo, se ha aplicado sobre un suelo expansivo empleado en la construcción de la explanación de una importante obra de infraestructura en el entorno geológico de la provincia de Sevilla, concretamente de la localidad de Morón de la Frontera. **Conclusión:** Se da en este caso como una contundente mejora en el incremento de resistencia del mismo, también podemos apreciar la reducción de plasticidad, por otro lado, su mejora de los suelos al ser más trabajable y versátil a la forma de manipularlo en el movimiento de tierras, estos a su vez se denota la rigidez del suelo en forma de compresión que es lo que se busca al ser compactada. El CBR (capacidad de soporte de california) da como resultado la resistencia , también la a compresión y sobre todo a la resistencia al corte del suelo, también da las mejoras del caso, también nos brinda la trabajabilidad del suelo a tratar. La cal da forma y resiste ante la erosión de dichos suelos dispersos dañado a su vez da estabilidad al mismo. **Guamán (2016)** en la tesis titulada “estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)” para optar el título de ingeniero civil, universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica carrera ingeniería civil, Ambato – Ecuador. **Objetivo:** Analizar el comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado con componentes químicos (cal y cloruro de sodio) en el laboratorio. **Conclusión:** Se concluyó que dicha cal se da el resultado la mejora en porciones de 7,5 y también en un 12,5 anteriormente se obtuvo los ensayos los valores del suelo de 20 y 26 % respectivamente cumpliendo con sus especificación siendo este porcentaje el óptimo a tratar, posteriormente se puede determinar que al 12,5 % es lo ideal ya que este monto se acerca a los valores mínimos del mismo ya determinado el porcentaje es suelo es mejorado con el cloruro de sodio, en cambio la cal da mejor resultado ya que el único que llega a cumplir todos los parámetros establecido y es considerado ser el mejor estabilizador ante el cloruro de sodio. Terminado con lo especificado se termina en pronunciar que se demostró que la cal es el complemento ideal en este caso a comparación del cloruro de sodio **Silvestre (2018)** en la tesis titulada” análisis comparativo de los efectos del agua de mar y de cal en la estabilización de suelos arcillosos en calles que conforman el barrio 2 de noviembre de la comuna engabao perteneciente al cantón playas provincia del guayas “para optar el título de ingeniero civil universidad de Guayaquil facultad de ciencias matemáticas y físicas carrera de ingeniería civil -Guayaquil – Ecuador. **Objetivo:** Evaluar los resultados de la capacidad de soporte de suelo mediante

el ensayo de CBR entre las muestras de suelos estabilizados con agua de mar y luego con cal hidratada en diferentes proporciones para así determinar una solución óptima de acuerdo a los parámetros de calidad de la capa subrasante, evitando así la deformación de las vías en estudio. **Conclusión:** Cuando se mostraron los ensayos en suelo al natural se indicó que estos fueron de tipo arcilloso de un modo plástico siendo estos a un límite de consistencia al w_l 7.9 y un índice de P de 4,8 y también se obtuvo un CBR al 8,5 y al saber esto estudio se comprobó que no es adecuado para subrasante y se tuvo de aplicar cal hidratada llegando a este caso ser una mejora relevante ante esta, las variaciones de promedios de límites de consistencia natural 79,5% L.P 30,82 I.P 48,65- con agua de mar L.L 37,10 L.P 15,05. En este caso la cal y el agua de mar se presenta una debida mejoría en su estabilización. Los límites de consistencia dan como una respuesta un parámetro de separación de más mejor con respecto a las normas de AASTHO como también para SUCS

Teorías: La Cal, es un producto químico que se obtiene a partir del calentamiento de piedras calizas en un horno industrial a temperaturas controladas de no más de 1000 grados Celsius. Obtendremos el químico óxido de (CaO) y el hidróxido de calcio Ca (OH). **Cal viva** (óxido de calcio-CaO) obtenemos cal viva por la transformación química por medio de calor controlado y esta a su vez tendrá la nomenclatura de carbonato de calcio (piedra caliza -CaCO₃) siendo un óxido de calcio. **Aplicaciones.** Esta obtención de cal podemos utilizarla para estabilizar suelos con baja capacidad portante no solo para caminos se trate sino también para en uso de agricultura, viviendas, etc. Usos y aplicaciones se usa en diversas formas: alimentos, cerámicas, cosmética, desinfectante, biocidas, metalurgia, industria panificadora, neutralizador de tierra ácidas, productos químicos, neutralizador de tierras ácidas y sobre todo en el ámbito de la construcción. La cal tiene una infinidad de aplicaciones siendo cada vez más usada en el ámbito de la construcción tales como estabilización de suelos o como mezcla de morteros para mejorar sus características del mismo, La cal puede ser utilizada en la mejora las características de suelos, y en su mayoría cumple los objetivos requeridos. **Ventajas y desventajas.** Encontramos diferentes ventajas y desventajas en la cal en cuando a procesos constructivos referimos; existe métodos, manuales, especificaciones técnicas, cuyo trabajos ya son conocidos por el cual nos da referencia y guías establecidas de cómo tratar y utilizar la cal con fines de estabilización basada en la experiencia de las constructoras y contratistas ya que ellos verán las disponibilidad de su maquinaria o equipo disponible ya sea por la

dificultadas de la zona si son accidentadas y/o alejadas y poco accesibles usamos como referencia las Asociación Nacional de la cal). **Cal viva en seco:** En cuanto a la economía nos referimos la cal viva es la forma más conocida en diferencia a su competidor de cal hidratada si hacemos un comparativo encontramos que la cal viva es la estructura más concentrada siendo este obteniendo un 20% más de cal y esto equivale a que (Cao) ocupa menos espacio de almacenamiento y esto es un ahorro cuando a transporte y almacenamiento. El tiempo de secado o modificado de cal suelo, puede alargarse debido a su reacción exotérmica producida por el agua + cal viva. Produciendo que las partículas pequeñas se reduzcan y así reduce enormemente las generaciones de polvo en las vías.

Desventajas: La gran desventaja de la cal viva requiere un 30 % de su peso para poder cambiar su forma por cal apagada o también llamado cal hidratada. También pierde sus propiedades ya que, al ser activado por agua, puede existir pérdida por evaporación motivo por la adición de agua pasa a ser tener un calor por hidratación. Siempre se debe tener sumo cuidado en el manejo de la cal viva al incorporar agua para asegurar un adecuado fraguado y mezcla de la misma.

Modificado. La cal modifica los iones del suelo a tratar, al mezclarse el óxido de cal y por materiales o suelos fino por ejemplo arcillas y limos ocurre una reacción química los iones de calcio (Ca^{++}) de la misma se intercambia con las partículas finas en este caso de arcilla o limo, convirtiéndose en un intercambio iónico y el material o suelo de la misma se modifica. **Reacción química de la cal.** En los suelos finos tal es el caso como arcillas y limos son tratados con cal. Los átomos de calcio de cal son reemplazados los átomos de sodio de hidrogeno, estos a su vez se va a producir una reacción química al suelo cambiando sus características y produciéndolo muy friable. Se puede decir que el intercambio iónico expulsa a las partículas existentes en la superficie de los finos ya sea arcillas o limos.

Floculación/aglomeración. Los materiales finos en este caso arcillas sin tratar presentan en su estructura molecular un parecido a algunos polímeros y por ende se pueden dar propiedades plásticas. Su estructura es apilar o conseguir agua entre sus capas moleculares, estos a su vez causa un cambio brusco en cuanto a su densidad y volumen. Entonces podemos decir que cuanto mayor sea su área superficial de una arcilla este será mayor a su capacidad de contraer o absorber agua y mayor también será su comportamiento expansivo. **Subrasante.** Es el apoyo directo e incondicional de la estructura del pavimento y forma parte de la misma, la carretera que se acopla del suelo

natural o terraplén y la construcción de la carretera. Los suelos al natural por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 60 cm, deberán presentar características tales como ser suelos adecuados y estables con $CBR \geq 6\%$. Por si se presenta un suelo por debajo de su capacidad superior de la subrasante, tenga un $CBR < 6\%$ este será catalogado por ser pobre o inadecuada En otro caso podemos reemplazar y usar material de préstamo mediante acarreo y movimiento de tierras o conseguir una cantera. La otra alternativa es estabilizar el suelo existente mediante estabilización ya sea por geo sintéticos, cemento y en este caso estabilización química (cal viva). Se debe analizar una muestra para saber que suelos predominan en la zona y esto se consigue mediante el análisis de granulometría y permitirá clasificar el tipo de suelo mediante SUCS y seguidamente de apisonamiento mediante martillado en con ensayo Proctor estándar y así conocer su OCH y DMS y finalmente en CBR que podemos medir su capacidad portante del terreno o suelo del lugar. Podemos observar en la figura las diferentes capas que contiene una estructura vial.



Fuente: Ramón, 2008: Sección transversal – Pavimento Flexible

Estabilización de la subrasante. “la estabilización es llamado al mejoramiento de un suelo cualquiera, mediante el cual sometemos al mismo a un cambio químico para aprovechar sus mejores características, con ello obtendremos una capa resistente y capaz de soportar las cargas de transito como también el clima atmosférico y así finalmente tendremos una capa fiable para trabajar y eliminar la plasticidad del terreno”. (Zaña, 1993, p. 62). Según Zeña podemos llamar estabilización a la manipulación de suelos en su estado natural, son tratados mediante el uso de productos químico en este caso la cal (oxido de calcio) para mejorar sus características ya sea físicas o químicas en este caso

podemos usar material de suelos que sean de CBR regular, pobre, y mejorarlo en ser más estable y firme, sus propiedades físicas contiene mejores cualidades y pueden soportar los efectos del tránsito y al mismo tiempo también las condiciones climáticas si son severas lo podrá corregir y determinará que tiene mejor resistencia al terreno, por lo cual disminuirá su plasticidad y esto a su vez será mucho más estable. Para su mejora la subrasante deber ser mediante propiedades físicas y/o mecánicas a través de incorporación de productos químicos, en este caso oxido calcio mejora su capacidad de soporte. Podemos observar en la tabla los diferentes métodos químicos como guía de estabilización de suelos a continuación:

Tabla 1.

Aplicabilidad de los métodos de estabilización.

<i>Suelo</i>		<i>Arcillas finas</i>	<i>Arcillas gruesas</i>	<i>Limos finos</i>	<i>Limos gruesos</i>	<i>Arenas finas</i>	<i>Arenas gruesas</i>
Tamaño de las partículas(m m)		<0.0006	0.0006–0.002	0.002–0.01	0.01–0.06	0.06–0.4	0.4–2.0
Estabilidad volumétrica		Muy pobre	Regular	Regular	Buena	Muy Buena	Muy Buena
Tipo de Estabilización	Cal						
	Cemento						
	Asfalto						
	Mecánica						
Rango de máxima eficiencia							
Efectiva, pero el control de calidad puede ser difícil							

Fuente: IDU. Guía para el diseño y la construcción de capas estructurales de pavimentos estabilizadas mediante procesos químicos Bogotá D.C., 2005. p.5. Bogotá D.C., 2005. p.5

Formulación del problema. ¿Cómo influye la relación la incorporación de cal, con las propiedades de la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya? **Problemas específicos.** ¿Cómo influye la dosificación de cal en las propiedades físicas del suelo de la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya? ¿Cuál es la influencia de la incorporación de cal, sobre la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad que tiene subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya? ¿Cuál es la

influencia de la incorporación de cal, sobre la capacidad admisible del suelo que tiene la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya? **Justificación de la investigación. Teórica.** Valderrama (2015), hablamos de teoría “cuando nos enfocamos a teoría el investigador se adentra a diferentes tipos teóricos y con ello se conduce a una explicación única ” (p. 140). Según Valderrama la justificación teórica nos referimos a diferentes formas, modo y formatos en el cual mediante este trabajo se recopila diferentes enfoques para poder realizar mediante esta investigación el análisis el comportamiento de la subrasante mediante incorporación de la cal en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya. **Práctica.** Valderrama (2015), en la justificación práctica “nos encaminamos al desconocimiento del investigador llega a desprender su per sección a mejorar para también para su beneficio” (p. 140). Según Valderrama la justificación practica se manifiesta o conduce por medio del investigador por todos los temas estudiados e indagados poniendo en conocimiento su énfasis por conocer explorar y añadir su libertad de experiencias y así contribuir a fututos e investigadores y dar con las soluciones de problemas, adelantando procesos y acortando pasos a seguir; y eso ayudara a tesistas futuros y a organizaciones empresariales como son las universidades públicas y privadas. La propuesta que aquí se pretende realizar el análisis de la subrasante mediante la cal en la carretera Puente Ricardo Palma-La Oroya: Variante Río Blanco- Huari, y la mejoría en darles calidad de vida para los habitantes con vías duraderas y en buen estado. **Metodológica.** Valderrama (2015), indica respecto “indica que los métodos metodológicos son técnicas concisas y con ello brindara resolver un problema hacia el investigador” (p. 140). Según Valderrama nos habla que su pensamiento de justificar son métodos de vital importancia con un investigador debe conllevar y tener alusión de formas metodológicas unos más que otros y la recopilación de datos y dar un resultado y resolver el problema. **Social.** Valderrama (2015), menciona “referimos que un investigador requiere la importancia y relevancia para su beneficencia ” (p. 140). Según Valderrama la justificación social es el benéfico directo e indirecto a al desarrollo social de la zona o población ya que con esto mejoraría la calidad de vida, tanto en salud, transporte, intercambio de mercadería unión de ciudades alejadas, trae puestos de trabajos indirectos como son transporte de pasajeros y turismo. La presente investigación realiza el aporte a la carretera Puente Ricardo Palma-La Oroya; como preocupación tanto al tránsito como a la calidad de vida de los beneficiados ya que además ayuda en la comunicación y transparencia. **Justificación económica.** Surge del método de estabilización más

económica siendo analizado y probado por diferentes antecedentes y manuales de estabilización ya que con ello se logrará llegar a los objetivos y solucionar los problemas específicos logrando ahorrar gran cantidad de tiempo y dinero. La necesidad de tener la opción más económica mediante la cal siendo un estabilizante de bajo costo y abundante para la investigación del mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante cal de la carretera puente Ricardo Palma La Oroya. **Hipótesis General.** La incorporación de cal mejorará las propiedades del suelo de la subrasante de la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya. **Hipótesis específicas.** La dosificación de cal influye sobre las propiedades físicas de la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya. La incorporación de cal influye sobre la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad que tiene la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya. La incorporación de cal influye sobre la capacidad admisible del suelo que tiene la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya. **Objetivo General.** Evaluar la incidencia de la incorporación cal en las propiedades del suelo que tiene la subrasante diseñada en pavimentos de la carreta puente Ricardo Palma-La Oroya. **Objetivos Específicos.** Evaluar la influencia de la dosificación cal, sobre las propiedades físicas de la subrasante en la carreta Puente Ricardo Palma-La Oroya. Evaluar la influencia de la incorporación cal, sobre la máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad que tiene la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya. Evaluar la influencia de la incorporación de cal, sobre la capacidad admisible que tiene la subrasante en la carreta puente Ricardo Palma-La Oroya.

II. MÉTODO

Gama (2007) en cuanto a métodos se refiere:

Este método es de forma científica y sería solamente de una sola. Esto puede ser diferente en la per sección y conducirlo a la forma adecuada para una ciencia, con este método el enfoque debe ser un único camino ya que con esto podremos describirlo en forma veraz y con ello establecer formas y teorías (p. 24).

Según Gama nos habla del método científico no puede ser cambiado o cuestionado ya que se presenta en uno solo tan solo puede variar en una pequeña cantidad su estructura siguiendo la esencia y así poder adicionar a su contenido en forma de ciencia. Siendo este un camino por el cual nos lleva a un correcto proceso en cuanto a investigación científica se refiere llegando a completar teoría y leyes y ser corroborada por el mismo.

2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación. Mendoza (2012), indica “Esta investigación es de forma única y se establece en relación con lo básico con esto nos lleva a ver descubrimientos de avanzada información de la misma manera recopilar datos y con ello podemos establecer y empadronar el conocer del mismo”. (pág. 12).

Según Mendoza, se refiere que este tipo de investigación es denominada práctica ya que de la misma forma a la que se menciona será la prueba a descubrimientos y avances con ayuda de los ensayos que se realicen nos dará las respuestas inmediatas y añadiendo nuestros conocimientos por medios de prácticas ya aprendidas ayudara a reforzar y contribuir la investigación y así modificar y construir una tesis de forma aplicada.

Diseño de investigación. Creswell (2009), “los experimentos son denominados, estudios de revelación ya que con ello el buscador puede crear una simulación de como difundir como afecta las prácticas y crear una simulación y con esto poder suponer de respuestas dando comparaciones con los demás. (denominadas variables independientes) las influencias son ciertas de diferentes modos y sus efectos pueden ser influenciables con otras y así poder encontrar el control de la situación”

Según Creswell, nos menciona el diseño de investigación que los experimentos son estudios realizados por intervención externa y estos a su vez tienden a presentar cambios a simple vista y podemos corroborarlos en cuestión hacer comparativos y sacando resultados y vemos la diferencia que se suscita en dichos experimentos ya con ellos logramos un análisis de que las influencias o intervenciones se suscitaron como uno lo condujo entonces podemos denotar que los estudios experimental es el resultado de las comparativos y efectos observables del mismo.

En consecuencia, el presente proyecto de investigación será experimental, y determinar la variable del mejoramiento de la subrasante mediante cal en la carretera puente Ricardo Palma La Oroya.

2.2. Operacionalización de las variables

Variable independiente: Cal. Valverde (2009) “Los factores que deben de ser considerados en la selección de la cal como estabilizador adecuado para un suelo son: el tipo de suelo a estabilizar, el propósito para el cual la capa será utilizada, el tipo de mejora que se desea del suelo (objetivo de la estabilización), la resistencia requerida y durabilidad de la capa estabilizada, las condiciones ambientales y el costo”. (p. 76).

Nos mencionó Valverde, se requiere muchos factores positivos a favor de la cal por ser un producto químico de fácil envío y almacenamiento no requiere de personal calificado entonces la cal será el estabilizador y en consecuencia será el propósito de la investigación porque con ello lograremos mejorar el suelo y así poder lograr el objetivo principal en cuanto a resistencia, durabilidad y economía reduciendo costos en su mayoría ya sea por movilización o tratamiento y por el tema de condiciones ambiental de la zona. Como consecuencia la variable independiente será autosuficiente ante la variable dependiente, siendo la variable independiente la cal.

Variable dependiente: subrasante. (Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos”, (Revista Colegio de Ingenieros, 2013, p.7) En diferentes artículos encontramos como obtener o saber qué tipo de subrasante si tenemos una ideal o que cumpla con las especificaciones técnicas por eso es importante tener un ensayo de la misma y tener resultados fiables para saber a qué estamos tratando en este caso la subrasante y el ensayo más directo y confiable

es el ensayo de CBR ya que con sus resultados obtendremos y determinaremos que tipo de subrasante tenemos; si es mala, regular, buena y excelente y así podremos reemplazarla o mejorarla ya sea el tipo de suelo existente de la zona.

La variable dependiente vendría a ser la subrasante.

Calderón y Alzamora, (2010) “La operacionalización es el proceso de llevar una variable desde un nivel abstracto a un plano más concreto, su función es especificar al máximo el alcance que se le otorga a una variable en un determinado estudio. Para ello las variables deben ser susceptibles de mediciones, para lograrlo las variables principales se deben descomponer en otras más específicas llamadas dimensiones, asimismo, es necesario interpretar estas dimensiones a indicadores”. (p.32).

Según Calderón y Alzamora, la operacionalización es el proceso que se lleva a cabo desde algo abstracto hacia algo más existente o real a nuestro medio que nos rodea y así llevar esta variable a un estudio determinado para así lograr el alcance máximo que se le puede dar. Las variables deben ser medibles y poder separar sus dimensiones e indicadores para luego tener un estudio más a la medida y sean necesario interpretarlas. La variable independiente será la estudiada acrecentando a la variable dependiente y el acontecimiento da la adicionar cal a la subrasante.

Tabla 2.

Operacionalización de variables independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Cal	La cal es comúnmente utilizada como agente estabilizador de suelos de tipo limoso y/o arcilloso, ya que se ha comprobado que modifica algunas de sus características fisicoquímicas, mejorando su resistencia mecánica (Rodríguez & Hidalgo 2015, pp. 114)	La cal se define como un agente estabilizador de suelos, sus características y contenido de humedad ayuda a mantener una estructura equilibrada y un volumen estable, comprobamos al aumentar la consistencia mediante diversa prueba como la granulometría Proctor modificado y finalmente prueba Proctor del CBR.	Características de la cal	Estructura	Prueba de Granulometría por malla
			Contenido de humedad	volumen	Prueba de Proctor modificado
			Determinación de la cal	Consistencia	Prueba de Proctor CBR
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Subrasante	“Los factores que deben de ser considerados en la selección de la cal como estabilizador adecuado para un suelo son: el tipo de suelo a estabilizar, el propósito para el cual la capa será utilizada, el tipo de mejora que se desea del suelo (objetivo de la estabilización), la resistencia requerida y durabilidad de la capa estabilizada, las condiciones ambientales y el costo”. (Arrieta, Carro & Obando 2009, pp. 94)	La subrasante consideramos un adecuado suelo al ser estabilizada incorporando cal esta mejora sus propiedades del suelo, su comportamiento de plasticidad disminuye la textura densidad y expansión es estable equilibrado en cuanto a su resistencia a la penetración lo determinamos y comprobamos mediante la prueba Proctor CBR	Propiedades del suelo	Textura	Prueba de Granulometría por malla
			Comportamiento de plasticidad	Densidad, expansión	Prueba de Proctor modificado
			Valor relativo de soporte	Resistencia, penetración	Prueba de Proctor CBR

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Población y muestra

Población. Borja (2012) menciona “La población compone material para ser estudios y con ello lo medimos de forma estadística”, (pág. 30).

Para Borja, la mención es que población tiene mucho que ver con la comunicación ya que es un conjunto de personas con un fin y esta circunstancia es el estudio y con esto podemos medir por medio estadístico y la población siempre tiende a tener un margen de error de + o – la verificación de la misma nos indicara en que debemos corregir y entallar más a la medida de nuestra posibilidad a equivocarnos y remediar los sucesos; la población es importante porque dicho estudio sea analizado de forma conjunta.

Muestra. Hernández (2016) menciona “cada muestra llega a ser una pequeña parte del conjunto con ello se junta datos y se surge una meta para el análisis con precisión y con ello damos un representativo de la población”. (pág. 152).

Para Hernández, nos muestra que un sub grupo de muestra población debe ser de interés y por el cual uno debe de guardar datos importantes y con ello encaminarse en una sola dirección y contener una precisión muy certera en cuanto a muestra de población nos referimos.

En el presente proyecto de investigación; realizaremos tomas de muestra de suelo de un segmento de carretera puente Ricardo Palma-La Oroya VARIANTE EMP. PE-022 KM. 101 379 (RIO BLANCO) - EMP. RUTA PE-3S KM. 21 918 (HUARI)

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

Para Arias (2012, p.67) hace referencia a que el procedimiento es un método que sirve para adquirir datos para examinar; sirve a la estrategia lógica como su complemento que está conectado de manera general. Para recopilar la información, contaremos con las siguientes técnicas: **a. Fuentes esenciales:** La percepción. Comprendió el uso eficiente de nuestras facultades en la búsqueda de la información requerida para atender el problema de la investigación. **b. Fuentes secundarias:** Los registros bibliográficos se utilizaron para registrar la información alusiva a los libros y proposiciones que se utilizaron durante el procedimiento de investigación. Las revistas físicas y virtuales se utilizaron para descubrir los puntos para construir el corpus de la estructura hipotética.

Instrumentos de recolección de datos: Para Arias (2012, p. 68), “habla que para juntar datos uno debe tener o llevar datos , puede ser en forma de papel o de una forma más eficaz como es el caso de una computadora (digital) y eso llamamos información con instrumentos” La investigación cuenta con : Ficha de Observación. Ensayos de laboratorio.

Validez. Valarino (2015), sostiene que: “validez decimos a llevar una cierta gravedad e inclinación a ser certeros y seguros, que nosotros sabemos que estamos midiendo para llegar al punto y no desviarnos a otra cosa, que con el instrumento que usamos mida de forma correcta y no errada y que nosotros como observador podamos separar por ramas y las verdades ”. (p.227).

La validez del presente trabajo de investigación será medida mediante los resultados de los diferentes ensayos.

Confiabilidad. Valarino (2015), sostiene que: “confiabilidad llega a ser una verdad que encontramos después de medir con instrumentos con varios observadores de diferente tipo con todos ellos sacamos una conclusión ya que son varias tomas de individuos llegaremos a una decisión de todos ellos ”. (p.229). el presente proyecto de investigación la confiabilidad se trata y se basa en los ensayos y documentación escrita y certificada por especialistas ya sea en geotecnia, como también podemos pedir la elaboración de la investigación de la misma.

2.5 Método de análisis de datos

Para nuestro progreso del presente proyecto de investigación se empleará sof como, usando los datos obtenidos de la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya que sirvieron de muestra.

2.6 Aspectos éticos

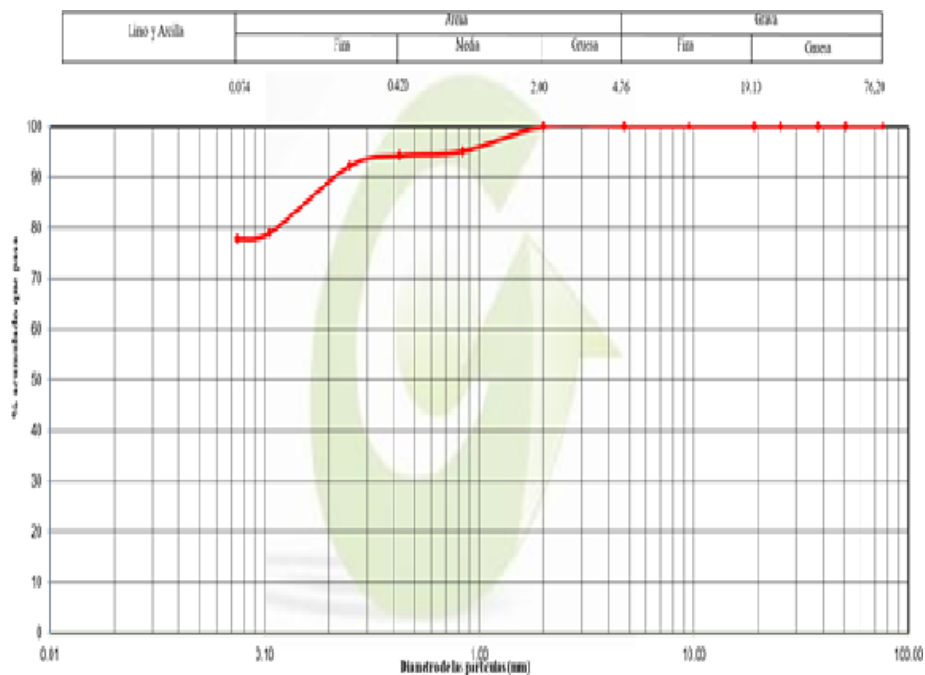
El investigador como tal, se compromete a realizar ensayos , mediciones, etc. ya que con ello mostrará datos de validez y resultados correctos, siendo una responsabilidad del investigador ya que recaerá todo compromiso del trabajo, dará a conocer su estudio & ensayos de campo fueron conformes y veraces a lo mostrado a lo largo de su investigación.

III. RESULTADOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM-D422)			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa
	Nº	Abertura (mm)	
	3 "	76.2	100
	2 "	50.8	100
	1 1/2 "	38.1	100
	1 "	25.4	100
	3/4"	19.1	100
	3/8"	9.52	100
	Nº 4	4.76	100
	Nº 10	2	100
	Nº 20	0.84	95.1
	Nº 40	0.425	94.3
	Nº 60	0.25	92.2
Nº 140	0.106	79	
Nº 200	0.075	77.7	

Curva granulométrica

Podemos apreciar como la curva se va dando a al aculando en porcentajes que pasa por la malla 200 en un 76% en material fino y el diámetro de partícula que existe en la muestra



Datos Granulométricos de los suelos ensayados.

A continuación, se presenta la distribución como se separa los materiales finos con lo gruesos y los porcentajes que tiene estas muestras en la que se extrajo, podemos apreciar que existe un 77% de finos en su mayoría y una pequeña cantidad de arena también.

Distribución Granulométrica			
% Grava	Gruesa	-	0
	Fina	-	
% Arena	Gruesa	-	22.3
	Media	5.7	
	Fina	16.6	
% Finos		77.7	77.7

En este ensayo mayormente de clasificación de suelos hemos utilizado según ASTM los diferentes estándares de clasificación de suelos y podemos decir que esta n la normativa

Clasificación SUCS ASTM D -2487

Se determinó que el tipo de suelo o clasificación de suelo según normativa se dedujo que es ML por su nomenclatura en inglés y M= mud L=low (limo de baja plasticidad con arena)

Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487			
ML	Limo de baja plasticidad con arena		
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282			
-	Índice de Grupo :	15	-

Contenidos de humedad

Podemos apreciar que se presenta En estado natural un contenido de humedad al 2.82%

Contenido de Humedad	(%)	2.82
----------------------	-----	------

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	32
Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	24
Índice Plástico (IP) (%)	8

Ensayo de Compactación Proctor Estándar. Se realizó en paralelo al de capacidad de carga, ya que se utilizó el mismo molde, para su ejecución se tomaron como referencia cuatro dosificaciones de cal; uno al natural y otras con dosificaciones estas fueron: 5.5%, 7.5% y 9.5% usando el criterio de antecedente predecesores que sirvieron como guía en esta investigación y por otra parte según el manual de carretas del MTC 2013 y el manual de tratamientos manual de estabilización de suelo tratado con cal. Me indicaba que a mayor contenido de cal será mayor su plasticidad se recomienda no mayor de entre 8 y 9 por ciento. Se uso un ensayo Proctor de 5 capas seguido por 56, 25, 12 golpes según los parámetros del mismo modo que en el caso anterior cuando se realizó el ensayo sin cal, los parámetros fueron los mismo, la única variante fue la compactación. A continuación, se muestran los datos de densidades secas máximas y humedades óptimas de compactación, los gráficos se presentan Datos del Ensayo de Compactación en diferentes concentraciones de Cal

Capacidad de Carga (C.B.R.).

El siguiente ensayo de CBR se condujo con compactación uno al natural y su similar de porcentajes en: 5.5, 7.5, 9.5%. Se uso del mismo modo usando criterios de los antecedentes por los porcentajes que mostraron los antecesores y por otro lado fue corroborada por el manual de carretas del MTC 2013 y el manual de tratamientos manual de estabilización de suelo tratado con cal. Se dejo madura por 4 días es evaluado su expansión y también su penetración en el cual se trabajó con 1” y 2” de profundidad y el CBR en un 90, 95 y 100% de compactación.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)

Al natural se pudo evaluar que su MDS y OCH

<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>	1.773
<i>Humedad óptima (%)</i>	15.2

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	4.2		0.2":	8.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	3.1		0.2":	6.1
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	0.3		0.2":	2.3

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)

El resultado que se da a conocer es al natural sin ningún aditivo y el suelo de la subrasante se encuentra en su estado natural según los ensayos de CBR nos indica: Podemos apreciar que los CBR al 100% a 1" se obtuvo un CBR al 8.3%. Mientras para subrasante se requiere del 95% se obtuvo que a un 1" un CBR al 3.1%

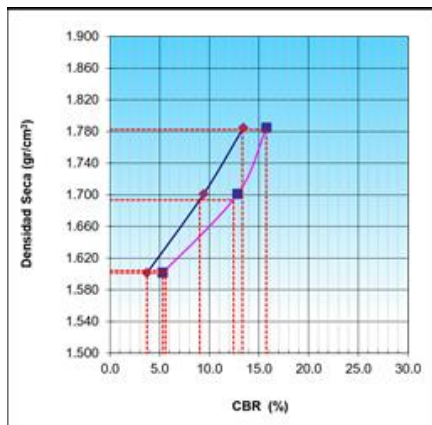
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)

Incorporando 5.5% de cal, el DMS 1.783 y OCH 14.1 varia en cuanto a un suelo natural.

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.783
Humedad óptima (%)	14.1

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 13.3	0.2": 15.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 9	0.2": 12.4
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 3.9	0.2": 5.6

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)



En la figura podemos observar la relación que existe en comparación con la densidad seca 1.783 y el CBR con respecto a la subrasante al 95% y 1" de penetración en sus % la relación que existe.

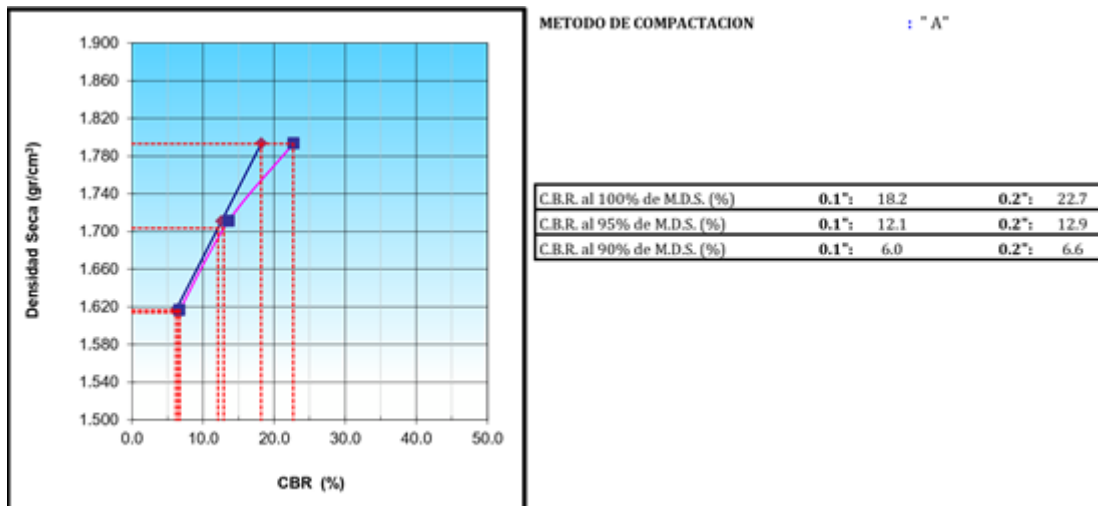
Se obtuvo un CBR de 9%

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)

Incorporando 7.5% de cal, el DMS 1.793 y un OCH 13.2 existe variación en comparativa de un 5.5% de cal.

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.793
Humedad óptima (%)	13.2

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)



En la figura podemos observar la relación que existe en comparación con la densidad seca 1.793 y el CBR con respecto a la subrasante al 95% y 1" de penetración en sus % la relación que existe.

Se obtuvo un CBR de 12.1%

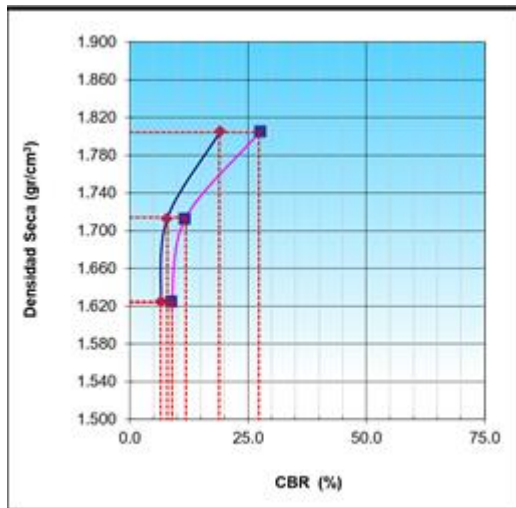
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)

Incorporando 9.5% de cal, el DMS 1.804 y OCH 12.9 existe variación en comparativa de un 5.5% de cal.

<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>	1.804
<i>Humedad óptima (%)</i>	12.9

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	18.9	0.2":	27.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.9	0.2":	11.9
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	6.6	0.2":	8.9

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)



En la figura podemos observar la relación que existe en comparación con la densidad seca 1.804 y el CBR con respecto a la subrasante al 95% y 1" de penetración en sus % la relación que existe. Vemos como se reduce su CBR al adicionar más contenido de cal (óxido de calcio)

Se obtuvo un CBR de 7.9%

IV. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN N°1

Objetivo Específico n°1

Evaluar la influencia de la dosificación de cal, sobre las propiedades físicas de la subrasante en la carreta Puente Ricardo Palma-La Oroya.

García (2015) “Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca,2015” Universidad Privada Del Norte Cajamarca.

Conclusión: Se determinó su porcentaje óptimo al incorporar 8 % cal estructural, su CBR de 5.4% incremento en 8.3 % y su IP de 11.2% se redujo al 3.6%; logrando mejorar el suelo limo arcillosa.

Tiene concordancia en mi estudio pude determinar que mi óptimo de cal es al adicionar el 5.5% de cal en un suelo ML incrementar el+ CBR en un 9% , tiene similitud , la cal mejora las propiedades físicas de la subrasante.

DISCUSIÓN N°2

Objetivo Específico n°2

Evaluar la influencia de la incorporación de cal, sobre la máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad que tiene la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.

Cuadros (2016) “mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016” Universidad Peruana los Andes, Huancayo.

Conclusión: Se determinó que el porcentaje óptimo al 3% de cal, incrementando su CBR de 4.8% al 11.5% y MDS 1.57 y OCH 15.6 posterior a su estabilización; Al aumentar los porcentajes de cal su CBR disminuye levemente.

Se establece la similitud ya que al dosificar al 7.5% en mi estudio obtuve un DMS 1.793 y OCH 13.3 y obtuve un CBR de 12.1% y se concuerda que la cal mejora su densidad seca y da como óptimo contenido de humedad.

DISCUSIÓN N°3

Objetivo Específico n°3

Evaluar la influencia de la incorporación de cal, sobre la capacidad admisible que tiene la subrasante en la carreta puente Ricardo Palma-La oroya.

Guamán (2016) “estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)” Universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica carrera ingeniería civil, Ambato – Ecuador.

Conclusión: Se determinó que son suelos CH con 12.5 % de cal, su IP al natural 19% se redujo a 8%, y su CBR de 4.8% aumento en 26% en cuanto al cloruro de sodio se determinó al 2.5%, su IP del 19% al 13% y su CBR del 4.8% se incrementa al 9.3%; Aumentando porcentajes de cloruro su CBR disminuye.

Se concuerda con el investigador, en mi investigación al aumentar la dosis de cal al 9.5% con respecto al suelo, se puede observar una notable disminución del CBR dando como resultado CBR 7%, se denota que la aumentar la dosis de cal por más de 9% el CBR se reduce.

V. CONCLUSIONES

- 1) Se establece que aumentó considerablemente en cuanto a su resistencia y se mejoró relativamente su portabilidad, En términos de eficiencia en este estudio una dosificación de 5.5% de cal con respecto al suelo. Se concluye un aumento del CBR. En 9% con respecto a la subrasante al 95% de compresión
- 2) La granulometría de la subrasante mejora, siendo estable y trabajable, según estas especifica la norma AASHTO T-87-70; ASTM D 421-58, obtuvimos valores y estos cumplen con lo establecido y no requiere material de préstamo.
- 3) El LL 32% e LP 24% y IP 8% se encuentran y están dentro de la norma establecida. Siendo este a su vez de un 8 en estado natural.
- 4) La influencia y determinación de la cal, se altera su forma inicial y significativa en tanto a sus condiciones físico, químicas y puzolánicas del mismo. Estos ensayos nos conllevan que los límites de Atterberg se produjeron cambios admisibles tanto LL, LP y por terminante y en IP.
- 5) Su densidad seca máximo DMS 1.783 y OCH 14.1 contenido de humedad mejoro notablemente de un suelo natural de regular a uno mejorado cumpliendo así, Especificaciones del MTC
- 6) El índice plástico decreció en todos los casos, a razón de los suelos con IP inferior al 10% y LL inferior al 20% son suelos no cohesivos en diferentes tipos las muestras se obtuvieron decrecimientos favorables.
- 7) A partir de la revisión realizada se puede afirmar que la inclusión cal en los materiales de subrasante genera una mejora en las propiedades y estas son evaluadas por las investigaciones, tanto del ámbito nacional como del internacional, revelan que los suelos al incorporar cal mejoran sus características del suelo tanto físico como químicos y sobre aumenta el CBR de la misma.

VI. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda al considerarse la cal como un estabilizador por un tema ecológico, biodegradable y es amigable con el medio ambiente ya que no produce residuos y da la voluntad de un desarrollo sostenible para los habitantes de la zona.
- 2) Se recomienda usar este tipo de estabilizador óxido de calcio por ser más sencillo, y económico, en comparación de otros tipos de estabilizadores, al tener una mayor facilidad de trabajo y poder realizar en menor tiempo que representa una mejor relación en cuanto a costo y beneficio.
- 3) La recomendación de la cal como floculación y también como aglomerante tendrá una utilización idónea para las especificaciones técnicas del suelo a tratar conociendo su OCH para calcular el agua requerida para su homogeneización y así encontrar mejores resultados.
- 4) La última recomendación hace referencia a los problemas de exotérmicos por tema de cuidado y siempre usar los equipos de EEP y así evitar daños futuros al personal.

REFERENCIAS

- Tiwari, N., & Satyam, N. (2019). An experimental study on the behavior of lime and silica fume treated coir geotextile reinforced expansive soil subgrade. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.12.006>
- Chen, R., Wu, L., Zhu, B., & Kong, D. (2019). Numerical modelling of pipe-soil interaction for marine pipelines in sandy seabed subjected to wave loadings. *Applied Ocean Research*, 88, 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2019.04.021>
- Rosales Lecca, J. G. (2019). Resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente con adición de un 10% de cal.
- Pooni, J., Giustozzi, F., Robert, D., Setunge, S., & O'Donnell, B. (2019). Durability of enzyme stabilized expansive soil in road pavements subjected to moisture degradation. *Transportation Geotechnics*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2019.100255>
- Hu, X., He, C., Peng, Z., & Yang, W. (2019). Analysis of ground settlement induced by Earth pressure balance shield tunneling in sandy soils with different water contents. *Sustainable Cities and Society*, 45, 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.038>
- Oguaghamba, O. A., Okafor, F. O., & Anokwute, V. C. (2019). Application of Scheffe's Model for Stabilization of Amurookigwe Subgrade Using Male Inflorescence of Oil Palm Ash. *Nigerian Journal of Technology*, 38(1), 60–74. <https://doi.org/10.4314/njt.v38i1.9>
- Vargas, G., Verdejo, J., Rivera, A., Suarez, D., Youlton, C., Celis-Diez, J. L., ... Neaman, A. (2019). The effect of four calcium-based amendments on soil aggregate stability of two sandy topsoils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, (2), 159. <https://doi.org/10.1002/jpln.201700562>
- Chen, Y., Withanage, K. R., Uchimura, T., Mao, W., & Nie, W. (2019). Shear deformation and failure of unsaturated sandy soils in surface layers of slopes during rainwater infiltration. *Measurement*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107001>
- Dai, H., Chen, Y., Liu, K., Li, Z., Qian, X., Zang, H., ... Sui, P. (2019). Water-stable aggregates and carbon accumulation in barren sandy soil depend on organic

- amendment method: A three-year field study. *Journal of Cleaner Production*, 212, 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.013>
- Terrones Cruz, A. T. (2019). Estabilización de suelos arcillosos adicionando cal para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo–2018.
- Colín-Urieta, S., Carrillo-Parra, A., Rutiaga-Quiñones, J. G., López-Albarran, P., Gabriel-Parra, R., & Corral-Rivas, J. J. (2019). Assessing the Natural Durability of Different Tropical Timbers in Soil-Bed Tests. *Maderas: Ciencia y Tecnología*, 21(2), 231–238. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2019005000210>
- Hu, J., Jia, L., Wang, W., Wei, H., & Du, J. (2018). Engineering Characteristics and Reinforcement Approaches of Organic Sandy Soil. *Advances in Civil Engineering*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/7203907>
- Ercoli, M., Di Matteo, L., Pauselli, C., Mancinelli, P., Frapiccini, S., Talegalli, L., & Cannata, A. (2018). Integrated GPR and laboratory water content measures of sandy soils: From laboratory to field scale. *Construction and Building Materials*, 159, 734–744. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.082>
- Pituello, C., Dal Ferro, N., Francioso, O., Simonetti, G., Berti, A., Piccoli, I., ... Morari, F. (2018). Effects of biochar on the dynamics of aggregate stability in clay and sandy loam soils. *European Journal of Soil Science*, (5), 827. <https://doi.org/10.1111/ejss.12676>
- Shaheen, A., & Turaib Ali Bukhari, S. (2018). Potential of sawdust and corn cobs derived biochar to improve soil aggregate stability, water retention, and crop yield of degraded sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*, (20), 2673. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=vdc.100075640879.0x000001&lang=es&site=eds-live>
- Junfu Lu, Di Li, Xiaoqiang Xue, & Shenlin Ling. (2018). Macro-Micromechanical Properties of Sandy Pebble Soil of Different Coarse-Grained Content. *Earth Sciences Research Journal*, 22(1), 65–71. <https://doi.org/10.15446/esrj.v22n1.66105>
- Hasriana, Samang Lawalenna, Harianto Tri, & Djide M.Natsir. (2018). *Bearing capacity improvement of soft soil subgrade layer with Bio Stabilized Bacillus Subtilis*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818101001>
- Hu, J., Chen, Q., & Liu, H. (2018). Relationship between earthquake-induced uplift of rectangular underground structures and the excess pore water pressure ratio in saturated sandy soils. *Tunnelling and Underground Space Technology Incorporating*

- Misir, G., & Laman, M. (2018). Estimating the bearing capacity of single reinforced granular fill overlying clay. *Geotextiles and Geomembranes*, 46(6), 817–829. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2018.07.012>
- Rojas, A. S., Andrade, H. J., Segura, M., & Milena, A. (2018). SOILS IN HIGH-LAND LANDSCAPES OF SANTA ISABEL (TOLIMA, COLOMBIA), ARE THEY A CARBON SINK?. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 51-59.
- Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Impact of highly varying seeding densities on grain yield and yield stability of winter rye cultivars under the influence of delayed sowing under sandy soil conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, (14), 1977. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=vdc.100049249041.0x000001&lang=es&site=eds-live>
- Almajmaie, A., Hardie, M., Doyle, R., Birch, C., & Acuna, T. (2017). Influence of soil properties on the aggregate stability of cultivated sandy clay loams. *JOURNAL OF SOILS AND SEDIMENTS*, (3), 800. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=RN382807776&lang=es&site=eds-live>
- Bernatek-Jakiel, A., Vannoppen, W., & Poesen, J. (2017). Assessment of grass root effects on soil piping in sandy soils using the pinhole test. *Geomorphology*, 295, 563–571. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.08.027>
- Zurita Flores, D. J. (2017). *Determinación de los factores que influyen en los mecanismos de fijación de carbono en suelos de alta montaña (Papallacta Ecuador)* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017).
- Llamoga, L. (2017). Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Norabuena, F. (2017). Resistencia de un suelo arcilloso sustituido al 6% por ceniza de bagazo de caña de azúcar en Huanroc – Macate. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.

- Huancoillo Pilamunga, C. L. (2017). Tesis “*Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno*”, Universidad Nacional del Altiplano.
- Bai, Y., Xu, W., Ruan, W., & Tang, J. (2017). On-bottom stability of subsea lightweight pipeline (LWP) on sand soil surface. *Ships & Offshore Structures*, 12(7), 954–962. <https://doi.org/10.1080/17445302.2014.962249>
- Duran, P., (2017). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*, Universidad San Martín de Porres.
- Cañar, Z., (2017). Tesis “*Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*”. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Schulze, M., Mumme, J., Funke, A., & Kern, J. (2016). Effects of selected process conditions on the stability of hydrochar in low-carbon sandy soil. *GEODERMA*, 137. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=RN374557109&lang=es&site=eds-live>
- Cubas Reyes A. & Falen Vinicio, C. (2016). Tesis “*Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas*”, Universidad Señor de Sipán.
- Dunn, M. (2016). *Contaminated Soils : Sources, Properties and Impacts*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1356711&lang=es&site=eds-live>
- Castán, E., Satti, P., González-Polo, M., Iglesias, M. C., & Mazzarino, M. J. (2016). Managing the value of composts as organic amendments and fertilizers in sandy soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 224, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.016>
- Caamaño, I. (2016). *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente. (Tesis para obtener el título de Especialista en Pavimentos)*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

- Altamirano y Díaz, (2015). “Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón Municipio Potsí-Rivas”. Managua, Nicaragua.
- L. Behak y W. Pérez (2015), Artículo científico “*Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación*”, Bogotá.
- Muñoz, J., (2014) tesis “*Caracterización y acondicionamiento de cenizas para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas*”, Universidad Central del Ecuador
- Pérez, A., (2014). Tesis “*Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o subbase de pavimentos*”, Universidad Nacional de Ingeniería.
- D. Méndez y J. Camacho y O. Reyes y C. Mayorga, (2014) Artículo científico “*Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas*”, Bogotá.
- ASTM D4767-11. (2011). ASTM International. Recuperado el 27 de 12 de 2016, de Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils: <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D4767-11>

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Cal	La cal es comúnmente utilizada como agente estabilizador de suelos de tipo limoso y/o arcilloso, ya que se ha comprobado que modifica algunas de sus características fisicoquímicas, mejorando su resistencia mecánica (Rodríguez & Hidalgo 2015, pp. 114)	La cal se define como un agente estabilizador de suelos, sus características y contenido de humedad ayuda a mantener una estructura equilibrada y un volumen estable, comprobamos al aumentar la consistencia mediante diversa prueba como las granulometría Proctor modificado y finalmente prueba Proctor del CBR	Características de la cal	Estructura	Prueba de Granulometría por malla
			Contenido de humedad	volumen	Prueba de Proctor modificado
			Determinación de la cal	Consistencia	Prueba de Proctor CBR

Fuente: *Elaboración propia.*

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Cal	La cal es comúnmente utilizada como agente estabilizador de suelos de tipo limoso y/o arcilloso, ya que se ha comprobado que modifica algunas de sus características físicoquímicas, mejorando su resistencia mecánica (Rodríguez & Hidalgo 2015, pp. 114)	La cal se define como un agente estabilizador de suelos, sus características y contenido de humedad ayuda a mantener una estructura equilibrada y un volumen estable, comprobamos al aumentar la consistencia mediante diversa prueba como las granulometría Proctor modificado y finalmente prueba Proctor del CBR	Características de la cal	Estructura	Prueba de Granulometría por malla
			Contenido de humedad	volumen	Prueba de Proctor modificado
			Determinación de la cal	Consistencia	Prueba de Proctor CBR

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES INDEPENDIENTE		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p>¿Cómo influye la relación la incorporación de cal, con las propiedades de la subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya?</p>	<p>Determinar la incidencia de la incorporación cal en las propiedades del suelo que tiene la subrasante diseñada en pavimentos de la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.</p>	<p>La dosificación de cal mejora las características del suelo de baja capacidad portante subrasante de la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.</p>	Características de la cal	Estructura	Prueba de Granulometría por malla
			Contenido de humedad	Volumen	Prueba de Proctor modificado
			Determinación de la cal	consistencia	Prueba Proctor CBR

Fuente: *Elaboración propia.*

Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Cómo influye la dosificación de cal en las características del suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya?	Determinar la influencia de adición de cal para el suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.	La adición de cal influye las propiedades del suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.	Propiedades del suelo	textura	Prueba de granulometría en mallas
¿Cómo influye la incorporación de cal con su CBR en un suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya?	Determinar la influencia al dosificar cal al suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-la oroya	Al añadir cal influye su CBR el suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.	Comportamiento de plasticidad	Densidad, expansión	Prueba Proctor Modificado.
¿Cómo influye el porcentaje óptimo de cal para incrementar su CBR al suelo de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya?	Determinar la incorporación de cal para suelos de baja capacidad portante subrasante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.	La incorporación de cal suelo subrasante mejorará la capacidad portante en la carretera puente Ricardo Palma-La Oroya.	Valor relativo de soporte	Resistencia, penetración	Prueba Proctor CBR

Fuente: Elaboración propia.

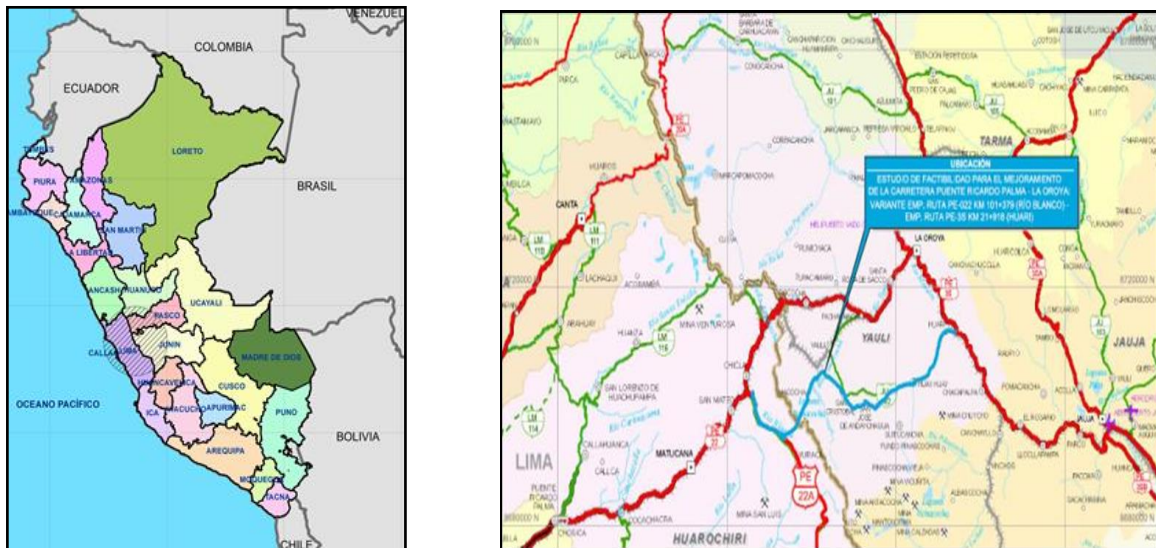
Anexo 3: Descripción

Descripción del estudio. Localización

El nombre del Proyecto vial es: “Mejoramiento de la carretera Puente Ricardo Palma – La Oroya: Variante Emp. Ruta PE-22 Km. 101+379 (Río Blanco) – Emp. Ruta PE-3S Km. 21+918 (Huari)”.

Este Proyecto se ubica en las provincias de Huarochirí que pertenece al Departamento de Lima/Callao y de Yauli que pertenece al Departamento de Junín, tal y como se muestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1 Ubicación del proyecto



El proyecto contempla la construcción de una nueva vía que discurrirá desde el P.K. 101+379 de la Ruta Nacional PE-22, denominada Carretera Central, hasta el P.K. 21+700 de la Ruta Nacional PE-22, denominada Longitudinal de la Sierra incluyendo un túnel de 3.215 km para cruzar los Andes.

Caracterización de los suelos.

Muy posterior a la recolección se pudo obtener el análisis granulométrico que me indicara que tipo de suelos estoy tratando y como vemos en la figura podemos apreciar los porcentajes que se muestran y los tamices que se usaron para su debida tamizada y poder saber que suelos predominan en la zona. En las normas ASTM – D422.

Anexo 4: Ensayos

Ensayos de laboratorio

En los estudios geotécnicos de laboratorio de suelos que realiza deben estar normados por manual de ensayos de materiales MTC 2016. Se debe tomar muestras in situ, para luego realizar pruebas de penetración dinámica, ensayos de carga con placa estática, determinación de resistencia y determinación de permeabilidad de suelos, etc. Se debe utilizar técnicas y maquinaria más novedosas como equipos triaxiales de suelos y rocas, de absorción atómica, de ensayos de penetración dinámica DSPH, de placa de carga, compactadoras, balanzas, prensas, etc. así como software adaptado para una gran precisión en cálculos y gráficos por computadora.

La Geotecnia se conforma por técnicos hasta geólogos e ingenieros que se encargan del control de todos los procesos de ensayos geotécnicos de mecánica de suelos que se desarrollamos con el objetivo de garantizar unos resultados de la más alta calidad y fiabilidad en los estudios geotécnicos de Mecánica de suelos que realiza.

El MTC es el encargado de normar el servicio a nivel nacional en todo el Perú. Se actúa como laboratorio de ensayos de control de calidad en el ámbito de la geotecnia y, para ello, se debe contar con equipos debidamente calibradas y con un equipo de profesionales altamente experimentados que garantiza la calidad de los estudios geotécnicos de laboratorio de Mecánica de suelos.

Propiedades Físicas de Los Suelos

Análisis Granulométrico por Tamizado

Análisis Granulométrico por Sedimentación (Hidrómetro)

Límites de Atterberg

Límites líquidos

Límites plásticos

Límites de Consistencia

Índice de plasticidad

Gravedad Específica en Suelos

Densidad Máxima y Mínima

Compactación Proctor Estándar y Modificada

Ensayo CBR

Análisis granulométrico: MTC E 107-2000, ASTM D422, AASHTO T88.

El análisis granulométrico es un filtrado de material de suelo pasado por diferentes tamaños de tamices y por el cual se distribuye los tamaños de partículas de un agregado. También es la medición de los granos de partículas de una misma la medición de los granos de su formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia por el cual se procede a conocer los suelos que predominan en la zona de in situ, con esto podremos conocer los tamaños descritos por una escala granulométrica.

Todo este método será determinado mediante la tabla o clasificación SUCS.

Es el método más sencillo en cuando a ensayo nos referimos al obtener partículas mediante una serie de mallas de diferentes medidas en cuanto a ancho y espesor las partículas por una serie de mallas de entramado tamizados llegando a acumular un porcentaje acumulado y será pesado para ver la cantidad de porcentaje que paso en este caso en especial la malla 200 por ser catalogado por material fino, limo y arcillas.

Podemos conocer y adquiere el conocimiento por la experiencia y sobre todo el manual de ensayos de material MTC.

Recolectar muestra del insitu para analizarla

Separar o disgregar el material para su clasificación SUCS

Secar por medio de un horno o estufa no mayor de 90c°

Pasar por un medio de tamices para determinar si son gruesos o finos

Determinar los suelos que predominan en la zona

Verificar, conocer el suelo a tratar para su estabilizacion correspondiente



Figura 3: Juegos de tamices para ensayo de granulometría. **Fuente:** UPS Universidad Politécnica Salesiana

Proctor modificado, norma: MTC E-170 2000 SEGÚN ASTM D-1557

La prueba Proctor modificado no es más que una prueba de Proctor estándar (actualizada) es el material introducido en una probeta cilíndrica en moldes de 2.3 cm³ de capacidad de masa, mediante un apisonamiento de carga de 4.5 kg se deja caer un pistón o martillo a una altura no mayor de 46 cm. Se compactan en cinco capas en diferentes secuencias dando como 25 golpes cada secuencia.

Se extienden varias capas del suelo compactado cada una con una maza metálica estandarizada, se determina la densidad seca y la húmeda. Los resultados de varios ensayos determinan la curva cuyo máximo se conoce como peso específico seco máximo y humedad óptima.

Se determina la relación entre la humedad y el peso unitario de los suelos, para así poder lograr obtener la humedad óptima deseada con la que podemos compactar el terreno a un 95 y 100%.

Recolectar muestra del insitu para analizarla

Separar o disgregar el material para su clasificación SUCS

Secar por medio de un horno o estufa no mayor de 90c°

Pesar la muestra para su colocación al cilindro proctor

Adicionar un porcentaje de agua para su mezclado

Apisonar el suelo por medio de martillo mecanico

Por medio de cinco capas consecutivas de daran 25 golpes del martillo

Verificar, conocer el suelo a tratar para su estabilizacion correspondiente



Figura 4: Compactador Proctor

Fuente: UPS Universidad Politécnica Salesiana.

Ensayo CBR, norma: MTC E 132-2016 ASTM D-1883, AASHTO T-193

(California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California). Es el ensayo más conocido en cuanto a tema de carreteras es un ensayo que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo o también podemos decir que es la resistencia a la penetración del suelo mediante un pistón a una profundidad de 1" y 2" insitu y también en laboratorio podemos evaluar la calidad del terreno para la subrasante.

El índice de california es una prueba de resistencia a la deformación y también al sometido del esfuerzo cortante de un suelo, adicionalmente bajo condiciones de densidad y humedad con métodos controlados.

El objetivo principal es simular las condiciones de saturación a las se encontrará sometidos por medio cambios climáticos por el tránsito de vehículos pesados y/o de turismo todo esto estará reflejado directamente a la subrasante de esta carretera, obteniendo respuestas y opciones en condiciones críticas a las que va a estar sometido la subrasante por acción de cargas vehiculares ya se pesadas o ligeras.



Figura 5 CBR

El ensayo de CBR es fundamental en el diseño estructural de un pavimento y con esto lograremos determinar la calidad del material existente de la subrasante; Si el material existente es bueno o excelente podremos disminuir en cuanto a su grosor de la subrasante ya que contiene una buena calidad del suelo y esto nos da un ahorro significativo en cuanto de economía se refiere.

Tabla 2: CBR dependiendo al tipo de suelo

CBR	Clasificación General	Uso	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	muy pobre	sub-rasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3-Jul	pobre a regular	sub-rasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
Jul-20	regular	sub-base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20 - 50	bueno	base, sub-base	GM,GC,W,SM,SP,GP	A1b,A2-5,A3,A2-6
mayor 50	excelente	base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

Fuente: <http://www3.ucn.cl>.

Anexo 5: Laboratorio mecánica de suelos

57

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - US34 - D4318 - D427 - D1285 - D2487)

SOLICITANTE : CLEVERIAN CRUZADO MEDINA
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBESTACION DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA GROVA
 UBICACION : CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA GROVA
 FECHA : 09/07/2019

SONDEO : C-1
 MUESTRA : M-1
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 0.20
 REALIZADO : Tfo. Wilfredo Zerebanoz
 REVISADO : Ing. Karin Polinario C.
 CODIGO : 0340 24500

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

Malla	N°	Apertura (mm)	% que pasa
3"	75 200	190.0	100.0
1 1/2"	39 800	100.0	100.0
1"	25 400	100.0	100.0
3/4"	19 100	100.0	100.0
5/8"	9 500	100.0	100.0
N° 4	4 750	100.0	100.0
N° 10	2 000	100.0	100.0
N° 20	840	100.0	100.0
N° 40	425	94.3	100.0
N° 60	250	92.2	100.0
N° 100	150	79.9	100.0
N° 200	75	77.7	100.0

PERCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)

Tamaño de Partícula (mm)	% que pasa
75	77.7
150	79.9
300	84.3
600	92.2
1250	94.3
2500	100.0

Distribución Granulométrica

% Grava	0.0
% Arena	22.3
% Fines	77.7

CURVA GRANULOMÉTRICA

CONTABILIZACIÓN DE HUMEDAD

Contabilización de Humedad (%)	2.52
--------------------------------	------

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (LL) Adicional (%)	32
Límite Plástico (LP) Adicional (%)	24
Índice Plástico (PI) (%)	8

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.) ASTM D2487

ML - Limo de baja plasticidad con arena

CLASIFICACIÓN (ASHTO) ASTM D1282

Grupo : 15

Observaciones:

Av. Túpac Amaru N° 389 - Santa Anita Telefonos. 3624983 / 998821689 /Rpm. *0000204/ *0000650 E-mail:kanopolinario@hotmail.com



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

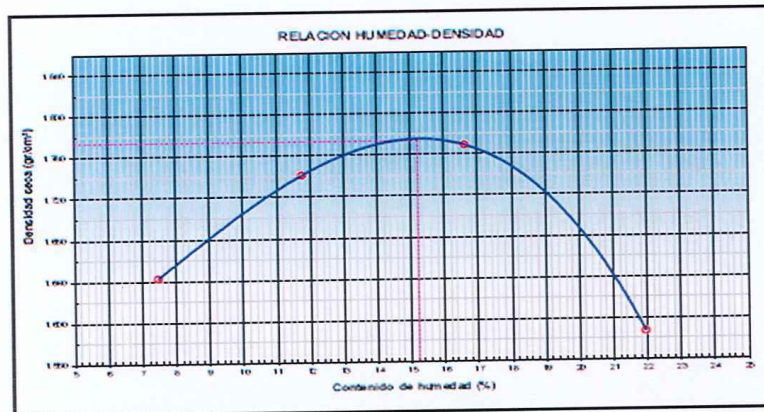
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)**

CLIENTE	: CIEVER IVAN CRUZADO MEDINA
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA*
UBICACIÓN	: CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA OROYA- PROVINCIA YAUJLI- DEPARTAMENTO DE JUNÍN
	CODIGO: 04-600

DATOS DE LA MUESTRA	
SONDEO	: C-01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.70
CLASIF. (SUCS)	: ML
CLASIF. (AASHTO)	:
FECHA DE ENSAYO	: 15/11

METODO DE COMPACTACION : * A *

Peso suelo + molde	gr	3430.0	3600.0	3710.0	3590.0
Peso molde	gr	1771.0	1771.0	1771.0	1771.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1659.0	1829.0	1939.0	1819.0
Volumen del molde	dm ³	940.0	940.0	940.0	940.0
Peso volun étrico húmedo	gr	176	195	206	194
Re cipiente N°		66	661	661A	662
Peso del suelo húmedo + tara	gr	347.7	394.9	346.0	443.8
Peso del suelo seco + tara	gr	326.1	357.1	305.9	372.0
Peso Tara	gr	36.93	36.27	36.50	36.38
Peso de agua	gr	21.6	37.8	44.1	73.7
Peso del suelo seco	gr	289.1	320.9	265.4	335.7
Contenido de agua	%	7.5	11.8	16.6	22.0
Peso volun étrico seco	gr/cm ³	1.642	1.741	1.769	1.587
				Densidad máxima (gr/cm ³)	1.773
				Humedad óptima (%)	15.2





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)**

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE GAL	
SOLICITANTE	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA	
UBICACION	CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA OROYA - PROVINCIA YAULI - DEPARTAMENTO DE JUNIN	

DATOS DE LA MUESTRA		
SONDEO	C-01	CLAS. (SIGS) : ML
MUESTRA	M-01	CLAS. (ASHFTD) : M-00
PROF. (m)	: 7.0	METODO DE COMPACTACION : " A "

COMPACTACION						
Molde N°	M - 04		M - 10		M - 03	
	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8590.0	8670.0	8925.0	8690.0	8300.0	8600.0
Peso de molde (g)	4220.0	4220.0	4360.0	4360.0	4320.0	4320.0
Peso del suelo húmedo (g)	4370.0	4450.0	4565.0	4330.0	3980.0	4280.0
Volumen del molde (cm³)	2135.0	2135.0	2149.0	2149.0	2141.6	2141.6
Densidad húmeda (g/cm³)	2.043	2.080	1.938	2.015	1.858	1.999
Tam (N°)	E-25	F-40	E-6	E-61	F-59A	E-30
Peso suelo húmedo + tara (g)	4849	4854	4607	4334	4002	4381
Peso suelo seco + tara (g)	4259	4185	4097	3888	4293	3560
Peso de tara (g)	36.70	34.35	36.86	36.41	37.63	36.42
Peso de agua (g)	59.1	67.9	56.5	80.6	59.7	82.2
Peso de suelo seco (g)	389.2	384.2	372.4	352.4	391.7	319.5
Contenido de humedad (%)	15.2	17.7	15.2	22.9	15.2	25.7
Densidad seca (g/cm³)	1.774	1.768	1.683	1.640	1.613	1.590

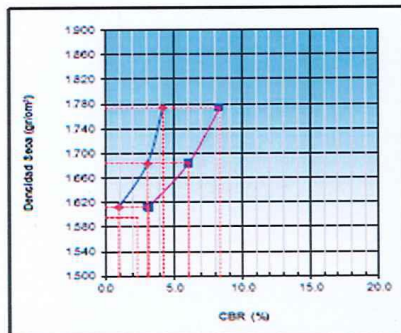
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/06/2009	05:30		0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
28/06/2009	05:25		0.4	0.420	0.4	1.2	1.170	1.0	0.7	0.700	0.6
29/06/2009	04:10		0.5	0.500	0.4	1.5	1.480	1.3	2.7	2.700	2.3
30/06/2009	04:55		0.7	0.650	0.6	1.7	1.620	1.4	2.9	2.900	2.5

PENETRACION												
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4			MOLDE N° 10			MOLDE N° 0				
		CARGA kg	CORRECCION kg	%	CARGA kg	CORRECCION kg	%	CARGA kg	CORRECCION kg	%		
0.000		0			0			0				
0.635		14.2			5.6			4.0				
1.270		30.3			14.1			11.1				
1.905		45.0			23.3			21.3				
2.540	70.455	55.9	58.0	4.2	39.1	42.1	9.0	30.4	13.2	1.0		
3.180		76.4			52.9			34.8				
3.810		116.4			73.2			52.9				
5.080	105.6820295	196.4	173.1	8.3	126.6	125.0	6.0	99.1	64.4	3.1		
7.620		333.9			231.7			178.3				
10.160		474.6			347.1			255.7				
12.700		617.4			478.7			330.9				



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA*		
SOLICITANTE :	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA		
UBICACIÓN :	CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA OROYA- PROVINCIA YAULI- DEPARTAMENTO DE JUNIN		
DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO :	C-01	CLAS. (SUCS) :	ML
MUESTRA :	M-01	CLAS. (ASHTO) :	0
PROFUNDIDAD (m) :	0.70	FECHA DE ENSAYO :	_(15)



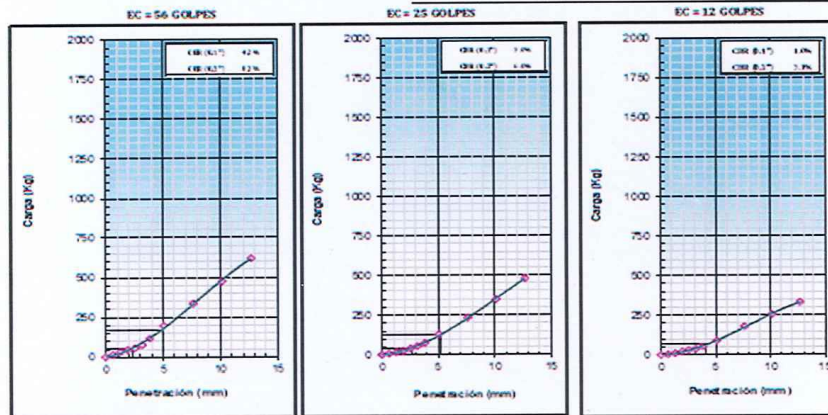
METODO DE COMPACTACION : "A"
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.773
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.665
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.596

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	4.2	0.2"	8.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	3.1	0.2"	6.1
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	0.3	0.2"	2.3

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	8.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	6.1 (%)
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	2.3 (%)

OBSERVACIONES:



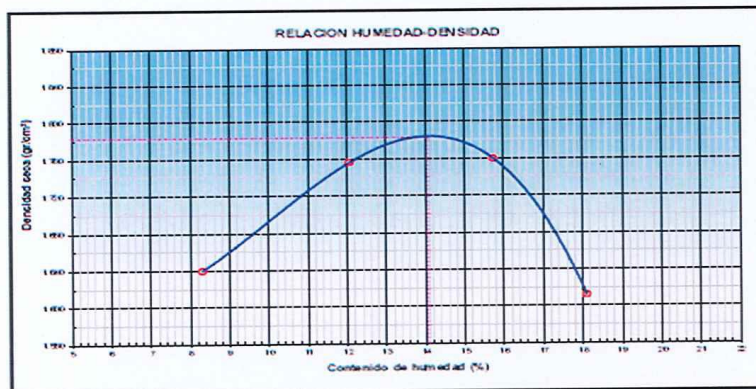
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)**

CLIENTE	: CIEVER IVAN CRUZADO MEDINA		
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL		
UBICACIÓN	: EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA GROVA*		
	: CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA		CODIGO: 01-600
	: DISTRITO LA GROVA- PROVINCIA YAULEY- DEPARTAMENTO DE JUNIN		

DATOS DE LA MUESTRA			
SONDO	: C-01	CLAS. (SUCS)	: ML
MUESTRA	: M-01	CLAS. (AASHTO)	: A-15
PROF. (m)	: 0.70	FECHA DE ENSAYO:	

METODO DE COMPACTACION : * A *

Peso suelo + molde	37	3440.0	3670.0	3681.0	3560.0
Peso molde	37	1771.0	1771.0	1771.0	1771.0
Peso suelo húmedo compactado	37	1669.0	1849.0	1914.0	1789.0
Volumen del molde	dm ³	940.0	940.0	940.0	940.0
Peso volumétrica húmeda	37	1.78	1.97	2.04	1.90
Recipiente N°		810	8125	8-23	859
Peso del suelo húmedo + tara	37	2206	2246	2528	2566
Peso del suelo seco + tara	37	2065	2013	2119	2077
Peso Tara	37	36.41	36.74	50.03	37.65
Peso de agua	37	14.1	11.0	41.2	48.9
Peso del suelo seco	37	1701	256.9	261.0	270.1
Contenido de agua	%	8.3	12.1	15.7	18.1
Peso volumétrica seco	gr/cm ³	1.839	1.755	1.759	1.811
				Densidad máxima (gr/cm ³)	1.783
				Humedad óptima (%)	14.1





LA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA*		
SOLICITANTE	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA		
UBICACION	EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA* DISTRITO LA OROYA- PROVINCIA VALES- DEPARTAMENTO DE ILLIN		

DATOS DE LA MUESTRA

SONDEO	C-01	CLAS. (SICS)	ML
MUESTRA	M-01	CLAS. (AASHO)	_J15
PROF. (m)	7.0	METODO DE COMPACTACION	* A*

COMPACTACION

Molde N°	M - 15		M - 01		M - 06	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo humedo	8750.0	8900.0	9960.0	10200.0	9605.0	9850.0
Peso de molde (g)	4390.0	4390.0	5850.0	5810.0	3720.0	3720.0
Peso de suelo humedo (g)	4360.0	4510.0	4110.0	4390.0	3885.0	4130.0
Volumen del molde (cm ³)	2141.6	2141.6	2139.0	2139.0	2126.5	2126.5
Densidad humeda (g/cm ³)	2.036	2.106	1.940	2.052	1.827	1.942
Tara (N°)	830	822	894	86	840	814
Peso suelo humedo + tara (g)	5534	4384	4599	452.5	4748	483.5
Peso suelo seco + tara (g)	445.0	553.0	407.4	380.2	420.5	397.1
Peso de tara (g)	36.49	50.03	34.93	36.82	34.37	38.17
Peso de agua (g)	57.6	55.1	52.5	72.4	54.4	86.4
Peso de suelo seco (g)	409.3	503.3	372.5	343.3	386.3	358.9
Contenido de humedad (%)	14.1	10.2	14.1	21.1	14.1	24.1
Densidad seca (g/cm ³)	1.785	1.782	1.701	1.695	1.601	1.565

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/06/2019	05:30		0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
28/06/2019	04:25		0.9	0.860	0.7	1.5	1.460	1.3	2.2	2.140	1.9
29/06/2019	05:40		1.6	1.560	1.4	2.4	2.350	2.0	3.2	3.250	2.8
30/06/2019	04:55		2.4	2.350	2.0	2.5	2.320	2.2	3.6	3.640	3.2

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STANIL kg/2002	MOLDE N° 4			MOLDE N° 10			MOLDE N° 8		
		CARGA kg	CORRECCION kg	%	CARGA kg	CORRECCION kg	%	CARGA kg	CORRECCION kg	%
0.000		0			0			0		
0.635		21.1			5.7			3.5		
1.270		76.5			38.5			30.0		
1.905		122.9			74.6			20.0		
2.540	70.455	176.0	385.9	13.4	109.6	130.1	9.4	35.4	31.5	3.7
3.180		219.8			148.3			54.1		
3.810		254.2			189.8			72.3		
4.450	105.682	317.1	327.4	15.8	259.2	266.4	12.8	114.2	110.4	5.3
5.090		442.9			382.1			148.3		
5.730		595.0			514.7			211.5		
6.370		796.1			646.1			250.9		



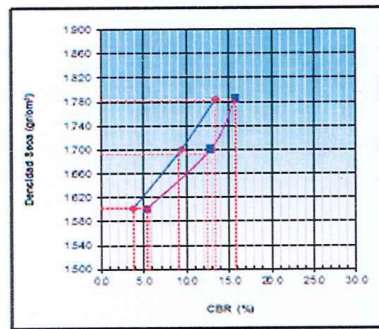
GEOTECNOLOGÍA E INGENIERÍA LATINA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA*
SOLICITANTE :	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA
UBICACIÓN :	EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA* DISTRITO LA OROYA- PROVINCIA YAULI- DEPARTAMENTO DE JUNÍN

DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO :	C-01	CLASE (SUCS) :	ML
MUESTRA :	M-01	CLASE (AASHTO) :	_(15)
PROFUNDIDAD (m) :	1.70	FECHA DE ENSAYO :	06/01/1900



METODO DE COMPACTACION : "A"

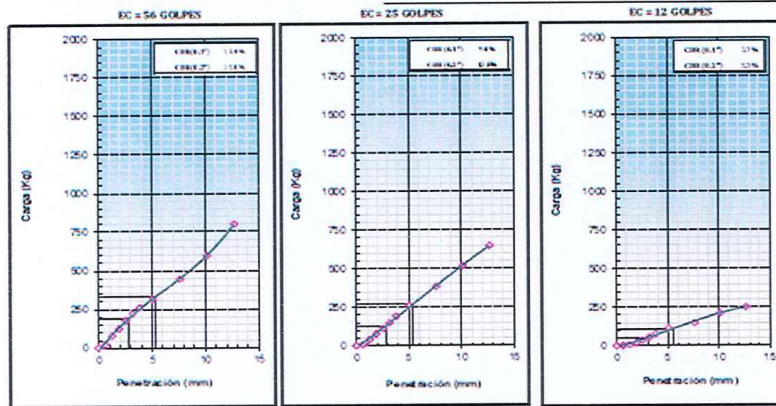
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.783
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 14.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.693
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.604

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	13.3	0.2"	15.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	9.0	0.2"	12.4
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	3.9	0.2"	5.6

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	15.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	12.4 (%)
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	5.6 (%)

OBSERVACIONES:



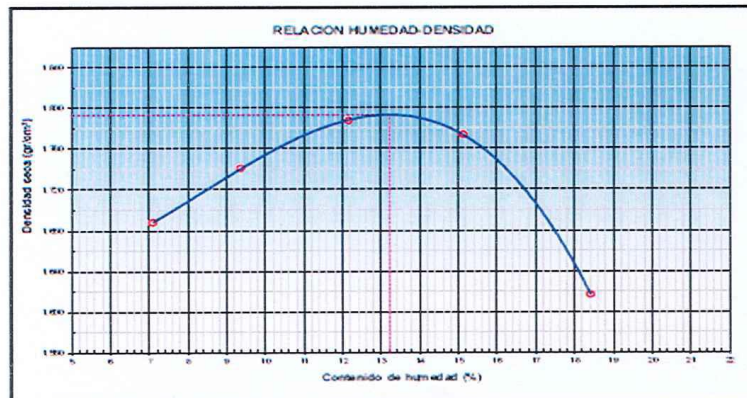
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)**

CLIENTE	: CLEVER IVAN CRUZA DO MEDINA
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA SUPERFACIE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA ORDYA*
UBICACIÓN	: CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA ORDYA - PROVINCIA YAULEY - DEPARTAMENTO DE JUNÍN CODIGO: 02-600

DATOS DE LA MUESTRA			
SONDRO	: C-1	CLAS. (SUCS)	: ML
MUESTRA	: M-01	CLAS. (AASHTO)	: A-1(5)
PROF. (m)	: 0.70	FECHA DE ENSAYO	: 10/07/2019

METODO DE COMPACTACION : * A *

Peso suelo + molde	g ^g	3470.0	3560.0	3650.0	3690.0	3570.0	
Peso molde	g ^g	1771.0	1771.0	1771.0	1771.0	1771.0	
Peso suelo húmedo compactado	g ^g	1699.0	1789.0	1884.0	1919.0	1799.0	
Volumen del molde	cm ³	940.0	940.0	940.0	940.0	940.0	
Peso volumétrico húmedo	g ^g	1.81	1.90	2.00	2.04	1.91	
Recipiente N°		853	894	86	8125	8125	
Peso de l suelo húmedo + tara	g ^g	100.4	143.8	137.1	148.6	160.0	
Peso de l suelo seco + tara	g ^g	288.6	317.4	304.6	307.7	309.7	
Peso Tara	g ^g	17.0	14.93	16.88	17.06	16.75	
Peso de agua	g ^g	17.9	26.4	32.6	40.9	50.3	
Peso de l suelo seco	g ^g	251.4	282.5	267.7	270.6	272.0	
Contenido de agua	%	7.1	9.4	12.2	15.1	18.4	
Peso volumétrico seco	g ^g /cm ³	1.688	1.740	1.787	1.773	1.616	
						Densidad máxima (g/cm ³)	1.793
						Humedad de óptimo (%)	13.2





GEOTECNICOS Y GEOFISICOS LATINOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)**

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA*
SOLICITANTE	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA
UBICACION	CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA OROYA - PROVINCIA YAUJA - DEPARTAMENTO DE JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO	C-1	CLAS. (SUCS)	ML
MUESTRA	M-01	CLAS. (AASHTO)	...15
PROF. (m)	1.70	METODO DE COMPACTACION	"A"

COMPACTACION						
	M-01		M-05		M-15	
	5	5	5	5	5	5
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		32	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	1213.0	1338.0	840.0	892.0	811.0	872.0
Peso de molde (g)	581.0	581.0	430.0	430.0	430.0	430.0
Peso de suelo húmedo (g)	434.0	457.0	410.0	462.0	381.0	442.0
Volumen del molde (cm ³)	2139.0	2139.0	2149.0	2149.0	2141.0	2141.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.031	2.137	1.936	2.103	1.829	2.022
Tara (N°)	514	514	514	514	514	514
Peso suelo húmedo + tara (g)	163.2	474.0	486.8	470.6	471.2	495.5
Peso suelo seco + tara (g)	175.1	402.0	436.3	466.0	420.0	400.4
Peso de tara (g)	38.35	38.30	36.73	34.48	35.00	36.45
Peso de agua (g)	38.0	72.0	32.6	74.7	51.0	95.0
Peso de suelo seco (g)	286.7	364.2	399.3	311.5	385.0	364.0
Contenido de humedad (%)	13.2	19.8	8.2	24.0	13.2	26.1
Densidad seca (g/cm ³)	1.794	1.784	1.711	1.697	1.616	1.603

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/07/2009	05:30		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
03/07/2009	04:45		0.3	0.300	0.3	0.8	0.800	0.7	1.6	1.600	1.4
04/07/2009	05:10		0.4	0.400	0.3	2.1	2.100	1.8	2.2	2.200	1.9
05/07/2009	04:55		0.5	0.500	0.4	2.2	2.200	1.9	2.8	2.740	2.4

PENETRACION											
PENETRACION mm	CARGA STAND kg/cm ²	MOLDE N° 4			MOLDE N° 10			MOLDE N° 20			
		CARGA kg	CORRECCION kg	%	CARGA kg	CORRECCION kg	%	CARGA kg	CORRECCION kg	%	
0.000		0.0			0.0			0.0			
0.635		46.4			29.2			10.4			
1.270		123.8			82.1			26.7			
1.905		199.6			127.0			54.5			
2.540	70.455	264.4	252.0	18.2	169.4	174.2	12.6	80.9	85.3	6.2	
3.180		312.4			207.4			100.9			
3.815		392.4			238.4			116.8			
5.080	105.682	497.3	472.4	22.8	274.1	281.7	13.6	136.6	139.3	6.7	
7.620		681.3			339.0			165.6			
10.160		836.0			418.4			192.1			
12.700		984.1			493.2			225.1			

Av. Túpac Amaru N° 389- Santa Anita Telf: 01-3624983/ 998821689 /980164830 E-MAIL: kanopoliano@hotmail.com
www.geotecnicosygeofisicoslatinos.com



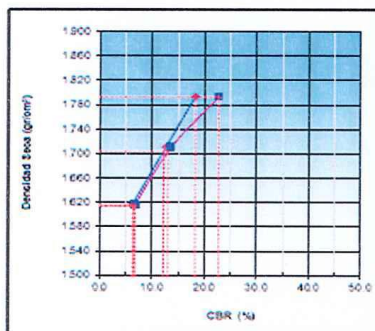
GEOTECNIA Y GEOFISICOS S.A.S.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA SURBASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA
SOLICITANTE :	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA
UBICACIÓN :	CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA OROYA- PROVINCIA YAULI- DEPARTAMENTO DE JUNÍN

DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO :	C-01	CLASF. (SUCS) :	ML
MUESTRA :	M-01	CLASF. (AASHTO) :	...F15
PROFUNDIDAD (m) :	1.70	FECHA DE ENSAYO :	10/07/2019



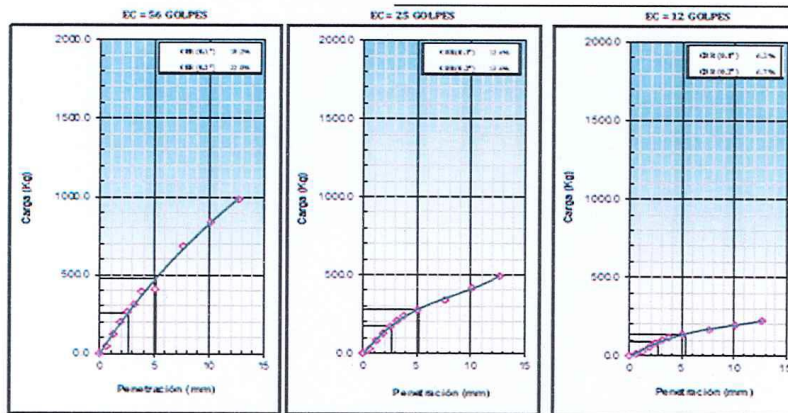
METODO DE COMPACTACION :	"A"		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :	1.793		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	13.2		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :	1.703		
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :	1.614		

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.2	0.2"	22.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.1	0.2"	12.9
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	6.0	0.2"	6.6

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	22.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	12.9 (%)
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	6.6 (%)

OBSERVACIONES:





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

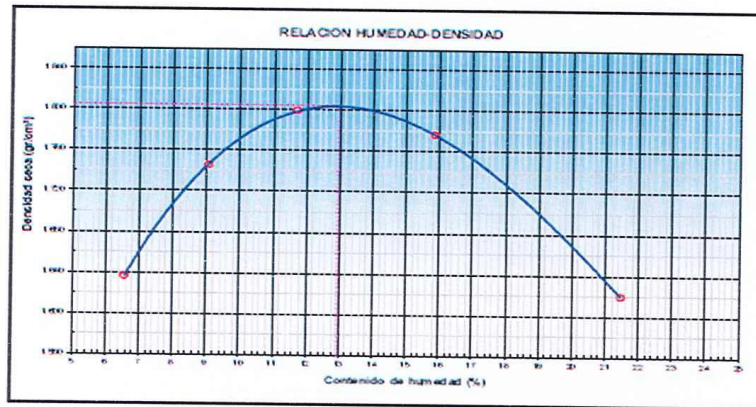
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA NTP 339.141 ASTM D-1557)**

CLIENTE	: CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA ORDYA*
UBICACIÓN	: CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA ORDYA- PROVINCIA YAULI- DEPARTAMENTO DE JUNIN
CODIGO: 03-600	

DATOS DE LA MUESTRA			
SONDO	: C-01	CLAS. (SUCS)	: ML
MUESTRA	: M-01	CLAS. (AASHTO)	: 15
PROF. (m)	: 0.70	FECHA DE ENSAYO	: 10/07/2019

METODO DE COMPACTACION : * A*

Peso suelo + molde	g	3410.0	3560.0	3660.0	3705.0	3620.0
Peso molde	g	1771.0	1771.0	1771.0	1771.0	1771.0
Peso suelo húmedo compactado	g	1639.0	1789.0	1889.0	1934.0	1849.0
Volumen del molde	cm ³	940.0	940.0	940.0	940.0	940.0
Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.74	1.90	2.01	2.06	1.97
Recipiente N°		853	894	86	894	890
Peso del suelo húmedo + tara	g	3344	2899	2763	3414	4024
Peso del suelo seco + tara	g	2973	2700	2553	3090	3410
Peso Tara	g	36.42	30.08	37.33	34.06	36.67
Peso de agua	g	37.1	19.9	23.0	41.9	65.3
Peso del suelo seco	g	2602	2599	2340	2646	3052
Contenido de agua	%	6.6	9.1	11.7	15.8	21.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.636	1.745	1.799	1.776	1.619
Densidad máxima (g/cm ³)						1.804
Humedad óptima (%)						12.0





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRANANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA GROVA*
 SOLICITANTE : CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA
 UBICACION : CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA
 DISTRITO LA GROVA - PROVINCIA YAVALI - DEPARTAMENTO DE JUNIN

DATOS DE LA MUESTRA

SONIDO : C-01 CLAS. (SICS) : ML
 MUESTRA : M-01 CLAS. (AASHTO) : A-15
 PROF. (m) : 7.0 METODO DE COMPACTACION : "A"

COMPACTACION

Molde Nº	M - 02		M - 04		M - 10	
	5	5	5	5	5	5
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8990.0	8720.0	8175.0	8560.0	8290.0	8660.0
Peso de molde (g)	4210.0	4210.0	4220.0	4220.0	4160.0	4160.0
Peso de suelo húmedo (g)	4780.0	4510.0	4155.0	4340.0	4130.0	4500.0
Volumen del molde (cm ³)	2148.0	2148.0	2148.0	2148.0	2148.0	2148.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.238	2.099	1.933	2.034	1.923	2.022
Tara (Nº)	5-41	31-3	66-5	66-5	66-1A	62-2
Peso suelo húmedo + tara (g)	539.8	140.0	404.9	458.9	472.1	457.2
Peso suelo seco + tara (g)	487.7	104.8	302.8	389.0	422.2	382.0
Peso de tara (g)	162.1	38.56	36.51	36.25	36.44	30.00
Peso de agua (g)	57.5	55.2	42.1	79.9	49.9	84.3
Peso de suelo seco (g)	446.0	266.2	326.3	352.8	385.7	332.8
Contenido de humedad (%)	12.9	20.7	12.9	22.6	12.9	25.3
Densidad seca (g/cm ³)	1.805	1.718	1.713	1.658	1.625	1.613

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/07/2019	05:30	24	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0
03/07/2019	04:45		0.5	0.450	0.4	0.5	0.500	0.4	1.3	1.300	1.1
04/07/2019	05:10		1.3	1.250	1.1	4.2	4.180	3.6	3.7	3.700	3.2
05/07/2019	04:55		1.8	1.750	1.5	4.6	4.550	3.9	4.8	4.790	4.1

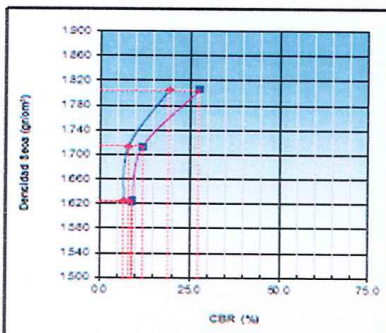
PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 10			MOLDE Nº 6		
		CARGA		CONDICION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		kg	kg	%	kg	kg	%	kg	kg	%
0.000		0			0			0		
0.635		11.3			8.9			5.9		
1.270		83.8			48.4			27.2		
1.905		154.9			55.7			46.7		
2.540	70.45	228.3	264.8	19.1	104.0	109.2	7.9	65.5	91.0	6.8
3.180		302.8			128.0			101.3		
3.810		392.2			167.4			135.5		
5.080	105.6820295	557.5	572.0	27.6	216.2	241.3	11.7	186.2	204.3	9.9
7.620		823.5			300.7			265.1		
10.160		1068.9			311.5			368.5		
12.700		1194.6			637.2			498.9		



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA NTP 339.145 - ASTM D 1883)

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE CAL EN LA CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA LA OROYA		
SOLICITANTE :	CLEVER IVAN CRUZADO MEDINA		
UBICACIÓN :	CARRETERA PUENTE RICARDO PALMA DISTRITO LA OROYA- PROVINCIA YAULI- DEPARTAMENTO DE JUNIN		
DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO :	C-01	CLAS. (SUCS) :	ML
MUESTRA :	M-01	CLAS. (AASHTO) :	_(115)
PROFUNDIDAD (m) :	1.70	FECHA DE ENSAYO :	10/07/2019



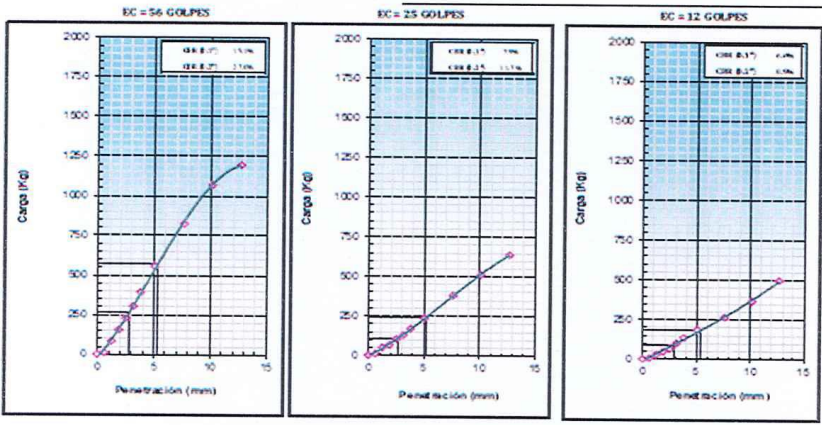
METODO DE COMPACTACION :	"A"		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	1.804		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.9		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	1.714		
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	1.624		

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	18.9	0.2":	27.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.9	0.2":	11.9
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	6.6	0.2":	8.9

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	27.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	11.9 (%)
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	8.9 (%)

OBSERVACIONES:



Anexo 6: Gráficos ensayos de suelo



Gráfico 1: muestra de material



Gráfico 2: tipos de tamices



Gráfico 3: tamiz



Gráfico 4: tamizado



Gráfico 5: muestra de material (terrones)



Gráfico 6: horno



Gráfico 7: certificación de los instrumentos

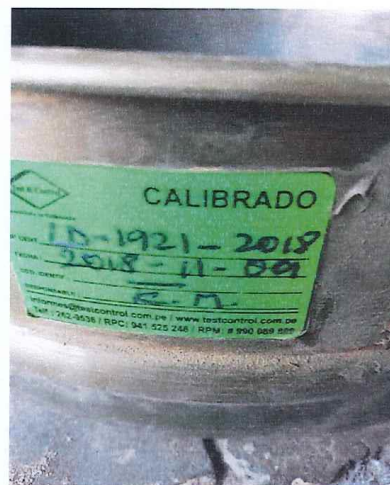


Gráfico 8: instrumento calibrado



Gráfico 9: muestra de material



Gráfico 10: horno (secado del material)



Gráfico 11: balanza de precisión

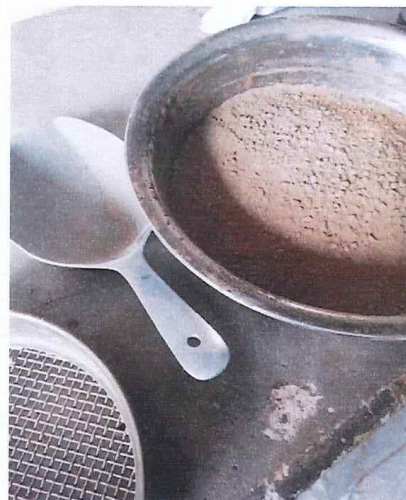


Gráfico 12: pesado del material



Gráfico 13: saco de 20 kg (oxido de cal)



Gráfico 14: material pesado



Gráfico 15: cal (oxido de cal)



Gráfico 16: medición de agua



Gráfico 16: adición de agua un %



Gráfico 16: mezaclado cal y material



Gráfico 17: armado del molde proctor



Gráfico 18: apisonamiento del proctor



Gráfico 19: armado del molde CBR



Gráfico 20: apisonamiento del CBR