



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, vía de acceso, distrito Santa Ana de Tusi, Pasco-2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Arenas Prado, Gisela Silvia (ORCID:0000-0001-8786- 3957)

Rosas Casa, Liliam (ORCID: 0000-0001-7291-8767)

ASESORA:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (ORCID:0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Va dedicado a nuestros padres, por siempre creer en nosotras, y a nuestras familias porque fueron los primeros en motivarnos y brindarnos su apoyo incondicional para seguir nuestros caminos.

Agradecimientos

Queremos agradecer primeramente a Dios que con su bendición guía nuestros caminos. A nuestras familias por haber sido un apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera universitaria. Asimismo, a todo el personal de la escuela de ingeniería civil, por confiar en nosotras a su vez brindarnos sus experiencias y conocimientos, para realizar todo el proceso investigativo de la tesis. Finalmente deseo expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Dra. María Ysabel García por apoyarnos con sus conocimientos durante el proceso de investigación con quien su enseñanza y entendimiento nos guio el desarrollo de este trabajo.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	v
Índice de Figuras	vii
Índice de Tablas	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	15
2.1 Tipo y diseño de investigación	16
2.2 Operacionalización de variables.....	16
2.3 Población, muestra y muestreo	18
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
2.5 Procedimiento	20
2.6 Método de Análisis de datos.....	28
2.7 Aspectos éticos.....	28
III. RESULTADOS	29
3.1 Ubicación de zona de estudio	30
3.2 Trabajos de campo	30
3.3 Trabajos en laboratorio	31
3.4 Análisis de resultado de suelo natural	31
3.5 Resultados de los ensayos del suelo natural incorporando cal hidratada	36
3.6 Resultados unificados.....	43
IV. DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	60

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de localización del Distrito de Santa Ana de Tusi.	3
Figura 2: Recolección de muestras.....	20
Figura 3:Entrega de muestras al laboratorio.....	21
Figura 4: Descripción de la cal utilizada en el ensayo.	221
Figura 5: Presupuesto del proyecto.	223
Figura 6: Escarificado del suelo natural.	24
Figura 7: Riego de suelo natural.....	24
Figura 8: Limpieza de impurezas del suelo natural.....	25
Figura 9: Colocación de bolsas de cal en el suelo natural.....	25
Figura 10: Mezcla de cal con el suelo natural.	26
Figura 11: Compactación de Uniforme del suelo con el aditivo.	26
Figura 12: Ubicación del tramo en estudio. Fuente google Heard.	29
Figura 13. Relación de soporte california (CBR).....	33
Figura 14: Resultados del CBR del suelo natural.....	34
Figura 15: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 1% cal.	35
Figura 16: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 3% cal.	36
Figura 17: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 5% cal.	38
Figura 18: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 7% cal.	38
Figura 19: Relación de soporte de California (C.B.R) +1.0 % de cal hidratada.	40
Figura 20: Relación de soporte de California (C.B.R) +3.0 % de cal hidratada.	40
Figura 21: Relación de soporte de California (C.B.R) + 5.0 % de cal hidratada.	41
Figura 22: Relación de soporte de California (C.B.R) + 7.0 % de cal hidratada.	43
Figura 23: Variación de los valores de la densidad seca incorporando cal hidratada.	44
Figura 24: Variación de los valores del contenido de humedad incorporando cal hidratada.	44
Figura 25: variación del resultado de CBR del suelo natural entre el % de cal.	45
Figura 26: Variación de los límites de Atterberg adicionando cal hidratada.	46
Figura 27: Ensayo de permeabilidad del suelo natural.....	46
Figura 28: Ensayo de permeabilidad con incorporación de cal 3%.	46

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.....	17
Tabla 2. Resumen de Ubicación y profundidad de Calicatas.....	30
Tabla 3. Resultados de contenido de humedad.....	31
Tabla 4. Resultados de los límites de consistencia de las muestras de calicatas.....	33
Tabla 5. Resultados de la clasificación de suelos SUCS Y AASHTO.....	34
Tabla 6. Relación densidad seca-contenido de humedad.....	44
Tabla 7. Resultados del CBR al 95%.....	45
Tabla 8. Resultados límites de Atterberg suelo natural + incorporación de cal hidratada.....	46

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo determinar la influencia de la incorporación de cal hidratada en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en la vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019. Procurando aportar diferentes tipos de resultados que generara la aplicación de cal hidratada a la subrasante. Este agregado es beneficioso por que mejora las propiedades del suelo principalmente en suelos limo arcilloso, siempre que estos cumplan con especiales requerimientos. Por lo general si un suelo arcilloso tiene un índice de plasticidad (IP) de 10 que es lo mínimo, se tendría que utilizar cal hidratada para mejorar sus propiedades.

A partir de esos resultados, llegar a una dosificación cal- suelo, generando así un método económico y sencillo de estabilización que puede ser utilizado para sub rasantes base o sub base de las carpetas asfálticas. Para tal propósito, se realizan estudios en campo el fin de adquirir, la muestra para realizan ensayos en laboratorio de suelos, que se evaluaran los cambios positivos que la cal genera sobre los suelos arcillosos, de acuerdo a sus propiedades propias de cada uno de ellos y el cambio alcanzado. Los ensayos de laboratorio que se realizaron fueron, CBR, granulometría, proctor modificado y límites de consistencia; posteriormente se compararon los resultados finales de los ensayos, obteniendo así una data muy importante la cual nos da lugar a la dosificación correcta y así obtener un suelo óptimo. Se presentan y discuten los principales resultados obtenidos en un estudio experimental, se planeó y ejecutó en cuatro etapas.

En la primera etapa, realizaron 03 calicatas de profundidad de 1.50 metros. En la segunda etapa se realizaron los trabajos respectivos en campo y laboratorio de dichas muestras obtenidas en las calicatas. Finalmente, en la cuarta etapa, se procesaron los datos obtenidos, y se contrastó pruebas iniciales y finales de las muestras.

Palabras clave: cal, estabilización, subrasante.

Abstract

The objective of this research is to determine the influence of the incorporation of hydrated lime on the improvement of the mechanical properties of the subgrade in the access road, district of Santa Ana de Tusi, Pasco-2019. Trying to provide different types of results generated by the application of hydrated lime to the subgrade. This aggregate is beneficial because it improves soil properties mainly in clayey lime soils, as long as they comply with special requirements. In general, if a clay soil has a plasticity index (IP) of at least 10, hydrated lime should be used to improve its properties.

From these results, arrive at a calcareous dosage, thus generating an economic and simple method of stabilization that can be used for sub-base or sub-base of the asphalt binders. For this purpose, studies are carried out in the field in order to acquire, the sample to carry out tests in the soil laboratory, which will evaluate the positive changes that the lime generates on the clay soils, according to their own properties of each of them and the change achieved. Laboratory tests were performed, CBR, granulometry, modified proctor and limits of consistency; later, the final results of the tests were compared, obtaining a very important data which gives us the correct dosage and thus obtain an optimal soil. The main results obtained in an experimental study are presented and discussed, planned and executed in four stages.

In the first stage, they carried out 03 pits of depth of 1.50 meters. In the second stage the respective works were carried out in the field and laboratory of said samples obtained in the pits. Finally, in the fourth stage, the obtained data were processed, and initial and final tests of the samples were checked.

Keywords: lime, stabilization, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como fin demostrar la una mejora a las propiedades mecánicas del suelo mediante la estabilización química, usando Cal Hidratada para las futuras construcciones de vías que garanticen un adecuado nivel de servicio. Para ello realizaremos ensayos y tomaremos como muestra parte de la subrasante de la vía de acceso del distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco.

Entre los principales problemas que presenta las vías no pavimentadas es la inconsistencia de los suelos, una de las formas de corregir este problema es a través de la estabilización de suelos utilizando productos químicos, entre una de ellas tenemos a la cal hidratada como estabilizante.

A través de la estabilidad de la subrasante con cal hidratada podremos lograr disminuir el índice de plasticidad y su expansividad, así como también, se aumenta su durabilidad y la dureza. Este tipo de estabilización se utiliza primordialmente en suelos arcillosos, con alto contenido de fino de plasticidad media o alta, por lo tanto varía la curva de compactación y disminuye la densidad seca máxima e incrementa la humedad óptima de compactación.

Al 2018, el (MTC) del Perú reportó que existen 168,473.1 km de rutas viales existentes de los cuales 26,916.00 km están pavimentadas y 141,557.10 km no están pavimentadas, como se puede observar en la siguiente tabla 1.

En el Perú, actualmente las estructuras viales presentan una serie de fallas, debido a problemas en el proceso constructivo o problemas externos, estos tipos de fallas producidas interrumpen la transitabilidad en la vía. En estos tiempos se ha observado que las vías no pavimentadas de bajo tránsito tienen escasas soluciones a los problemas. Hoy en día se cuenta con agregados químicos para mejorar la superficie de rodadura y reducir los costos en la estabilización.

Pasco, ubicado en la vertiente oriental de los Andes y zona central del territorio peruano, abarca un área total de 25 028 km², que constituye el 1,9 por ciento del territorio peruano. Según cifras del MTC, el departamento cuenta con una red vial de 3,292.5 km., de los cuales 590.2 km, pertenecen a la red nacional; 607.6 km. a la red departamental, y 2,087.5 km. a la red vecinal. De los 3,292.5 kilómetros de red vial en Pasco, 2,911.2 km no se encuentra pavimentada (88.42%) y 381.4 km si lo está (11.58%).

En comparación con otros departamentos, nos indica que el porcentaje de vía pavimentada constituye al 1.42% lo cual está por debajo de casi todos los departamentos del Perú, según la información adquirida por el MTC. Por lo cual nos da un análisis que existen lugares desatendidos y marginados en su infraestructura vial, todas sus carreteras enfrentan problemas de rehabilitación y mantenimiento, presentándose estos problemas mayormente en las trochas carrózales.

En Pasco muchos distritos no se encuentran pavimentados y si lo están necesitan de mantenimiento. Un ejemplo de ello es el distrito de Santa Ana de Tusi (ver Figura 1) el cual cuenta con una población total de 17, 204 habitantes y cuenta con vía de acceso no pavimentados. Los pobladores afrontan el inadecuado nivel de transitabilidad para llegar a los diversos destinos tienen que recurrir por trochas carrozables o caminos de herradura, bajo las inclemencias del medio ambiente, la superficie vial ha perdido la capacidad de transitabilidad, creando inseguridad y malestar en la población el cual dificulta el transporte de sus productos, del comercio, y también el acceso a las atenciones de servicios educativos y de salud, tanto dentro y fuera del distrito.

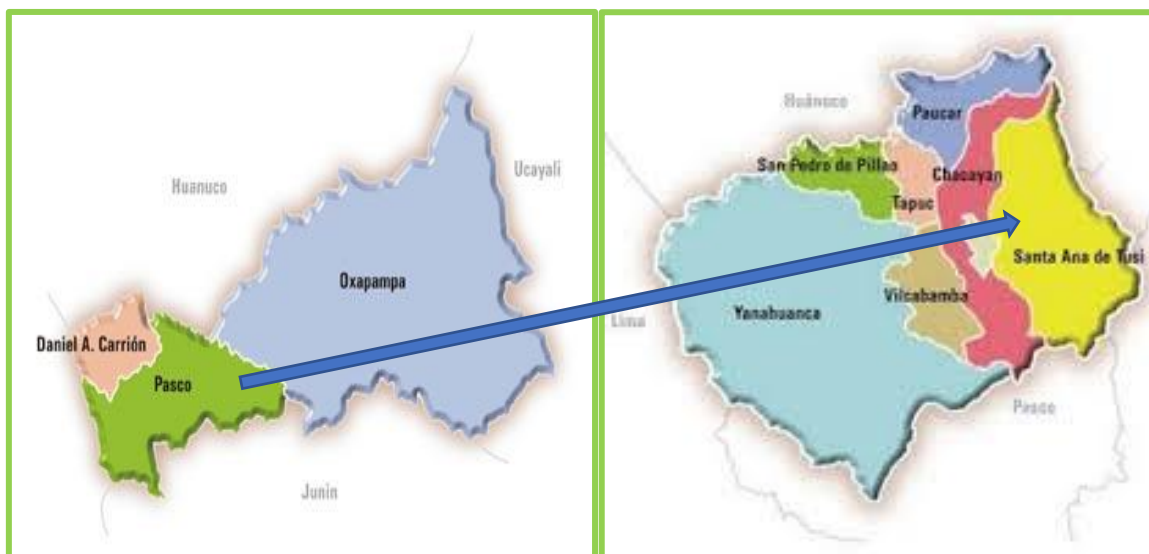


Figura 1: Mapa de localización del Distrito de Santa Ana de Tusi.

La Subrasante de la vía en estudio está formado por los suelos más desfavorables, con características de arenas arcillosas y arcillas con plasticidad. Estos suelos mencionados son regularmente transitables en épocas de sequía. Por lo mencionado, se vuelve necesario realizar la estabilización de la subrasante con cal hidratada para incrementar la capacidad portante del suelo y poder realizar un buen proceso constructivo de la vía, en el acceso al distrito (ver Figura 2), con el propósito de

brindar una vía adecuada para que puedan trasladarse del distrito de Santa Ana de Tusi hacia la capital de Cerro de Pasco con toda la comodidad y seguridad que los pobladores merecen al mismo tiempo mejorando recursos.

Los antecedentes en investigaciones nacionales que respaldan este estudio, están sustentados en investigadores como; Cuadros, (2017) en su tesis realizó la investigación ante la Universidad Peruana de los Andes “Estabilización 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”, utilizando la metodología de investigación aplicada y el diseño experimental; tuvo por objetivo analizar la influencia del óxido de calcio en el mejoramiento de la propiedad de la subrasante. Al obtener un porcentaje óptimo de óxido de calcio, mejorara la capacidad portante de la subrasante, se extrajeron muestras de suelo y se realizaron los ensayos en el laboratorio basados en las Normas del MTC. Se concluye que la estabilización química con cal actúa significativamente reduciendo el índice de plasticidad y aumentando el valor de soporte (C.B.R.) del suelo estabilizado respecto al suelo natural. Se recomienda al hacer el estudio de los ensayos de mecánica de suelo, en dos diferentes laboratorios para tener una mayor confiabilidad en los resultados.

Por lo tanto (Jara, 2014) en su tesis sustento la investigación “Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso”. en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca.; tiene por objetivo evaluar el efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo cohesivo. El resultado que se adquirió con la implantación de cal al 2%, 4% y 6% va demostrando un cambio en el índice plástico, índice líquido, contenido de humedad, densidad seca máxima y en el CBR al 95%. Concluye que la aplicación de cal en porcentajes 1%, 2%, 3%, son dieron resultados favorables en el CBR, por ello no es apto para estabilizar la subrasante. Se recomienda en las siguientes investigaciones tomar en cuenta la acidez o alcalinidad de la muestra con diferentes proporciones de cal.

Según (Bonificio,W. & Sanchez J., 2015) en su tesis realizaron la investigación en la Universidad Señor de Sipan .“Estabilización química en carreteras no pavimentadas utilizando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento”- Región Lambayeque. Su objetivo es comparar técnica y económicamente la estabilización de las vías no

pavimentas usando componentes químicos. El resultado que se dio que la implantación de cal en diferentes porcentajes incorporados al agregado de la cantera dio resultados favorables por otro lado la agregación de cloruro de calcio y cloruro de magnesio dieron resultados desfavorables. Se recomienda emplear otro tipo de ensayos con agentes químicos que se generen en el Perú y de esa manera optar por otras alternativas de estabilización.

Por otro lado (Garcia, 2015,p.14) desarrollo la tesis “Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015” en la Universidad Privada del Norte, tiene por objetivo determinar la resistencia de la subrasante al incorporar cal estructural en el suelo limo arcilloso. Por medio del ensayo del CBR se determinó la resistencia de la subrasante al incorporar cal estructural, se adicione cal estructural en distintos porcentajes, y el CBR fue mejorando en cuanto se adicionan porcentajes mayores de cal. Llegando a la conclusión, que al emplear la cal mejora la resistencia de una subrasante limo arcilloso, aumenta su máxima densidad seca y su índice de plasticidad se reduce logrando, así un suelo limo arcilloso mejorado.

Según (Cabana, 2017) desarrollo la 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 tiene por objetivo mejorar la relación de soporte California (CBR) al adicionar cal hidratada, se analizó las tres muestras extraídas a lo largo de la carretera, se realizó la clasificación de SUCS Y AASHTO. Llegando a la conclusión que se pudo comprobar que es factible emplear la cal hidrata, para estabilizar químicamente la sub – rasante, que está compuesto de los suelos SC (Arena arcillosa con poca grava) y CL (Arcilla inorgánica de plasticidad baja con arena y poca grava). Proporcionándole así mejores características mecánicas y mayores resistencias con respecto al suelo virgen. Es recomendable la utilización de la Cal Hidratada en suelos que presenten estratos de textura gruesa como las Arenas arcillosas y textura fina como las Arcillas, que presentan baja relación de soporte CBR, ya que aumenta este parámetro permitiéndole llegar a los especificados en la norma del MTC.

Investigaciones internacionales respaldan los beneficios de la incorporación de la cal en la subrasante; según, (Gavilanes, 2015) sustentó en su 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”. El cual tuvo como objetivo analizar y evaluar la modificación de las propiedades físicas y mecánicas adicionando cal y cemento en diferentes porcentajes para mejorar la subrasante de la vía en estudio. Los suelos que existen en la ciudad contienen un alto contenido de humedad y por ende la estabilización con cal y cemento ayuda a mejorar las propiedades y también se tendrá un ahorro en los costos en el desarrollo del proyecto. Se concluye que usando cal y cemento para la estabilización es ventajosa, ya que lograra disminuir el espesor de la estructura de rodadura e incrementan su capacidad de soporte de la subrasante. Se recomienda que las vías sean estabilizadas dependiendo al suelo que posee para luego tener un ahorro en el mantenimiento.

(Santander, M. & Yávar, J., 2018) presentan en su tesis “Análisis comparativo entre métodos de estabilización de subrasante mediante el uso de enzimas orgánicas y mezclas con cal, en la urbanización Tanya Marlene ubicada en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas en la universidad de Guayaquil ”.El cual tuvo por objetivo determinar, el procedimiento más adecuado para la subrasante mediante el uso de enzimas orgánicas, de esta manera se explica la densidad máxima y la humedad optima del suelo, para poder utilizar porcentajes de enzima en cada ensayo y de este modo seleccionar la mejor alternativa, basados en el costo y beneficioso. Se concluye que el uso de enzimas orgánicas permazyme 11x, no es un buen estabilizante para este tipo de suelo, el cual no cumplió con los parámetros requeridos, por su parte la cal demostró ser un buen estabilizante ya que actuó reduciendo su plasticidad y aumentó el CBR llevándolo a un 43% finalmente el autor recomienda generar un mapa de caracterización de suelos, donde se sugiera que tipo de estabilización es la recomendable para diferentes sectores de la provincia del Guayas.

Asimismo (Castillo, 2017) sustentó en su Tesis “Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100% para utilizarlos como sub rasantes en carreteras”; en la Universidad de Cuenca, Ecuador; el objetivo de esta tesis fue utilizar la cal viva para estabilizar los suelos

arcillosos con el CBR menores al 5% para que puedan ser utilizados como subrasante para un pavimento flexible. Las muestras que se obtuvieron en la subrasante fueron llevadas al laboratorio para realizar los ensayos respectivos, se adiciono cal viva en distintos porcentajes (10%, 20%, 30% y 40%) con respecto al peso seco de la muestra. Con los resultados se demostró la reducción de los límites de consistencia, luego se diseñó una estructura del pavimento flexible con el porcentaje de la cal óptimo, con un método analítico de diseño de pavimento y finalmente se realizó una comparación económica entre las alternativas de diseño. Concluye que el valor de CBR aumenta de favorablemente y se obtiene una reducción de la humedad del suelo, finalmente recomienda que cuando se realiza este tipo construcciones se aconseja analizar las épocas de lluvia, porque dificultaría la estabilización de la subrasante.

Posteriormente (Guamán, 2016) su Tesis: “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos” (Cal Y Cloruro De Sodio); Universidad Técnica de Ámbito – Ecuador; tuvo como objetivo determinar el comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado con cal y cloruro de sodio, se extrajo muestra de una calicata a 1m de profundidad, el cual fue llevado al laboratorio para realizar los ensayos y analizar las propiedades del suelo natural y el suelo estabilizado, se concluye que a mayor es el porcentaje de cal que se utiliza mejora su trabajabilidad y su compactación del suelo arcilloso. Se recomienda que el suelo arcilloso no se debe encontrar completamente seco para realizar los CBR, para que no se pueda alterar el contenido de humedad optimo es necesario retirar un dia antes el contenido de humedad del suelo del cual se realizara el ensayo.

Por consiguiente (Altamirano, J. & Diaz A., 2015) sustento en su Tesis: “Estabilización de Suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la Comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí –Rivas; en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua”; tiene como objetivo principal mejorar las características y propiedades de los suelos con una mixtura de cal hidratada. La comunidad presenta varios sectores con suelos que contienen comportamiento plástico, asimismo las faltas de vías rurales asfaltadas en épocas de lluvias impiden el acceso para él envió de sus productos. Los resultados se obtuvieron mediante ensayos de laboratorio y estudios de campo, según las normas AASHTO y

ASTM, se determinó sus propiedades mecánicas y físicas y luego se realizó la estabilización de las arcillas. Se obtuvieron datos y luego fueron analizados para calcular el porcentaje de cal que será utilizado para mejorar el suelo. Al definir las propiedades con las dosificaciones se llegó a la conclusión que logro una mejora importante en su plasticidad, densidad de compactación; incremento la humedad necesaria en este proceso debido a la reacción que se produce entre arcilla y cal, mejoro la capacidad portante del suelo. Se determinó que con un 9% de cal se logra un resultado aceptable y se obtiene las mejores condiciones del suelo. Finalmente recomiendan realizar estabilizaciones con otro tipo de cal, para así definir si se alcanza cumplir con los estándares requeridos.

La presente tesis se encuentra enmarcada en los conceptos de cal hidratada y estabilización de subrasante, que son las variables de esta investigación, para ello a continuación se expone las teorías de conocimiento respecto a la variable de Cal hidratada y estabilización de subrasante, enfatizando en las características y propiedades de la estabilización.

La cal es un elemento corrosivo, de color blanco en estado puro, el cual proviene de la calcinación de la piedra caliza. El óxido de calcio es la cal común, conocido también como cal viva.

(Beltran,M. & Copado,J., 2011,p.22) La cal procede de la combustión de la piedra caliza, en este estado se le conoce como cal viva (óxido de calcio) y al ser apagado con el agua, se le conoce como cal apagada (hidróxido de calcio), Este material es utilizado de manera frecuente en la construcción. Al unir el óxido de calcio con el agua se forma el hidróxido de calcio, al cual se le conoce como cal hidratada. Es la que revoluciona con fracciones arcillosas la cual las convierte en un matriz cementante (Cuadros, 2017).

Al realizar la estabilización con cal reduce el índice plástico, lo cual favorece a que los materiales finos aumenten su estabilidad volumétrica, la capacidad de soporte del suelo y la resistencia a la compresión (Altamirano, J. & Diaz A., 2015).

Según (MTC, 2014) Afirma que: La cal hidratada es un aditivo estabilizador que se emplean en terrenos de baja capacidad portante de los cual existentes varios tipos de

suelo entre ellos está (suelo limos inorgánicos de baja compresibilidad y arcillas inorgánicas de baja compresibilidad, etc.) una vez estabilizado el suelo mejora el coeficiente estructural de una de las capas del pavimento como en este caso en la subrasante. La estabilización del suelo se da con un porcentaje que se calcula en el laboratorio su rango vario de 1% a 6 % en peso del suelo seco.

Respecto a la estabilización de subrasante, (Castro, 2012) indicó la subrasante conforma la cimentación de la estructura del pavimento, está constituida por capas de diferentes materiales, los cuales se seleccionan según sus propiedades físicas y mecánicas. Los suelos por debajo del nivel superior de la sub rasante, en una profundidad no menor de 0.60 deberán ser suelos adecuados y estables con $CBR \geq 6\%$ (sub rasante pobre o inadecuada), compete estabilizar los suelos, para lo cual el responsable estudiara según la naturaleza del suelo opciones de solución, una de ellas pueden ser la estabilización mecánica, química o geo sintéticos, modificar el trazo vial, seleccionando la más conveniente para una buena estabilización. (MTC, 2014)

Para realizar la estabilización de suelos se incorpora productos químicos, sintéticos o naturales, de esa manera se perfecciona “las características físicas y mecánicas del suelo”. Por lo general la estabilización se realiza en los suelos de subrasante inapropiado o inestable. (MTC, 2014)

Según (Sibaja, 2009) “La estabilización de suelos es el proceso de combinar materiales con el suelo para mejorar sus propiedades”, los suelos naturales se someten a tratamientos químicos o físicos, mejorando cualidades físicas y mecánicas el cual puedan resistir las condiciones desfavorables del tráfico, clima durante el tiempo de servicio. Se logran tres objetivos importantes: una buena estabilidad ante las cargas, durabilidad de la capa y una variación volumétrica mínima.

Existen varios tipos de estabilización de suelos; la estabilización mecánica, la cual según (MTC, 2014), en la estabilización mecánica se utiliza la compactación, el cual busca mejorar el componente del suelo actual, sin modificar su estructura ni su composición básica. Lo que se busca con la estabilización mecánica es complementar las características de los suelos existentes la zona con materiales que le proporcionan mejores propiedades, así como también mejora la plasticidad de los materiales, mejora su capacidad drenante. Es importante utilizar las proporciones adecuadas de cada material.

La estabilización química se da cuando, se emplean ciertos aditivos que se mezclan en el suelo natural para modificaciones las propiedades moleculares superficiales del suelo con el fin de mejorar su resistencia.

La estabilización con cal genera un cambio de las propiedades del suelo generando beneficios resultados en los suelos granulares, obteniendo resistencia y estabilidad. Para emplearse la cal, normalmente son distintos porcentajes, por ello es necesario hacer un análisis de suelo para ver que propiedades se tienen que mejorar. El diseño de que se da, es acuerdo a las distintas variadas de aplicaciones de cal en el suelo.

Según Fonseca (2013), las propiedades del suelo son; la estabilidad volumétrica, los suelos con gran contenido de humedad son inestables y esto genera cambios de volúmenes cuando varía su contenido líquido, la resistencia, cuando el contenido de humedad es mayor la resistencia del suelo será baja y la conducta del suelo parcialmente será elástico lo cual nos dará una resistencia baja y un comportamiento plástico viscoso. La permeabilidad, se genera por el exceso de poros ocasionando deslizamientos en explanaciones, y ocasionado por el flujo de agua tubificaciones y arrastre. La compresibilidad, es alterada por la permeabilidad puesto que las fuerzas existentes de las partículas tienen un grado decisivo en la transformación de la resistencia del suelo a las fuerzas externas ocasionando deslizamiento del suelo. Y la durabilidad, los factores que intervienen en la durabilidad son factores del ambiente, y generalmente se aprecia más en la carpeta asfáltica o la superficie de rasante de la vía. (p.80).

Una manera de clasificar a los suelos es por sus características las cuales inciden directamente con su capacidad de soporte, Según (Juarez, 2008), los suelos son un conjunto de partículas definidas con una organización y con propiedades que cambian vectorialmente. En la dirección horizontal su cambio de perfil es más lento que los cambios en su perfil vertical. Asimismo, afirmó que el comportamiento mecánico del suelo es afectado por el agua que contiene, es por ello que el agua es considerada como parte del estudio de los suelos.

En la condición de uso del suelo como subrasante de carreteras, es necesario conocer las propiedades con la finalidad de predecir los posibles comportamientos. Primero se tiene que realizar el conocimiento del tipo de suelo, para lo cual se clasifica siguiendo el Manual de Carretera, la cual obliga que se clasifiquen en los sistemas más

difundidos, AASHTO y SUCS. Los suelos se clasifican teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Los límites de Atterberg determinan que tan vulnerable son los suelos en su comportamiento respecto a su contenido de humedad (w%), especificándose estos límites determinan suelos en diferentes estados de consistencia, como lo son: líquido, pastoso y sólido, los cuales describen la humedad del suelo. La cohesión del suelo es medido por estos límites de Atterberg, los cuales son: el límite líquido “(Il, determinado por el ensayo MTC E110)”, el límite plástico (IP, determinado por el ensayo MTC E111) y el límite de contracción (LC, determinado por el ensayo MTC E112). (MTC, 2014)

El límite líquido, Según (MTC, 2016) , el suelo se transforma al estado semilíquido, al estado plástico y puede ser moldeable. Generalmente la proporción de agua que posee un material, va perdiendo la fluidez y lo mantiene como un líquido denso. (p. 31)

La cavidad de agua expresada en % del peso suelo secado al horno, cuando el suelo se encuentra en el límite del estado líquido y plástico. En este límite el contenido de agua se determina como la humedad indispensable para que se cierre el surco separador de las dos mitades de la pasta del suelo, al dejar caer la cuchara 25 veces desde 1 cm de altura, la ranura se cierra con una distancia de 13mm. (García, 2015,p.14)

Asimismo (Crespo, 2004), define al límite plástico como el contenido de humedad, expresada en por ciento con respecto al suelo seco de la muestra secado al horno, “los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico”. (p. 77).

Respecto al contenido de humedad, a través de un ensayo se determina el peso de agua eliminada, se realiza el secado de suelo húmedo en un horno controlado de 110 ± 5 °C hasta obtener un peso constante. Se considera como el peso del agua el peso debido al secado en el horno. Siendo el contenido óptimo aquel donde la capacidad de agua que tiene un suelo logra una obtener una densidad mayor mediante su compactación. El contenido de humedad de alguna muestra se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula, es decir el porcentaje de humedad del agua de la muestra sobre la muestra seca. (Universidad Privada Antenor Orrego Escuela Profesional de Ingeniería Civil Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2014, p.05).

El grado de compactación es la técnica donde se emplea la energía al suelo para suprimir cavidades, eliminar vacíos, para así aumentar las propiedades de la resistencia y comprensibilidad. En el suelo ocurren cambios volumétricos debido a la pérdida de aire.

Los beneficios de la compactación es aumentar la capacidad para soportar cargas pesadas estando compactada todas las partículas, ya que si el suelo presenta vacíos producen debilidad y baja capacidad para soportar cargas pesadas. Otro beneficio es reducir e esponjamiento y la contracción del suelo, si hay vacíos el agua puede penetrar en el suelo y llenar estos vacíos.

(Crespo, 2004) La compactación del suelo aumenta la resistencia y disminuye la comprensibilidad de los mismos. Al aplicar cierta energía al suelo para compactarlo, el peso volumétrico obtenido varía con el contenido de humedad (p. 99).

Según (Altamirano, J. & Díaz A., 2015) Altamirano y Díaz (2015). El proceso del ensayo de la relación de soporte CBR de suelos y agregados, se dará con una muestra representativa lo cual será llevado al laboratorio para ser sometido a una acción mecánica en diferentes niveles de compactación y con un óptimo contenido de humedad. Todo ello con el fin de poder medir su resistencia en base a la calidad que puede presentar dicho suelo". (p.25).

Según el (MTC, 2014) ,Luego de realizar la clasificación de los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, se elaborara por tramo de estudio un perfil estratigráfico, para así poder definir el ensayo para establecer el CBR o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS y a la penetración de carga de 2.54mm.

De acuerdo al tramo correspondiente, el CBR de diseño tendrá un valor que clasificará la clase de la subrasante. (p.35).

El ensayo de permeabilidad busca conocer el coeficiente de permeabilidad que está determinado por términos de velocidad y tiempo (su medición). El grado de permeabilidad va depender de qué tipo de suelo se analizando dicha prueba se aplica con una muestra saturada aplicando diferentes tipos de presiones hidráulicas. Por lo cual, la permeabilidad del suelo se define como el paso del flujo del agua.

El problema que enmarca esta tesis está enfocado a la realidad del distrito de Santa Ana de Tusi, se investigó: ¿Cómo influye la incorporación de cal hidratada en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019? Los problemas específicos de la investigación fueron:

- a) ¿Cuál es la contribución de la cal hidratada en las propiedades físicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019?
- b) ¿Cómo varía la resistencia de la subrasante al incorporar cal hidratada, vía de acceso al distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019?
- c) ¿De qué manera la cal hidratada influye en la permeabilidad de la subrasante, vía de acceso al distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019?

A través de esta investigación se da a conocer las ventajas de la incorporación de la cal hidratada en la subrasante aumentando el valor del CBR, así como también la recopilación de toda la información será útil para las demás investigaciones sobre infraestructura vial. Esta investigación nos permite conocer la importancia de la incorporación de cal hidratada en la subrasante mejorando sus propiedades mecánicas, de esa manera se podrá mejorar la transitabilidad de la vía de acceso al distrito.

Según (Bernal, 2010) la justificación metodológica es cuando en una investigación existen nuevas propuestas que puedan generar conocimientos confiables y puedan servir de aporte para otros investigadores. El presente proyecto se realiza rigiéndose en la norma del MTC. Y los ensayos son realizados en un laboratorio que cuenta con los equipos calibrados y los resultados son confiables, por lo que la propuesta de mejorar las propiedades mecánicas de la subrasante sea de un aporte para otros investigadores.

Al realizar la investigación del mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, se puede verificar que el costo de la cal para la estabilización es más económica y fácil de transportar.

El objetivo general de la investigación fue, Analizar el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco- 2019. Los objetivos específicos fueron:

- a) Evaluar la contribución de la cal hidratada en las propiedades físicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.
- b) Calcular la variación de la resistencia de la subrasante al incorporar cal hidrata, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi- Pasco, 2019.
- c) Determinar la influencia de la cal hidratada en la permeabilidad de la subrasante, vía de acceso al distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.

Luego de la revisión bibliográfica nacional e internacional se establece la siguiente hipótesis general: La incorporación de cal hidratada mejora las propiedades mecánicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019. Las hipótesis específicas de la investigación fueron:

- a) La cal hidratada contribuye ventajosamente en las propiedades físicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.
- b) La resistencia de la subrasante varía favorablemente al incorporar cal hidratada, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.
- c) La cal hidratada influye significativamente en la permeabilidad de la subrasante, vía de acceso, distrito Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de Investigación.

Esta investigación es de tipo aplicada. Porque como lo define (Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. , 2014) .La investigación aplicada también es conocida como investigación empírica o práctica, busca el uso de conocimiento y resultados de las investigaciones que se adquieren a través del tiempo que nos da conocer la forma de realidad. (p.10)

Nivel de investigación.

El nivel de investigación es descriptivo, ya que para, (Gonzales, A., Oseda, D & Ramirez, F., 2011) el investigador describe situaciones y sucesos detalla cómo se da y como son los contextos, con estos estudios se busca establecer las características del fenómeno u objeto en estudio. (p.143)

Diseño de investigación.

Investigación de tipo descriptivo, Como lo define (Sampieri, Collado, & Baptista Lucio, 2014) El diseño experimental nos da un control a la manipulación de las variables (dependientes e independientes) se basan en analizar las posibles causas (variable independiente) y buscan examinar las efecto de la variable dependiente. (p.130).

2.2 Operacionalización de variables

Variables

Variable 1: cal hidratada.

Variable 2: Subrasante.

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN
Independiente V1: Cal hidratada	(Beltrán Parra & Copado Beltrán, 2011, pág. 22) La cal procede de la combustión de la piedra caliza, en este estado se le conoce como cal viva (óxido de calcio) y al ser apagada con el agua, se le conoce como cal apagada (hidróxido de calcio), Este material es utilizado de manera frecuente en la construcción.	Es la incorporación de cal a un suelo natural (malo) para poder estabilizar y mejorar sus propiedades mecánicas del suelo.	D1. Porcentaje de cal hidratada	D1.1. 1%	Escala De La Razón
	D1.2. 3%			Escala De La Razón	
Dependiente V2: Subrasante	Para realizar una mejora de la subrasante se incorpora productos químicos, sintéticos o naturales, de esa manera se perfecciona las características físicas y mecánicas del suelo. Por lo general la estabilización se realiza en los suelos de subrasante inapropiado o inestable. (MTC, 2014).		D1. Propiedades físicas	D1.3. 5%	Escala De La Razón
				D1.4. 7%	Escala De La Razón
				D1.1. Análisis Granulométrico	Escala De La Razón
			D1.2. Contenido de humedad	Escala De La Razón	
D1.3. Límites de consistencia	Escala De La Razón				
		D2. Resistencia	D2.1. CBR.	Escala De La Razón	
			D2.2. Densidad seca	Escala De La Razón	
		D3. permeabilidad	D3.1. Ensayo de permeabilidad	Escala De La Razón	

Fuente: Elaboración Propia.

2.3 Población y muestra

Población

Según (Muñiz, 2017, pag 62) población es el conjunto de todo el individuo que tiene propiedades en común. Los cuales se ubican en un espacio y cambian con el paso del tiempo.

En esta investigación la población está conformada por el tramo de la vía de acceso al distrito.

Muestra

Según (Muñiz, 2017 pág. 62), la muestra es una parte que fue extraído de la población, seleccionados por un método de muestreo.

Bajo este criterio, la muestra de este proyecto de investigación está conformada por la progresiva 0+000 km al 0+400 km (400m) el cual es la zona más crítica.

● Criterios de inclusión:

1. Muestras inalteradas de calicatas
2. Muestras extraídas de calicatas a profundidad de 1.5 metros
3. Suelo con CBR menor al 6%

● Criterios de exclusión:

1. Alteración de suelo de muestra
2. Suelo de subrasante con CBR mayor al 6%

Muestreo

El muestreo proporciona muchas ventajas: ahorra el tiempo, posibilita mayor profundidad y exactitud en los resultados (Muñiz, 2017 p. 63).

2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos:

Recolección de datos

Según (Maravi, L 2009), una vez seleccionado el diseño de investigación y la muestra adecuada de acuerdo con nuestro problema de estudio. La siguiente etapa es la recolección de datos, los cuales implica tres puntos importantes vinculados entre sí: seleccionar un instrumento de medición luego aplicar el instrumento de medición y finalmente preparar las mediciones obtenidas para que puedan ser analizadas correctamente. (P.28)

En la siguiente investigación de estudio se aplicará la observación directa, ya que la recolección de datos se realizará tomando fotografías, visitado el lugar (in SITU) y realizando los ensayos de laboratorio.

Instrumentos de recolección de datos

Por lo tanto (Mendoza, C. 2014), mecanismo de registro que utiliza el investigador para reunir la información obtenida en el sector estudiado. (p.6). Se realizará los ensayos de acuerdo al (MTC), para este proyecto de investigación realizaremos el ensayo de C.B.R. y el ensayo del Proctor modificado.

Validez

Para este proyecto el instrumento será sometido al juicio de expertos, el cual será evaluado por tres ingenieros civiles.

Confiabilidad

(Valderrama, 2016) el instrumento es confiable si se adquiere conclusiones lógicas al ser utilizado en distintas situaciones abreviadamente. (P. 215).

Métodos de análisis de datos

En el siguiente proyecto, los datos se determinarán con los resultados que se obtendrán en el laboratorio, mediante la averiguación del investigador que se presentara mediante tablas, cuadros, gráficos entre otros.

2.5 Procedimiento

a) Pre – Campo

El trabajo en campo es para analizar las actividades de trabajo con el fin de describir paso a paso el procedimiento con las normas técnicas.

Estudio y selección de muestra

El sector de estudio se localiza en el Distrito de Santa Ana de Tusi, Departamento de Pasco. El acceso del distrito, tiene una vía no pavimentando, y en épocas de lluvias se vuelve dificultoso el tránsito vehicular, por ello se visualiza un problema de investigación a estudiar con el fin de mejorar las propiedades de la subrasante, para así llegar a una correcta realización de diseño para un pavimento.

Recolección de muestras del área seleccionada.

Para desarrollar el análisis geotécnico de la subrasante se ejecutaron 03 calicatas (ver Figura 7), a una profundidad promedio de 1.50 m, la excavación se realizó de manera manual. Con la extracción de las 3 muestras se podrá detectar las posibles variaciones en el material existente determinando así las propiedades físicas y mecánicas.



Figura 2: Recolección de muestras.

b) Trabajo en laboratorio

Análisis de las propiedades del suelo

Las muestras fueron llevadas al laboratorio (Figura 11), Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de MTL Geotecnia Laboratorio de Suelos Concreto y Asfalto, estos ensayos fueron elaborados de acuerdo al manual de ensayo de materiales para carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.



Figura 3: entrega de muestras al laboratorio.

c) Análisis de la dosificación de cal óptimo

Descripción de la cal que se usara para el análisis del proyecto. Para la realizar la estabilización de esta zona de estudio según los resultados de los ensayos se utilizaran 3% de cal hidrata el cual es el óptimo porcentaje.



Figura 4: Descripción de la cal utilizada en el ensayo.

d) Trabajo en Campo

Se realizan demostraciones en fotos del procedimiento de estabilización con cal determinado la cantidad a utilizar.

Para cuantificar las cantidades de bolsas de cal se necesitará, el ancho, la longitud, y el espesor del tramo en estudio.

- Calculamos cuantos m³ se va estabilizar teniendo las siguientes características:

Ancho: 4 metros

Largo: 400 metros

Espesor: 0.20 metros

Volumen total: 320 m³

- El volumen total será multiplicado por el peso volumétrico seco máximo que se obtuvo mediante el proctor realizado al material arcilloso, resultando así el peso del mismo

$$\text{Peso volumétrico seco} = 1679 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso} = \text{Volumen} \times \text{Peso volumétrico seco}$$

$$\text{Peso} = 320 \text{ m}^3 \times 1679 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso} = 537280 \text{ Kg.}$$

- Se multiplica por el % de cal elegido óptimo para la estabilización.

% cal optimo: 3%

$$\text{Peso} = 537280 \text{ Kg} \times 0.03$$

$$\text{Peso} = 16118.4 \text{ Kg de cal}$$

Entonces la dosificación de cal es:

$$\text{Peso de cal / volumen total } 16118.4 \text{ kg} / 320 \text{ m}^3: 50.37 \text{ kg/ m}^3$$

- Para poder obtener la cantidad de bolsas de cal se tendrá que dividir el peso calculado anteriormente y el peso por bolsa de cal.

$$\text{Bolsa de cal} = 25\text{Kg}$$

$$\text{Cantidad de bolsas} = 16118.4 \text{ Kg} / 25\text{Kg}$$

$$\text{Cantidad de bolsas} = 644.74 \text{ bolsas de cal}$$

Las bolsas deberán ser distribuidas de manera uniforme sobre lo largo y ancho de la distancia elegida.

e) Elaboración del presupuesto

La hoja de presupuesto se realizó, con las partidas que se ejecutarán para la estabilización de la subrasante. Podemos visualizar el análisis de precios unitarios en los anexos y en la siguiente figura el presupuesto.

PRESUPUESTO						
OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO, DISTRITO SANTA ANA DE TUSI, PASCO-2019						
LUGAR: DISTRITO DE SANTA DE TUSI-PASCO						
FECHA: 21 DE MAYO 2019						
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	COSTOS		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES					910.57
01.01.00	CAMPAMENTO	und	1.00	410.06	410.06	
01.02.00	SEÑALIZACIONES PREVENTIVAS	und	1.00	500.51	500.51	
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					2,906.04
02.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQ	glb	1.00	1,500.00	1500.00	
02.02.00	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	km	1.50	937.36	1406.04	
03.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					5,759.01
03.01.00	CORTE DE TERRENO A NIVEL SUBRASANTE	m3	320	0.55	175.55	
03.02.00	ESCARIFICACION	m3	320	17.45	5583.46	
04.00.00	CONFORMACION DE SUBRASANTE					6,372.96
04.01.00	TRATAMIENTO DEL SUELO CON CAL HIDRA	m3	320	19.92	6372.96	
05.00.00	BASE FINA (0.30 cm)					8,075.70
05.01.00	TRANSPORTE DE CANTERA	glb	1.00	200.00	200.00	
05.02.00	CAL HIDRATADA	m3	320	24.61	7875.70	
06.00.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL					719.40
06.01.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALES II	und	1.00	719.40	719.40	
	COSTO DIRECTO					S/. 24,743.68
	GASTOS GENERALES	10%				2,474.37
	UTILIDAD	5%				1,237.18
	SUB TOTAL					S/. 28,455.23
	I.G.V	18%				5,121.94
	COSTO TOTAL					S/. 33,577.17

Figura 5: Presupuesto de proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

f) **Ejecución de la estabilización.**

Preparación del suelo y almacenamiento de la cal.

Para la estabilización el terreno natural ha tenido que pasar por procesos importantes para su eficaz rendimiento, por ello es:

La escarificación la cual consiste en la disgregación del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.



Figura 6: Escarificado del suelo natural.

La humectación del suelo a estabilizar en esta operación fundamental se requiere un tanque regador independiente, con el cual se deberá regar uniformemente.



Figura 7: Riego de suelo natural.

Eliminación es una parte importante de la estabilización, ya que el terreno natural puede contener agentes no homogéneos que perjudiquen la estabilización como basura rocas.



Figura 8: Limpieza de impurezas del suelo natural.

Tendido de la cal

La cal será colocada en sacos en el suelo a estabilizar, puede ser colocada de forma manual o a través de máquinas esparcidoras. Y los tramos reducidos tienen una adecuada colocación uniforme, para una buena dosificación.



Figura 9: Colocación de bolsas de cal en el suelo natural.

La realización del mezclado se da con una motoniveladora o con pulvimezcladora de eje horizontal, con el fin de poder realizar una mezcla homogénea y color uniforme.

La hoja de la maquinaria deberá alcanzar una profundidad de 20 centímetros, para una mezcla homogénea, además que el número de pasadas del equipo es dependerá de la supervisión del ingeniero de campo, pero como experiencia de otros trabajos realizados se debe hacer como mínimo tres pasadas de mezclado.



Figura 2: Mezcla de cal con el suelo natural.

Compactación y terminación

Para la compactación se requiere de una motoniveladora que realice una compactación uniforme con la finalidad de estabilizar los agregados con el aditivo. Así mismo se verificará la densidad de campo con el fin de estabilizar el suelo y luego de 3 a 7 días la capa tiene que pasar por el proceso de Curado que se procede a regar de manera



Figura 11: Compactación de Uniforme del suelo con el aditivo.

2.6 Método de Análisis de datos

Se aplicó un análisis no paramétrico, descrito por Hernández et. al. (2014), el cual permite que las variables no obligatoriamente tienen que estar medidas por un nivel de intervalos o de razón, sino que pueden analizar datos nominales u ordinales.

Por ello se tiene inicialmente a través de las hipótesis planteadas, unas ideas preconcebidas del resultado del análisis de datos, los cuales fueron verificadas y analizadas luego de realizar la recolección de datos al aplicar ensayos a la muestra de 16 briquetas, y permitirán evaluar el comportamiento de las variables a través de los indicadores y que finalmente lograr cumplir con los objetivos de esta investigación.

2.7 Aspectos éticos

Este proyecto de investigación, cumple los requerimientos éticos que impone la Institución Educativa, se considera lo siguiente:

- Respecto a la autoría de las fuentes de información, se encuentran citadas según **normas APA**, modelo de referencias exigido por la Universidad Cesar Vallejo para la presente tesis.
- Cumplimiento de los principios de la bioética (beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia)
- Cumplimiento de los aspectos relevantes del código de ética de la investigación de la universidad.

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación de zona de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Distrito de Santa Ana de Tusi, Departamento de Pasco. La vía de acceso al Distrito no cuenta con una vía pavimentada, por ello se realiza en la presente investigación un estudio geotécnico de la subrasante incorporando cal hidratada para poder estabilizar el suelo que será utilizado como el cimiento de una estructura vial.



Figura 12: Ubicación del tramo en estudio. Fuente google Heard.

3.2 Trabajos de campo

Para realizar el estudio geotécnico del suelo se ubicaron y ejecutaron (03) calicatas, a una profundidad promedio de 1.50 m, la excavación se realizó de manera manual. Con la extracción de las 3 muestras se podrá detectar las posibles variaciones en el material existente determinando así las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural.

Tabla 2.

Resumen de Ubicación y profundidad de Calicatas.

CALICATA	PROGRESIVA (Km)	PROFUNDIDAD	Kg
N° 01	0+000	1.50 m	80
N° 02	0+200	1.50 m	80
N° 03	200+400	1.50 m	80

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Trabajos en laboratorio

Según el (MTC, 2014) Manual de ensayos, Las muestras tomadas en campo deben ser enviados al laboratorio para realizar la clasificación de suelos, bajo las instrucciones de los especialistas geotécnicos.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio (Figura 8), Los ensayos se realizados en el laboratorio de mecánica de suelos MTL Geotecnia, los ensayos fueron elaborados de acuerdo al manual de ensayos de materiales para carretera del Ministerio de Transporte.

3.4 Análisis de resultados del suelo natural

Contenido de humedad

El ensayo determina el peso de agua eliminada, se realiza el secado de suelo húmedo en un horno controlado de 110 ± 5 °C hasta obtener un peso constante. Se considera como el peso del agua el peso debido al secado en el horno.

El contenido de humedad se realiza mediante esta fórmula:

$$w = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso de suelos secado al horno}} \times 100$$

Se realizaron los ensayos para la determinación del contenido de humedad de las tres calicatas

como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

Resultados de contenido de humedad.

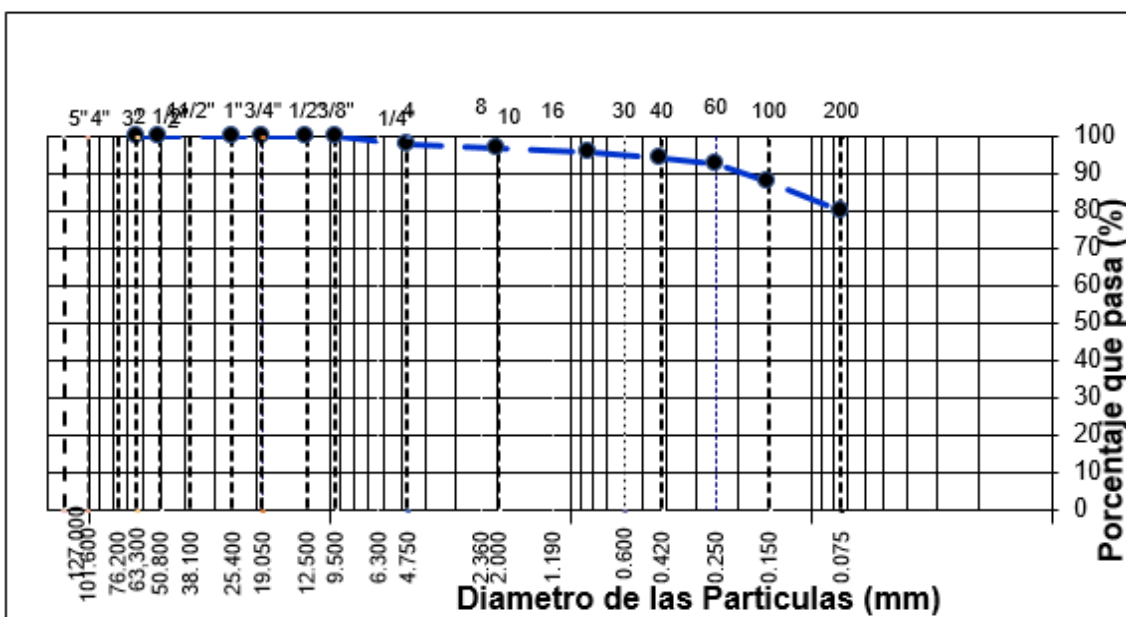
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
Calicata	Contenido de humedad (%)
C-1	19.7 %
C-2	18.7 %
C-3	18.1 %

Nota. Los datos son obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

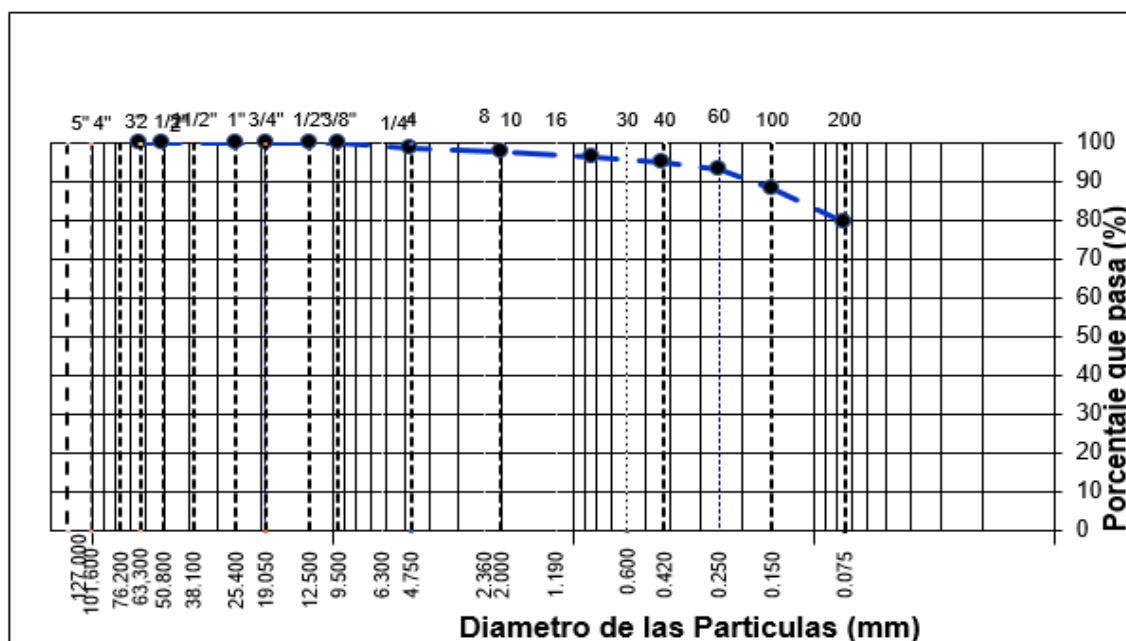
Análisis granulométrico

Este ensayo se realiza la clasificación de las partículas en función de su tamaño, se realizó el tamizado de cada una de las muestras de calicata, luego se calculó el peso retenido y el porcentaje de peso pasante por cada tamiz, los cuales están representados en los siguientes gráficos.

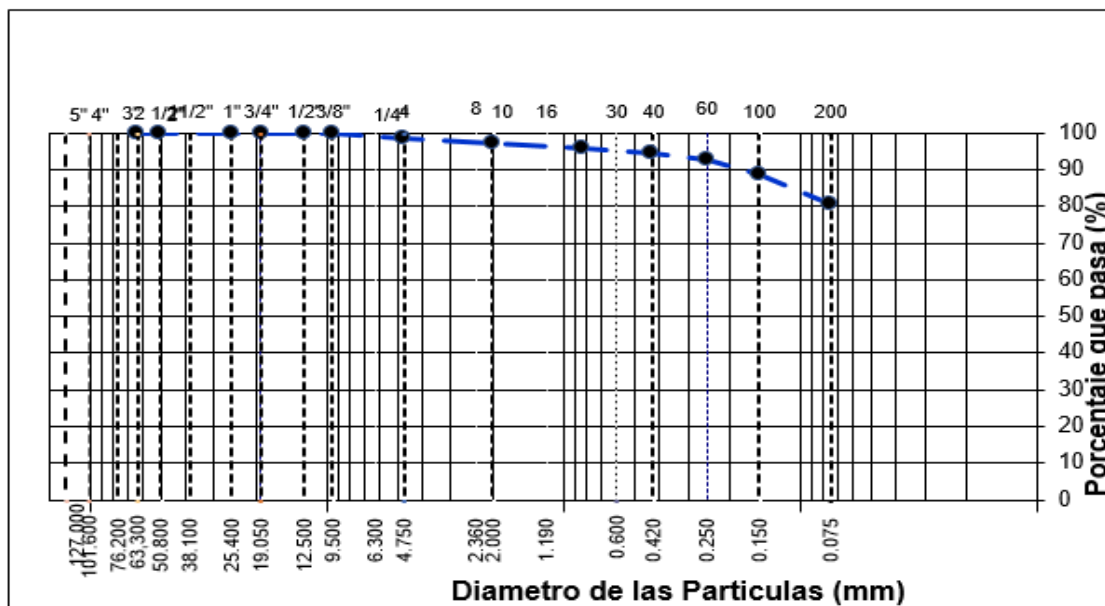
CURVA GRANULOMÉTRICA C-1



CURVA GRANULOMÉTRICA C-2



CURVA GRANULOMÉTRICA C-3



Límites de consistencia

Según Aysén, 2002. La consistencia está denotado por la condición física el compuesto de suelo y agua. Se determina como la resistencia al flujo, que está relacionado con la fuerza de atracción entre partículas y es más sencillo percibir físicamente que de describir cuantitativamente.

Mediante los ensayos de laboratorio normalizados, se obtiene el comportamiento de los suelos finos, estos ensayos miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad. Y por ellos los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.

Resultados de los límites de consistencia de las muestras de calicatas.

Calicata	Límite Líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)
C-1	34	20	14
C-2	33	19	14
C-3	34	19	15

Nota. Los datos son obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

Clasificación de suelos por los Métodos SUCS y AASHHTO.

A través de esta clasificación más precisa se puede describir mejor el comportamiento del suelo, después de realizar la clasificación de las muestras llevada al laboratorio nos dieron como resultado, que estos suelos pertenecen al grupo CL los cuales son arcillas de baja plasticidad (método SUCS) y están dentro del grupo A-6(10) por el método AASHTO.

Tabla 5.

Resultados de la clasificación de suelos SUCS Y AASHTO.

Clasificación de suelos	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Clasificación AASHTO (D3282)	A-6 (10)
Nombre del Grupo	Arcilla de baja plasticidad con arena

Nota. Los datos son obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

Proctor modificado

Este ensayo es uno de los más importantes métodos de estudio de la compactación de un suelo, A través del cual se determina la máxima densidad seca del suelo en relación con su contenido de humedad. Con los resultados del ensayo del proctor modificado determinamos la máxima densidad que alcanza el suelo, en determinadas condiciones de humedad y energía (curva de compactación). En esta imagen podemos observar el resultado que obtuvimos.

Densidad Máxima Seca: 1.679 gr/cm³. **Contenido Humedad Óptima:** 16.00 %

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,567	5,679	5,775	5,760
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,588	1,700	1,796	1,781
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.724	1.846	1.950	1.934
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	578.0	478.6	645.2	554.1
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	549.4	450.6	586.5	500.8
Peso de la Tara	gr.	212.5	221.1	224.5	229.0
Peso del agua	gr.	28.6	28.0	58.7	53.3
Peso del suelo seco	gr.	337	230	362	272
Contenido de agua	%	8.5	12.2	16.2	19.6
Densidad Seca	gr/cc	1.589	1.645	1.678	1.617

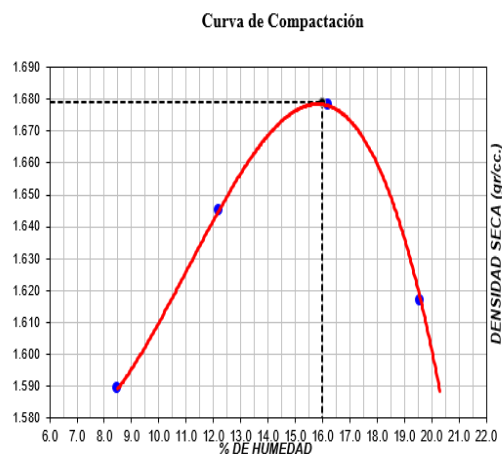
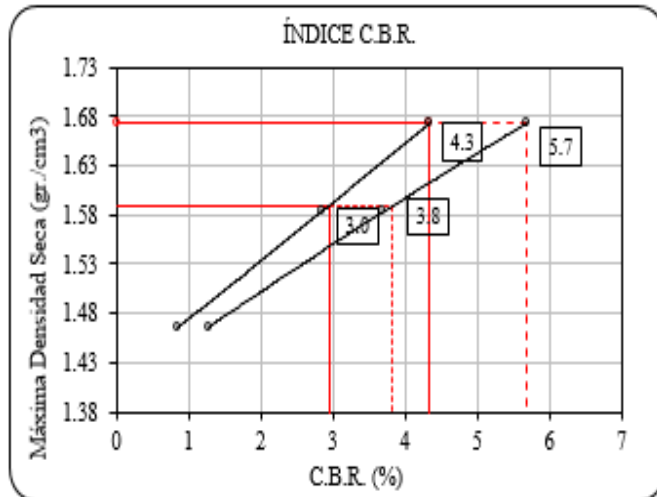


Figura 3. Relación de soporte californiana (CBR).

RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)

A través de este ensayo se podrá evaluar la resistencia potencial del suelo e identificar si cumple con lo indicado para que puedan ser usados como subrasante o si será necesario adicionar algún estabilizante para mejorar el CBR del suelo.



- C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **4.3** %
- C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": **3.0** %
- C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **5.7** %
- C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": **3.8** %

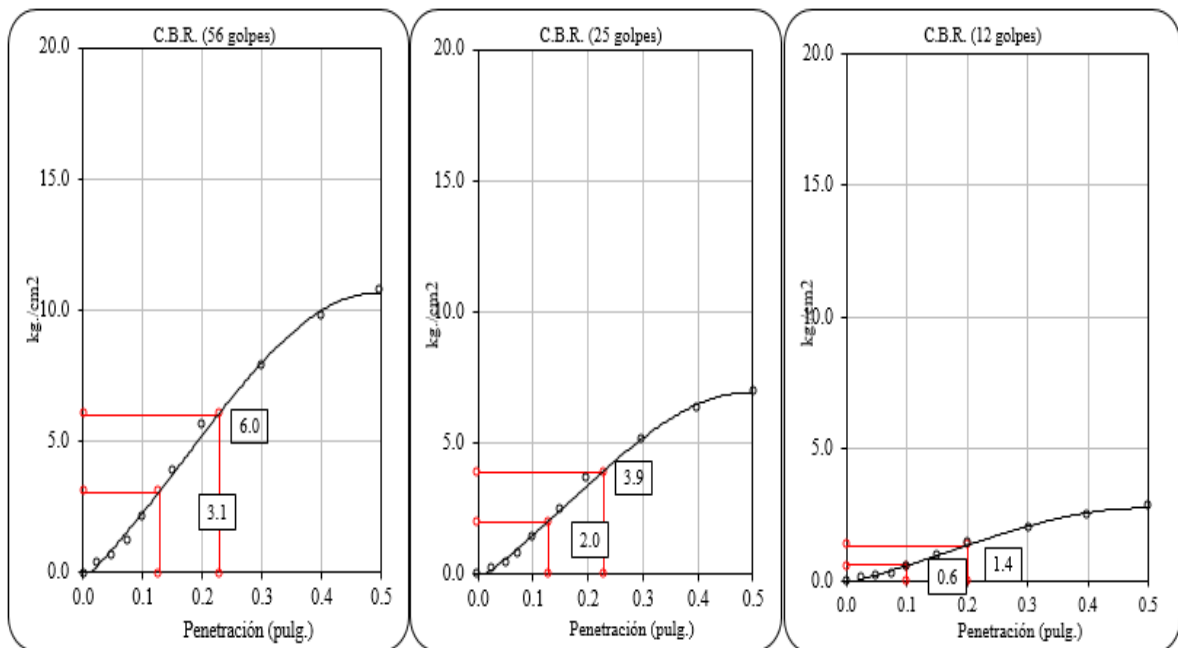


Figura 4: Resultados del CBR del suelo natural.

3.5 Resultados de los ensayos del suelo natural incorporando cal hidratada.

Luego de realizar los ensayos a la muestra de cada calicata, se realizó los ensayos incorporando diferentes porcentajes de cal hidratada al suelo natural, se tomó como muestra patrón la C-2, debido a que las calicatas 1 y 3 presentaban características muy similares.

Proctor modificado incorporando cal hidratada al 1%

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,600	5,693	5,750	5,725	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,621	1,714	1,771	1,746	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.760	1.860	1.923	1.896	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	467.6	514.2	598.6	555.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	438.7	480.5	549.1	505.0	
Peso de la Tara	gr.	178.6	234.6	245.6	221.4	
Peso del agua	gr.	28.9	33.7	49.5	50.6	
Peso del suelo seco	gr.	260	246	304	284	
Contenido de agua	%	11.1	13.7	16.3	17.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.584	1.636	1.653	1.609	

Densidad Máxima Seca:	1.658	gr/cm³.	Contenido Humedad Optima:	15.70 %
------------------------------	--------------	---------------------------	----------------------------------	----------------

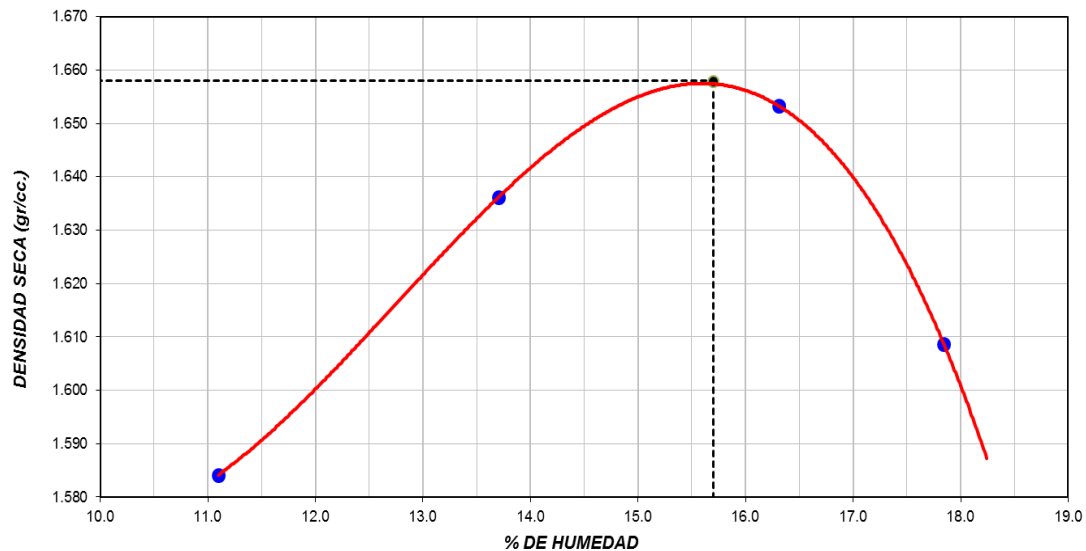


Figura 5: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 1% cal.

Proctor modificado incorporando cal hidratada al 3%

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,600	5,686	5,712	5,698	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,621	1,707	1,733	1,719	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.760	1.853	1.882	1.866	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	645.6	578.9	544.1	567.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	594.1	535.3	502.5	514.9	
Peso de la Tara	gr.	178.6	234.6	245.6	221.4	
Peso del agua	gr.	51.5	43.6	41.6	52.8	
Peso del suelo seco	gr.	415	301	257	293	
Contenido de agua	%	12.4	14.5	16.2	18.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.566	1.618	1.619	1.582	

Densidad Máxima Seca: 1.624 gr/cm³. **Contenido Humedad Óptima:** 15.50 %

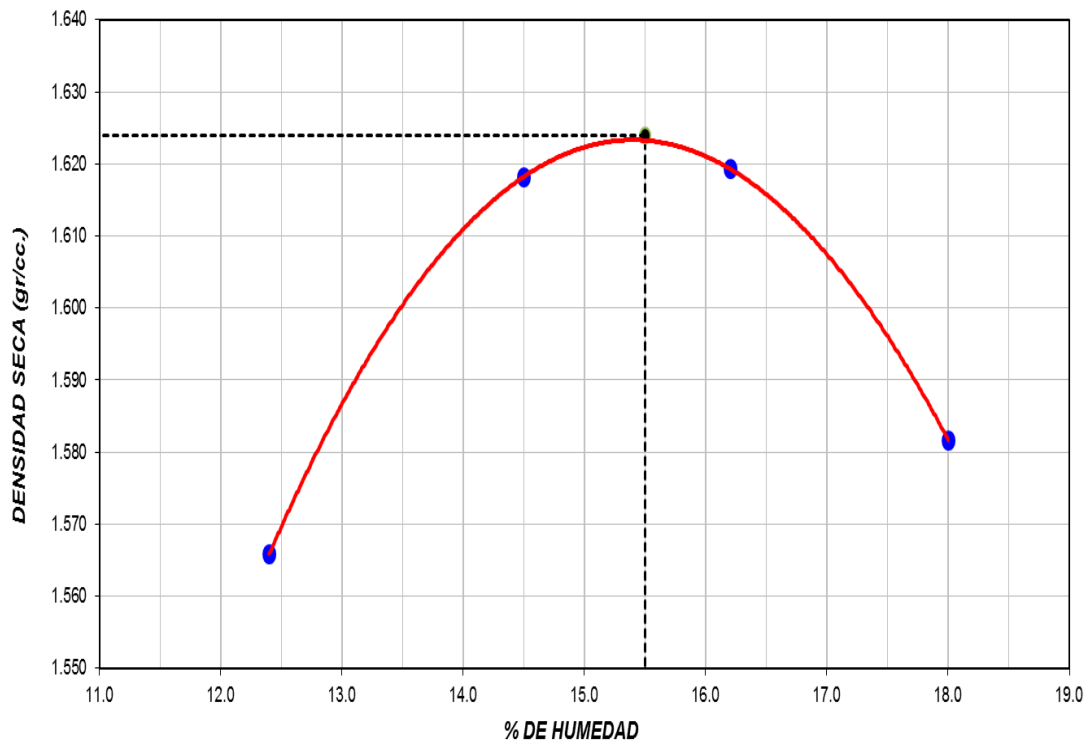


Figura 16: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 3% cal.

Proctor modificado incorporando cal hidratada al 5%

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,575	5,666	5,672	5,650	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,596	1,687	1,693	1,671	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.733	1.832	1.838	1.814	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	551.4	567.8	511.4	524.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	515.0	523.8	474.1	478.0	
Peso de la Tara	gr.	245.6	234.1	255.8	221.4	
Peso del agua	gr.	36.4	44.0	37.3	46.3	
Peso del suelo seco	gr.	269	290	218	257	
Contenido de agua	%	13.5	15.2	17.1	18.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.527	1.590	1.570	1.537	

Densidad Máxima Seca: 1.593 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 15.70 %

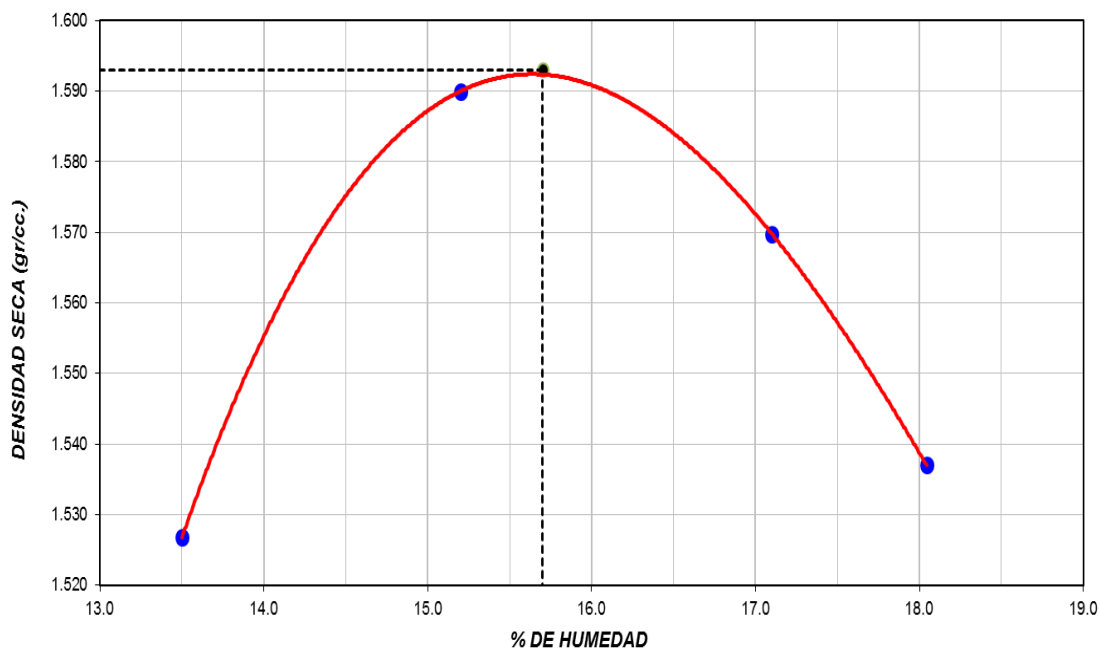


Figura 17: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 5% cal.

Proctor modificado incorporando cal hidratada al 7%

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,545	5,627	5,661	5,654	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,566	1,648	1,682	1,675	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.700	1.789	1.826	1.819	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	611.1	578.6	557.4	497.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	570.1	532.3	511.6	454.5	
Peso de la Tara	gr.	245.6	214.2	234.4	221.7	
Peso del agua	gr.	41.0	46.3	45.8	42.9	
Peso del suelo seco	gr.	324	318	277	233	
Contenido de agua	%	12.6	14.6	16.5	18.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.509	1.562	1.567	1.536	

Densidad Máxima Seca:	1.571 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	15.90 %
------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------

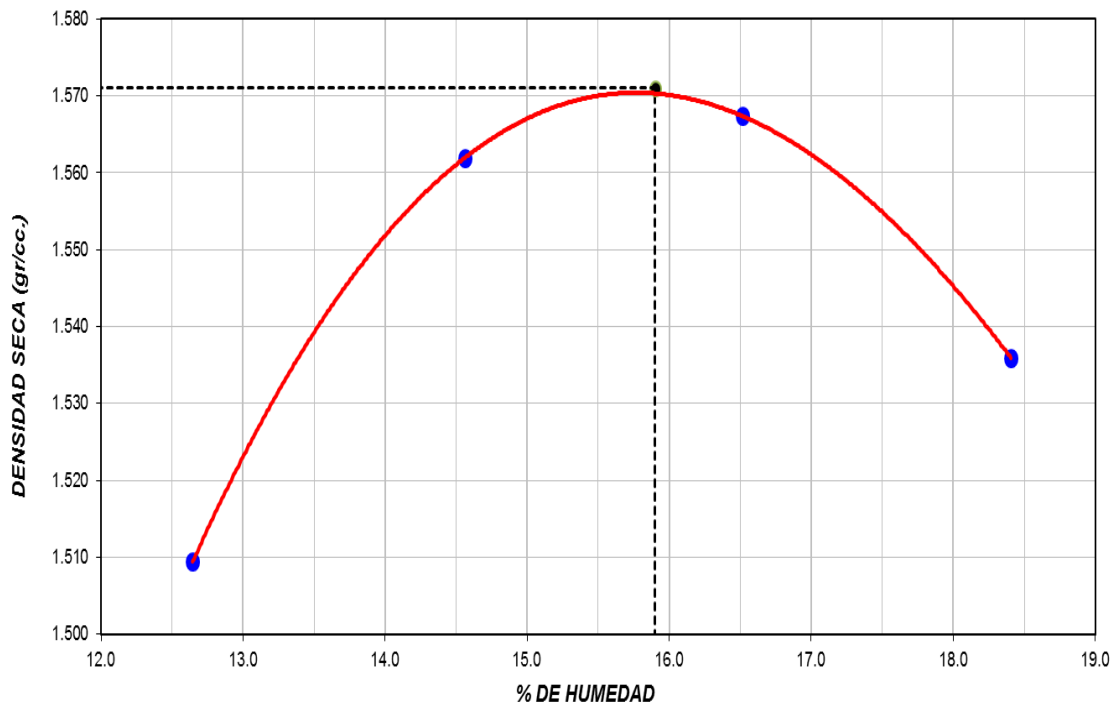
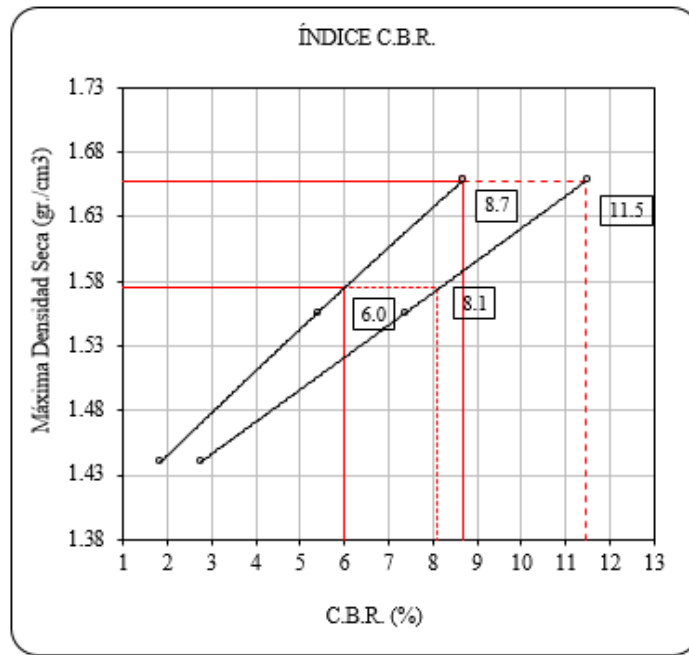


Figura 18: Curva de compactación de la relación humedad-densidad seca + 7% cal.

Relación de soporte de California (C.B.R) incorporando cal hidratada al 1%



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	8.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	6.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	11.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	8.1 %

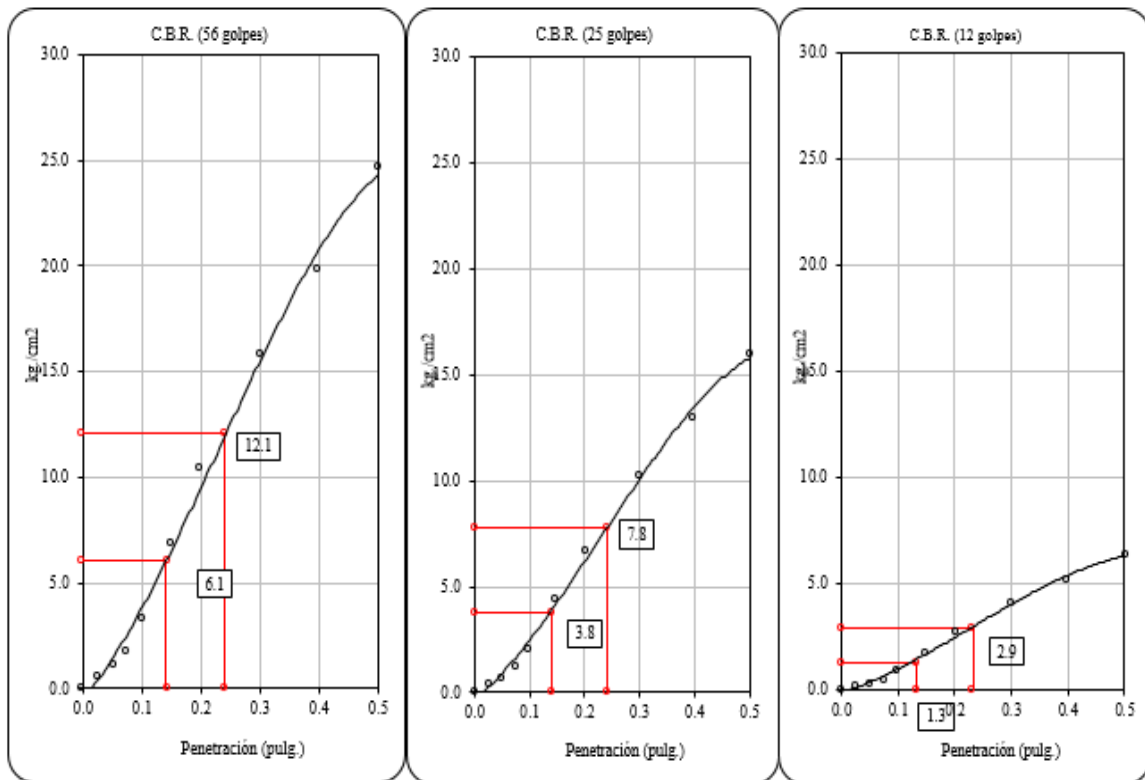


Figura 19: Relación de soporte de California (C.B.R) +1.0 % de cal hidratada.

Relación de soporte de California (C.B.R) incorporando cal hidratada al 3%

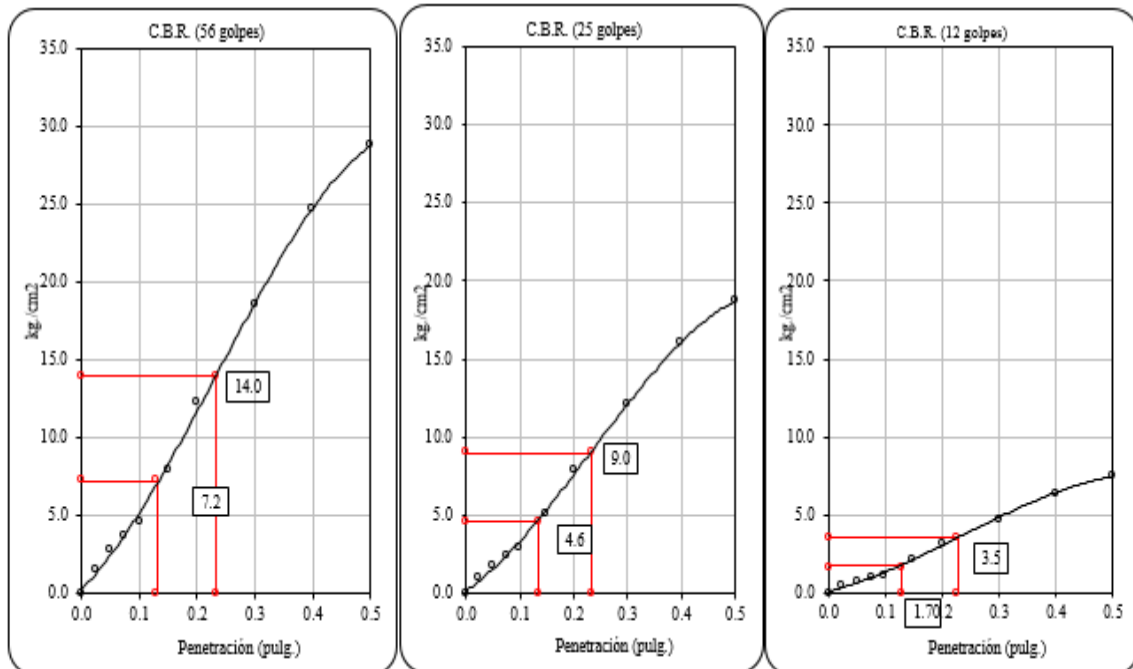
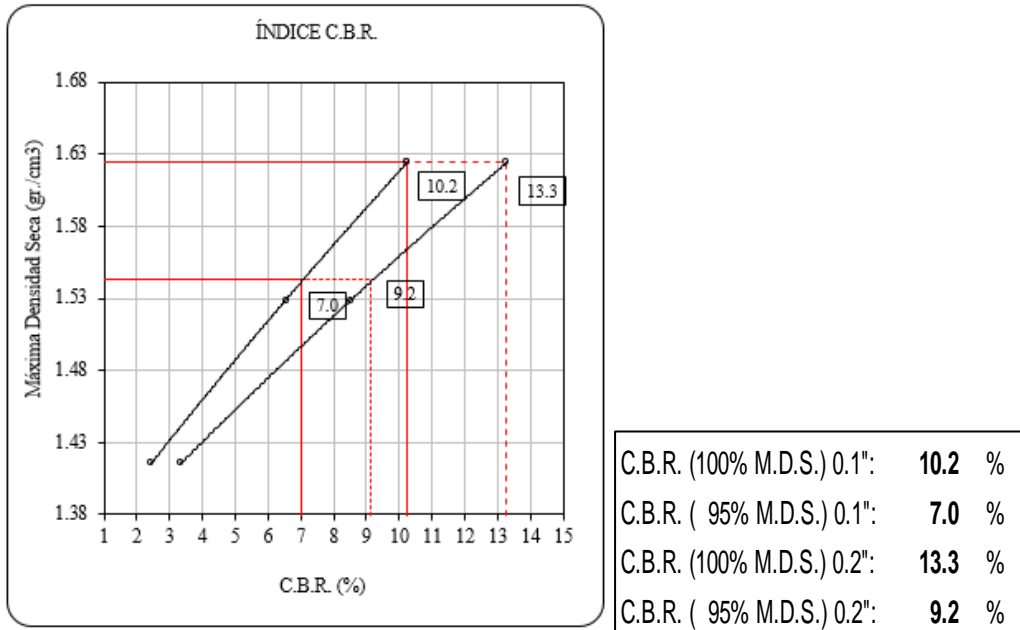


Figura 20: Relación de soporte de California (C.B.R) +3.0 % de cal hidratada.

Relación de soporte de California (C.B.R) incorporando cal hidratada al 5%

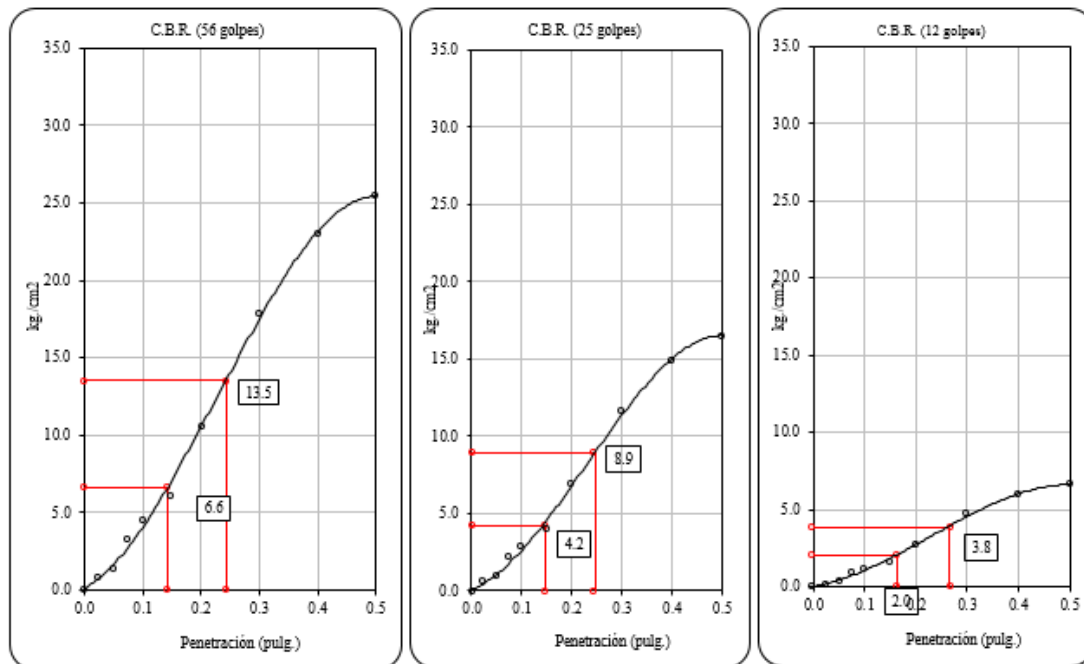
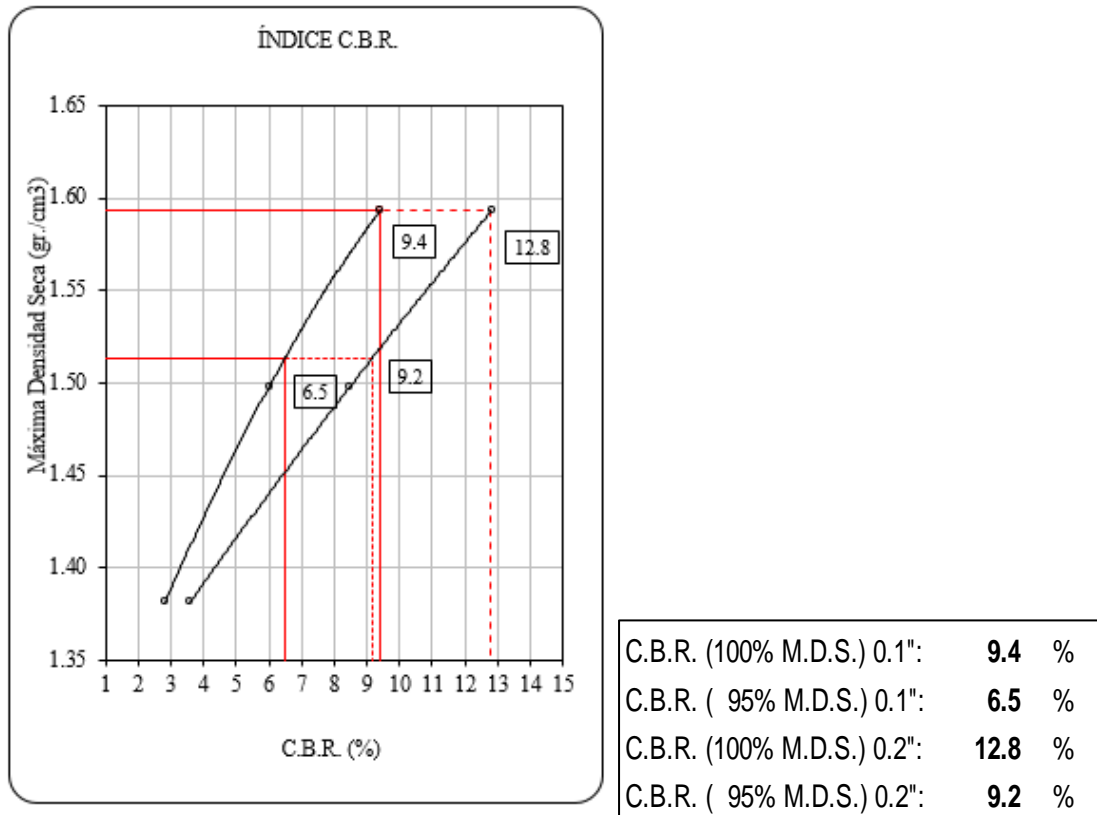
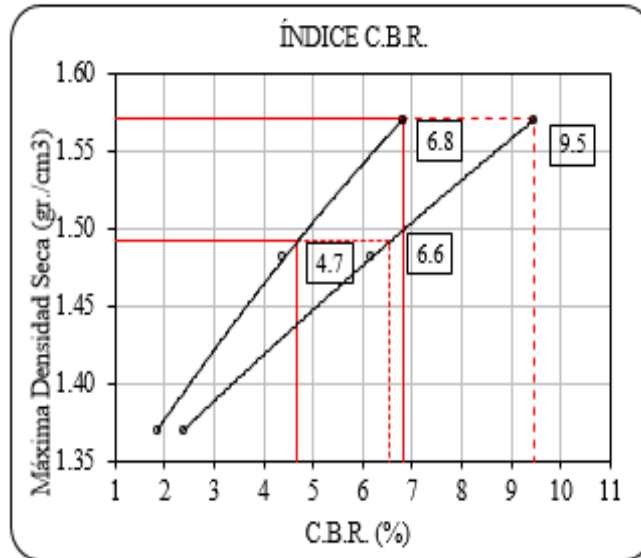


Figura 6: Relación de soporte de California (C.B.R) + 5.0 % de cal hidratada.

Relación de soporte de California (C.B.R) incorporando cal hidratada al 7%



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	6.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	4.7 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	9.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	6.6 %

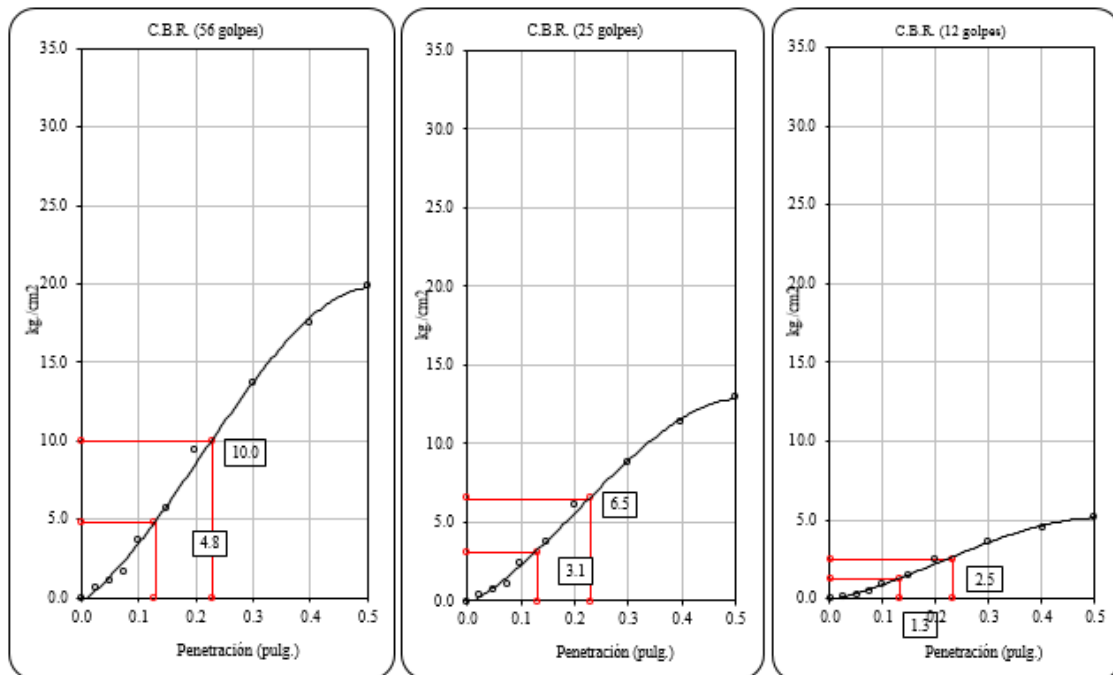


Figura 7: Relación de soporte de California (C.B.R) + 7.0 % de cal hidratada.

3.6 Resultados unificados

Proctor modificado

Tabla 6.

Relación densidad seca-contenido de humedad.

Adición de cal	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo contenido de Humedad (%)
suelo natural	1.679	16
Suelo natural + cal 1%	1.658	15.7
Suelo natural + cal 3%	1.624	15.5
Suelo natural + cal 5%	1.593	15.7
Suelo natural + cal 7%	1.571	15.9

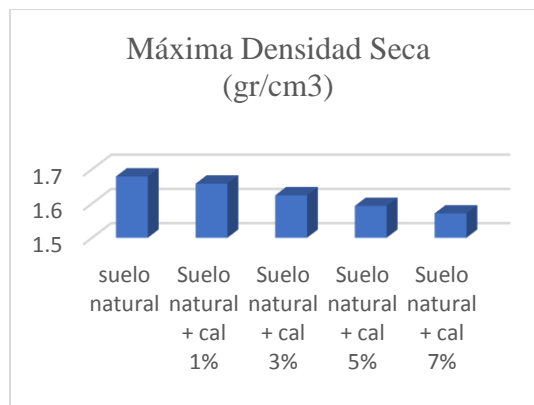


Figura 8: Variación de los valores de la densidad seca incorporando cal hidratada.

Interpretación: en la figura 27 podemos observar que al adicionar cal hidratada en mayor porcentaje la máxima densidad seca se reduce.

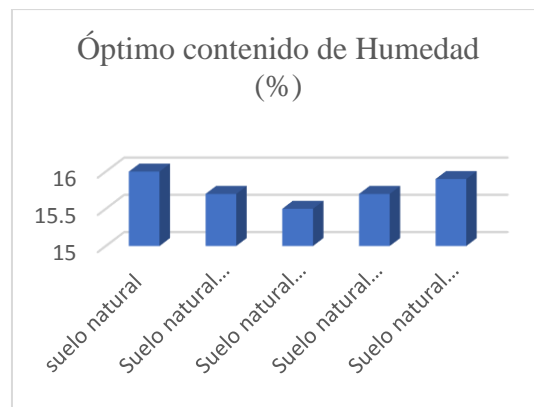


Figura 9: Variación de los valores del contenido de humedad incorporando cal hidratada.

Interpretación: se examina en la figura 28, que el contenido de humedad del suelo empieza a descender al adicionar cal hidratada en 1% y 3% por otro lado si le adicionamos mayor porcentaje de cal hidratada aumenta su óptimo contenido de humedad.

Relación de soporte de California (C.B.R)

Tabla 7.

Resultados del CBR al 95%

Adición de cal	% CBR
suelo natural	3.8
Suelo natural + cal 1%	8.1
Suelo natural + cal 3%	9.2
Suelo natural + cal 5%	9.2
Suelo natural + cal 7%	6.6

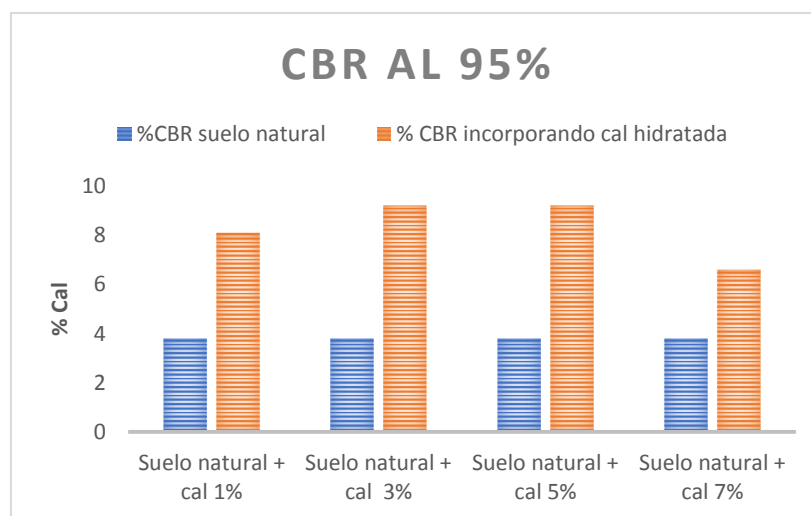


Figura 10: variación del resultado de CBR del suelo natural entre el % de cal.

Interpretación: en la figura 29 se muestra los resultados obtenidos, se puede observar que el suelo natural tiene un CBR menor que 4%, por lo tanto al obtener un CBR menor que 6% el suelo necesita aumentar la capacidad de soporte a través de un estabilizante, para este caso especial consideramos la cal hidratada ya que es un método económico y que aumenta la resistencia del suelo, los porcentajes que fueron adicionados en este ensayo

varían del 1 al 7%. Se observa que al adicionar cal hidratada en porcentajes de 1%, 3% y 5% el CBR aumenta en porcentajes por encima del 8% los cuales según el “ Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos “,se consideran subrasante regular, por otro lado al adicionar 7% de cal el CBR disminuye.

Límites de consistencia

Tabla 8.

Resultados límites de Atterberg suelo natural + incorporación de cal hidratada.

Muestra	Límite Líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)
Suelo natural	33	19	14
Suelo natural + cal 3%	32.5	22.3	10.2

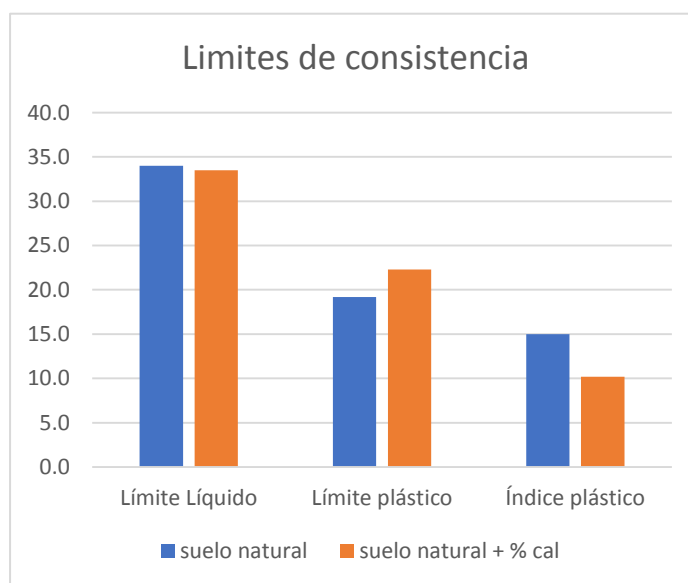


Figura 26: Variación de los límites de Atterberg adicionando cal hidratada.

Interpretación: en la figura 30 se observa los resultados obtenidos sobre los ensayos de límites de consistencia para el suelo base y el suelo con cal hidratada. Se observa que el suelo tratado con cal produce una reducción de límite líquido, el cual se da por el incremento de límite plástico, de igual manera el índice plástico se reduce favorablemente.

Ensayo De Permeabilidad (Método De Pared Flexible)

DATOS INICIALES				
Relación de vacíos	0.7646			
Ensayo N°	1	2	Promedio	
Area de sección de bureta	0.88	0.88	0.88	cm ²
Carga hidráulica, h1	3013	3013	3013	cm
Carga hidráulica, h2	3006	3007	3007	cm
Tiempo, t	120	120	120	seg
Temperatura de ensayo, T (°C)	20	20	20	
Coefficiente de permeabilidad, k	6.10E-06	5.23E-06	5.67E-06	cm/seg
Coefficiente de permeabilidad a 19°C			5.81E-06	cm/seg

Figura 27: Ensayo de permeabilidad del suelo natural.

DATOS INICIALES				
Relación de vacíos	0.8008			
Ensayo N°	1	2	Promedio	
Area de sección de bureta	0.88	0.88	0.88	cm ²
Carga hidráulica, h1	3013	3013	3013	cm
Carga hidráulica, h2	3005	3007	3006	cm
Tiempo, t	120	120	120	seg
Temperatura de ensayo, T (°C)	20	20	20	
Coefficiente de permeabilidad, k	6.98E-06	5.23E-06	6.10E-06	cm/seg
Coefficiente de permeabilidad a 19°C			6.26E-06	cm/seg

Figura 28: Ensayo de permeabilidad con incorporación de cal 3%.

Interpretación: en la figura 32 se observa los resultados obtenidos sobre los ensayos de permeabilidad, que la relación de vacíos es de 07646 en el suelo natural, pero en la figura 25 se visualiza que la relación de vacíos es de 08008 con la adición de 3% de cal en el suelo natural, según los resultados nos indican el coeficiente de permeabilidad del suelo natural es menor que el coeficiente de permeabilidad agregando el 3 % de cal.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a la investigación realizada se puede resaltar los siguientes resultados:

Según Gavilanes indica que la cal y cemento estabilizan el suelo con baja capacidad de soporte por ende mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo, generando un ahorro de tiempo y costos en el desarrollo del proyecto de ejecución, por lo cual utilizando aditivos químicos se mejora la estabilidad del suelo con baja capacidad de soporte, en consiguiente la cal hidrata que se utiliza en esta investigación los resultados nos da una mejora en sus propiedades físicas y mecánicas y con aumento de la capacidad de soporte del proyecto.

Por otro lado, en la tesis de Santander, M. y Yávar, J. en su investigación de análisis comparativo de enzimas orgánica y cal hidrata, demostró que las enzimas orgánicas no cumplen con los parámetros requeridos según el MTC en la mejorar de la capacidad de soporte, el cual opta usar el otro método de cal hidratada cumpliendo con los parámetros de la mejora de la capacidad de soporte requeridos según MTC, afirmando nuestra hipótesis que la cal hidrata es la mejor opción en tema de mejoramiento de suelos con baja capacidad de soporte.

De acuerdo a la investigación de castillo “Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100%” de acuerdo a esta investigación se adiciono 10%,20% ,30%,40% del peso seco, por consiguiente, en mi presente investigación solo necesario 1% al 7% de cal hidrata para una óptima estabilización.

En los antecedentes nacionales Bonifacio y Sánchez nos indican que utilizo tres tipos de aditivos químicos (Usando Cloruro De Magnesio, Cloruro De Calcio Y Cemento), dieron resultados desfavorables del área afectada, por ello en la investigación realiza utilizando la cal hidrata, reafirmando es un mejor aditivo químico para este tipo de suelo, todo dependerá del porcentaje de cal que se incorporar al suelo a estabilizar

Por otro lado, Cabana desarrolla en su investigación la mejora del soporte del CBR su trabajo de investigación concluye que utilizando aditivo químico (cal hidrata) da una mejora a la relación soporte del CBR, de esta manera, estamos de acuerdo con Cabana por que los resultados de nuestra investigación también presentan una mejora la relación de soporte (CBR) 3.8% a 9.2 %, utilizando la incorporación de 3 % de cal en relación del peso.

Así mismo, la adición de cal se otorgó en diferentes proporciones en relación al peso seco del suelo, para poder ver los resultados de las propiedades mecánicas de la subrasante. Además, podemos comparar que el porcentaje de cal no necesariamente tiene que ser creciente ya que los resultados nos muestran que en relaciones de 1% al 7% hay diferencias en la estabilización.

Por ellos se puede decir que del 1% al 3% de porcentaje de cal adicionado en el suelo natural actúa favorablemente mejora la resistencia y disminuye la plasticidad, pero no sucede lo mismo con el porcentaje 5% a 7%, las propiedades no actúan favorables ya que se genera una un incremento de la resistencia, pero también de la plasticidad. Verificando como actúa los porcentajes de cal en la subrasante se comprobó que en el 3% de cal si más factible, por ello, el espesor de la capa de la subrasante será más trabajable, porque disminuye el índice de plasticidad en la capa de la subrasante de esta manera facilitará la compactación de dicho suelo. De tal manera se genera un incremento del CBR.

En la evaluación de presupuesto que se ha realizado, vemos que es más rentable por el costo de cal y por el espesor de la carpeta de la subrasante, de tal manera que mantendrá un ciclo de vía más prolongada, y reducirá los importes de mantenimiento en la vía.

V.CONCLUSIONES

Luego de realizar los estudios geotécnicos, los ensayos respectivos bajo las normas técnicas establecidas y las investigaciones hechas a partir de otros antecedentes llegamos a las siguientes conclusiones:

El objetivo de esta tesis fue analizar el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada. Para poder iniciar con el proyecto de investigación se realizó trabajo en campo, se excavaron 3 calicatas de las cuales fueron sacadas muestras para luego ser llevadas al laboratorio y realizar los ensayos requeridos. La muestra fue clasificada por el método SUCS como suelos arcillosos de baja plasticidad que pertenecen al grupo (CL), y del mismo modo se encuentra dentro del grupo A-6(10) por el método AASHTO. Al analizar los ensayos se comprobó que las propiedades mejoran, disminuyendo la plasticidad de los suelos y dándole un aumento en la resistencia.

Se determinó la contribución de la cal hidratada en las propiedades físicas de la subrasante con bajo CBR, con los ensayos se obtuvo una reducción del límite líquido, el incremento del límite plástico y una reducción del Índice plástico.

Se pudo determinar la variación favorable de la resistencia de la subrasante al adicionar cal hidratada, el suelo natural tenía un CBR de 3.8% se incorporó cal en distintos porcentajes (1%, 3%, 5%, 7%) se pudo observar variaciones con respecto al CBR, con 3% de cal adicionado se obtiene un mejor resultado de 9.2% lo que le caracteriza como una subrasante regular, según el Manual de Carreteras. la dosificación depende del tipo de arcilla se adicionará porcentajes de cal por el peso seco del suelo obtenido en el laboratorio.

En resumen, la hipótesis planteada es verdadera, ya que la incorporación de cal hidratada adicionada en un porcentaje óptimo con respecto al peso seco del suelo nos da buenos resultados, mejorando así las propiedades mecánicas de la subrasante para ser usado como cimiento de una vía.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe elaborar un estudio de suelo para saber que estabilización se puede adecuar a cada tipo de suelo, ya que la estabilización de la cal hidratada depende del CBR., de esta manera queda como antecedente y guía de orientación para los siguientes estudios de investigación.
- Se sugiere realizar un análisis óptimo del contenido de óxido de calcio por cada muestra de suelo y calicata. Para así, no exceder del mismo aditivo, y que pueden minimizar sus propiedades mecánicas y incrementar los costos operativos.
- Se aconseja utilizar la cal hidratada por que no genera un impacto ambiental y las ventajas son rentables y también podrías decir que es un mineral distribuido en el Perú que son supervisadas por la SUNAT. decidir usar cal hidratada como agente estabilizante, se tendrá en cuenta las ventajas

Se recomienda realizar un comparativo de con otros aditivos para ver qué tan factibles es y realizar en diferentes laboratorios, los ensayos requeridos para una mejor presión de resultados.

REFERENCIAS

- AKSOY, E. Hydrated lime treatment of asphalt concrete to increase permanent deformation resistance. *Materiales de la Construcción*. [En línea]. 2012, vol. 30 [fecha de consulta 2019-05-02], pp. 139-148. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061811007082>
- ALTAMIRANO, J. y DIAZ A. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Civil.) Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan-Managua-Nicaragua, 2015
- ATUD, T. & KANITPONG, K. . (2007). Laboratory Evaluation of Hydrated Lime Application Process in Asphalt Mixture for Moisture Damage and Rutting Resistance.[En línea] 2007, vol. 4. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4566-7_89. ISBN: 978-94-007-4565-0
- Beltran, M., Copado, J. Beltrán y Copado . Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia San Juan Capistrano de Ciudad Obregón, Son. (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Civil) Mexico : Instituto Tecnológico de Sonora , 2011
- BERNAL, C. Metodología de la investigación [En línea] (3ª ed.). Colombia: Pearson 2010 [fecha de consulta 2019-04-12] ISBN e-Book: 9789586991292
- BONIFICIO,W. y SANCHEZ, J. Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque. Tesis (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil) Perú: Universidad Señor de Sipan, 2015. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3947/TESIS-BONIFACIO-SANCHEZ-FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BORJA, M. Metodología de la investigación científica para ingenieros. 2012. (2ª. ed.) ISBN : 978-987-770-605-5
- CABANA, M. 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 .(Tesis para Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017 . Disponible en: [file:///D:/bkp/Downloads/cabana_vm%20\(2\).pdf](file:///D:/bkp/Downloads/cabana_vm%20(2).pdf)
- CARRRASCO, S. Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. (2ª. ed.). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2013. ISBN: 978-9972-38-344-1
- CASTILLO, B. Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. 149 p. Tesis(Master en Ingeniería). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2017.
- CASTRO, E. Estudio de un suelo arcilloso expansivo del valle central Occidente de Costa Rica para su uso como subrasante. 209, p. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2012
- CATILLO, B. Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. (Tesis para optar del grado de Máster en Ingeniería en Vialidad y Transportes.) Ecuador:

Universidad de Cuenca, 2017. Disponible en :
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917>

CELALEDDIN E. SENGUL; ATAKAN Aksoy; EROL Iskender; HALIT Ozen. Hydrated lime treatment of asphalt concrete to increase permanent deformation resistance. Obtenido de Construction and Building Materials.Llevado a cabo en Trabzon, Turquía, 2012. Disponible en :
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?filename=SJES13011501727557&dbcode=SJES>

CRESPO, C. Mecánica de suelos y cimentaciones, 2014. Disponible en:
<https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

CUADROS, C. Mejoramiento de las propiedades físicas – 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. Tesis (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil) Perú: Universidad Peruana Los Andes, 2017. Disponible en :
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/297>

DELGADO, F. & DALTON, Y. MEZCLA DE CAL HIDRATADA Y FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA SU USO COMO BASE Y SUB-BASE .(Universidad Andina del Cusco)(Para optar el título de ingeniero civil). 2016 Obtenido de
<https://es.scribd.com/document/318097466/Proyecto-de-Tesis-pdf>, 2017

FONSECA, A. Ingeniería de Pavimentos, 2013. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/carlonchosuicida/alfonso-montejo-fonseca-ingenieria-de-pavimentos>

GARCÍA, A.. Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015. Tesis (ingeniero civil). Perú: Universidad Privada del Norte. Disponible en :
<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7327>

GAVILANES, E. Estabilización y mejoramiento de Sub-Rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. 2015. 134 p. Tesis(Ingeniero civil). Ecuador: Universidad Internacional de Ecuador, 2015

GONZALES, A., OSEDA, D & RAMIREZ, F. Cómo aprender y enseñar investigación científica? (1ª ed.). Lima: Universidad Nacional de Huancavelica, 2011

GUAMÁN, I. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). 138 P. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ecuador, 2016.

GUITIERREZ, C. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de Magnesio (Bischofita) frente al Cloruro de Calcio.Tesis (Ingeniero civil) 2010 . Disponible en: <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/116>

HERNÁNDEZ, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la investigación [en línea] (6ª ed.). México D. F.: McGraw Hill.2014 [fecha de consulta 2019-01-02] ISBN 978-1-4562-

- 2396-0 HERNÁNDEZ, R., Fernández, C. & Baptista, M. . (2014). Metodología de la investigación. 6° ed. México D.F: Editorial McGraw-Hill.
- INACAL. PROGRAMA DE NORMALIZACIÓN 2016. Disponible en: [https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/6/jer/planes-de-normalizacion/files/PN2016Web\(Feb2017\).pdf](https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/6/jer/planes-de-normalizacion/files/PN2016Web(Feb2017).pdf)
- JARA, R. Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcillo. Tesis (para obtener el título de ingeniero civil). 2014. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/686/T%20631.4%20J37%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- JIMENES, M. Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos de grano fino estabilizados con cal. Tesis (Tesis para ingeniero civil) 2010 . Disponible en: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-19082008-172648/publico/TESE_DOUTORADO_JUAREZ_HOPPE_FILHO.pdf
- JUAN Z., MARCONI., y REYNALDO R. Effect of hydrated lime on fracture performance of asphalt mixture. Publicado en Construction and Building Materials. Congreso llevado a cabo en Trabzon, Turkey: 2013 Disponible en: <http://www.cimprogetti.com/Construction.PDF>
- JUAREZ, E. y RICO, A. Fundamentos de la mecánica de suelos. 2012. Disponible en: <http://www.elibros.cl/detalle/mecanica-de-suelos-tomo-1-fundamentos-de-la-mecanica-de-suelos-2/>.
- JUAREZ, H. Sistemas cemento, cinza volante e cal hidratada:mecanismo de hidratacao, microestrutura e carbonatacao de concreto.(Tesis de Doctorado). 2008. Disponible en: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-19082008-172648/publico/TESE_DOUTORADO_JUAREZ_HOPPE_FILHO.pdf
- KAZEMIAN, S. Assessment of stabilization methods for soft soils by admixtures. Publicado en Science and Social Research. Llevado a cabo en Kuala Lumpur, Malaysia. 2011. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/224238836_Assessment_of_stabilization_methods_for_soft_soils_by_admixtures
- LLIQUE, R. Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcillo. (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Civil). 2014. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- MAYA, E. Métodos y técnicas de investigación. 2014. Disponible en: https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/metodos_y_tecnicas.pdf
- MEJIA, E. Metodología de la investigación científica.Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2015. Disponible en: <file:///D:/bkp/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica.pdf>
- MONTEJO Fonseca, A. INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS (2da ed.) 2002. Disponible en: <https://es.slideshare.net/carlonchosuicida/alfonso-montejo-fonseca-ingenieria-de-pavimento>
- MOTT, R. Resistencia de los materiales. mexico: (5ª ed.) 2009. Pearson Educación.

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Perú, 2014. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf MTC. MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. 2016. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018. 2018. PERU.
- NATIONAL LIME ASSOCIATION THE VERSATILE,CHEMICA. Manual de estabilización de suelo tratado con cal. 2006. Disponible en: https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf
- PONCE, D. Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica (.Para obter el Titulo de Ingenierio Civil) 2017. Disponible en: <file:///D:/bkp/Downloads/TP%20-%20UNH%20CIVIL.%200087.pdf>
- RAMIREZ, M. y MORALES, M. Manual para la elaboracion de trabajos de investigacion de licenciaturas en ciencias soicales y humanidades. 2015. Disponible en: http://209.177.156.169/libreria_cm/archivos/pdf_1403.pdf
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. CE. 020 Suelos y Taludes. 2016. Lima: ICG.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. CE. 020 Suelos y taludes. Método del factor de seguridad global . 2016. Lima, Perú: ICG.
- RICO, R & CASTILLO, H. Ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas. 2006 . Mexico: (2ª ed.). Limusa.
- RUANO, D. Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas.universidad de san carlos de guatemalapa para conferírsele el título de ingeniero civil. 2012. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3447_C.pdf
- SAMPEDRO, A. Tratamientos de suelos con cal.planteamiento general, diseño y control de calidad. 2015 . Disponible en: [file:///D:/bkp/Downloads/Tratamientos%20de%20Suelos%20con%20Cal%20\(Disen%C%83o%20y%20control%20de%20calidad\)%20.pdf](file:///D:/bkp/Downloads/Tratamientos%20de%20Suelos%20con%20Cal%20(Disen%C%83o%20y%20control%20de%20calidad)%20.pdf)
- SAMPIERI, H., Collado, F., y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. 2014. México: MC GRAW HILL.
- SÁNCHEZ,H. & Reyes,C. y MEJÍA, Katia . MANUAL DE TÉRMINOS EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y HUMANÍSTICA. 2018. Disponible en: <file:///D:/bkp/Downloads/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- SANTANDER, M. & Yávar, J. Analisis comparativo entre metodos de estabilización de subrasante mediante el uso de enzimas orgánicas y mezclas con cal, en la urbanización Tanya Marlene ubicada en la Ciudad de Milagro, provincia del Guayas. 138 p. Tesis (Ingeniero civil). 2018. Ecuador.

- SERRANO, P. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander: 50 años (1966-2016). Obtenido de Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander: 50 años, 2017.
- SIBAJA, D. Estabilización y mejoramiento de rutas no pavimentadas. *Infraestructura Vial*. N°21. Costa Rica. 2009.
- VALDERRAMA, S. Pasos para la elaboración de proyecto de investigación científica . 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>. ISBN: 978-612-302-878-7

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Matriz de consistencia						
Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, vía de acceso, distrito Santa Ana de Tusi, Pasco-2019						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo influye la incorporación de cal hidratada en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019?	PROBLEMA ESPECÍFICO: Analizar el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.	HIPÓTESIS GENERAL: La incorporación de cal hidratada mejora las propiedades mecánicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Cal hidratada	D1. Porcentaje de la Cal hidratada	D1.1. 1% D1.2. 3% D1.3. 5% D1.4. 7%	MÉTODO: Científico TIPO: Aplicada NIVEL: Descriptivo DISEÑO: Experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cuál es la contribución de la cal hidratada en las propiedades físicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019? ¿Cómo varía la resistencia de la subrasante al incorporar cal hidratada, vía de acceso al distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Evaluar la contribución de la cal hidratada en las propiedades físicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019. Calcular la variación de la resistencia de la subrasante al incorporar cal hidrata, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi- Pasco, 2019.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS: La cal hidratada contribuye ventajosamente en las propiedades físicas de la subrasante, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019. La resistencia de la subrasante varía favorablemente al incorporar cal hidratada, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco-2019.	VARIABLE DEPENDIENTE: subrasante	D1. Propiedades físicas D2. Resistencia D3. permeabilidad	D1.1. Análisis granulométrico D1.2. Contenido de humedad D1.3. Límites de consistencia D2.1. CBR. D2.2. Densidad seca D3.1. Ensayo de permeabilidad	POBLACIÓN: Vía de acceso al distrito MUESTRA: La Progresiva km 0+000 al km 0+400 MUESTREO: No probabilístico del tipo conveniencia. TECNICA: Observación directa. INSTRUMENTO: Ficha de recopilación de datos

Fuente: elaboración propia

Anexo 2. Certificados de resultados de ensayos del suelo natural.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

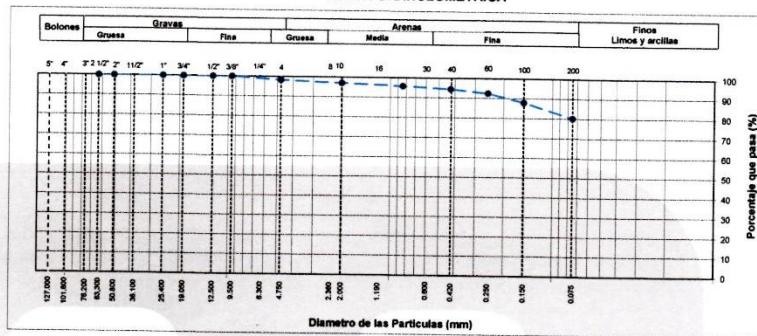
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Llam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: Material de subrasante
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
	Fecha de ensayo: 21/05/2019

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 19.7 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 34 Límite Plástico (LP) 20 Índice Plástico (IP) 14 Índice de Consistencia (Ic) --- Índice de Liquidez (IL) --- CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-8 (10) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	98.3		
Nº 10	2.000	97.0		
Nº 20	0.840	95.8		
Nº 40	0.425	94.5		
Nº 60	0.250	92.6		
Nº 100	0.150	88.0		
Nº 200	0.075	80.3		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

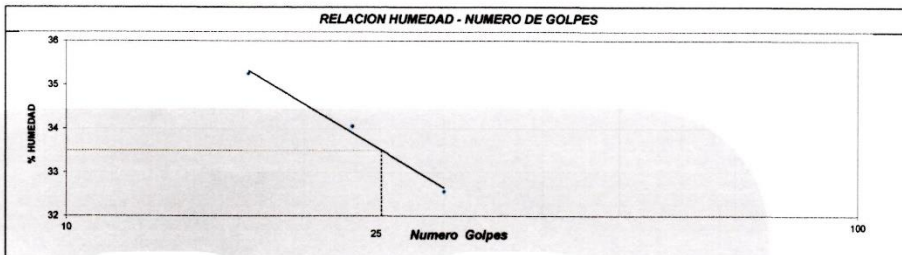
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			



REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 21/05/2019
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: Material de subrasante
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	24.12	25.56	26.45	20.05	21.12	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	21.73	22.88	23.48	19.15	20.03	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.95	15.01	14.36	14.52	14.52	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.39	2.68	2.97	0.90	1.09	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	6.78	7.87	9.12	4.63	5.51	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	35.25	34.05	32.57	19.44	19.80	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	33.5	19.6	



- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA GISELA BARRAZA INGENIERA CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

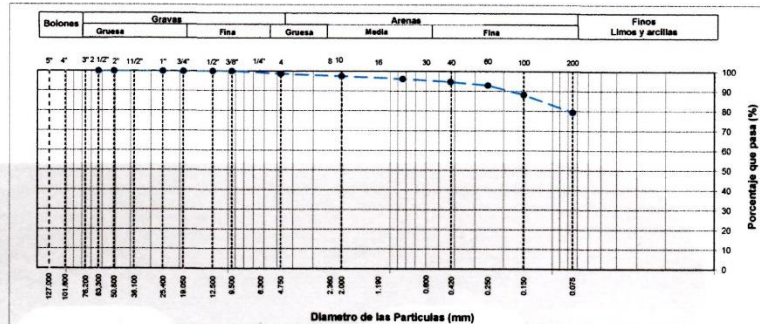
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Lilian		
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO		
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo:	: 21/05/2019
MUESTRA	: Material de subrasante		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	Arcilla de baja plasticidad con arena
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.500	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	98.7		
Nº 10	2.000	97.5		
Nº 20	0.840	96.2		
Nº 40	0.425	94.8		
Nº 60	0.250	93.0		
Nº 100	0.150	88.3		
Nº 200	0.075	79.4		
< Nº 200	FONDO			

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
Contenido Humedad (%)	18.7
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
Límite Líquido (LL)	33
Límite Plástico (LP)	19
Índice Plástico (IP)	14
Índice de Consistencia (Ic)	---
Índice de Liquidez (IL)	---
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Clasificación AASHTO (D3282)	A-6 (10)
Nombre del Grupo	Arcilla de baja plasticidad con arena
INDICACIONES:	
El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

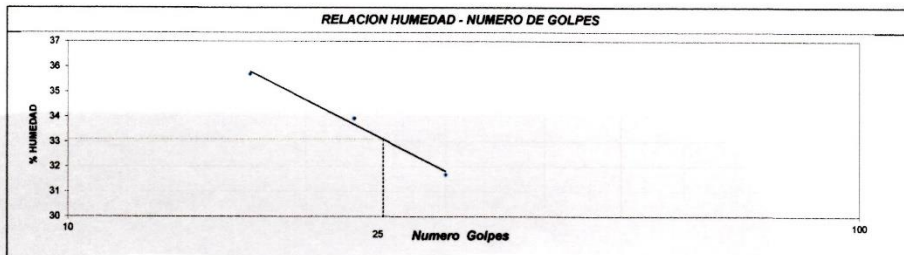
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 V. B. JEFE DE MATERIALES	 YESENIA CABARRERA INGENIERO CIVIL	 CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 21/06/2019
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: Material de subrasante
PROFUNDIDAD	: 1.50 m



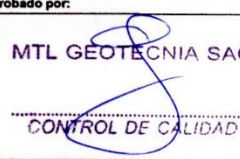
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40					
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	25.12	23.54	25.98	21.65	22.45	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	22.49	21.44	23.35	20.46	21.15	
Peso de Recipiente (C)	gr.	15.12	15.23	15.05	14.21	14.32	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.63	2.11	2.63	1.19	1.30	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	7.37	6.21	8.30	6.25	6.83	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	35.69	33.92	31.69	19.10	19.05	
Nº De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	33.1	19.1	14.0



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CAZA BARRERA INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

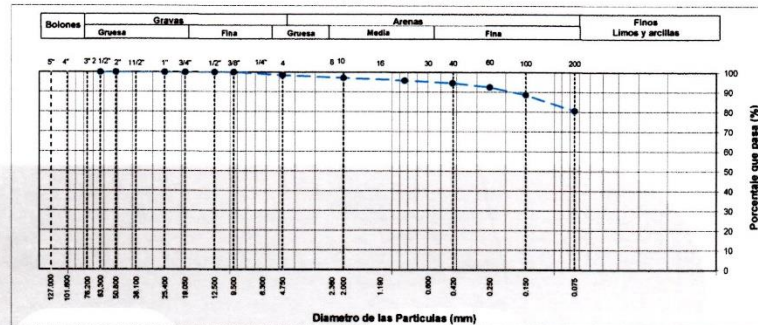
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Lilian
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 21/05/2019
CALICATA	: C-3
MUESTRA	: Material de subrasante
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 18,1 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 34 Limite Plástico (LP) 19 Índice Plástico (IP) 15 Índice de Consistencia (Ic) --- Índice de Liquez (IL) --- CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-6 (10) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	98.4		
Nº 10	2.000	97.2		
Nº 20	0.840	96.0		
Nº 40	0.425	94.6		
Nº 60	0.250	92.5		
Nº 100	0.150	88.6		
Nº 200	0.075	80.6		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

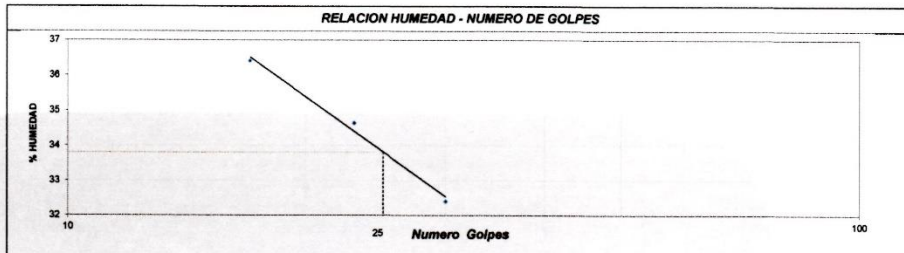
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvie, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 21/06/2019
CALCATA	: C-3
MUESTRA	: Material de subrasante
PROFUNDIDAD	: 1.50 m





DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	24.95	25.12	25.36	22.41	23.15	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	22.49	22.55	22.93	21.09	21.71	
Peso de Recipiente (C)	gr.	15.73	15.13	15.44	14.21	14.15	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.46	2.57	2.43	1.32	1.44	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	6.76	7.42	7.49	6.88	7.56	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	36.40	34.64	32.41	19.20	19.11	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	33.8	19.2	14.6



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL 19711933	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

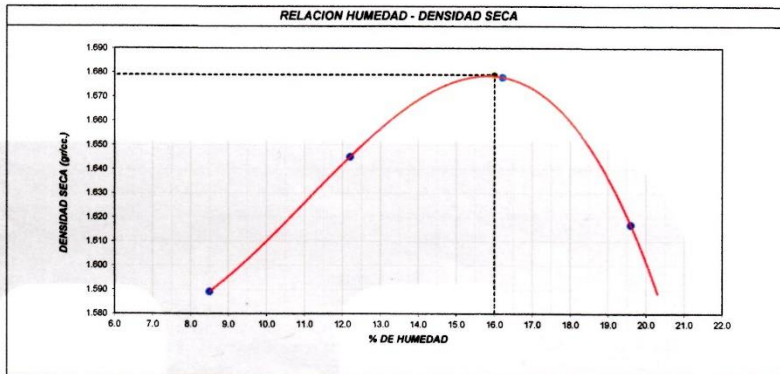
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA : 29 de Mayo de 2019
CALICATA : C-2
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	921	cm ³
Peso Molde	3979	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,567	5,679	5,775	5,760	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,588	1,700	1,796	1,781	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,724	1,846	1,950	1,934	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	578.0	478.6	645.2	554.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	548.4	450.6	586.5	500.8	
Peso de la Tara	gr.	212.5	221.1	224.5	229.0	
Peso del agua	gr.	28.6	28.0	58.7	53.3	
Peso del suelo seco	gr.	337	230	362	272	
Contenido de agua	%	8.5	12.2	16.2	19.6	
Densidad Seca	gr/cc	1,589	1,645	1,678	1,617	

Densidad Máxima Seca:	1.679	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	16.00	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

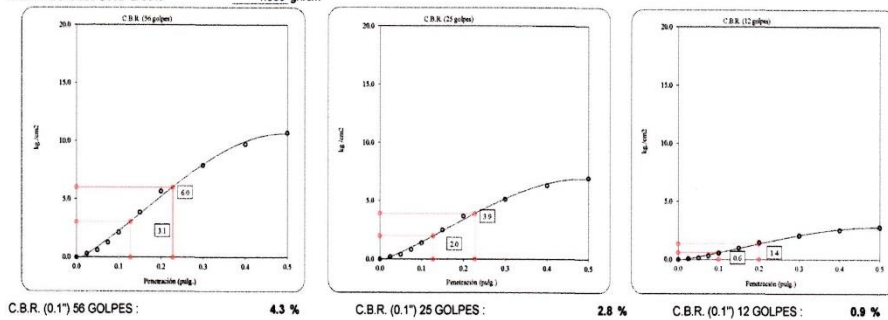
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESSENIA ZUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL O.P. 115603	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

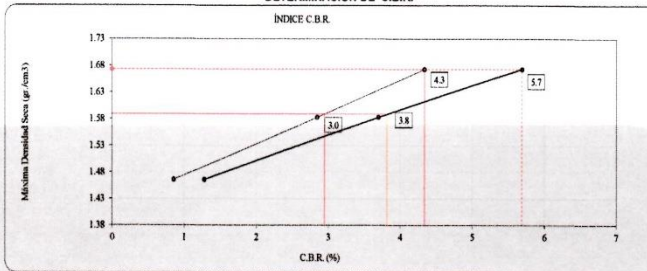
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisele Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2	
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.	

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 1.673 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 16.00 %
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.589 gr./cm³



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 4.3 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 3.0 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 5.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 3.8 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC ENSAYO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA LUJA BARRAZA INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Lillam		
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo:	17/06/2019
CALICATA	: C-2		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	33		35		34	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,831		11,874		11,356	
Peso molde (gr.)	7,708		7,850		7,810	
Peso suelo compactado (gr.)	4,123		3,824		3,546	
Volumen del molde (cm³)	2,128		2,084		2,085	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,938		1,835		1,701	
Humedad (%)	16.1		15.9		16.0	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,669		1,583		1,466	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara+suelo húmedo (gr.)	514.0	615.0	572.0
Tara+suelo seco (gr.)	442.7	530.6	493.1
Peso de agua (gr.)	71.3	84.4	78.9
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	442.7	530.6	493.1
Humedad (%)	16.1	15.9	16.0

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Jun	05:15	24	158	1.47	1.28	164	1.63	1.41	151	1.30	1.13
15-Jun	05:15	48	215	2.92	2.53	203	2.62	2.27	198	2.49	2.18
16-Jun	05:15	72	281	4.80	3.99	276	4.47	3.87	267	4.24	3.71
17-Jun	05:15	96	334	5.94	5.16	321	5.61	4.86	345	6.22	5.45

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 33				Molde N° 35				Molde N° 34			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		6	0.3			4	0.2			2	0.1		
0.050		12	0.6			8	0.4			3	0.2		
0.075		25	1.3			16	0.8			7	0.3		
0.100	70.307	42	2.1	3.1	4.3	27	1.4	2.0	2.8	11	0.6	0.6	0.9
0.150		76	3.9			49	2.5			20	1.0		
0.200	105.460	112	5.7			73	3.7			29	1.5		
0.300		156	7.9			101	5.1			41	2.1		
0.400		192	9.8			125	6.3			50	2.5		
0.500		211	10.7			137	7.0			55	2.8		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA C. BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

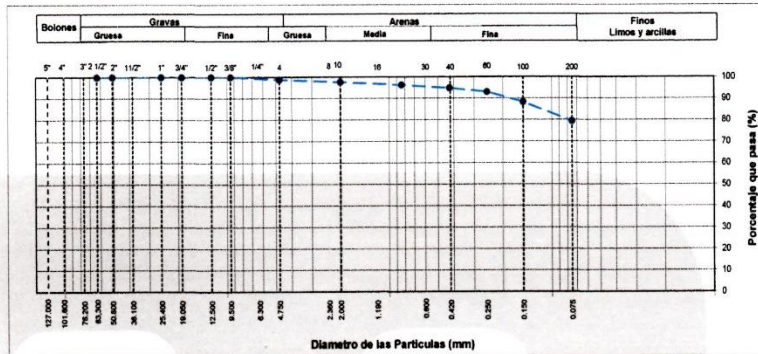
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Llam
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 21/05/2019
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-1 + 1% de Cal
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 17.5 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 33 Límite Plástico (LP) 20 Índice Plástico (IP) 13 Índice de Consistencia (Ic) --- Índice de Liquez (IL) --- CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-6 (9) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	98.8		
Nº 10	2.000	97.6		
Nº 20	0.840	96.3		
Nº 40	0.425	94.8		
Nº 60	0.250	93.1		
Nº 100	0.150	88.3		
Nº 200	0.075	79.5		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

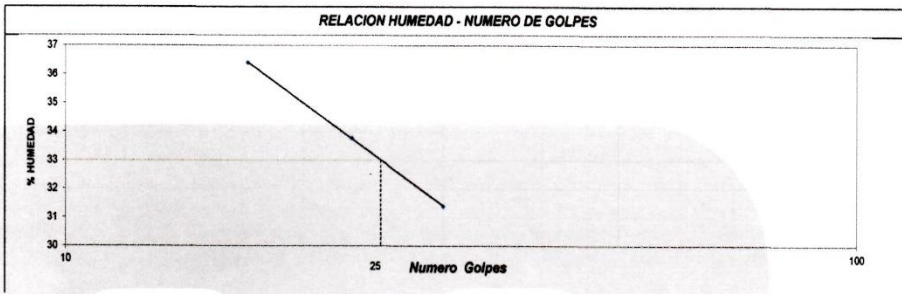
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam		
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 21/05/2019	
CALICATA	: C-2		
MUESTRA	: M-1 + 1% de Cal		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		



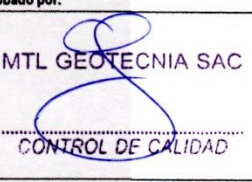
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	24.15	24.35	25.16	23.85	24.15	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	21.79	22.05	22.79	22.05	22.47	
Peso de Recipiente (C)	gr.	15.32	15.24	15.22	14.20	14.15	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.36	2.30	2.38	1.80	1.68	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	6.47	6.81	7.57	7.85	8.32	
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100]	%	36.40	33.77	31.39	20.40	20.20	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	33.0	20.3	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

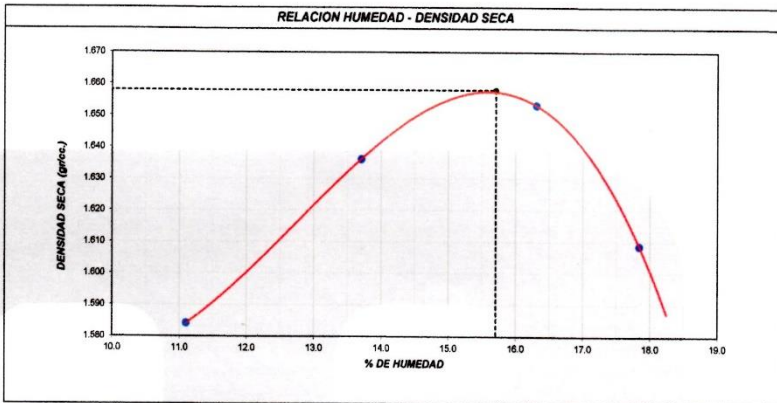
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA	: 29 de Mayo de 2019
CALICATA	: C-2 + 1% Cal
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m


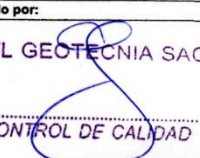
Volumen Molde	921	cm ³
Peso Molde	3979	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,600	5,693	5,750	5,725	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,621	1,714	1,771	1,746	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,760	1,860	1,923	1,896	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	467.6	514.2	598.6	555.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	438.7	480.5	549.1	505.0	
Peso de la Tara	gr.	178.6	234.6	245.6	221.4	
Peso del agua	gr.	28.9	33.7	49.5	50.6	
Peso del suelo seco	gr.	260	246	304	284	
Contenido de agua	%	11.1	13.7	16.3	17.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.584	1.636	1.653	1.609	

Densidad Máxima Seca:	1.658	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	15.70	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2017

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 1% Cal
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	D		A		B	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,325		12,355		12,456	
Peso molde (gr.)	8,251		8,545		8,935	
Peso suelo compactado (gr.)	4,074		3,810		3,521	
Volumen del molde (cm ³)	2,131		2,116		2,115	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,912		1,800		1,665	
Humedad (%)	15.5		15.7		15.6	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,655		1,556		1,440	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara+suelo húmedo (gr.)	641.0	578.0	512.0
Tara+suelo seco (gr.)	555.0	499.6	442.9
Peso de agua (gr.)	86.0	78.4	69.1
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	555.0	499.6	442.9
Humedad (%)	15.5	15.7	15.6

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Jun	05:15	24	115	0.38	0.33	105	0.13	0.11	112	0.30	0.26
15-Jun	05:15	48	182	2.08	1.79	179	2.01	1.72	135	0.89	0.76
16-Jun	05:15	72	245	3.68	3.16	234	3.40	2.92	215	2.92	2.51
17-Jun	05:15	96	315	5.46	4.68	305	5.21	4.47	298	5.03	4.32

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	D				A				B			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		12	0.6			8	0.4			3	0.2		
0.050		21	1.1			14	0.7			5	0.3		
0.075		35	1.8			23	1.2			9	0.5		
0.100	70.307	64	3.3	6.1	8.7	42	2.1	3.8	6.4	17	0.8	1.3	1.8
0.150		134	6.8			87	4.4			35	1.8		
0.200	105.480	205	10.4			133	6.8			53	2.7		
0.300		312	15.8			203	10.3			81	4.1		
0.400		391	19.9			254	12.9			102	5.2		
0.500		485	24.6			315	16.0			128	6.4		

OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

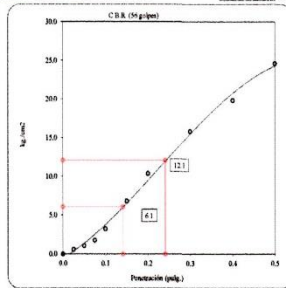
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

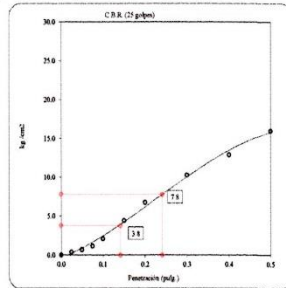
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 1% Cal
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.

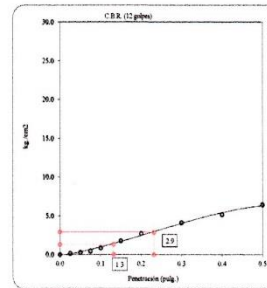
Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca 1.858 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.575 gr./cm³
 Optimo Contenido de Humedad 15.70 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : **8.7 %**

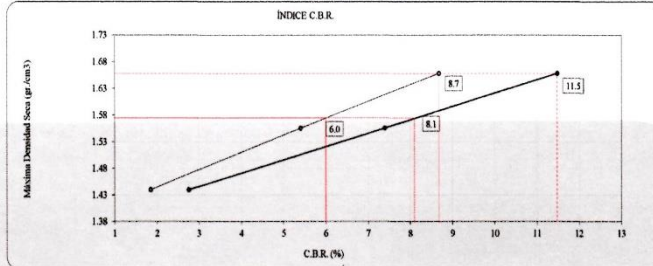


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : **5.4 %**



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : **1.8 %**



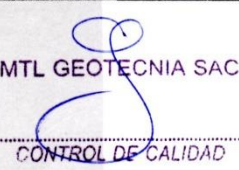
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : **8.7 %**
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : **6.0 %**
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : **11.5 %**
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : **8.1 %**

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

3%



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

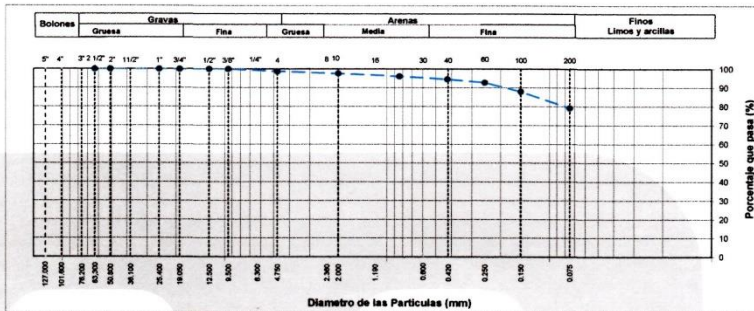
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Lilian		
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO		Fecha de ensayo: 21/05/2019
CAUCIATA	: C-2		
MUESTRA	: M-1 + 3% de Cal		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 15.7 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 33 Limite Plástico (LP) 22 Índice Plástico (IP) 10 Índice de Consistencia (Ic) --- Índice de Liquidez (IL) --- CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-6 (8) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	96.7		
Nº 10	2.000	97.6		
Nº 20	0.840	96.2		
Nº 40	0.425	94.6		
Nº 60	0.250	92.8		
Nº 100	0.150	88.0		
Nº 200	0.075	79.3		
< Nº 200	FCNDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

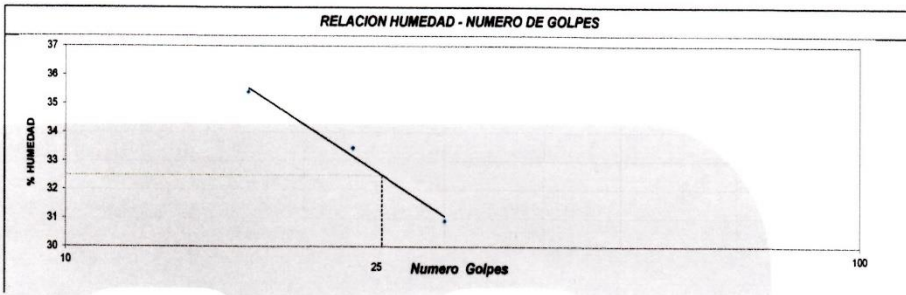
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam		
OBRA	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo:	21/05/2019
CALICATA	: C-2		
MUESTRA	: M-1 + 3% de Cal		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		



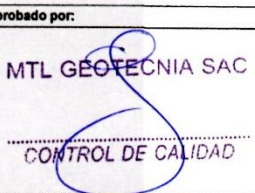
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	25.13	24.87	25.01	25.45	24.61	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	22.40	22.38	22.54	23.40	22.73	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.68	14.92	14.55	14.21	14.28	
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.73	2.49	2.47	2.05	1.88	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	7.72	7.46	7.99	9.19	8.45	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	35.40	33.45	30.91	22.30	22.21	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	32.5	22.3	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

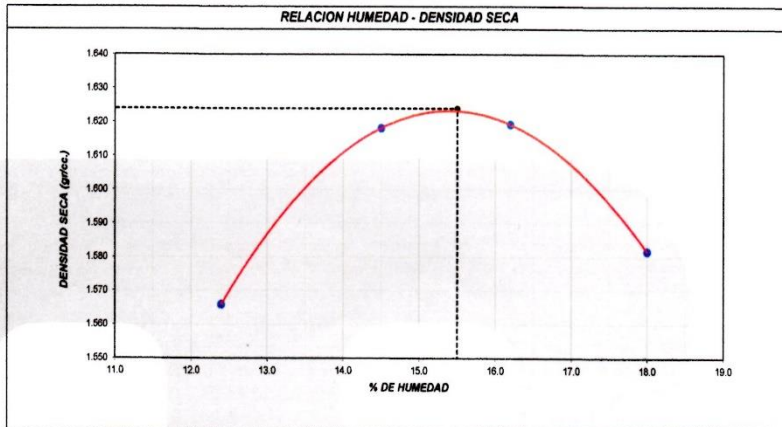
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Lilliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA	: 29 de Mayo de 2019
CALICATA	: C-2 + 3% Cal
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m



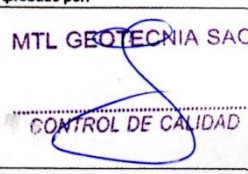
Volumen Molde	921	cm ³
Peso Molde	3979	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,600	5,686	5,712	5,698	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,621	1,707	1,733	1,719	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,760	1,853	1,882	1,866	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	645.6	578.9	544.1	567.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	594.1	535.3	502.5	514.9	
Peso de la Tara	gr.	178.6	234.6	245.6	221.4	
Peso del agua	gr.	51.5	43.6	41.6	52.8	
Peso del suelo seco	gr.	415	301	257	293	
Contenido de agua	%	12.4	14.5	16.2	18.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.566	1.618	1.619	1.582	

Densidad Máxima Seca:	1.624	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	15.50	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VIA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 3% Cal	
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	11		14		15	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,516		12,212		11,628	
Peso molde (gr.)	8,507		8,449		8,129	
Peso suelo compactado (gr.)	4,009		3,763		3,499	
Volumen del molde (cm³)	2,135		2,129		2,141	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.878		1.768		1.634	
Humedad (%)	15.4		15.6		15.5	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.627		1.529		1.415	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara+suelo húmedo (gr.)	597.0	512.0	564.0
Tara+suelo seco (gr.)	517.3	442.9	488.3
Peso de agua (gr.)	79.7	69.1	75.7
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	517.3	442.9	488.3
Humedad (%)	15.4	15.6	15.5

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Jun	05:15	24	120	0.51	0.44	132	0.81	0.70	124	0.61	0.52
15-Jun	05:15	48	143	1.09	0.94	159	1.50	1.29	164	1.63	1.40
16-Jun	05:15	72	186	2.18	1.88	242	3.61	3.10	188	2.24	1.92
17-Jun	05:15	96	297	5.00	4.30	301	5.11	4.36	324	5.69	4.88

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 11				Molde N° 14				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		31	1.6			20	1.0			8	0.4		
0.050		56	2.8			36	1.8			15	0.7		
0.075		72	3.7			47	2.4			19	1.0		
0.100	70.307	91	4.6	7.2	10.2	59	3.0	4.6	6.5	24	1.2	1.7	2.4
0.150		158	8.0			103	5.2			41	2.1		
0.200	105.480	241	12.2			157	8.0			63	3.2		
0.300		364	18.5			237	12.0			95	4.8		
0.400		487	24.7			317	16.1			127	6.4		
0.500		566	28.7			368	18.7			147	7.5		

OBSERVACIONES:

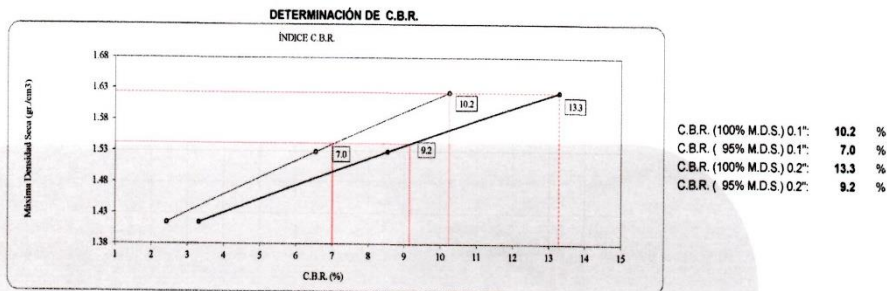
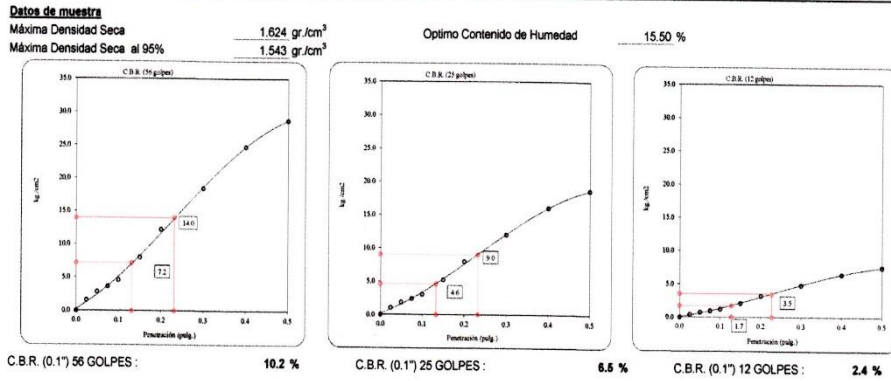
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CURI BARRAZA INGENIERA CIVIL N.º 11933	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 3% Cal	
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA GARCIA BARRAZA INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

5%



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

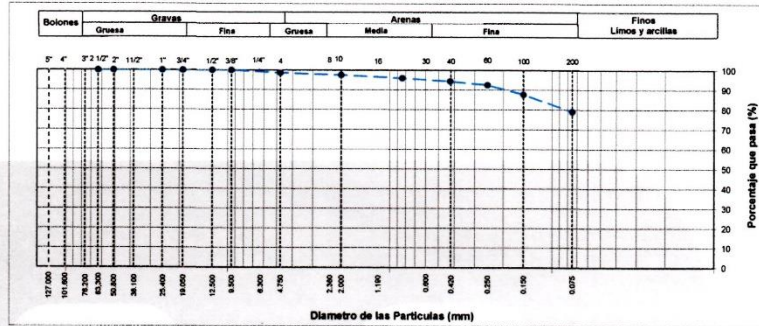
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / NTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam		
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO		Fecha de ensayo: 21/05/2019
CALCICATA	: C-2		
MUESTRA	: M-1 + 5% de Cal		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 13.9 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 33 Limite Plástico (LP) 20 Índice Plástico (IP) 13 Índice de Consistencia (Ic) --- Índice de Liquidez (IL) --- CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) GL Clasificación AASHTO (D3282) A-6 (9) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	98.6		
Nº 10	2.000	97.5		
Nº 20	0.840	96.0		
Nº 40	0.425	94.4		
Nº 60	0.250	92.6		
Nº 100	0.150	87.7		
Nº 200	0.075	79.1		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

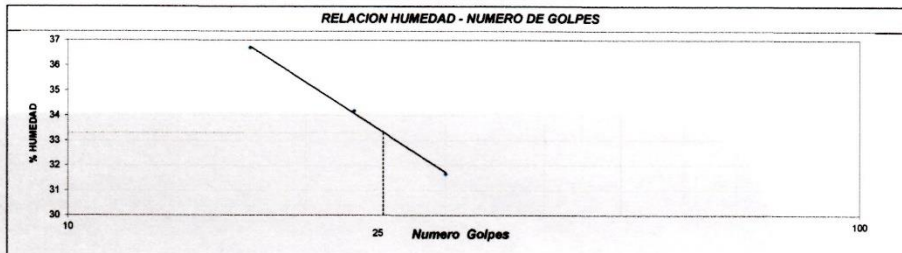
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 21/05/2019
CALICATA	: C-2	
MUESTRA	: M-1 + 5% de Cal	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	27.62	26.15	25.97	24.65	25.11	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	24.31	23.81	23.19	23.03	23.46	
Peso de Recipiente (C)	gr.	15.28	16.97	14.41	15.02	15.09	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.31	2.34	2.78	1.62	1.65	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	9.03	6.84	8.78	8.01	8.37	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	36.70	34.18	31.66	20.22	19.74	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	33.3	20.0	13.3



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CARRA BARRAZA INGENIERA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

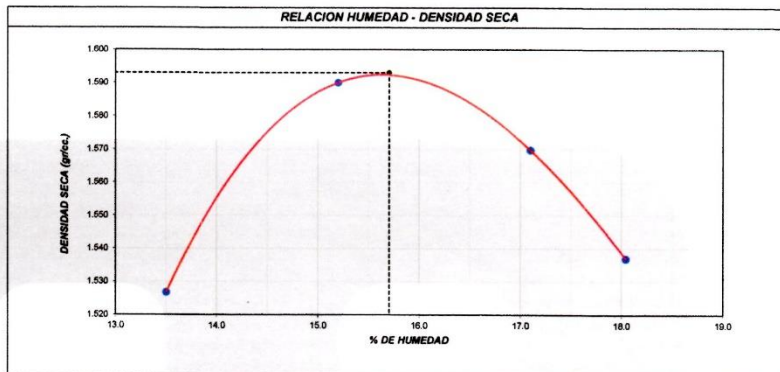
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisele Silvia, Rosas Casa Lilliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA	: 29 de Mayo de 2019
CALICATA	: C-2 + 5% Cal
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m



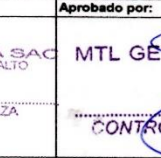
Volumen Molde	921	cm ³
Peso Molde	3979	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,575	5,666	5,672	5,650	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,596	1,687	1,693	1,671	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,733	1,832	1,838	1,814	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	551.4	567.8	511.4	524.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	515.0	523.8	474.1	478.0	
Peso de la Tara	gr.	245.6	234.1	255.8	221.4	
Peso del agua	gr.	36.4	44.0	37.3	46.3	
Peso del suelo seco	gr.	269	290	218	257	
Contenido de agua	%	13.5	15.2	17.1	18.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.527	1.590	1.570	1.537	

Densidad Máxima Seca:	1.593	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	15.70	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VIA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 5% Cal	
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	L		C		E	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,722		12,298		11,153	
Peso molde (gr.)	7,855		8,645		7,786	
Peso suelo compactado (gr.)	3,867		3,653		3,367	
Volumen del molde (cm ³)	2,103		2,109		2,106	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,839		1,732		1,599	
Humedad (%)	15.8		15.7		15.7	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,588		1,497		1,382	

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tara+suelo húmedo (gr.)	612.0		536.0		657.0
Tara+suelo seco (gr.)	528.5		463.3		567.8
Peso de agua (gr.)	83.5		72.7		89.2
Peso de tara (gr.)					
Peso de suelo seco (gr.)	528.5		463.3		567.8
Humedad (%)	15.8		15.7		15.7

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Jun	05:15	24	115	0.38	0.33	121	0.53	0.46	131	0.79	0.58
15-Jun	05:15	48	169	1.75	1.51	176	1.93	1.66	169	1.75	1.51
16-Jun	05:15	72	206	2.69	2.31	231	3.33	2.86	212	2.84	2.44
17-Jun	05:15	96	286	4.72	4.06	295	4.95	4.25	281	4.60	3.95

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	L				C				E			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		15	0.8			10	0.5			4	0.2		
0.050		26	1.3			17	0.9			7	0.3		
0.075		65	3.3			42	2.1			17	0.9		
0.100	70.307	88	4.5	6.5	9.4	57	2.9	4.2	6.0	23	1.2	2.0	2.8
0.150		121	6.1			79	4.0			31	1.6		
0.200	105.460	209	10.6			136	6.9			54	2.8		
0.300		351	17.8			228	11.6			91	4.6		
0.400		452	23.0			294	14.9			118	6.0		
0.500		501	25.4			326	16.5			130	6.6		

OBSERVACIONES:

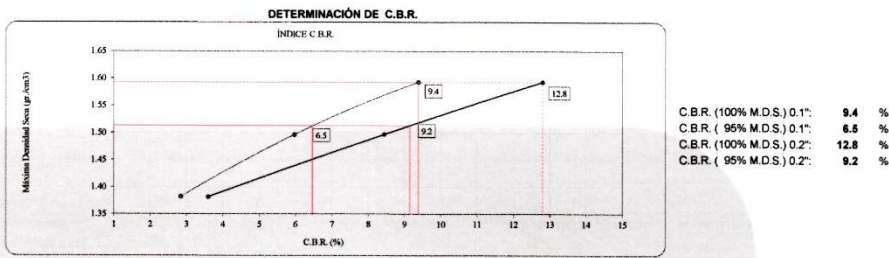
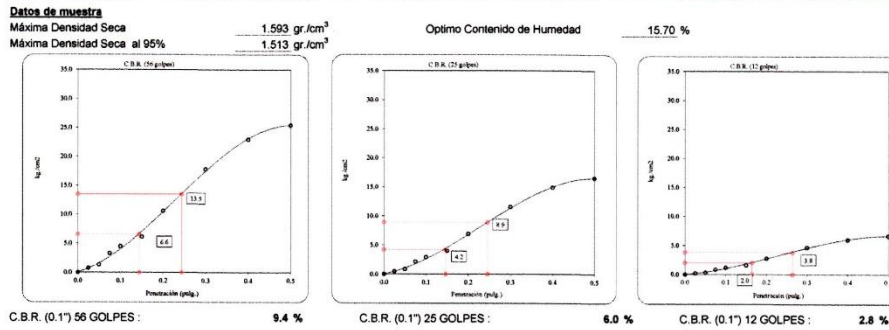
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>YESENIA OJEDA BARRAZA INGENIERO CIVIL DIP. 118803</p>	 <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



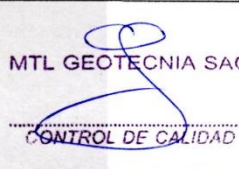
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 6% Cal	
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.	



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

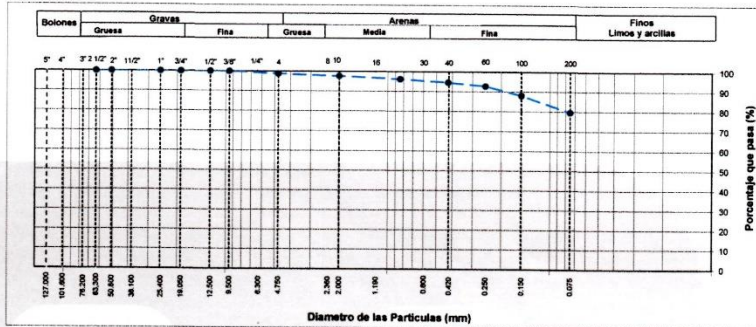
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Sivia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
CALECATA	: C-2 Fecha de ensayo: 21/05/2019
MUESTRA	: M-1 + 7% de Cal
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 12.1 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 34 Límite Plástico (LP) 20 Índice Plástico (IP) 14 Índice de Consistencia (Ic) --- Índice de Liquidez (IL) --- CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-6 (10) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.500	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	98.8		
Nº 10	2.000	97.7		
Nº 20	0.840	96.2		
Nº 40	0.425	94.6		
Nº 60	0.250	92.8		
Nº 100	0.150	98.1		
Nº 200	0.075	79.6		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

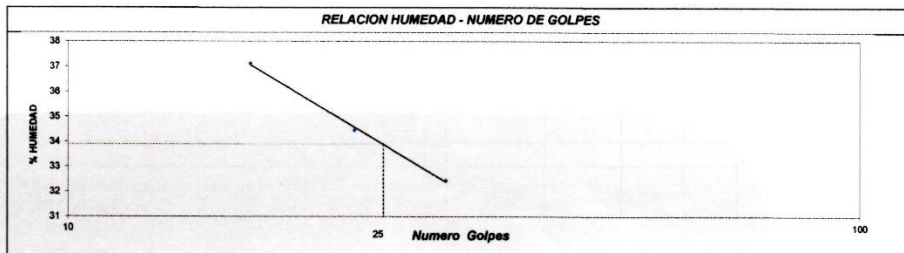
Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO Fecha de ensayo: 21/05/2019
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-1 + 7% de Cal
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	28.65	25.76	26.87	29.10	26.70	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	25.46	22.98	23.80	26.72	24.81	
Peso de Recipiente (C)	gr.	16.85	14.91	14.34	14.89	15.28	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.19	2.78	3.07	2.38	1.89	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	8.61	8.07	9.46	12.03	9.53	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	37.12	34.45	32.45	19.78	19.83	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	33.9	19.8	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CARRA BARRAZA INGENIERO CIVIL N° 118222	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

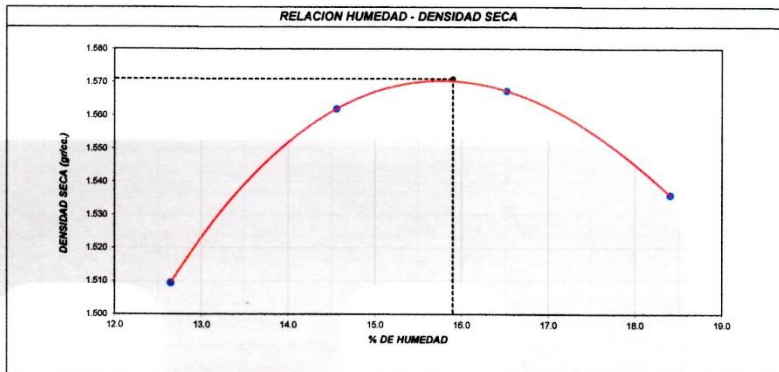
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Arenas Prado Gisele Silvia, Rosas Casa Lilliam
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA : 29 de Mayo de 2019
CALICATA : C-2 + 7% Cal
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m


Volumen Molde	921	cm ³
Peso Molde	3979	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,545	5,627	5,661	5,654	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,566	1,648	1,682	1,675	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,700	1,789	1,826	1,819	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	611.1	578.6	557.4	497.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	570.1	532.3	511.6	454.5	
Peso de la Tara	gr.	245.6	214.2	234.4	221.7	
Peso del agua	gr.	41.0	46.3	45.8	42.9	
Peso del suelo seco	gr.	324	318	277	233	
Contenido de agua	%	12.6	14.6	16.5	18.4	
Densidad Seca	gr/cc	1,509	1,562	1,567	1,536	

Densidad Máxima Seca:	1.571	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	15.90	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	
CALICATA	: C-2 + 7% Cal	Fecha de ensayo: 17/06/2019
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	M			K			10						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	11,668			11,479			11,726						
Peso molde (gr.)	7,831			7,869			8,336						
Peso suelo compactado (gr.)	3,837			3,610			3,390						
Volumen del molde (cm³)	2,104			2,103			2,135						
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,824			1,716			1,588						
Humedad (%)	15.8			15.9			15.9						
Densidad Seca (gr./cm³)	1,575			1,481			1,370						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	563.0			587.0			525.0						
Tara+suelo seco (gr.)	486.2			506.5			453.0						
Peso de agua (gr.)	76.8			80.5			72.0						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	486.2			506.5			453.0						
Humedad (%)	15.8			15.9			15.9						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
14-Jun	05:15	24	105	0.13	0.11	109	0.23	0.20	112	0.30	0.26		
15-Jun	05:15	48	156	1.42	1.22	178	1.98	1.70	180	2.03	1.75		
16-Jun	05:15	72	212	2.84	2.44	212	2.84	2.44	256	3.96	3.40		
17-Jun	05:15	96	281	4.60	3.95	275	4.45	3.82	271	4.34	3.73		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	M				K				Molde N° 10			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección		
0.025		12	0.6	8	0.4	3	0.2						
0.050		21	1.1	14	0.7	5	0.3						
0.075		33	1.7	21	1.1	9	0.4						
0.100	70.307	72	3.7	4.8	6.8	47	2.4	3.1	4.4	19	1.0	1.3	1.8
0.150		112	5.7	73	3.7	29	1.5						
0.200	105.460	185	9.4	120	6.1	48	2.4						
0.300		269	13.7	175	8.9	70	3.6						
0.400		345	17.5	224	11.4	90	4.6						
0.500		392	19.9	255	12.9	102	5.2						

OBSERVACIONES:

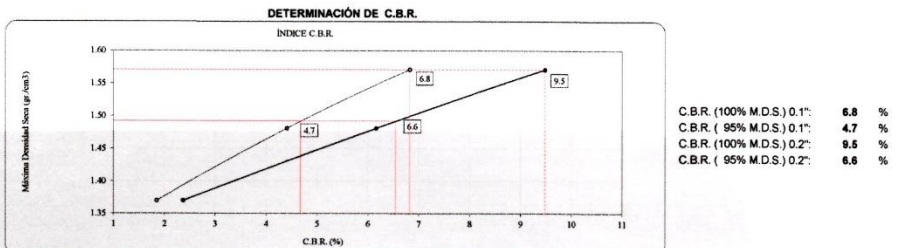
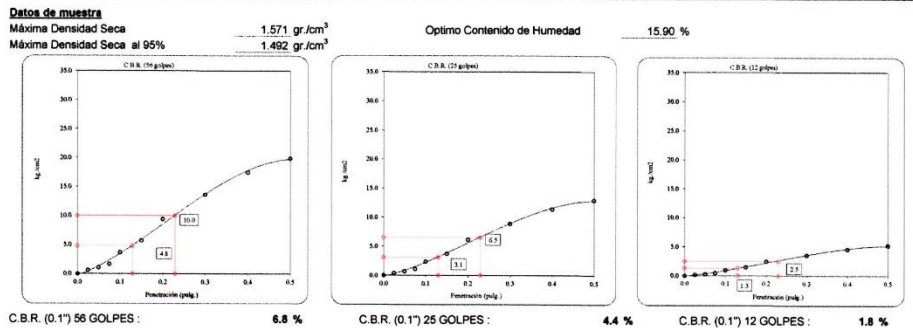
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 YESSICA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 118863	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam	
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO	Fecha de ensayo: 17/06/2019
CALICATA	: C-2 + 7% Cal	
MUESTRA	: M-1	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.	



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código : FOR-LAB-MS-012
	ENSAYO DE PERMEABILIDAD (Método de pared flexible)	Revisión : 1 Aprobado : CC-MTL Fecha : 28/01/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D5084

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA : 17/06/2019

Calicata : C-2
Muestra : M-1
Profundidad : 1.50 m
Condición : Remoldeada a máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

DATOS INICIALES




Longitud, L	14.25 cm
Diámetro, D	7.12 cm
Area sección transversal, A	39.82 cm ²
Volumen	567.37 cm ³
Contenido de humedad	15.87 %
Gravedad específica	2.55
Densidad húmeda	1.67 g/cm ³
Densidad seca	1.45 g/cm ³
Relación de vacíos	0.7646

Ensayo N°	1	2	Promedio
Area de sección de bureta	0.88	0.88	0.88 cm ²
Carga hidráulica, h1	3013	3013	3013 cm
Carga hidráulica, h2	3006	3007	3007 cm
Tiempo, t	120	120	120 seg
Temperatura de ensayo, T (°C)	20	20	20
Coefficiente de permeabilidad, k	6.10E-06	5.23E-06	5.67E-06 cm/seg

Coefficiente de permeabilidad a 19°C 5.81E-06 cm/seg

OBSERVACIONES:

- 1) Muestras, provistas e identificadas por el peticionario
- 2) Grado de compactación solicitado por el peticionario (100% de M.D.S., O.C.H.)
- 3) Datos de M.D.S.=1,679 g/cm³ y O.C.H.=16.0% (datos de laboratorio)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código : FOR-LAB-MS-012
	ENSAYO DE PERMEABILIDAD (Método de pared flexible)	Revisión : 1 Aprobado : CC-MTL Fecha : 28/01/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D5084

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019"
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
FECHA : 17/06/2019

Calicata : C-2 + 3% Cal
Muestra : M-1
Profundidad : 1.50 m
Condición : Remoldeada a máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

DATOS INICIALES



Longitud, L	14.25 cm
Diámetro, D	7.12 cm
Area sección transversal, A	39.82 cm ²
Volumen	567.37 cm ³
Contenido de humedad	15.45 %
Gravedad específica	2.53
Densidad húmeda	1.62 g/cm ³
Densidad seca	1.40 g/cm ³
Relación de vacíos	0.8008

Ensayo N°	1	2	Promedio
Area de sección de bureta	0.88	0.88	0.88 cm ²
Carga hidráulica, h1	3013	3013	3013 cm
Carga hidráulica, h2	3009	3008	3009 cm
Tiempo, t	120	120	120 seg
Temperatura de ensayo, T (°C)	20	20	20
Coefficiente de permeabilidad, k	3.49E-06	4.36E-06	3.92E-06 cm/seg

Coefficiente de permeabilidad a 19°C : 4.02E-06 cm/seg

OBSERVACIONES:

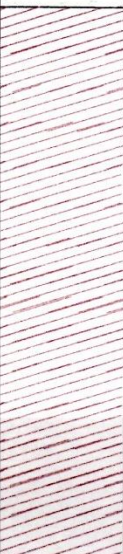
- 1) Muestras, provistas e identificadas por el peticionario
- 2) Grado de compactación solicitado por el peticionario (100% de M.D.S., O.C.H.)
- 3) Datos de M.D.S.=1,624 g/cm³ y O.C.H.=15.5% (datos de laboratorio)

Elaborado por: 	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL R.P. 110000	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/10/2018

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D420

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019*
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
COORDENADA	: ---
CALICATA	: C-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 21/05/2019	

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		RESTOS DE MATERIAL ORGÁNICO COMO RAICES Y HOJAS EN DESCOMPOSICIÓN,	s/m	--	--
0.20		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA, CONSISTENCIA BLANDA, CONDICIÓN HÚMEDA, COLOR MARRÓN OSCURO, CEMENTACIÓN MODERADA, ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, RESISTENCIA MEDIANA EN ESTADO SECO, TENACIDAD MEDIA Y DILATANCIA LENTA, NO SE ENCONTRÓ LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA HASTA LA PROFUNDIDAD DE 1.50 m.	M-1	CL	A-6 (10)
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

OBSERVACIONES:


- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:   Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CERRA BARRAZA INGENIERO CIVIL PASCO, PASCO	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/10/2018


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D420

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VIA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2018*
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
COORDENADA	: ---
CALICATA	: C-2
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 21/05/2019	

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		RESTOS DE MATERIAL ORGÁNICO COMO RAICES Y HOJAS EN DESCOMPOSICIÓN.	s/m	--	--
0.20		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA, CONSISTENCIA BLANDA, CONDICIÓN HÚMEDA, COLOR MARRÓN OSCURO, CEMENTACIÓN MODERADA, ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, RESISTENCIA MEDIANA EN ESTADO SECO, TENACIDAD MEDIA Y DILATANCIA LENTA, NO SE ENCONTRA LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA HASTA LA PROFUNDIDAD DE 1.50 m.	M-1	CL	A-6 (10)
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

OBSERVACIONES:


- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/10/2018

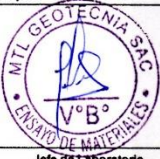

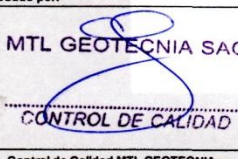
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D420

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTE	: Arenas Prado Gisela Silvia, Rosas Casa Liliam
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA, VÍA DE ACCESO SANTA ANA DE TUSI, PASCO, 2019*
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA ANA DE TUSI, PASCO
COORDENADA	: ---
CALICATA	: C-3
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
Fecha de ensayo: 21/05/2019	

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		RESTOS DE MATERIAL ORGÁNICO COMO RAICES Y HOJAS EN DESCOMPOSICIÓN,	s/m	--	--
0.20		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA, CONSISTENCIA BLANDA, CONDICIÓN HÚMEDA, COLOR MARRÓN OSCURO, CEMENTACIÓN MODERADA, ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, RESISTENCIA MEDIANA EN ESTADO SECO, TENACIDAD MEDIA Y DILATANCIA LENTA, NO SE ENCONTRO LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA HASTA LA PROFUNDIDAD DE 1.50 m.	M-1	CL	A-6 (10)
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO CIVIL YESENIA OLIVERA BARRAZA Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 3. Calibración de Equipos de ensayos.



Metrotest
E. I. R. L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-280-2018

Expediente 00280-2018
Solicitante MTL GEOTECNIA S.A.C
Dirección CALLE LA MADRID 264
ASOC. LOS OLIVOS –
SMP

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca OHAUS
Modelo R31P30
Serie S/N 8336030046
Identificación NO INDICA
Procedencia CHINA
Capacidad Máxima 30000 g
División de escala (d) 1 g.
División de verificación (e) 10 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L
Fecha de Calibración 2018-08-15

VISIÓN:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IV. PC – 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24.1 °C	25.7 °C
Humedad Relativa	52 %	53 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2018-08-15

Luiggi Asenjo G.

Página 1 de 4
FM035-01



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-280-2018

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g.

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP: 003:2009 – 2da Edición.

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa de 1 g (exactitud M1)	LM-296-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa de 10 g (exactitud M1)	LM-298-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa de 50 g (exactitud M1)	LM-299-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa de 100 g (exactitud M1)	LM-288-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa de 500 g (exactitud M1)	LM-292-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa de 1000 g (exactitud M1)	LM-276-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Juego de pesas (exactitud F1)	LM-025-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Juego de pesas (exactitud F1)	LM-026-2018



Página 2 de 4
FM035-01



Metrotest
E.I.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION
CMM-280-2018

Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2018-08-15
Identificación de balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Jr. Aristides Sologuren N°484 Dpto 102 Urb. Parques de Villa Sol – Los Olivos

INSPECCION VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 500 g			Carga L2= 1 500 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
499.31	1	-0.69	1499.31	1	-0.69
499.72	1	-0.28	1499.93	1	-0.07
499.67	1	-0.33	1499.97	1	-0.03
499.85	1	-0.15	1499.94	1	-0.06
499.97	1	-0.03	1499.12	1	-0.88
499.73	1	-0.27	1499.04	1	-0.96
499.84	1	-0.16	1499.66	1	-0.34
499.79	1	-0.21	1499.97	1	-0.03
499.94	1	-0.06	1499.59	1	-0.41
499.96	1	-0.04	1499.87	1	-0.13
ΔEmáx (g)	0.00		ΔEmáx (g)	0.00	
emp (g)	0.01		emp (g)	0.01	

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DE DECRECIENTE				emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2	2.00	1	0.00						
4	4.00	1	0.00	0.00	4.00	1	0.00	0.00	20
10	10.00	1	0.00	0.00	10.00	1	0.00	0.00	20
100	100.00	1	0.00	0.00	100.00	1	0.00	0.00	20
500	500.00	1	0.00	0.00	500.00	1	0.00	0.00	20
1 000	999.88	1	-0.12	-0.12	999.91	1	-0.09	-0.09	20
1 500	1500.01	1	0.01	0.01	1500.02	1	0.02	0.02	20
2 000	2000.06	1	0.06	0.06	2000.04	1	0.04	0.04	20
4 000	3999.92	1	-0.08	-0.08	3999.96	1	-0.04	-0.04	20
5 000	5000.02	1	0.02	0.02	5000.03	1	0.03	0.03	20
5 500	5499.89	1	0.00	0.00	5499.93	1	0.00	0.00	20



Jr. Aristides Sologuren Dpto. 102 Urb. Parques De Villa Sol - Los Olivos
www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com
Tel: 528-7898 Telefax: 528-3324 Cels.: 993010192 / 962889991 / 997045343 N. 127*8069 RPM: #068091
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



Metrotest

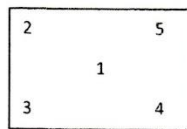
LABORATORIO DE METROLOGÍA

E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-280-2018

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Eo (g)	emp (g)
1	20	2	0.1	0.0	5 000	5 000.02	0.2	0.02	0.02	20
2		2	0.1	0.0		4 999.95	0.1	-0.05	-0.05	
3		2	0.1	0.0		4 999.92	0.1	-0.08	-0.08	
4		2	0.1	0.0		5 000.03	0.2	0.03	0.03	
5		2	0.1	0.0		4 999.97	0.1	-0.03	-0.03	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del Instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDOS E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.00029 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.67g^2 + 0.0000000041 \times R^2}$$

R Lectura. Cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 5200 g. División de verificación (e): 20 g y clases exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 -2da Edición, es:



Intervalo		emp
0g	a 10000 g	20 g
10000g	a 15000 g	20 g

Página 4 de 4
15035-01



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1505 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 25

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
División de Escala (d) : 0,01 g
División de Verificación (e) : 0,01 g
Clase de Exactitud⁽¹⁾ : I
Capacidad Mínima⁽¹⁾ : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : No Indica
Intervalo de ΔT Local : 18 °C hasta 30 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 24
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1505 - 2019

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2 LO JUSTO S.A.C.	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-119-2018
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-330-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,10 °C	26,30 °C
Humedad Relativa	69,46 %	69,46 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,00	1 100,01	4	11	1	2 200,00	2 200,00	4	1
2		1 100,00	4	1	2		2 200,00	4	1
3		1 100,00	5	0	3		2 200,01	5	10
4		1 100,00	5	0	4		2 200,00	4	1
5		1 100,00	4	1	5		2 200,00	4	1
6		1 100,01	4	11	6		2 200,00	5	0
7		1 100,01	4	11	7		2 200,01	5	10
8		1 100,00	5	0	8		2 200,00	5	0
9		1 100,01	4	11	9		2 200,01	5	10
10		1 100,00	4	1	10		2 200,00	4	1
E _{máx} - E _{mín}				11 mg	E _{máx} - E _{mín}				10 mg
error máximo permitido				± 20 mg	error máximo permitido				± 30 mg

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

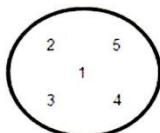
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1505 - 2019
Página : 3 de 3



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,30 °C	26,41 °C
Humedad Relativa	68,26 %	69,46 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,10	0,10	4	1	700,00	700,00	4	1	0	20
2		0,10	4	1		700,00	4	1	0	
3		0,10	4	1		700,01	4	11	10	
4		0,10	4	1		700,00	5	0	-1	
5		0,10	4	1		700,01	5	10	9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,30 °C	26,41 °C
Humedad Relativa	68,26 %	68,26 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
1,00	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	10
10,00	10,00	5	0	0	10,00	5	0	0	10
100,00	100,00	5	0	0	100,00	5	0	0	10
500,00	500,00	5	0	0	500,00	5	0	0	10
700,00	700,00	5	0	0	700,00	6	-1	-1	20
900,00	900,00	5	0	0	900,00	6	-1	-1	20
1 100,00	1 100,01	6	9	9	1 100,01	6	9	9	20
1 500,00	1 500,01	6	9	9	1 500,01	6	9	9	20
2 000,00	2 000,00	6	-1	-1	2 000,00	6	-1	-1	20
2 200,00	2 200,01	6	9	9	2 200,01	5	10	10	30

Donde: I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración E : Error del instrumento Ec : Error corregido

Lectura Corregida : $R_{\text{corregida}} = R - 2,98 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre de Medición : $U_R = 2 \times \sqrt{4,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-9} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
[1] Calculada según la NMP 003-2009

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 1503 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019-04-26

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CELDA DE CARGA

Marca : No indica
Modelo : No indica
Serie : 5X70836
Alcance : 1000 kg
Resolución : 0,1 kg
Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio de Suelos
Fecha de Calibración : 2019-04-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,2 °C	20,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	63,0%	62,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1503 - 2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Manómetro Digital 700 bar TEST & CONTROL	CELDA ANYLOAD	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Indicación del Patrón (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
100,0	100,6	0,6	0,1
500,0	501,0	1,0	0,6
1000,0	1001,2	1,2	1,2
2000,0	2001,8	1,8	2,4
2500,0	2501,3	1,3	3,0
3000,0	3001,1	1,1	3,6
3500,0	3501,2	1,2	4,2
4000,0	4001,2	1,2	4,8
4500,0	4502,0	2,0	5,4
5000,0	5002,4	2,4	6,0

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1502 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 26

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY INDUSTRIAL CORP
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 25
Ubicación^[B] : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,6 °C
Humedad Relativa	59,0 %	57,9 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	20 min	20 min	60 %	Recipiente metálico con muestra.

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[1] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110,0	109,0	109,2	108,9	108,5	108,0	109,2	107,2	107,2	108,5	107,9	108,4	6,7
0:02	110,0	108,6	109,0	108,8	108,3	108,2	109,4	107,1	107,1	108,1	108,6	108,3	6,9
0:04	110,0	108,7	109,0	108,8	108,3	108,1	109,2	107,3	107,3	108,2	108,0	108,3	6,6
0:06	110,0	108,9	109,2	108,8	108,1	108,0	109,1	107,3	107,3	108,6	108,3	108,3	6,4
0:08	110,0	108,7	109,1	108,6	108,0	107,8	109,6	107,1	107,1	108,4	107,8	108,2	7,3
0:10	110,0	108,4	108,7	108,6	107,9	107,8	108,8	106,9	106,9	108,2	107,3	107,9	6,8
0:12	110,0	108,0	108,3	108,3	107,8	107,6	108,6	106,6	106,6	107,8	106,5	107,6	6,8
0:14	110,0	108,0	108,2	108,2	107,7	107,7	108,1	106,5	106,5	107,4	107,0	107,5	6,5
0:16	110,0	108,3	108,4	108,7	107,8	107,3	108,5	106,8	106,8	107,5	107,7	107,8	6,5
0:18	110,0	108,1	108,2	108,5	108,3	107,8	108,2	106,8	106,8	107,5	107,6	107,8	6,1
0:20	110,0	108,6	109,2	108,8	108,5	108,0	108,2	107,0	107,0	107,7	108,4	108,1	5,9
0:22	110,0	109,0	109,0	109,0	108,8	108,0	108,5	107,3	107,3	108,1	108,2	108,3	6,1
0:24	110,0	108,8	109,4	109,2	108,7	108,2	108,2	107,3	107,3	108,2	107,8	108,3	5,9
0:26	110,0	108,5	108,7	108,9	108,0	107,9	108,3	107,2	107,2	107,6	108,3	108,0	6,0
0:28	110,0	108,1	108,4	108,1	107,7	107,8	107,7	106,7	106,7	107,3	107,0	107,5	6,0
0:30	110,0	108,0	108,0	108,6	107,8	107,8	107,9	106,6	106,6	107,1	107,4	107,6	6,1
0:32	110,0	108,5	108,5	108,6	108,3	108,0	108,5	107,0	107,0	107,6	107,8	108,0	6,3
0:34	110,0	108,9	109,2	109,1	108,3	107,9	107,9	107,3	107,3	107,5	107,8	108,1	5,9
0:36	110,0	108,4	108,6	108,6	108,0	108,3	108,7	107,0	107,0	107,7	107,8	108,0	6,6
0:38	110,0	108,5	108,8	108,6	108,1	108,2	108,3	107,0	107,0	107,1	107,4	107,9	6,5
0:40	110,0	108,7	108,8	108,7	108,3	108,4	108,4	107,0	107,0	106,9	107,2	107,9	6,5
0:42	110,0	108,6	108,7	108,7	108,4	108,4	108,7	107,2	107,2	107,1	107,5	108,0	6,5
0:44	110,0	108,2	108,2	108,4	107,9	108,2	108,1	106,9	106,9	107,2	106,9	107,7	6,3
0:46	110,0	108,2	108,5	108,8	108,2	108,1	107,8	106,9	106,9	106,6	107,2	107,7	5,9
0:48	110,0	108,8	109,0	109,1	108,6	108,2	107,7	107,1	107,1	107,0	107,9	108,1	5,7
0:50	110,0	108,9	109,2	108,9	109,0	108,6	108,2	107,4	107,4	107,9	108,3	108,4	5,8
0:52	110,0	109,1	109,1	109,5	108,8	108,5	108,0	107,4	107,4	108,0	108,0	108,4	5,7
0:54	110,0	109,1	109,4	109,3	108,6	108,9	108,1	107,5	107,5	107,5	107,6	108,3	5,8
0:56	110,0	109,2	109,6	109,4	109,0	108,9	108,9	107,6	107,6	107,6	108,4	108,6	6,3
0:58	110,0	109,4	109,3	109,6	109,1	109,2	108,6	107,8	107,8	107,5	108,5	108,7	5,8
1:00	110,0	109,3	109,6	109,6	109,2	109,1	108,3	107,8	107,8	106,6	107,9	108,5	5,6
T. PROM ^[1]	110,0	108,6	108,9	108,8	108,3	108,2	108,5	107,1	107,1	107,6	107,7		
T. MAX ^[2]	110,0	109,4	109,6	109,6	109,2	109,2	109,6	107,8	107,8	108,6	108,6		
T. MIN ^[3]	110,0	108,0	108,0	108,1	107,7	107,3	107,7	106,5	106,5	106,6	106,5		
DTT ^[5]	0,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	2,0	1,3	1,3	2,1	2,0		

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

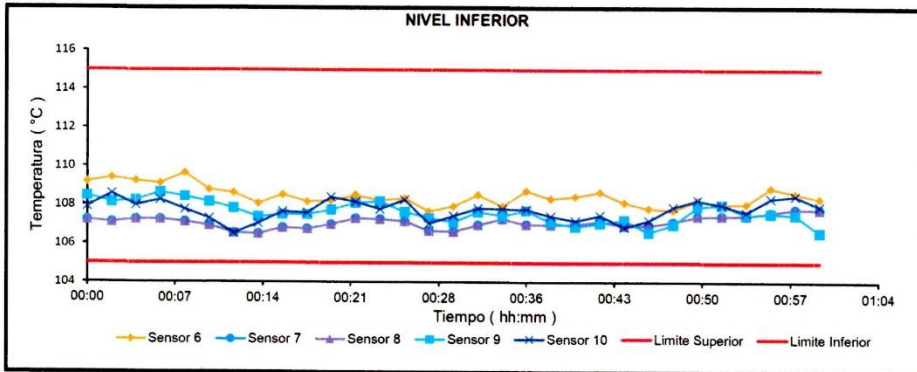
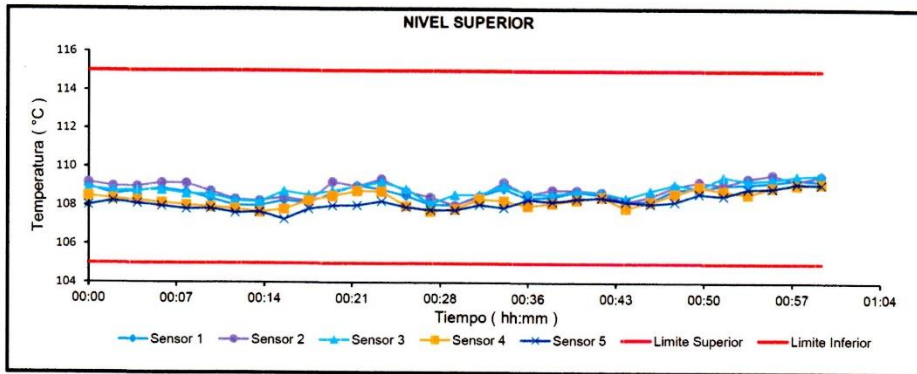
Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 3 de 5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	109,6	0,6
Mínima Temperatura Medida	106,5	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,1	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,03	0,04
Uniformidad Medida	7,3	0,4

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES

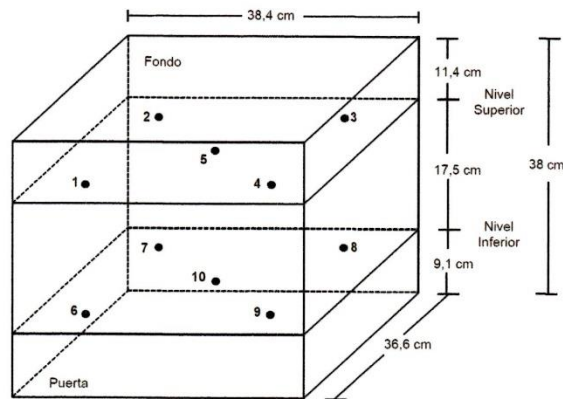


Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 0 cm por encima de la parrilla superior.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 3,84 cm de las paredes laterales y a 36,6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

[6] Dato proporcionado por el cliente

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

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

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE


La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Anexo 4. Ficha tecnica de Hidroxido de calcio.

	FICHA TECNICA	Código:
	HIDROXIDO DE CALCIO – CAL HIDRATADA	Versión:004
	MYCAL VIAL	Fecha:29/04/2019

I. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	
	<ul style="list-style-type: none"> Cal hidratada o Hidróxido de Calcio, es un compuesto inorgánico con la fórmula química $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Se trata de un polvo blanco, que resulta de la hidratación de la cal viva con agua para satisfacer su afinidad química. El análisis físico-químico se realiza bajo los lineamientos de la norma AASHTO – M303 y los procedimientos internos de la Organización. Es un producto fabricado a partir de la calcinación de la roca caliza (CaCO_3) y su posterior hidratación. Definición Nuestro producto: MYCAL VIAL Nombre Químico: Hidróxido de Calcio Formula Química: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Estado Físico: Solido Peso Molecular: 74.09 g/mol Nombre Comercial: Cal Hidratada

II. COMPOSICION				
PROPIEDADES QUIMICAS			PROPIEDADES FISICAS	
Nombre del Compuesto	Formula	Valor	Granulometría	
Cal Activa (Cal Total)	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CaO}$	Max 91 %	Retenido sobre Tamiz #30 (590 μm)	Max. 1.0 %
Cal no Hidratada		Max 2.5 %	Retenido sobre Tamiz #100(150 μm)	Max. 0.5 %
Cal Útil	CaO	Min 70 %	Retenido sobre Tamiz #200(150 μm)	Max. 2.5 %
Humedad (Agua Libre)		≤ 0.1 %	Gravedad especifica	2.65 g/cm ³
Oxido de Magnesio	MgO	≤ 0.05 %		
Oxido de Silicio	SiO_2	≤ 0.14 %		

Anexo 5. Hoja de Presupuesto y Analisis unitario de cada partida.

PRESUPUESTO

OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA,
VÍA DE ACCESO, DISTRITO SANTA ANA DE TUSI, PASCO-2019

LUGAR: DISTRITO DE SANTA DE TUSI-PASCO

FECHA: 21 DE MAYO 2019

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	COSTOS		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES					910.57
01.01.00	CAMPAMENTO	und	1.00	410.06	410.06	
01.02.00	SEÑALIZACIONES PREVENTIVAS	und	1.00	500.51	500.51	
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					2,906.04
02.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE	glb	1.00	1,500.00	1500.00	
02.02.00	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	km	1.50	937.36	1406.04	
03.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					5,759.01
03.01.00	CORTE DE TERRENO A NIVEL SUBRASANTE	m3	320	0.55	175.55	
03.02.00	ESCARIFICACION	m3	320	17.45	5583.46	
04.00.00	CONFORMACION DE SUBRASANTE					6,372.96
04.01.00	TRATAMIENTO DEL SUELO CON CAL HIDRATADA	m3	320	19.92	6372.96	
05.00.00	BASE FINA (0.30 cm)					8,075.70
05.01.00	TRANSPORTE DE CANTERA	glb	1.00	200.00	200.00	
05.02.00	CAL HIDRATADA	m3	320	24.61	7875.70	
06.00.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL					719.40
06.01.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALES	und	1.00	719.40	719.40	
	COSTO DIRECTO					S/. 24,743.68
	GASTOS GENERALES	10%				2,474.37
	UTILIDAD	5%				1,237.18
	SUB TOTAL					S/. 28,455.23
	I.G.V	18%				5,121.94
	COSTO TOTAL					S/. 33,577.17

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Precios Unitarios

OBRA: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL HIDRATADA,**
GERENCIA CENTRAL DE LOGÍSTICA GERENCIA DE CONTROL PATRIMONIAL Y SERVICIO

LUGAR: **DISTRITO DE SANTA DE TUSI-PASCO**

PARTIDA	1.01	CAMPAMENTO	Costo unitario directo por:				und	S/410.06
RENDIMIENTO	1.00 und/día		MO	EQ				
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de obra						
OPERARIO			hh	1.00	3.00	13.13	39.39	
PEON			hh	1.00	6.00	10.63	63.78	
							103.17	
		Materiales						
CLAVOS 2"			kg		0.01	5.40	0.08	
MADERA TORNILLO (LARGA)			p2		1.70	3.89	6.27	
TRIPLAY LUPUNA 4x8x12 MM			pl		6.00	40.53	243.18	
PLANC.CORRUG .SUPER TECHALIT 1.80M.			und		6.00	9.96	57.36	
							306.89	

PARTIDA	1.02	SEÑALIZACIONES DE OBRA	Costo unitario directo por:				und	S/500.51
RENDIMIENTO	1.00 und/día		MO	EQ				
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de obra						
OFICIAL			hh	1.00	2.00	11.88	23.76	
PEON			hh	1.00	6.00	10.63	63.78	
							87.54	
		Materiales						
CLAVOS 3"			kg		1.50	5.36	8.04	
PIEDRA GRANDE PARA ZANJA			m3		0.97	28.45	27.60	
HORMIGON			m3		0.97	21.46	20.82	
CEMENTO PORTLAND TIPO I			bol		3.65	20	73.00	
PINTURA ESMALTE			gal		1.00	20.5	20.50	
MADERA TORNILLO			p2		50.00	4.63	231.50	
							381.45	
		Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		6.00	5.25	31.5144	
							31.5144	

PARTIDA	2.01	MOVILIZACIONES Y DESMOVILIZACIONES DE EQUIPOS	Costo unitario directo por:				gib	S/1,500.00
RENDIMIENTO	1.00 gib/día		MO	EQ				
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		MATERIALES						
MOVILIZACIONES Y DESMOVILIZACIONES DE EQUIPO			EST		1.00	1,500.00	1,500.00	
							1,500.00	

PARTIDA	2.02	TRAZO Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:				km	S/937.36
RENDIMIENTO	1.00 km/día		MO	EQ				
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de obra						
TOPOGRAFIA			hh	1.00	30.13	18.35	552.89	
PEON			hh	0.25	3.76	10.63	39.97	
							592.85	
		Materiales						
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS			kg		0.060	3.45	0.21	
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.710	4.27	7.30	
MADERA TORNILLO			p2		2.000	5.24	10.48	
PINTURA ESMALTE			gal		0.250	28.2	7.05	
							25.04	
		Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.030	23.15	0.69	
TEODOLITO			hm	2.00	30.13	10.58	318.78	
							319.47	

Fuente: Elaboración propia.

PARTIDA	3.01 CORTE DE TERRENO	MO	Costo unitario directo por:		m3	S/0.55
RENDIMIENTO	100 m3/día		EQ			
Descripcion recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
CAPATAZ		hh	1.00	0.0058	16.30	0.09
PEON		hh	0.50	0.0232	10.63	0.25
						0.34
	Equipos					
MOTONIVELADORA		hm	1.00	0.002	129.65	0.21
						0.21

PARTIDA	3.02 ESCARIFICACION	MO	Costo unitario directo por:		m3	S/17.45
RENDIMIENTO	200.00 m3/día		EQ			
Descripcion recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
CAPATAZ		hh	1.00	0.16	16.30	2.61
PEON		hh	1.00	0.04	10.63	0.43
						3.03
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00	0.09	0.17
RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	1.00	0.04	136.62	5.46
MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.00	0.04	129.65	5.19
						10.82
	MATERIALES					
TRANSPORTE AGUA/OBRA		m3		0.11	18.45	2.03
TRANSPORTE AGREGADO/OBRA		m3		0.12	13.04	1.56
						3.59

PARTIDA	4.01	TRATAMIENTO DEL SUELO	MO	Costo unitario directo por:			m ³	S/19.92
RENDIMIENTO	11.25 m ³ /día			EQ				
Descripcion recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de obra						
CAPATAZ			hh	4.00	0.01	16.30	0.21	
PEON			hh	1.00	0.03	10.63	0.34	
							0.55	
		Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.00	1.04	0.03	
RODILLO LISO VIBRATORIO			hm	1.00	0.02	136.62	2.25	
MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.00	0.02	129.65	2.14	
							4.42	
		MATERIALES						
MATERIAL DE SUB RASANTE			m ³		1.20	12.45	14.94	
							14.94	

PARTIDA	5.01	TRANSPORTE DE CANTERA	MO	Costo unitario directo por:			gib	S/200.00
RENDIMIENTO	1.00 gib/día			EQ				
Descripcion recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Equipos						
VOLQUETE 6X4 DE 15m ³			gib	1	1.000	200.00	200.00	
							200.00	

Fuente: Elaboración propia.

PARTIDA	5.02	CAL HIDRATADA	Costo unitario directo por:				m3	5/24.61
RENDIMIENTO	11.25 m3/da		MO	242 EQ		242		
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de obra						
CAPATAZ			hh	1.00	0.0831	16.3	0.53953	
OPERARIO			hh	1.00	0.0831	13.13	0.434608	
PEON			hh	6.00	0.3983	10.63	2.107929	
							3.08	
		Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.00	0.09	0.16	
RODILLO LISO VIBRATORIO			hm	1.00	0.05	136.62	6.83	
MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.00	0.05	129.65	6.48	
							13.47	
		MATERIALES						
CAL HIDRATADA			m3		0.76	10.60	8.06	
							8.06	

PARTIDA	1.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	Costo unitario directo por:				und	5/719.40
RENDIMIENTO	1.00 und/da		MO	EQ				
Descripción recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de obra						
OFICIAL			hh	1.00	12.9	11.88	153.25	
PEON			hh	3.00	11.4	10.63	121.18	
							274.43	
		Materiales						
CLAVOS 3"			kg		1.50	4.12	6.18	
PIEDRA GRANDE PARA ZANIA			m3		0.97	25.42	24.66	
HORMIGON			m3		0.97	19.77	19.18	
CEMENTO PORTLAND TIPO I			bol		3.65	20	73.00	
PINTURA ESMALTE			gal		1.00	26.58	26.58	
TRIPLAY			pl		4.00	38.7	154.80	
MADERA TORNILO			p2		50.00	2.93	146.50	
							444.71	
		Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.03	8.23	0.25	
							0.25	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Panel fotografico del proyecto de investigacion.



Figura 29: Acceso del distrito de santa Ana de tusi ,Pasco.



Figura 30: Excavación de calicata en acceso del distrito de santa Ana de tusi, Pasco.



Figura 31: Excavación de calicata en acceso del distrito de santa Ana de tusi, Pasco.



Figura 32: Excavación de calicata en acceso del distrito de santa Ana de tusi, Pasco.



Figura 33: Excavación de calicata en acceso del distrito de santa Ana de tusi, Pasco.



Figura 34: Identificación de calicata en acceso del distrito de santa Ana de tusi, Pasco



Figura 35: Sacos de muestras de suelo llevado a laboratorio.



Figura 36: Análisis mecánico de suelos (tamizados).



Figura 37: Tamizados de suelo.



Figura 38: Peso de la muestra de suelo.



Figura 39: Diferencias de suelo con contenido de húmeda y sin contenido de humedad.



Figura 40: Molde de prueba de compactación.



Figura 41: Ensayo de permeabilidad



Figura 42: Colocación de la muestra al horno.