

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TESIS

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA
SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE
SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA,
KM 5 MATAMARCA - 2018”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

TESISTA

Bach. Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMÁN

ASESOR

Ing. Juan Alex, ALVARADO ROMERO

Huánuco – Perú

2019



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 07 del mes de Junio del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente)
Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria (Secretario)
Ing. Arselia Beckket Sebastian Vinuela (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 554-2019-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACION DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018"

presentado por el (la) Bachiller ANYELA MARLITHS ESPIRITU HUAMAN, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de suficiente (Art. 47)

Siendo las 18:30 horas del día 07 del mes de Junio del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la oportunidad de poder realizar mis metas y brindarme salud a cada instante de mi vida.

A mi querido Padre Apolinario Espiritu Crispín, quien con amor, esfuerzo y sacrificio hizo posible la culminación de mis estudios superiores y la elaboración de este presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que con su omnipotencia y omnisciencia me guía y me protege todos los días de mi existencia.

A mi madre Clorinda y a mis hermanos Frans y Romina que de una u otra manera me brindaron el apoyo necesario para poder culminar este trabajo de investigación.

A mi Asesor el Ingeniero Juan Alex Alvarado Romero que fue un pilar en el desarrollo de mi investigación brindándome sus consejos y sabios conocimientos.

A mi abuela María que desde que era niña me enseñó a creer en mí y a levantarme de cada caída y sé que desde el cielo me da el aliento para seguir adelante con todas mis metas.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY	X
INTRODUCCION.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	13
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	15
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPITULO II.....	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	16
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	17
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2 BASES TEÓRICAS.....	22
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	86
2.4. HIPÓTESIS.....	87
2.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	87
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES).	88

CAPÍTULO III	89
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	89
CAPÍTULO IV	111
RESULTADOS	111
CAPÍTULO V	121
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	121
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	126
ANEXOS	128
ANEXO 1: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
ANEXO 2: RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DEL ASESOR	
ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA	
ANEXO 4: CONSTANCIA DE REALIZACION DE ESTUDIO DE SUELOS	
ANEXO 5: TABLA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO	
ANEXO 6: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN CAMPO	
ANEXO N°7: CERTIFICADOS DE LABORATORIO	
ANEXO N°8: PANEL FOTOGRÁFICO	
ANEXO N°7: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	
ANEXO N°8: PLANO DE UBICACIÓN DE LAS CALICATAS Y PUNTOS INTERVENIDOS	

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DATOS DE SUELO NATURAL Y SUELO + 0.5% DE POLIMERO ADHESIVO NATURAL.	19
TABLA 2: DATOS DE SUELO NATURAL Y SUELO + 1% DE POLIMERO ADHESIVO NATURAL.	19
TABLA 3: DATOS DE SUELO NATURAL Y SUELO + 1% DE POLIMERO ADHESIVO NATURAL.	20
TABLA 4: DATOS DE SUELO NATURAL Y SUELO + 1% DE POLIMERO ADHESIVO NATURAL.	21
TABLA 5: REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIAL PARA SUBRASANTE.	24
TABLA 6: CATEGORIAS DE SUBRASANTE	25
TABLA 7: TIPO DE SUELO CON SU RESPECTIVO MÉTODO DE COMPACTACIÓN.....	29
TABLA 9: PERMEABILIDAD SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO SEGÚN TEXTURA.....	35
TABLA 10: PERMEABILIDAD SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO SEGÚN ESTRUCTURA.	36
TABLA 11: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO SEGÚN EL UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE.	38
TABLA 12: ENSAYOS DE LABORATORIO Y SUS NORMAS APLICABLES EN LA INVESTIGACIÓN.....	61
TABLA 13: TAMAÑO DE LAS MALLAS ESTÁNDAR.....	63
TABLA 14: LIMITES DE TAMAÑO DE SUELOS SEPARADOS.....	65
TABLA 15: ESPECIFICACIONES PARA LA PRUEBA PRÓCTOR ESTÁNDAR.	73
TABLA 16: ESPECIFICACIONES PARA LA PRUEBA PRÓCTOR MODIFICADO.....	74
TABLA 17: VALORES DE CARGA UNITARIA.	77
TABLA 18: CLASIFICACIÓN TÍPICA PARA EL USO DE DIFERENTES MATERIALES.	79
TABLA 19: CORRELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y EL GRADO DE EXPANSIVIDAD.	83
TABLA 20: CORRELACIÓN ENTRE EL CAMBIO DE VOLUMEN Y EL GRADO DE EXPANSIVIDAD.....	84
TABLA 21: DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN CAMPO.	95
TABLA 22: DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN LABORATORIO.	96
TABLA 22: FORMATO PARA ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD.....	102
TABLA 23: FORMATO PARA ENSAYO PESO VOLUMÉTRICO.	102
TABLA 24: FORMATO PARA ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS.....	103
TABLA 25: FORMATO PARA ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS.	103
TABLA 26: FORMATO PARA ENSAYO GRANULOMETRÍA.....	104
TABLA 27: FORMATO PARA ENSAYO DE PLASTICIDAD.	105
TABLA 28: FORMATO PARA ENSAYO COMPACTACIÓN DE SUELOS.	105
TABLA 29: FORMATO PARA ENSAYO CBR EN LABORATORIO.....	106
TABLA 30: FORMATO PARA ENSAYO PH.	107
TABLA 31: FORMATO PARA ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO.	108

TABLA 32: FORMATO PARA ENSAYO CBR IN SITU.....	109
TABLA 33: COMPARACIÓN DE HUMEDADES.....	111
TABLA 34: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD SECA NATURAL.....	112
TABLA 35: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD SECA.	113
TABLA 36: COMPARACIÓN DEL GRADO DE COMPACTACIÓN.	114
TABLA 37: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD SECA NATURAL AL 95%.	115
TABLA 38: COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR.....	116
TABLA 39: COMPARACIÓN DOSIFICACIÓN DE SABIA DE SÁBILA VS CBR.	117
TABLA 40: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE EXPANSIÓN.	118
TABLA 41: PRUEBA DE NORMALIDAD.	119
TABLA 42: PRUEBA DE HIPÓTESIS CON T DE STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS.	120
TABLA 43: DESCRIPCIÓN GENERAL DE CALICATAS.	133
TABLA 44: RESULTADOS DE HUMEDAD NATURAL, PESO VOLUMÉTRICO, DENSIDAD DE FINOS, DENSIDAD DE GRUESOS Y PH DE LAS CALICATAS.	134
TABLA 45: RESULTADOS DE GRANULOMETRIA DE LAS CALICATAS.....	135
TABLA 46: RESULTADOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LAS CALICATAS.	136
TABLA 47: RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPACTACIÓN – PRÓCTOR MODIFICADO.	137
TABLA 48: RESULTADOS DE ENSAYO CBR EN EL SUELO MÁS CRÍTICO.	138
TABLA 49: RESULTADOS DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO MÁS CRITICO.....	139
TABLA 50: RESULTADOS DEL CBR CON LA PRIMERA DOSIFICACIÓN N°1.	139
TABLA 51: RESULTADOS DEL CBR CON LA PRIMERA DOSIFICACIÓN N°2.	140
TABLA 52: RESULTADOS DEL CBR CON LA PRIMERA DOSIFICACIÓN N°3.	140
TABLA 53: RESULTADOS DEL CBR CON LA PRIMERA DOSIFICACIÓN N°4.	140
TABLA 54: RESULTADOS DEL CBR CON LA PRIMERA DOSIFICACIÓN N°5.	141
TABLA 55: RESUMEN DE LA DOSIFICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA.	141
TABLA 56: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CAMPO DEL SUELO PATRÓN (CBR IN SITU Y DENSIDAD DE CAMPO).	142
TABLA 57: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN CAMPO EN EL SUELO MEJORADO (CBR IN SITU Y DENSIDAD DE CAMPO).	143
TABLA 58: RESULTADOS DEL CBR UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SUELO PATRÓN	144
TABLA 59: RESULTADOS DEL CBR UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SUELO MEJORADO CON SAVIA DE SÁBILA A UN 25%.....	145
TABLA 60: EVALUACIÓN DE LA EXPANSIÓN.	146

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: TRIÁNGULO TEXTURAL SEGÚN CLASIFICACIÓN DEL USDA.....	39
FIGURA 2: ESTRUCTURA DEL SUELO.....	40
FIGURA 3: HOJA DE COLORES 10YR DE LA TABLA DE COLORES MUNSELL.	43
FIGURA 4: REPRESENTACIÓN DE LA COMPACTACIÓN DE LOS GRANOS DE SUELO.	46
FIGURA 5: CURVA DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO.....	47
FIGURA 6: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN LA PERMEABILIDAD	49
FIGURA 7: LA SÁBILA.....	56
FIGURA 8: PRODUCCIÓN DE SÁBILA.....	58
FIGURA 9: OBTENCIÓN DE LA SAVIA DE SÁBILA.....	59
FIGURA 10: TAMAÑO DEL GRANO, D(MM).....	64
FIGURA 11: LIMITES DE CONSISTENCIA.....	67
FIGURA 12: DIMENSIONES DE LA RANURA DE LA COPA CASAGRANDE PARA DETERMINAR EL LIMITE LÍQUIDO.	68
FIGURA 13: CARTA DE PLASTICIDAD.	70
FIGURA 14: IDENTIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN EL SISTEMA SUCS.....	71
FIGURA 15: PLANO DE FALLA.	80
FIGURA 16: FALLA DE MORH – COULOMB.	81
FIGURA 17: COMPARACIÓN DE HUMEDADES.....	111
FIGURA 18: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD SECA NATURAL.	112
FIGURA 19: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD SECA.	113
FIGURA 20: COMPARACIÓN DEL GRADO DE COMPACTACIÓN.	114
FIGURA 21: COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD SECA NATURAL AL 95%.....	115
FIGURA 22: COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR.....	116
FIGURA 23: COMPARACIÓN DOSIFICACIÓN DE SABIA DE SÁBILA VS CBR.....	117
FIGURA 24: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE EXPANSIÓN.	118

RESUMEN

La presente investigación se planteó con el objetivo de mejorar la subrasante una carretera, utilizando la savia de sábila como material cohesivo a fin de garantizar que el suelo de composición pueda ser utilizado como capa subrasante. La investigación realizada es una investigación aplicada, cuantitativa, experimental y transversal, La evaluación comparativa se realizó entre la capacidad de soporte del suelo patrón de la zona y la capacidad de soporte del suelo mejorado con una dosificación óptima de savia de sábila adquirida en laboratorio. La población estuvo constituida por la Carretera La Esperanza – Malconga de 12 km de longitud y la muestra está constituida por 1 Km desde el km 4 hasta el km 5, considerado por criterios de la mecánica de suelos. La técnica que se aplicó fue el Estudio de Mecánica de Suelos por medio de 5 calicatas, ensayos en campo como densidad de campo, CBR in situ y ensayos en laboratorio, los instrumentos que se utilizó fueron la ficha de recolección de datos en campo, formatos de ensayos en campo y laboratorio.

Según el estudio realizado se obtuvo un valor promedio del 3% para la capacidad de soporte (CBR) del suelo patrón lo cual no cumple con las especificaciones del Manual de Carreteras EG - 2013 y realizando el mejoramiento con la savia de sábila se obtuvo un valor promedio de 10%. También se obtuvo que el porcentaje de expansión de un suelo patrón es de 3.72% y aplicando un 25% de savia de sábila se llegó a obtener un 2.61%.

Por lo tanto, se concluyó que si es posible mejorar el suelo de la subrasante aplicando savia de sábila en un 7% y tener una estabilidad volumétrica de un 70.16% en la carretera La Esperanza- Malconga a fin de poder utilizar el suelo como capa subrasante.

PALABRAS CLAVES: Mejoramiento de suelo, estabilización de suelos, savia de sábila

SUMMARY

The present investigation was raised with the objective of improving the subgrade of a road, using the sap of aloe as a cohesive material in order to guarantee that the composition soil can be used as a subgrade layer. The research carried out is an applied, quantitative, experimental and transversal investigation. The comparative evaluation was carried out between the support capacity of the soil pattern of the area and the soil support capacity improved with an optimal dosage of sap from laboratory-acquired sap. The population was constituted by the La Esperanza - Malconga Highway of 12 km in length and the sample is constituted by 1 km from km 4 to km 5, considered by criteria of soil mechanics. The technique applied was the Study of Soil Mechanics through 5 test pits, field tests such as field density, CBR in situ and laboratory tests, the instruments used were the data collection form in the field, formats of field and laboratory tests.

According to the study carried out, an average value of 3% was obtained for the support capacity (CBR) of the standard soil, which does not comply with the specifications of the EG - 2013 Road Manual and by improving with the sap of aloe, a value was obtained average of 10%. It was also obtained that the percentage of expansion of a standard soil is 3.72% and applying a 25% of sap of aloe it was obtained to obtain a 2.61%.

Therefore, it was concluded that if it is possible to improve the soil of the subgrade by applying sap of aloe by 7% and have a volumetric stability of 70.16% on the La Esperanza-Malconga road in order to use the soil as a subgrade layer .

KEYWORDS: Soil improvement, soil stabilization, aloe vera.

INTRODUCCION

El suelo en diversos lugares del departamento de Huánuco, no es apto para usarse como capa subrasante en la construcción de la estructura para la carpeta de rodadura porque tienen una capacidad de soporte inadecuado. Trayendo como consecuencia el constante deterioro de la carretera siendo el tramo La Esperanza - Malconga de mayor incidencia en esta zona de investigación, en nuestra región.

Por lo tanto, se deberá utilizar un método de estabilización para poder cumplir con el Manual de Carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para ser utilizado como capa subrasante.

En términos generales, se pretende usar técnicas de estabilización con savia de sábila considerando que la savia de sábila tiene una característica cohesiva que ayuda a unir a los materiales granulares con los materiales finos utilizados en la formación de la subrasante de las carreteras, la cual será comprobado mediante la investigación a realizarse.

Por ello, la sistematización del siguiente estudio de investigación está compuesta por cinco (5) capítulos.

Capitulo I. Problema de Investigación, contiene la descripción del problema, la formulación del problema, los objetivos, justificación, limitación y viabilidad.

Capitulo II. Marco Teórico, incluye los antecedentes de la investigación, bases teóricas, bases conceptuales, hipótesis, variables, y operacionalización de variables.

Capitulo III. Metodología de la Investigación, comprende el tipo de investigación (enfoque, alcance, diseño), la población y muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos, técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Capitulo IV. Procesamiento de datos y contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis.

Capitulo V. Discusión, conclusión y recomendación.

Finalmente se presenta las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La carretera La Esperanza – Malconga consta de 12 km de longitud y es una vía que se encuentra un estado de deterioro considerable.

Uno de los problemas fundamentales en las obras viales, es la capacidad de soporte de los suelos que conforman la subrasante del tramo La Esperanza - Malconga, trayendo como consecuencia el constante deterioro de la carretera La Esperanza - Malconga, siendo este tramo de mayor incidencia en esta zona de investigación, en nuestra región Huánuco.

El mayor problema que se presenta es la baja capacidad de soporte. La cual nos indica implícitamente la calidad de la subrasante y en base a este parámetro fundamentalmente se mide su mejoría.

El suelo en diversos lugares del departamento de Huánuco, no es apto para usarse como capa subrasante, en la construcción de la estructura para la carpeta de rodadura. En consecuencia, se deberá utilizar un método de estabilización de suelos para satisfacer con los requerimientos establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para ser empleado como capa subrasante.

La vida útil de cualquier proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos de fundación. Los suelos inestables pueden generar problemas representativos en las estructuras y pavimentos.

En términos generales, se usaron técnicas de estabilización con savia de sábila considerando que la savia de sábila tiene una característica cohesiva que ayuda a unir a los materiales granulares con los materiales finos utilizados en la formación de la subrasante de las carreteras, la cual será comprobado mediante la investigación a realizarse.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.2.1 Problema general.

¿De qué manera la aplicación de la savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco - 2018?

1.2.2 Problemas específicos.

¿Cuál es la dosificación suelo – savia de sábila óptima para garantizar que la capacidad de soporte cumpla con el requerimiento de las normas del MTC, de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco?

¿Cuál es el porcentaje de expansión de la mezcla suelo - savia de sábila para medir la estabilidad volumétrica de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco?

¿Cuánto es el incremento de relación de soporte CBR realizando una comprobación in situ del mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco?

1.3 OBJETIVO GENERAL.

Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante aplicando una proporción óptima de savia de sábila de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Determinar la dosificación suelo – savia de sábila óptima para garantizar que la capacidad de soporte cumpla con el requerimiento de las normas del MTC, de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

Determinar el porcentaje de expansión de la mezcla suelo - savia de sábila para medir la estabilidad volumétrica de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

Medir el incremento de relación de soporte CBR realizando una comprobación in situ del mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La investigación propuesta es importante debido a que resulta relevante que se analice las condiciones del suelo que presentan las carreteras no pavimentadas, con la finalidad de determinar la factibilidad de utilizar la savia de sábila como material cohesivo para mejorar la resistencia de la subrasante. De esta manera se busca proporcionar una alternativa económica que permita contribuir a solucionar el problema identificado.

Con el desarrollo de la investigación se optimiza la calidad de suelo en las carreteras no pavimentadas, ya que se utiliza un componente que ayuda en su resistencia, durabilidad y compactación. Un suelo que sea utilizado en subrasante, al ser mezclada con la savia de sábila genere propiedades de un mejor rendimiento.

Además, se establece un precedente en cuanto a la utilización de esta nueva técnica para mejoramiento de suelo, considerando que hasta la actualidad no existe información que indique el uso de la savia de sábila como material cohesivo, con lo cual se contribuye al desarrollo de futuras investigaciones y estudios orientados a obtener una mejor calidad del suelo y reducir los inconvenientes relacionados con el deterioro de las carreteras no pavimentadas.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Los ensayos realizados son en su mayoría de naturaleza física y mecánica, desde el punto de vista de la mecánica de suelo, dejando a un segundo plano de naturaleza química, ya que en la actualidad no se cuenta con este tipo de ensayo en nuestra localidad (Particulares y en el laboratorio de mecánica de suelos de la UDH), debido a su elevado costo y alta especialización.

Se cuenta con poca información bibliográfica referente al tema de investigación debido a que es un método poco usual en nuestro medio.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

Fue factible desarrollar esta investigación teniendo en cuenta que es de interés socio-económico tanto para la comunidad y el estado en la realización de la estabilización de la Carretera La Esperanza – Malconga del caserío de Matamarca Km 5; de manera que da solución al problema de investigación, aplicando el conocimiento científico demostrando su funcionamiento en lo que planteamos, ya que investigamos mediante métodos establecidos por las normas como: la Norma Técnica Peruana (NTP) , American Society of Testing Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Se buscó realizar los ensayos en el número mínimo de muestras pero que a la vez puedan ser representativos con la finalidad de tener costos moderados y la investigación pueda ser viable. Ya que el proyecto es costado por el investigador.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

BAREK ORTI Luis Andrés, (2015), realizó la investigación: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS USANDO SÁBILA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS RURALES, en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo de la ciudad de SAMBORONDON, Ecuador; con el objetivo general de mejorar la capacidad portante de los suelos de mala calidad, utilizando sábila como aglutinante, para que sean empleados en la construcción de caminos rurales. Y teniendo como objetivos específicos: Estudiar las características mecánicas de la sábila como posible aglutinante de suelos de mala calidad, Hacer mezclas con diferentes proporcionamientos de sábila para así determinar la resistencia de cada una de ellas y compararlas con el suelo natural, Determinar el porcentaje de expansión con los diferentes proporcionamientos y compararlos con su suelo en estado natural, Medir la durabilidad de la mezcla estabilizada con sábila como agente aglutinante. Llegando a las siguientes conclusiones:

- 1.** La nueva técnica de utilización de la sábila asegura su rápida dispersión y el drenaje de las aguas superficiales. La sábila como material aglutinante puede lograr que el suelo se vuelva más compacto, con lo que se reduce el levantamiento de polvo y el desgaste del mismo.
- 2.** La sábila al contar con una característica aglutinante, mejora la densidad del suelo (Prueba Próctor) por ello, y en base las características de este tipo de planta, se la ha considerado idónea para realizar pruebas, e identificar el porcentaje apropiado de una parte de esta planta, para emplearla como aglutinante en la construcción de caminos de cuarto orden.
- 3.** De las pruebas realizadas en el laboratorio, el porcentaje apto de sábila - identificado con el cual se puede mejorar la construcción de los caminos

cuarto orden fue al 3% este porcentaje podrá variar dependiendo de las condiciones de cada tipo de suelo y clima.

4. Se redujo considerablemente el porcentaje (%) de hinchamiento, a mayor porcentaje de sábila, mayor reducción de porcentaje de expansión. Teniendo como resultado que existe una disminución de expansión del 74% a 56 del 3% de sábila en comparación al estado natural.
5. Es importante tomar en cuenta en el caso de reducción de hinchamiento con el 9 % de sábila con respecto al estado natural es del 92 % a 56 golpes esto quiere decir que así el CBR haya salido menor con este porcentaje la cualidad que tiene como reductor de expansión puede ser muy beneficioso para cualquier problema de expansión.
6. Los resultados obtenidos demuestran un CBR 4.15% en suelo natural y un 5.6% en un suelo mejorado con 3% de sábila.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Romero Romero Rocío y Sañac Vilca Cynthia, (2016), realizaron una investigación: EVALUACIÓN COMPARATIVA MEDIANTE LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA DE UN SUELO ADICIONADO CON POLÍMERO ADHESIVO NATURAL EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1%, 2% Y 3% FRENTE A UN SUELO NATURAL PARA SUB RASANTE DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA URB. SAN JUDAS CHICO – CUSCO. En la Universidad Andina del Cuzco, con el objetivo general de Evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco. Y teniendo como objetivos específicos:

1. Evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentaje de 0.5% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco.

2. Evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentaje de 1% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco.
3. Evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentaje de 2% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco.
4. Evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentaje de 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido.

Luego de haber realizado el estudio de las características físicas de las muestras de suelo, el estudio de densidad máxima y posteriormente la comparación mediante los ensayos de compresión (CBR) llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Se demuestra parcialmente la hipótesis general que indica: “que la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% son superiores frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco.”, debido a que la densidad máxima seca de suelo adicionado con polímero adhesivo natural es menor que la del suelo natural. Además que el CBR del suelo arcilloso adicionado con el 3% de polímero adhesivo natural es menor que el CBR de suelo natural.
2. Se demuestra parcialmente la sub hipótesis que indica: “que la capacidad de soporte y la densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5% son superiores frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco”, por los resultados obtenidos los valores de la capacidad de soporte del suelo adicionado con 0.5% de polímero adhesivo natural son mayores

a los del suelo natural, pero las densidades máximas son menores que las densidades patrón de la Urb. San Judas Chico – Cusco.

Tabla 1: Datos de suelo natural y suelo + 0.5% de polímero adhesivo natural.

		Máxima Densidad seca (gr/cm3)	CBR al 95% de la M.D.S.
Suelo de estrato arcilloso	Natural	1.831	3.0
	+ 0.5% de polímero adhesivo natural	1.826	3.2
Suelo de estrato arenoso	Natural	1.926	1.0
	+ 0.5% de polímero adhesivo natural	1.922	7.5

3. Se demuestra parcialmente la sub hipótesis que indica: “que la capacidad de soporte y la densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 1% son superiores frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco”, los resultados obtenidos los valores de la capacidad de soporte del suelo adicionado con 1% de polímero adhesivo natural son mayores a los del suelo natural, pero las densidades máximas son menores que las densidades patrón.

Tabla 2: Datos de suelo natural y suelo + 1% de polímero adhesivo natural.

		Máxima Densidad seca (gr/cm3)	CBR al 95% de la M.D.S.
Suelo de estrato arcilloso	Natural	1.831	3.0
	+ 1% de polímero adhesivo natural	1.825	3.3
Suelo de estrato arenoso	Natural	1.926	1.0
	+ 1% de polímero adhesivo natural	1.915	14.5

4. Se demuestra parcialmente la sub hipótesis que indica: “que la capacidad de soporte y la densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 2% son superiores frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco”, debido a los valores obtenidos de los ensayos, la capacidad de soporte del suelo adicionado con 2% de polímero adhesivo natural son mayores a los del suelo natural, pero las densidades máximas son menores que las densidades patrón.

Tabla 3: Datos de suelo natural y suelo + 1% de polímero adhesivo natural.

		Máxima Densidad seca (gr/cm³)	CBR al 95% de la M.D.S.
Suelo de estrato arcilloso	Natural	1.831	3.0
	+ 2% de polímero adhesivo natural	1.822	4.1
Suelo de estrato arenoso	Natural	1.926	1.0
	+ 2% de polímero adhesivo natural	1.912	16.0

5. Se demuestra parcialmente la sub hipótesis que indica: “que la capacidad de soporte y la densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 3% son superiores frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco”, debido a los resultados obtenidos los valores de la capacidad de soporte del suelo adicionado con 3% de polímero adhesivo natural son mayores a los del suelo natural, pero las densidades máximas son menores que las densidades patrón.

Tabla 4: Datos de suelo natural y suelo + 1% de polímero adhesivo natural.

		Máxima Densidad seca (gr/cm³)	CBR al 95% de la M.D.S.
Suelo de estrato arcilloso	Natural	1.831	3.0
	+ 3% de polímero adhesivo natural	1.812	2.9
Suelo de estrato arenoso	Natural	1.926	1.0
	+ 3% de polímero adhesivo natural	1.914	5.9

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.

CENEPO GONZALES ALCIDES, (2016), mediante un trabajo de suficiencia profesional titulada “EFECTO DE LA SAVIA DE LA SÁBILA COMO ESTABILIZANTE NATURAL EN CAPAS DE RODADURA GRANULAR EN EL MALECÓN HUERTAS - AMBO; 2016” en la Universidad de Huánuco, tuvo como objetivo general : Determinar el efecto de la savia de la sábila como estabilizante natural en capas de rodadura granular en el Malecón Huertas - Ambo; 2016. Y como objetivos específicos:

1. Emplear la savia de la sábila como estabilizante natural en capas de rodadura granular en el Malecón Huertas - Ambo; 2016.
2. Evaluar el efecto de la savia de la sábila en capas de rodadura granular en el Malecón Huertas - Ambo; 2016.

Luego de haber realizado el estudio de las características físicas de las muestras de suelo, el estudio de densidad máxima y posteriormente la comparación mediante los ensayos de compresión (CBR) llegamos a las siguientes conclusiones:

1. El empleo de la savia de sábila en capas de rodadura granular va a obtener estabilización al mejorar la estabilidad volumétrica, aumentar la máxima densidad seca y la capacidad de soporte.

2. Se realizaron varios ensayos con porcentajes de savia y agua incluso se realizó solo usando la savia para verificar si a la capacidad de soporte del suelo llegaba a disminuir pero se encontró que el CBR aumenta de acuerdo a la cantidad de savia empleada. El porcentaje óptimo encontrado es el 50% de savia y 50% de agua al elevar considerablemente la capacidad de soporte CBR.
3. La cantidad de agua necesaria para alcanzar la Máxima Densidad Seca del suelo se reduce de un 7.30% a un 7.10% y este último valor es el que se usa la relación antes mencionada de 50% de savia - 50% agua.
4. La capacidad de soporte de suelo del grupo control con respecto a la estabilización de porcentaje 50%-50% aumenta un 138.46%.
5. Si bien se han apreciado resultados positivos en todos los ensayos realizados, es poco rentable y también provocaría un impacto ambiental negativo debido a las grandes cantidades que se necesitaría al igual que el tiempo y el costo generado.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Suelo

(Lambe y Whitman) conceptualiza al suelo como:

El material de construcción más abundante del mundo y en muchas zonas constituye, de hecho, el único material disponible localmente.

Cuando el ingeniero emplea el suelo como material de construcción debe seleccionar el tipo adecuado de suelo, así como el método de colocación y, luego, controlar su colocación en la obra (p. 19).

Uno de los usos más comunes y extendidos del suelo como material de construcción es en carreteras y aeropuertos. Sirve de base para cualquier tipo de pavimento.

2.2.1.1. Subrasante

MTC (2013), La Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (p.17).

Es el suelo de fundación (suelo natural libre de vegetación y compactado) en el que se apoya todo el paquete estructural. Este material puede ser tanto granular como afirmado, empedrados u otras carpetas granulares, seleccionados o cribados, producto de cortes y extracciones de canteras. (Ravines Merino, 2010).

Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un $\text{CBR} < 6\%$ (subrasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

La subrasante tiene una gran influencia en la construcción del pavimento y en la eficiencia del mismo, así las subrasantes inestables presentan problemas relativos a la colocación y compactación de los materiales de la base y sub-base y no dan el soporte adecuado para las subsiguientes operaciones de pavimentación, los problemas que se presentan no serán observados sino hasta después de la culminación de la construcción, cuanto la estructura entre en funcionamiento y deba soportar las cargas del tránsito. (Ravines Merino, 2010).

Los esfuerzos, desplazamientos y agrietamientos son influidas en gran porcentaje por ésta capa, un gran porcentaje de las deflexiones que se producen en la superficie de un pavimento se le puede atribuir a las

subrasantes, por este motivo se debe asegurar una buena caracterización de la subrasante.

Entre las propiedades requeridas para estos suelos tenemos:

- Resistencia
- Drenaje
- Fácil compactación
- Conservación de la compactación
- Estabilidad volumétrica

Esta capa está expuesta a las condiciones ambientales por lo que debe cumplir requisitos de calidad indispensables para contrarrestar los efectos que por su condición se pueden originar: (Ravines Merino, 2010).

Tabla 5: Requisitos de calidad de material para subrasante.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Índice de plasticidad; % máximo	> 7
Valor soporte de California (CBR); % mínimo	≥ 6
Expansión máxima; %	3

Fuente: Manual de Carreteras.

Se considerará aptos aquellos suelos que presenten un CBR mayor o igual a 6%, de ser los resultados menores a éste se procederá al desecho de dicho material y a su posterior reemplazo si es material propio y/o en todo caso a su estabilización, pues como demostraremos resulta más económico. (Ravines Merino, 2010).

Tabla 6: Categorías de subrasante .

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
s_0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
s_1 :Subrasante Pobre	De CBR $\geq 3\%$ a CBR <6%
s_2 Subrasante Regular	De CBR $\geq 6\%$ a CBR <10%
s_3 Subrasante Buena	De CBR $\geq 10\%$ a CBR < 20%
s_4 Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq 20\%$ a CBR < 30%
s_5 Subrasante Excelente	De CBR $\geq 30\%$

Fuente: Manual de Carreteras.

Se consideraran como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocara un material granular con CBR > 6% para su estabilización.

2.2.1.2. Estabilización

MTC (2013), La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en suelo de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos (p.68).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013)

El principal fin de la estabilización es aumentar la resistencia mecánica, haciendo que el suelo presente mayor trabazón entre partículas y asegurado que las condiciones de humedad del suelo varíen dentro de los rangos adecuados.

Con esto se logran 3 objetivos importantes: adecuada estabilidad ante las cargas, durabilidad de la capa y una variación volumétrica mínima. (Unidad de Investigación de la Universidad de Costa Rica, 2008)

Cuando se presenta un suelo que no reúne las características mecánicas necesarias para trabajar directamente con él, se tendrá tres posibilidades:

- Utilizar el material como de bajo aporte.
- Sustituir el material.
- Modificar sus propiedades (estabilizar).

La estabilización se define como un proceso de mejorar el comportamiento del suelo (propiedades mecánicas) mediante la reducción de sus susceptibilidades a la influencia del agua y a las condiciones del tránsito, cambiando considerablemente las características del mismo, produciendo un aumento en su resistencia y estabilidad a largo plazo; es decir durabilidad.

Por ejemplo; para suelos arcillosos de características plásticas que tienden a sufrir cambios volumétricos debido a cambios de humedad y con baja capacidad de soporte el objetivo principal será una reducción en su índice de plasticidad; ya que un IP demasiado alto significará un alto valor de expansión y/o su opuesta contracción, a la vez una baja capacidad para soportar cargas. (Ravines Merino, 2010)

2.2.1.2.1. Casos que justifican una estabilización:

- Suelo de subrasante desfavorable o muy arenoso o muy arcilloso.
- Material de la subrasante en el límite de las especificaciones.
- Condiciones de humedad.

- Cuando se necesite una subrasante de calidad superior, como lo indica en la Sección 301 de las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG – 2013).

2.2.1.2.2. Tipos de estabilización de suelos

En la actualidad se emplean los siguientes métodos (Ravines Merino, 2010):

- Estabilización mecánica (compactación).
- Estabilización por medios eléctricos.
- Estabilización por calor y calcinación.
- Estabilización por drenaje.

a) Estabilización mecánica

Menéndez Acurio (2012) afirma que la estabilización mecánica consiste en mejorar las propiedades del suelo por densificación o por mejora de sus características granulométricas mediante la mezcla con otro material. En el Perú es el método de estabilización más difundido porque se puede aplicar con el equipo mecánico convencional que suele estar disponible como motoniveladora, rodillo compactador y tractor.

La adecuada construcción de una capa de pavimento con un material obtenido por estabilización granular depende fundamentalmente en la adecuada colocación de los diversos materiales sobre la vía para que al mezclarlos en vía, la mezcla se haga en las proporciones previamente calculadas y el producto obtenido tenga la gradación exigida. Una vez se haga la mezcla en seco, se incorpora la cantidad de agua necesaria, se hace la mezcla húmeda y se compacta y termina como cualquier base o subbase granular (p. 19).

Se define como un método de mejoramiento de las propiedades de los suelos a partir de ejercer una acción mecánica de corta duración de manera repetitiva sobre una masa de suelo parcialmente saturado, para ésta acción se utilizan equipos llamados compactadores, los cuales tienen como fin lograr aumentar la resistencia al corte. (Ravines Merino, 2010).

Al compactar un suelo se obtiene:

- Mayor densidad, por lo que tendremos una mejor distribución de fuerzas que actúan sobre el suelo.
- Mayor estabilidad, pues al no compactar un suelo se tendrán asentamientos desiguales por lo tanto inestabilidad de la estructura.
- Disminución de la contracción del suelo, al existir espacios vacíos, provocando en suelos arcillosos la contracción y dilatación del suelo y por último ocasionará una disminución de los asentamientos.

Para asegurar una buena compactación deben realizarse pruebas de terreno, para definir qué equipo será el mejor para el tipo de material, el espesor de capas, el número de pasadas para cumplir con todas las especificaciones técnicas de densidad seca. (Ravines Merino, 2010)

Los factores que intervienen en el proceso de compactación de los suelos son:

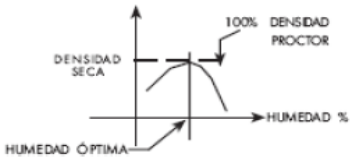
- Las características físicas de los suelos.
- El equipo de compactación.
- La forma de empleo del equipo seleccionado para un tipo de suelo en particular.

Entre los procedimientos de estabilización mecánica tenemos:

- **Amasado:** Se suele usar rodillos de pata de cabra, se utilizan para suelos finos cohesivos.
- **Impactos de carga:** Se utilizan pisones los cuales combinan el impacto, la vibración y el mezclado; son perfectas para áreas confinadas y se utilizan para compactar suelos finos.
- **Presión estática:** Con rodillos lisos y neumáticos que combinan utilizan la acción de amasado con el peso estático.
- **Vibración:** Se usan los rodillos vibratorios para ayudar al reacomodo de las partículas.
- **Métodos mixtos:** Es la combinación de los anteriores procedimientos.

Para efectos de la compactación, los suelos se dividen en dos grupos, suelos granulares y suelos finos. En la siguiente tabla se muestra las características entre cada tipo de suelo y el método de compactación recomendado para cada uno.

Tabla 7: Tipo de suelo con su respectivo método de compactación.

Tipo de suelos	Características	Compactación
Suelo granular	Suelo formado por gravas y arenas limpias o con pocos finos (menor a 5%)	Se compactan totalmente secos o con abundante agua.
Suelo fino	Suelo gravosos o arenosa con más de un 12% de finos, o bien, suelo netamente fino.	Se compactan con humedad. La humedad óptima se determina con el ensayo Proctor.
		

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Las especificaciones para la compactación en terreno exigen la obtención de una densidad mínima, que es un mínimo porcentaje de la densidad máxima que se obtiene en laboratorio. Es muy común exigir por lo menos el 95% del Próctor Modificado.

b) Estabilización por sustitución de suelos

Menéndez (2012), explica que esta alternativa a una cierta profundidad del suelo de fundación es retirada y remplazada por material de préstamo. La determinación de la profundidad de remplazo ha sido detallada en el capítulo de suelo de fundación. Este tipo de tratamiento es común en aquellos lugares donde se dispone de material de préstamo en zonas aledañas al lugar o cuando el tipo de suelo presenta condiciones que dificultan su estabilización mediante otros medios (turba, pantano, etc.)

La incorporación previa de cal puede ser ventajosa en el tratamiento de suelos plásticos (arcillas pesadas) con cemento. La cal reduce y por consiguiente el mezclado con el cemento portland, así como reduce las cantidades de este material (p.19)

c) Estabilización por calcinación o tratamiento térmico

Es de tipo térmico, se realiza a temperaturas elevadas, superiores a los 400°C que calcinan el suelo. Esta técnica consiste en pasar gases a temperaturas cercanas a 1000°C por ductos o vacíos dentro del suelo, la distribución de la temperatura depende de la porosidad del suelo y la temperatura de los gases inyectados. (Alva Hurtado, Ugaz Palomino, & Tupia Córdova, 2000)

A temperaturas tan altas ocurren cambios irreversibles en la estructura cristalina de los minerales de arcilla. Estas alteraciones se ven reflejadas en las propiedades físicas que obviamente sufrirán modificaciones sustanciales como el índice plástico, el cual tiende a disminuir de manera notoria; la capacidad de absorción del agua también varía al igual que la expansividad y la compresibilidad las cuales disminuirán. (Ravines Merino, 2010)

Este tipo de estabilización no es económica para suelos saturados.

d) Estabilización con geosintéticos

A diferencia de los suelos, los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y una mejora significativa en el rendimiento y construcción de pavimentos.

Las funciones de separación y filtro de los geotextiles y la función de refuerzo de las geomallas, se pueden combinar para proporcionar una estabilización mecánica de los suelos de sub rasante inadecuada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

e) Estabilización por drenaje

Consiste en un drenaje superficial y desagüe subterráneo. Se colocan sistemas de canalizaciones y tubos subterráneos que captan el agua y la sacan de la zona en que se sitúa la estructura; de tal manera que se pueda canalizar el agua proveniente de cualquier dirección a través de éstos canales y cunetas; alejándola de la zona de la obra. El fin es evitar impactos negativos de las aguas sobre la estabilidad, durabilidad y transitabilidad de la carretera. (Ravines Merino, 2010).

Estabilización de suelos con cal: El uso de la cal en la estabilización de suelos es para mejorar las características naturales del suelo de modo que aumente su capacidad para resistir los efectos inducidos por el tránsito (esfuerzo de corte) y los cambios volumétricos en diferentes condiciones de clima. La incorporación de cal mejora en muchos casos las características plásticas de los suelos, haciéndolos más friables y por sobre todo, aumentando considerablemente el valor soporte, acción que se ha demostrado continua en función del tiempo. (Menéndez Acurio, 2012)

Se le aplica a suelos arcillosos buscando reducir su plasticidad. Logra mejorar gradualmente la resistencia del suelo de un modo significativo pues baja el potencial cambio de volumen de estos suelos producidos por las variaciones de humedad, así reduce el índice de plasticidad. Para considerar el uso de la cal como estabilizador el IP del suelo deberá ser mayor a 10.

Existen diferentes tratamientos que se le puede dar al suelo dependiendo de que tanto queramos mejorar las propiedades, así: una mínima cantidad de cal se utiliza para secar y modificar temporalmente los suelos; con éste tratamiento se obtiene como resultado una plataforma de trabajo para la construcción de caminos temporales.

Cuando queremos un tratamiento mucho más duradero, podemos recurrir a la estabilización permanente con cal, obteniendo como resultado una mejora estructural permanente del suelo. Podemos utilizar la cal en tres “tipos” distintos: cal viva, cal hidratada (se obtiene cuando la cal viva reacciona químicamente con el agua) o una lechada de cal (es la suspensión de cal hidratada en agua, que puede elaborarse a partir de cal hidratada o cal viva). La cal hidratada es la que reacciona con las partículas arcillosas y las transforma permanentemente en una fuerte matriz cementante. (Ravines Merino, 2010)

Los suelos tratados con cal y sujetos a períodos de congelamiento y descongelamiento pueden presentar inconvenientes y problemas de durabilidad.

Los suelos que comúnmente se suelen estabilizar usando cal son los suelos clasificados como: CH, CL, MH, SM, SC, GC, con un índice de plasticidad mayor de 19 y con un porcentaje del 25% de finos que pasan la malla N° 200.

f) Estabilización química de los suelos empleando nuevas tecnologías

Para esta nueva tecnología tenemos tres tipos distintos de estabilización. Si leemos con detenimiento los tres se centran en la capacidad de intercambio de las partículas de los elementos. (Di Rado R., Fabre E., & Miño, 2000)

- **Estabilización iónica**

Aplicada a suelos finos. El principio básico es un fuerte intercambio iónico entre el agente estabilizador con las partículas de arcilla mineral, de esta forma se desplaza el agua de adsorción ocupando el espacio iónico vacante, así se bloquea la capacidad de adsorción de agua de las partículas activas del suelo responsables del hinchamiento y la pérdida de su capacidad soporte. Las partículas libres de las cargas electrostáticas que las mantenían separadas y del agua que las rodeaba se acercan y aglomeran pudiendo aumentar la capacidad de carga por fricción entre partículas y lograr una mayor densidad por compactación. (Ravines Merino, 2010)

El resultado final óptimo debería consistir en una estabilización más permanente.

- **Estabilización con enzimas orgánicas**

Las enzimas son moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas hasta hacerlas instantáneas o casi instantáneas, son catalizadores altamente específicos. La especificidad de las enzimas es tan marcada que en general actúan exclusivamente sobre sustancias que tienen una configuración precisa. (Ravines Merino, 2010)

Como son moléculas estrictamente proteicas, éstas también sufren desnaturalización, no dializan y también pueden sufrir saturación. La desnaturalización de las enzimas es un cambio estructural en las proteínas donde pierden su estructura tridimensional o conformación química, de esta forma pierden a su vez su óptimo funcionamiento y a veces cambian sus propiedades físico- químicas; por ejemplo cuando las enzimas están desnaturalizadas pierden su actividad catalítica, pues los sustratos no pueden unirse al centro activo y porque los residuos de los aminoácidos implicados en la estabilización de los sustratos no están posicionados para hacerlo. La desnaturalización surge cuando la proteína es alterada por algún factor, sea éste físico o químico. Entre los factores físicos está el calor y factores químicos como el pH, los disolventes orgánicos y la fuerza iónica. (Ravines Merino, 2010)

g) Estabilización con polímeros

Los polímeros son macromoléculas (resultado de la unión de un gran número de moléculas pequeñas de un mismo tipo o de diferentes tipos), generalmente orgánicas llamados monómeros; pueden estar formadas por más de un tipo de monómero, éstas se denominan homopolímeros o estar formadas por más de un tipo de monómeros denominándose copolímeros. Las maneras de unión de las unidades estructurales de los polímeros tanto naturales como artificiales pueden ser en varias direcciones, así se pueden obtener polímeros lineales o en más de una dirección dando lugar a los polímeros reticulares tridimensionales. (Ravines Merino, 2010)

Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. Los polímeros en general, tienen una muy buena resistencia mecánica, esto debido a sus grandes cadenas poliméricas que atraen; estas fuerzas de atracción intermolecular dependen de la composición química del polímero, las más comunes son las fuerzas de Van der Waals. Esto se traduce en una muy alta resistencia a la tracción, al impacto y a la fatiga. (Choque Godoy, 2006)

Generalmente los polímeros a utilizar en las distintas industrias son los polímeros sintéticos, que son aquellos creados por el hombre. El uso de éstos en las carreteras tiene como fin de aumentar la estabilidad de los agregados y reducir la dispersión de las arcillas.

Muchos plásticos, cauchos y materiales fibrosos son polímeros sintéticos. Las técnicas de estabilización no están muy estudiadas aún si bien en el mercado ya se encuentran muy pocos productos a base de polímeros. La estabilización con estos productos tiene el mismo fin que otras técnicas de estabilización: estabilizar e impermeabilizar el suelo para que sean aptos para su uso vial.

Los polímeros actúan como agentes catalíticos de intercambio iónico sobre la fracción activa de las arcillas reduciendo el potencial electrostático de las partículas, quitándoles la capacidad para absorber agua. Con el objetivo que al final el suelo tenga una mayor capacidad de carga y una estabilización permanente.

Los polímeros se usan generalmente en carpetas asfálticas, para darles una mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil. (Ravines Merino, 2010)

2.3 Resistencia

Para mejorar esta propiedad se suele usar la estabilización mecánica (compactación). Algunas formas de estabilización más usadas para lograr una mayor resistencia son:

- Compactación
- Precarga
- Drenaje
- Estabilización mecánica con mezclas de otros suelos
- Estabilización química con cemento, cal u otros aditivos.

La falta de resistencia ocurre sobretodo en suelos orgánicos, ya que la presencia de material orgánico no permite la buena estabilización de estos suelos. (Ravines Merino, 2010)

2.4 Permeabilidad

Es la capacidad que tiene un medio de transmitir agua (u otra sustancia); el medio es permeable cuando éste deja pasar a través de él una cantidad significativa de fluido, y es impermeable si la cantidad de fluido es despreciable. El suelo se puede definir como permeable pues presenta poros; en este caso son los espacios vacíos que le permiten absorber el agua; a su vez estos espacios vacíos están interconectados de tal forma que dispone de caminos por los que el agua puede pasar fácilmente; si no ocurre esto, es decir, la cantidad de espacios vacíos es mínima; entonces el suelo será impermeable. (Ravines Merino, 2010)

Si la presión de poros es elevada provocará deslizamientos y el flujo de agua a través del suelo puede provocar el arrastre de las partículas sólidas originando tubificación.

El tamaño de los poros tiene gran importancia con respecto a la cantidad de agua que se mueve hacia dentro del suelo (filtración), y al movimiento a través del agua (percolación).

La permeabilidad también se ve afectada por la textura y la estructura del suelo; las que a su vez dependerán del número y del tamaño de los poros del suelo.

Según la textura, mientras el suelo sea más fino (textura más fina) más lenta será su permeabilidad; como vemos en la siguiente tabla:

Tabla 9: Permeabilidad según la textura del suelo según textura.

Suelo	Textura	Permeabilidad
Suelos arcillosos	Fina	De muy lenta a muy rápida
Suelos limosos	Moderadamente fina	
	Moderadamente gruesa	
Suelos arenosos	Gruesa	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 10: Permeabilidad según la textura del suelo según estructura.

Tipo de estructura		Permeabilidad
Laminar	- Gran traslapo	De muy lenta a muy rápida
	- Ligeró traslapo	
En bloque		
Prismática		
Granular		

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.5 Compresibilidad

Es el grado en que la masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga. Esta propiedad afecta a otras como la permeabilidad; también altera la magnitud y el sentido de las fuerzas interpartículas; modificando la resistencia del suelo al esfuerzo cortante o pudiendo provocar deslizamientos.

Si hablamos de los suelos de textura gruesa (gravas y arenas); la compresibilidad será mínima, pues sus partículas están en contacto. Nos centraremos en los suelos de grano fino, las arcillas y limos; si se comprime una masa húmeda de estos suelos, se produce una reducción en su volumen, pues gran parte de la humedad y el aire presentes se eliminarán; la compresibilidad llega al máximo mientras mayor cantidad de materia orgánica esté presente. La compresibilidad es aproximadamente proporcional al índice de plasticidad; mientras mayor es el índice plástico mayor es la compresibilidad del suelo. (Ravines Merino, 2010)

2.6 Durabilidad

Esta propiedad se relaciona con la resistencia al intemperismo, erosión o a la abrasión del tránsito; generalmente se asocia a los suelos cercanos a la superficie de rodamiento. Una de las maneras de mejorarla es la adición de químicos; dependiendo del tipo de suelo. (Ravines Merino, 2010)

2.2.2 Propiedades físicas del suelo

Arpize Narro (2016), El suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos (agua) y gaseosos (aire). La adecuada relación entre estos componentes determina la capacidad de hacer crecer las plantas y la disponibilidad de suficientes nutrientes para ellas. La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva (p21).

a. Textura

La textura de un suelo es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas.

Para el estudio de la textura del suelo, éste se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye cerca del 50 % del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente. La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales determina la textura de un determinado suelo. La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo.

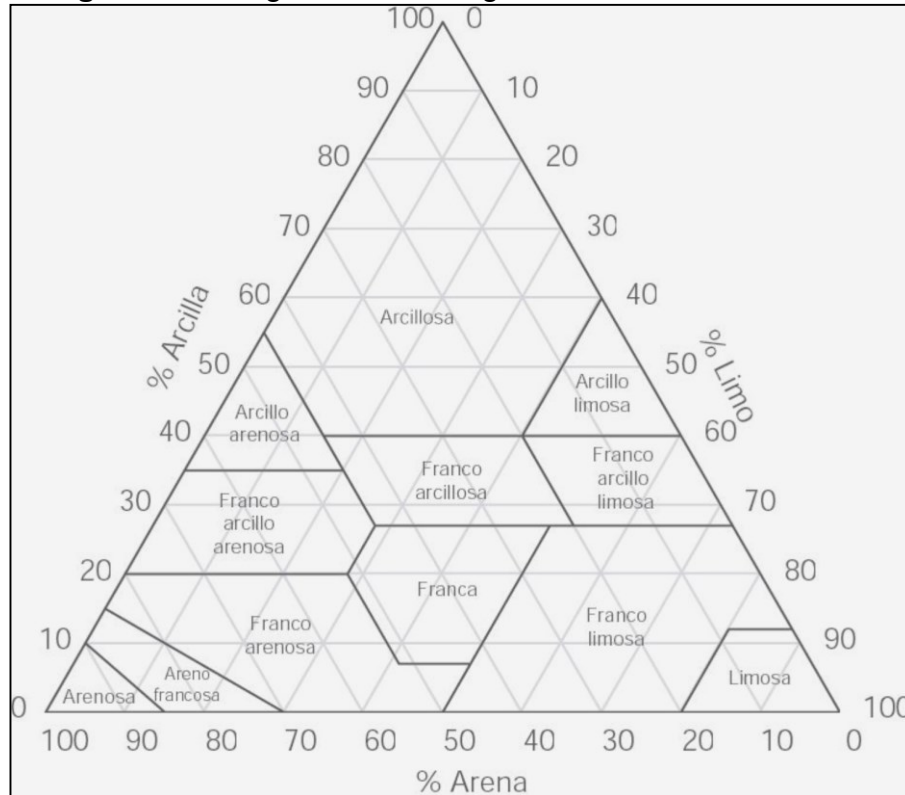
El procedimiento analítico mediante el que se separan las partículas de una muestra de suelo se le llama análisis mecánico o granulométrico y consiste en determinar la distribución de los tamaños de las partículas. Este análisis proporciona datos de la clasificación, morfología y génesis del suelo, así como, de las propiedades físicas del suelo como la permeabilidad, retención del agua, plasticidad, aireación, capacidad de cambio de bases, etc.

Todos los suelos constan de una mezcla de partículas o agrupaciones de partículas de tamaños similares por lo que se usa su clasificación con base en los límites de diámetro en milímetros.

Tabla 11: Clasificación de las partículas del suelo según el United States Department of Agriculture.

NOMBRE DE LA PARTÍCULA LÍMITE DEL DIÁMETRO EN MILÍMETROS	TAMAÑO
Arena	0.05 a 2.0
Muy gruesa	1.0 a 2.0
Gruesa	0.5 a 1.0
Mediana	0.25 a 0.5
Fina	0.10 a 0.25
Muy fina	0.05 a 0.10
Limo	0.002 a 0.05
Arcilla	menor de 0.002

Figura 1: Triángulo textural según clasificación del USDA.



Clases de texturas

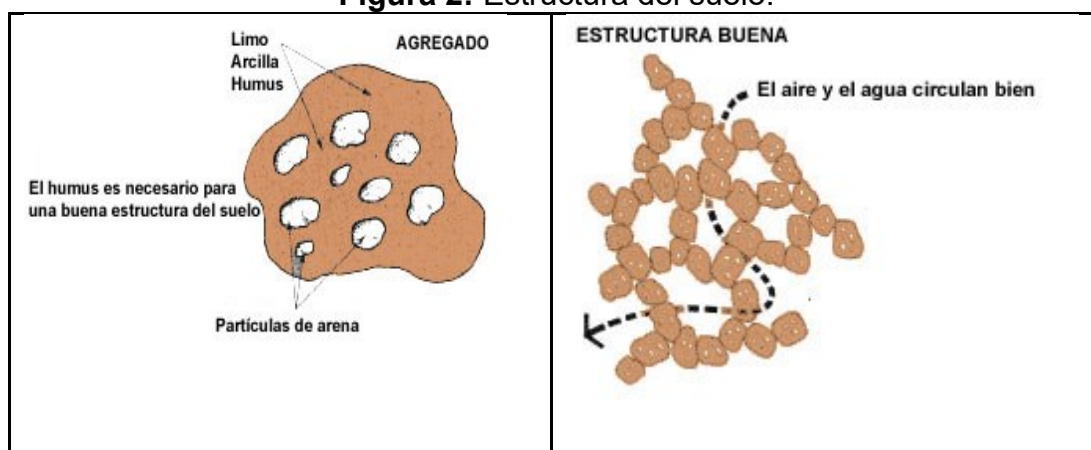
Los nombres de las clases de textura se utilizan para identificar grupos de suelos con mezclas parecidas de partículas minerales. Los suelos minerales pueden agruparse de manera general en tres clases texturales que son: las arenas, las margas y las arcillas, y se utiliza una combinación de estos nombres para indicar los grados intermedios. Por ejemplo, los suelos arenosos contienen un 70 % o más de partículas de arena, los arenomargosos contiene de 15 a 30 % de limo y arcilla. Los suelos arcillosos contienen más del 40 % de partículas de arcilla y pueden contener hasta 45 % de arena y hasta 40 % de limo, y se clasifican como arcillo-arenosos o arcillo-limosos. Los suelos que contienen suficiente material coloidal para clasificarse como arcillosos, son por lo general compactos cuando están secos y pegajosos y plásticos cuando están húmedos. Las texturas margas constan de diversos grupos de partículas de arena, limo y arcilla y varían desde margo-arenoso hasta los margo-arcillosos. Sin embargo, aparentan tener proporciones aproximadamente iguales de cada fracción.

b. Estructura

La estructura es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos).

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.

Figura 2: Estructura del suelo.



Grados de estructura del suelo

El grado de estructura es la intensidad de agregación y expresa la diferencia entre la cohesión dentro de los agregados y la adhesividad entre ellos. Debido a que estas propiedades varían según el contenido de humedad del suelo, el grado de estructura debe determinarse cuando el suelo no esté exageradamente húmedo o seco. Existen cuatro grados fundamentales de estructura que se califican entre 0 y 3, de la manera siguiente:

- Sin estructura: condición en la que no existen agregados visibles o bien no hay un ordenamiento natural de líneas de debilidad, tales como:
 - Estructura de aglomerado (coherente) donde todo el horizonte del suelo aparece cementado en una gran masa;

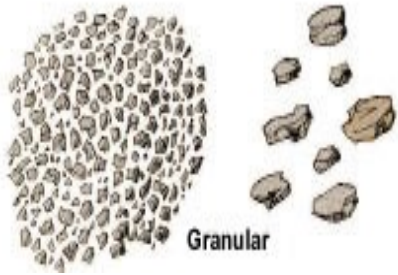
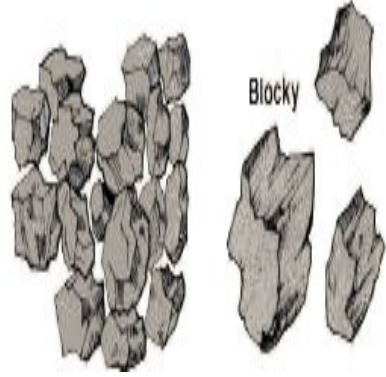
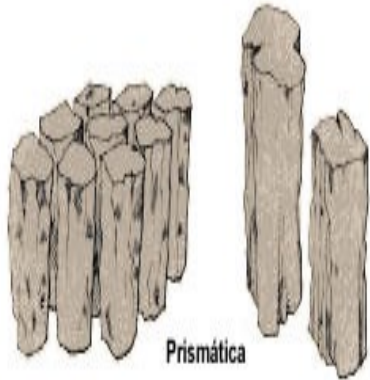
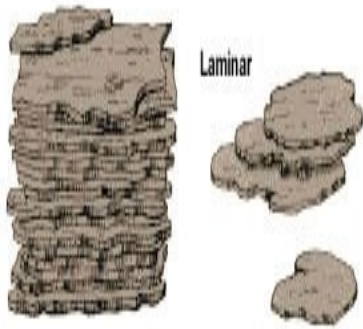
- Estructura de grano simple (sin coherencia) donde las partículas individuales del suelo no muestran tendencia a agruparse, como la arena pura;
- Estructura débil: está deficientemente formada por agregados indistintos apenas visibles. Cuando se extrae del perfil, los materiales se rompen dando lugar a una mezcla de escasos agregados intactos, muchos quebrados y mucho material no agregado;
- Estructura moderada: se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados de duración moderada, y evidentes aunque indistintos en suelos no alterados. Cuando se extrae del perfil, el material edáfico se rompe en una mezcla de varios agregados enteros distintos, algunos rotos y poco material no agregado;
- Estructura fuerte: se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados que son duraderos y evidentes en suelos no alterados. Cuando se extrae del perfil, el material edáfico está integrado principalmente por agregados enteros e incluye algunos quebrados y poco o ningún material no agregado.

Clases y tipos de estructura del suelo

La clase de estructura describe el tamaño medio de los agregados individuales. En relación con el tipo de estructura de suelo de donde proceden los agregados, se pueden reconocer, en general, cinco clases distintas que son las siguientes:

- Muy fina o muy delgada
- Fina o delgada
- Mediana
- Gruesa o espesa
- Muy gruesa o muy espesa

El tipo de estructura describe la forma o configuración de los agregados individuales. Aunque generalmente los técnicos en suelos reconocen siete tipos de estructuras del suelo, sólo usaremos cuatro tipos. Estos se clasifican del 1 al 4, de la forma siguiente:

<p>1 Estructuras granulares y migajosas: son partículas individuales de arena, limo y arcilla agrupadas en granos pequeños casi esféricos. El agua circula muy fácilmente a través de esos suelos. Por lo general, se encuentran en el horizonte A de los perfiles de suelos</p>	
<p>2 Estructuras en bloques o bloques subangulares: son partículas de suelo que se agrupan en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos pronunciados. Los bloques relativamente grandes indican que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua. Suelen encontrarse en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla;</p>	
<p>3 Estructuras prismáticas y columnares: son partículas de suelo que han formado columnas o pilares verticales separados por fisuras verticales diminutas, pero definidas. El agua circula con mayor dificultad y el drenaje es deficiente. Normalmente se encuentran en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla;</p>	
<p>4 Estructura laminar: se compone de partículas de suelo agregadas en láminas o capas finas que se acumulan horizontalmente una sobre otra. A menudo las láminas se traslapan, lo que dificulta notablemente la circulación del agua. Esta estructura se encuentra casi siempre en los suelos boscosos, en parte del horizonte A y en los suelos formados por capas de arcilla.</p>	

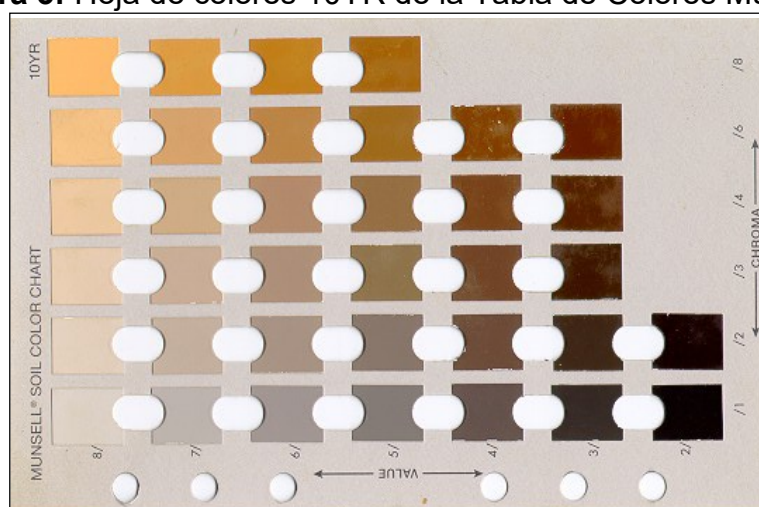
c. Color

El color del suelo depende de sus componentes y puede usarse como una medida indirecta de ciertas propiedades. El color varía con el contenido de humedad. El color rojo indica contenido de óxidos de hierro y manganeso; el amarillo indica óxidos de hierro hidratado; el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín; y el negro y marrón indican materia orgánica. Cuanto más negro es un suelo, más productivo será, por los beneficios de la materia orgánica.

El color del suelo puede proporcionar información clave sobre otras propiedades del medio edáfico. Por ejemplo, suelos de colores grisáceos y con presencia de “moteados o manchas” son síntomas de malas condiciones de aireación. Horizontes superficiales de colores oscuros tenderán a absorber mayor radiación y por consiguiente a tener mayores temperaturas que suelos de colores claros. La medición del color del suelo se realiza con un sistema estandarizado basado en la “Tabla de Colores Munsell”. En esta tabla se miden los tres componentes del color:

- Tono (hue) (En suelos es generalmente rojizo o amarillento), es uno de los más utilizados en suelos.
- Intensidad o brillantez (chroma)
- Valor de luminosidad (value)

Figura 3: Hoja de colores 10YR de la Tabla de Colores Munsell.



2.2.3 Propiedades mecánicas del suelo

a. Porosidad

Como consecuencia de la textura y estructura del suelo tenemos su porosidad, es decir su sistema de espacios vacíos o poros.

Los poros en el suelo se distinguen en: macroscópicos y microscópicos.

Los primeros son de notables dimensiones, y están generalmente llenos de aire, en efecto, el agua los atraviesa rápidamente, impulsada por la fuerza de la gravedad. Los segundos en cambio están ocupados en gran parte por agua retenida por las fuerzas capilares.

Los terrenos arenosos son ricos en macro poros, permitiendo un rápido pasaje del agua, pero tienen una muy baja capacidad de retener el agua, mientras que los suelos arcillosos son ricos en micro poros, y pueden manifestar una escasa aeración, pero tienen una elevada capacidad de retención del agua.

La porosidad puede ser expresada con la relación

Donde:

V_e = volumen de espacios vacíos, comprendiendo los que están ocupados por gases o líquidos;

V = volumen total de la muestra, comprendiendo sólidos, líquidos y gases.

La porosidad puede ser determinada por la fórmula:

Donde:

P = porosidad en porcentaje del volumen total de la muestra;

S = densidad real del suelo;

S_a = densidad aparente del suelo.

En líneas generales la porosidad varía dentro de los siguientes límites:

Suelos ligeros: 30 – 45 %

Suelos medios: 45 – 55 %

Suelos pesados: 50 – 65 %

Suelos turbosos: 75 – 90 %

b. Consistencia

La consistencia: es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto.

Dichas fuerzas dependen del contenido de humedades por esta razón que la consistencia se debe expresar en términos de seco, húmedo y mojado.

Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada.- Las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión.

Cohesión: Esta fuerza es debida a atracción molecular en razón, a que las partículas de arcilla presentan carga superficial, por una parte y la atracción de masas por las fuerzas de Van der Waals, o por otra (Gavande, 1976)... Además de estas fuerzas, otros factores tales como compuestos orgánicos, carbonatos de calcio y óxidos de hierro y aluminio, son agentes que integran el mantenimiento conjunto de las partículas.

La cohesión, entonces es la atracción entre partículas de la misma naturaleza.

Adhesión: Se debe a la tensión superficial que se presenta entre las partículas de suelo y las moléculas de agua. Sin embargo, cuando el contenido de agua aumenta, excesivamente, la adhesión tiende a disminuir. El efecto de la adhesión es mantener unidas las partículas por lo cual depende de la proporción Agua/Aire.

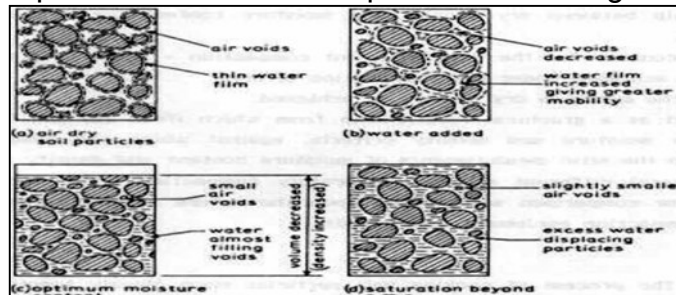
De acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede afirmar que la consistencia del suelo posee dos puntos máximos; uno cuando está en estado seco debido a cohesión y otro cuando húmedo que depende de la adhesión.

Limite Plástico: Se puede llamar una tira cilíndrica cuya finalidad es hacer una pasta de suelo con agua luego es amasada hasta crear o formar un cilindro de 10cm x 0.5cm el grosor.

c. Compactación

Es el proceso de empaquetamiento de las partículas de suelo más cercanamente posible por medio mecánico aumentando la densidad seca. Se reduce la relación de vacíos. Poca o no reducción del contenido de agua. Los vacíos no pueden eliminarse por compactación, por control de ellos se reducen al mínimo.

Figura 4: Representación de la compactación de los granos de suelo.



A bajo contenido de agua el grano de suelo es rodeado por una delgada película de agua.

El agua adicional permite juntar los granos más fácilmente.

El aire es desplazado y la densidad seca es incrementada.

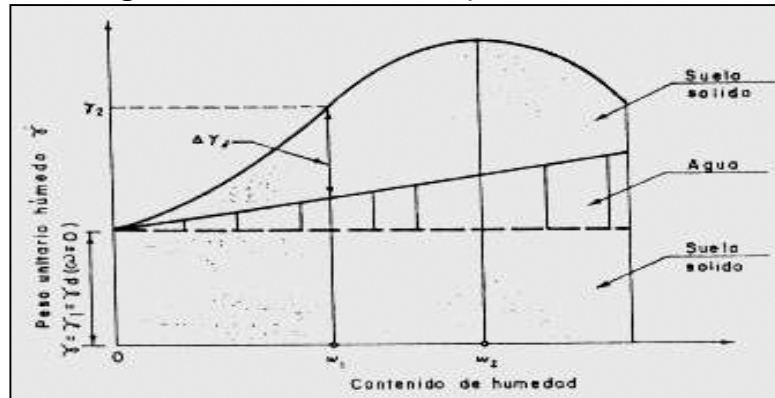
La adición de agua permite expulsar el aire durante la compactación.

Los granos de suelo se muestran lo más cercanos posibles hasta cierto punto y de ahí aumenta la cohesión.

Cuando la cantidad de agua excede lo requerido, el exceso de agua empuja los granos de suelo hacia fuera y la densidad adquirida disminuye.

A mayor contenido de humedad, el aire es desplazado por la compactación y la densidad continúa disminuyendo.

Figura 5: Curva de la compactación del suelo.



Principio de compactación.

Para realizar la compactación se realizan pruebas estándar de laboratorio usadas para evaluar los pesos específicos secos máximos y los contenidos óptimos de agua para varios suelos son:

- Prueba Próctor estándar (ASTM D-698)
- Prueba Próctor modificada (ASTM D-1557)

El suelo se compacta en un molde en varias capas por medio de un pisón. El contenido de agua, w , del suelo se cambia y se determina el peso específico seco, γ_d , de compactación en cada prueba. El peso específico seco máximo de compactación y el correspondiente contenido óptimo de agua se determinan graficando γ_d versus w (%). Las especificaciones estándar para los dos tipos de prueba Próctor se dan en las siguientes:

d. Permeabilidad

La permeabilidad de un suelo es la facilidad con que el agua fluye a través de sus poros, es la resistencia que opone a la filtración. Es la velocidad con que el agua puede penetrar y escurrir en una determinada masa de suelo. En los líquidos existen dos tipos de flujo: laminar y turbulento. El flujo es laminar cuando el movimiento del líquido se produce en forma suave y lenta, como ocurre con los conductos formados por los poros en los suelos. En este caso la pérdida de energía es proporcional a la velocidad del flujo. El flujo es turbulento cuando las partículas del flujo se mueven desordenadamente a velocidades relativamente altas. El flujo laminar resulta de interés para el estudio del comportamiento permeable de un suelo, de él dependen algunas de las propiedades fundamentales de los suelos, como la estabilidad de taludes, la magnitud de los asentamientos, la facilidad de drenaje, la capacidad portante, etc. Factores que influyen en la permeabilidad de un suelo:

- La composición del suelo
- La relación de vacíos
- El tamaño de los granos
- La textura del suelo
- La distribución de los granos
- El grado de compactación
- El grado de saturación

Algunos de estos factores están relacionados entre sí, como la composición y la textura, la compactación y el índice de vacíos, etc. Por ejemplo, si un suelo suelto se compacta, disminuye su permeabilidad, al disminuir el índice de vacíos.

Figura 6: Clasificación de los suelos según la permeabilidad
K=coeficiente de permeabilidad.

Grado de permeabilidad	Valores de k	Tipo de suelo
Muy permeable	$> 10^{-1}$	Grava y arena gruesa
Medianamente permeable	10^{-1} a 10^{-3}	Arena mediana
Poco permeable	10^{-3} a 10^{-5}	Arena fina limosa
Muy poco permeable	10^{-5} a 10^{-7}	Limo
Prácticamente impermeable	10^{-8} a 10^{-12}	Arcilla

Resistencia al corte

La resistencia al corte se refiere al nivel de fuerzas cortantes que un material puede resistir sin fracturarse. La resistencia al corte se mide en Newton por metro cuadrado. Las fuerzas cortantes son fuerzas que se aplican tangencialmente a lo largo de una cara de la tierra. La resistencia al corte es difícil de medir ya que depende de una amplia variedad de factores, incluyendo la naturaleza del suelo, la historia de la muestra de suelo particular que es medida, y la velocidad a la que las fuerzas de corte se aplican.

Presión lateral del suelo

La presión lateral del suelo es la presión que ejerce la tierra horizontalmente. Si tienes una masa cúbica de tierra en un recipiente cúbico, entonces la presión lateral del suelo es la presión ejercida sobre las paredes del recipiente. El empuje lateral se mide en Pascales o Newtons por metro cuadrado.

2.2.4 Propiedades químicas del suelo

Las más importantes son: pH o acidez, fertilidad, materia orgánica. Son determinadas en el laboratorio mediante el análisis químico de suelos.

La acidez del suelo se determina por la concentración de protones en la solución del suelo.

Se expresa como pH, que es el logaritmo cambiado de signo, de la concentración de protones en una disolución determinada.

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

Determinación del potencial de hidrogeno ph en suelos

Según (MTC E 129), Este modo operativo se refiere a la determinación del pH (potencial del hidrógeno) de un suelo.

Aparato

pH metros. Existen dos tipos de estos medidores: (1) potenciométricos, los cuales tienen indicación nula y (2) tipo amplificador de alta impedancia, el cual da el pH directamente (sin indicación nula). Los medidores se consiguen portátiles, de baterías, de modo que pueden ser usados en el campo. El medidor potenciométrico es más exacto y generalmente más versátil.

Electrodos de vidrio y de calomel. En la determinación del pH debe usarse un electrodo saturado de calomel, de referencia, o equivalente. Unos pocos cristales de KCl deben estar siempre presentes dentro de la cámara que rodea al calomel para asegurar que la solución esté saturada bajo las condiciones de uso. El diseño del electrodo debe permitir la formación de una interface fresca entre la solución de KCl y el buffer o la muestra de suelo para cada ensayo, y debe permitir que los trozos de suelo que queden, sean fácilmente removidos mediante lavado.

También se requiere un electrodo de vidrio, de construcción fuerte. La respuesta al pH del electrodo de vidrio debe considerarse satisfactoria, si provee el valor correcto de pH (con tolerancia de ± 0.1 unidades de pH) para soluciones en equilibrio (soluciones buffer).

Nota 1. Estas soluciones de equilibrio (soluciones buffer) se obtienen añadiendo agua destilada a un producto fabricado en forma de tabletas o de polvo por compañías de productos químicos o suministrados por los fabricantes de los medidores de pH.

Puede aceptarse que los electrodos, el de calomel y el de vidrio, se encuentren formando una sola unidad o electrodo combinado, siempre y cuando se cumplan los requisitos arriba mencionados.

Sonda. Cuando se requiera medir el pH en un sitio por debajo de la superficie del suelo, es necesario utilizar una sonda de longitud apropiada que permita efectuar las mediciones a la profundidad de interés. Esta sonda consiste en un electrodo de vidrio o en un electrodo combinado localizado dentro de una cubeta de caucho, al final de un tubo plástico.

Procedimiento

Ensayo del equipo.

Previamente a su utilización en el campo o periódicamente cuando su uso es extensivo allí, el aparato debe ser revisado para comprobar su linealidad y respuesta. El procedimiento de revisión es el siguiente:

Enciéndase el instrumento, déjese calentar suficientemente, y llévese hasta un balance eléctrico, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Antes de usarlo, límpiense y lávense los electrodos de vidrio y de calomel con agua destilada.

Nota 2. Los electrodos de vidrio nuevos, y aquellos que han sido almacenados en seco deben ser previamente acondicionados según las recomendaciones del fabricante.

Se requieren al menos dos soluciones de equilibrio (buffer) estándar. Para pH, que abarquen el valor de pH del suelo que va a ser determinado. Por experiencia se recomiendan las soluciones de pH igual a 4, 7 y 8. La temperatura de ensayo de estas soluciones no deberá diferir en más de 5 °C entre ellas.

Ajústese el dial compensador de temperatura del pH-metro, a la temperatura estándar de la solución.

Sumérjense los electrodos en un pequeño volumen de la primera solución estándar conocida. Ahora ajústese el pH-metro para corregir la lectura observada al valor de pH conocido, mediante el dial correspondiente.

Remuévanse los electrodos de la primera solución estándar y lávense con agua destilada. Sumérjense los electrodos en la segunda solución estándar. Si la lectura observada no difiere en más de 0.1 unidades del valor de pH conocido de la segunda solución, puede considerarse que el aparato está funcionando satisfactoriamente.

Calibración del pH-metro.

Calíbrese el pH-metro antes de su utilización. Si es necesario efectuar una serie larga de mediciones, compléntese la calibración inicial con una calibración cada 30 min. La calibración se efectuará como sigue:

Úsese una solución estándar en un intervalo que incluya el pH del suelo de ensayo, si esta información puede estimarse. De otro modo, comiéncese con una solución que tenga un pH de 7. Estabilícese la temperatura de la solución de forma tal que se ajuste a la temperatura del suelo de ensayo, con una tolerancia de ± 10 °C.

Sumérjense los electrodos en la solución estándar y ajústese la lectura del pH-metro a la real conocida, de la solución, utilizando el dial calibrador.

Preparación del suelo para la determinación del pH.

Idealmente, la medición del pH debería hacerse en el campo, sobre muestras inalteradas con el electrodo de vidrio haciendo contacto con el suelo a la profundidad de interés. Si se desea medir el pH del suelo de la superficie, el suelo puede ser desintegrado si está compactado, para dar cabida a los electrodos. Si se desea una medición subterránea del pH, es necesario efectuar una perforación o una excavación que permita colocar el electrodo en el suelo a la profundidad deseada. La sonda es ideal para usarla con una herramienta perforadora, como por ejemplo una barrena de mano. Después de haber hecho la perforación, puede bajarse cuidadosamente la sonda en la cavidad, sin una preparación adicional del suelo.

Las muestras de suelo pueden ser extraídas a la superficie con una herramienta perforadora o algún extractor de muestras, y la medida puede hacerse en el campo, sobre la muestra así obtenida. Esta técnica es menos deseable que la de la sonda, descrita arriba.

La técnica menos aconsejable para medir el pH es aquella basada en una muestra transportada a un laboratorio para efectuar allí el ensayo. Sin embargo, si es inevitable hacerlo así, la medición del pH debe hacerse tan pronto como sea recibida la muestra. Colóquese la muestra en un recipiente de vidrio, limpio y hermético, o en una bolsa plástica de manera que el suelo no tenga contacto con algún metal. Si la medida del pH no se hace dentro de las 24 horas siguientes al momento de extracción de la muestra, se recomienda empacar la muestra en hielo seco, para retardar cualquier cambio en el pH debido a reacciones químicas o biológicas. Efectúese la medición del pH sobre la muestra tal como se recibió, y a la temperatura ambiente.

La adición de agua en ningún caso es recomendada, ya que existen suelos que con ello pueden variar su pH. Sin embargo, si un suelo es extremadamente seco y tiene una resistividad que excede de 10^6 W-cm, lo cual es una condición poco común, entonces la medición del pH no puede y no debe hacerse. Esta situación se manifestará con un movimiento aleatorio de la lectura del pH-metro.

Determinación del pH del suelo.

Calíbrese el aparato como se indicó en el numeral 3.2. La temperatura del suelo deberá ajustarse a la temperatura de la solución estándar con una tolerancia de ± 10 °C. Sin embargo, el dial compensador de temperatura deberá permanecer como se ajustó en el momento de la calibración.

Límpiese la superficie de los electrodos, lavándolos con agua destilada.

Presiónese el área de contacto del electrodo de vidrio o del electrodo combinado, según el caso, contra el suelo inalterado, en el sitio de interés.

El electrodo de referencia deberá ponerse en contacto con el suelo cercano al electrodo de vidrio, en caso de electrodos separados. Se sugiere

una separación de 300 mm (1 pie) para mediciones superficiales. Para mediciones subterráneas, el electrodo de referencia puede ser colocado sobre la superficie, a 300 mm (1 pie) aproximadamente del orificio de perforación.

Con los electrodos colocados en sitio, dispóngase el aparato para leer el pH, déjense unos minutos para que se establezca el equilibrio, y tómesese luego la lectura.

Después de varios minutos, repítase la medición. Los valores obtenidos no deberán diferir en más de 0.2 unidades de pH entre ellos.

2.2.5 La sábila (aloe vera)

Arbusto acaule o con tallo cortó cubierto de hojas, estolonífero, con tallo de hasta 30 cm, erecto, sin rebrotes laterales. Las hojas miden 40-50 por 5-8 cm y son densamente agrupadas en una roseta basal de hasta 20 hojas; son estrechamente triangular-lanceoladas, canaliculadas, rectas, erecto-patentes, herbáceas, de un verde-grisáceo, glaucas, sin manchas excepto unas motas claras en los renuevos jóvenes, dentadas solo en el margen, con dientes de unos 2 mm, gruesos, duros, retrorsos, de un color más claro que el del limbo. La inflorescencia, incluido el pedúnculo, tiene unos 70-100 cm de alto, en racimo de 30-50 por 5-6 cm.

Según Ortiz (2010): El Aloe Vera es una planta siempre verde, de hojas largas y carnosas. Normalmente crece en estado espontáneo en las lomas, a orillas de los caminos y en lugares pedregosos, donde llueve poco. Su poder de resistencia a las sequías, es tan fuerte que puede vivir sin agua por varios años, dentro de las casas, sólo dependiendo de la humedad del ambiente.

El Aloe Vera o sábila es una planta que se originó en África y es reconocida por sus múltiples propiedades en el campo de la salud y estética, así como día a día se encuentran nuevos usos y beneficios de la misma en otros aspectos. El Aloe vera pertenece a la familia de las liliáceas, e incluye las plantas con flores, espárragos, cebolla y ajo. Aloe Barbadosensis Miller, del

tipo de plantas utilizadas en la bebida de Aloe Vera es la planta más poderosa en lo que se refiere a la resistencia al resecamiento lo que ha generado un alto impacto en las aplicaciones comerciales actualmente.

Gage (2009), afirma q la sábila es una planta históricamente conocida desde hace varios miles de años. Hipócrates, padre de la medicina creía que la planta de Aloe Vera era la primera alternativa de todas las plantas medicinales que existen en el mundo; incluso en el antiguo Egipto esta planta era muy apreciada y se dice que Cleopatra utilizó la planta para beneficio de su belleza. Mientras que las propiedades de la bebida de Aloe Vera se han aprovechado en su máxima expresión, actualmente existen ciertos estudios científicos que tratan de buscarle nuevos usos, especialmente en temas orientados en el aspecto de la construcción.

“Para muchos, la sábila es sólo un remedio casero que sirve para cuidar pequeñas heridas y quemaduras; para otros; sólo es una planta decorativa; y para otros, es la última maravilla natural.” (Gage, La sábila (Aloe vera), 2009, pág. 09).

Referenciando lo compartido por Gage (2009), la sábila o Aloe vera es una hierba que crece en climas áridos y está ampliamente distribuido en países como Filipinas, India y África. Se ha utilizado como medicina herbaria, incluso en la antigüedad con los primeros registros de uso de aloe vera en Egipto durante el siglo 16 antes de Cristo. La sábila o aloe vera se utiliza ampliamente como la medicina herbolaria tradicional en China, Japón, Rusia, Sudáfrica, Estados Unidos, Jamaica, América Latina y la India. Se emplea como medicina natural por sus propiedades anti-inflamatorias, regeneradoras, anti-bacterianas y anti-hongos.

Figura 7: La sábila



a) Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Embriophyta-siphonogama
- Clase: Monocotiledoneae
- Orden: Liliales
- Familia: Liliaceae
- Género: Aloe
- Especie: Aloe vera = Aloe barbadensis
- Nombre Científico: Aloe vera
- Nombre común: Sábila

Varios investigadores atribuyen los beneficios que brinda la sábila, a un componente específico, como es el carbohidrato, denominado también acemanano, que contiene a su vez un sin número de componentes internamente unificados, que producen un efecto aliviador en las zonas donde se la aplique. La sábila, también se ha empleado como tratamiento de enfermedades como el cáncer, úlceras, VIH infecciones y otras

b) condiciones climáticas para el cultivo de la sábila

La sábila presenta un extenso rango de adaptación a diferentes condiciones ambientales; el Consejo Internacional del Aloe señala que se desarrolla generalmente, en áreas 15° hacia al norte y hacia el sur del ecuador, obstante puede ser encontrada en un espectro climático bastante amplio. Los climas en que se desarrolla van de tropicales y subtropicales a desérticos a una altitud de 400 a 2,500 msnm.

Se desarrollan con facilidad en áreas con temperaturas medias anuales de 18 a 25 grados centígrados con una precipitación media anual de 400 a 800 mm, encontrándose en sitios hasta de 200mm al año, donde su desarrollo es más pausado.

Esta planta puede adaptarse a zonas de pronunciadas sequías, a la intensidad de los rayos solares y concentración de las sales, condiciones que caracterizan a grandes superficies localizadas en las zonas áridas y semiáridas.

c) Suelos de cultivo

Crece en lugares soleados, eriazos, rocosos y pedregosos. Se desarrolla en cualquier tipo de tierra, pero es necesario que tenga buen drenaje. Prefiere suelos arenosos, arenoso-arcillosos, con suficiente materia orgánica. Se desarrolla en un pH ligeramente ácido.

El ideal es el calcáreo, seco, arenoso y bien drenado como son los desérticos y la costa de sierra. No crece en áreas pantanosas.

d) Productividad

Su vida productiva comienza a los 18 meses y cubre un periodo de hasta 10 años, cada 2 meses se obtiene una cosecha de pencas.

- Rendimientos por hectárea
- A los 18 meses Rendimiento de 9 toneladas
-

Características generales para la producción de una hectárea

- Siembra por hectárea: 10,000 plantas
- Tamaño de la planta Mínimo: 60 a 80 cm.
- Peso de la penca: Mínimo 1/4 Kilo
- Deshierbes: Cada 2 meses 6 al Año
- Riegos: Cada 2 meses 6 al Año
- Producción: De 90 a 130 toneladas por año

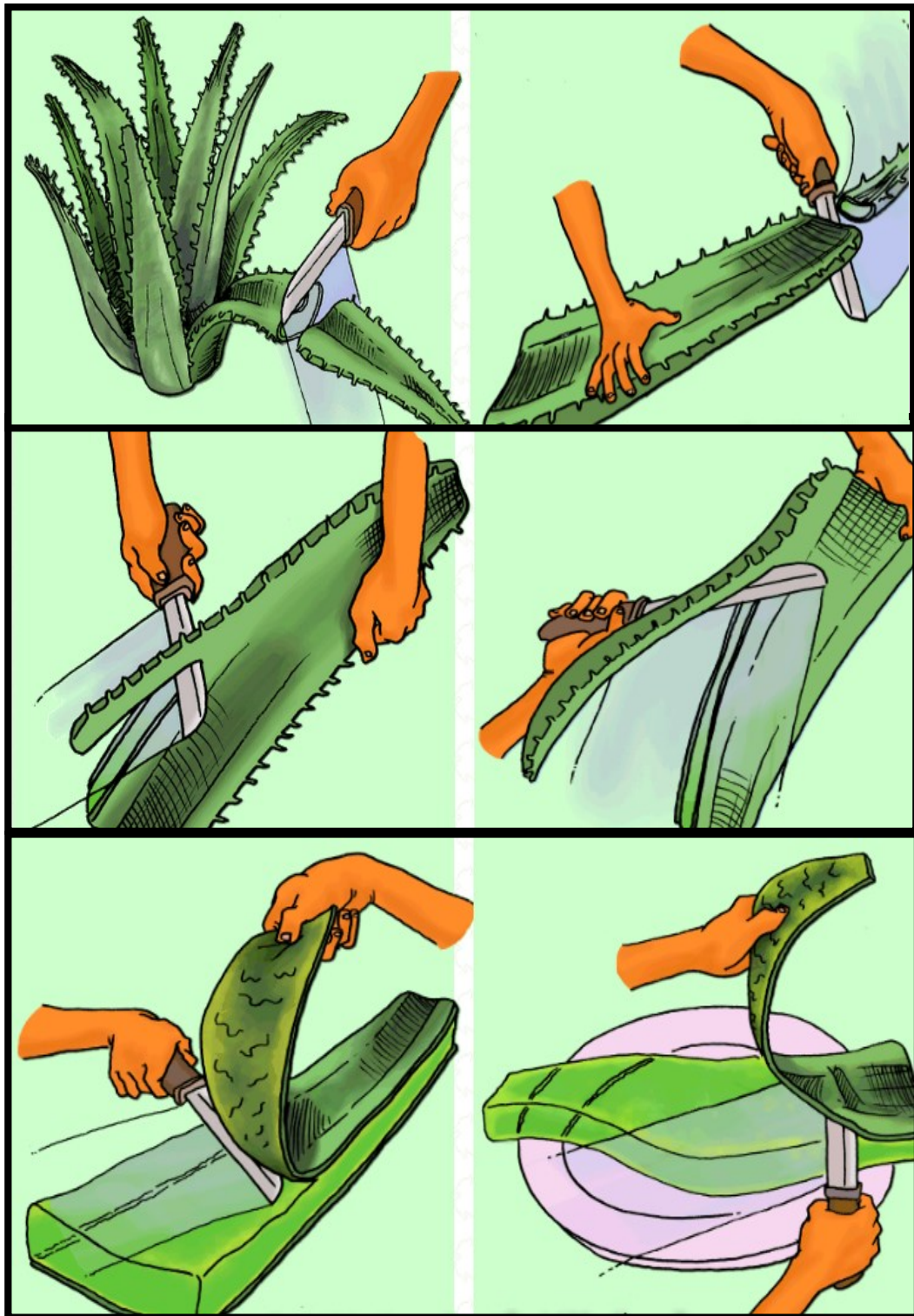
Figura 8: Producción de sábila.



e) Obtención de la savia de sábila

Se obtiene cortando una hoja muy cerca del tallo, se elimina la punta y las espinas y cortamos las caras de la hoja para la obtención del gel.

Figura 9: Obtención de la savia de sábila



f) Composición química de la savia de sábila

Un 99.4% del peso del gel de aloe vera es agua. Más del 60% de los sólidos totales son polisacáridos mucilaginosos ligados a azúcares como glucosa, manosa, ramnosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos urónicos. El mucílago está compuesto de diferentes polisacáridos neutros, ácidos y acetilados (mananos, glucomananos, galactomananos, etcétera), responsables de la gran capacidad que tiene la planta para retener agua y gracias a la cual puede sobrevivir en condiciones de sequía.

Los polisacáridos mucilaginosos son los principios activos responsables de la actividad biológica del gel de aloe vera y entre ellos el acemanano, una sustancia que aumenta las defensas.

Ensayos de laboratorio necesarios para el estudio de suelos

Para la zona de estudio, se realizó los siguientes ensayos, los mismos que se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Para tener éxito en el reconocimiento de un terreno, se debe tener una correcta definición de las prospecciones y ensayos tanto "in situ" como en laboratorio.

Por su carácter de obra lineal extensa, las carreteras requieren en general de exploraciones que alcancen profundidades superficiales, con un amplio espaciamiento.

Las condiciones geológicas, son las que definen si es necesario un programa exploratorio muy detallado, como por ejemplo en zonas inestables.

Tabla 12: Ensayos de laboratorio y sus normas aplicables en la investigación.

ENSAYO DE SUELOS		
PRUEBA	NORMA APLICABLE	
	NORMA NTP	NORMA ASTM
Contenido de Humedad	NTP 339.127	ASTM D 2216
Análisis Granulométrico	NTP 339.128	ASTM D 422
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129	ASTM D 4318
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134	ASTM D 2487
Peso Volumétrico	NTP 339.139	BS 1377
Ensayo de Compactación Próctor Modificado	NTP 339.141	ASTM D 1557
Ensayo de prueba estándar para pH en suelos (METODO A)	NTP 339.176	ASTM D 4972
Ensayo CBR en laboratorio	NTP 339.145	ASTM D 1883
Ensayo CBR in situ	NTP 339.175	MTC E 133
Ensayo de densidad de campo	NTP 339.143	ASTM D 1556

a) Ensayo de contenido de humedad natural.

Objetivo:

Determinar mediante métodos simples el contenido de humedad, que viene a ser la cantidad de agua determinada en cualquier tipo de suelo.

Resumen del método:

La muestra para el ensayo debe ser muestra inalterada, que este bien sellada en con parafina para evitar la pérdida de humedad. Se saca la muestra del recipiente donde estuvo colocada y se coloca en taras previamente pesadas.

Se pesa las taras con el material y se coloca en el horno a secar a 110°C por un tiempo de 24 horas, pasado ese tiempo se retira del horno y se pesa la muestra para poder determinar la humedad natural del suelo. Norma Técnica Peruana (Norma Técnica Peruana NTP 339.127).

b) Ensayo de análisis granulométrico por tamizado.

Objetivo:

Esta Norma Peruana establece el método para el análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación de los suelos, pudiendo efectuarse en forma combinada con uno de los métodos indicadores.

Resumen del método:

Consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos. La clasificación de las partículas menores que 75 μm (retenido en el tamiz N° 200) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75 μm se realiza mediante un proceso de sedimentación basada en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuado. Norma Técnica Peruana (NTP 339-128).

Según Braja 2015 (pp. 2-3), en cualquier masa de suelo, los tamaños de los granos varían considerablemente. Para clasificar apropiadamente un suelo se debe conocer su distribución granulométrica. La distribución

granulométrica de suelos de grano grueso es generalmente determinada mediante análisis granulométrico por mallas.

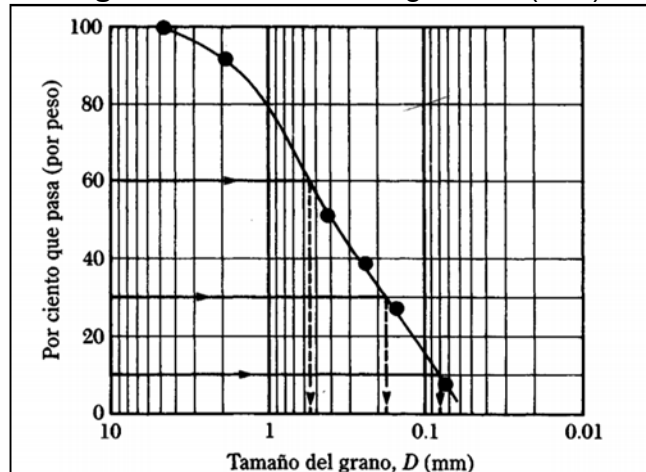
Un análisis granulométrico por mallas se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco, bien pulverizado y pasándolo por una serie de mallas cada vez más pequeñas y con una charola en el fondo. La cantidad de suelo retenido en cada malla se mide y el por ciento acumulado de suelo que pasa a través de cada malla es determinado. Este porcentaje es denominado el “porcentaje que pasa” (Cuadro N°2), contiene una lista de los números de mallas más usados y el tamaño de sus aberturas. Estas mallas se usan comúnmente para el análisis de suelos con fines de clasificación.

El porcentaje que pasa por cada malla, determinado por un análisis granulométrico por mallas, se grafica sobre una escala semilogarítmica, como se muestra en el (Figura N°1). Note que el diámetro del grano D se grafica sobre la escala logarítmica y el porcentaje que pasa se grafica sobre la escala aritmética.

Tabla 13: Tamaño de las mallas estándar.

CRIBA N°	ABERTURA (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
30	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075

Figura 10: Tamaño del grano, D(mm)



Dos parámetros se determinan de las curvas granulométricas de suelos de grano grueso: (1) el coeficiente de uniformidad (C_u) y (2) el coeficiente de graduación, o coeficiente de curvatura (C_c). Esos factores son:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

Donde D_{10} , D_{30} , D_{60} son los diámetros correspondientes al porcentaje que pasa 10, 30 y 60%, respectivamente. Los parámetros C_u y C_c se usan en el Sistema Unificado de Clasificación de suelos.

Los límites del tamaño para suelos. Varias organizaciones han intentado desarrollar los límites de tamaño para gravas, arenas, limos y arcillas en base a los tamaños de las partículas de los suelos presenta los límites de tamaño recomendados en el sistema de la American Association of State Highway and transportation Officials (AASHTO) y en el sistema Unified Soil Classification (Corps of Engineers, Department of the Army y Bureau of Reclamation). La tabla N°3, muestra que las partículas de suelo más pequeñas que 0.002mm son clasificadas como arcilla. Sin embargo, las arcillas por naturaleza son cohesivas y pueden convertirse en filamento cuando están húmedas. Esta propiedad es causada por la presencia de minerales de arcilla tales como la caolinita, la illita y la montmorillonita. En contraste, algunos minerales como el cuarzo y el feldespato pueden estar

presentes en un suelo en partículas de tamaño pequeño como los minerales de arcilla. Pero éstas no tienen la propiedad de cohesión de los minerales arcillosos. Por tanto, se denominan partículas de tamaño arcilla y no partículas arcillosas.

Tabla 14: Límites de tamaño de suelos separados.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	TAMAÑO DEL GRANO (MM)
UNIFICADO	Grava: 75 mm a 4.75 mm
	Arena: 4.75 mm a 0.075 mm
	Limo y Arcilla(finosa): <0.075 mm
AASHTO	Grava: 75 mm a 2 mm
	Arena: 2 mm a 0.05 mm
	Limo: 0.05 mm a 0.002 mm
	Arcilla: < 0.002 mm

a) Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice plástico del suelo.

Objetivo:

Esta Norma Peruana establece los métodos de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de una muestra de suelo.

Resumen del método:

A la muestra se remueve cualquier material retenido en el tamiz 425 μm . (Nº 40). El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos

por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determina el límite líquido.

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo 3,2 mm. De diámetro (1/4 pulg.), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto se reporta como límite plástico.

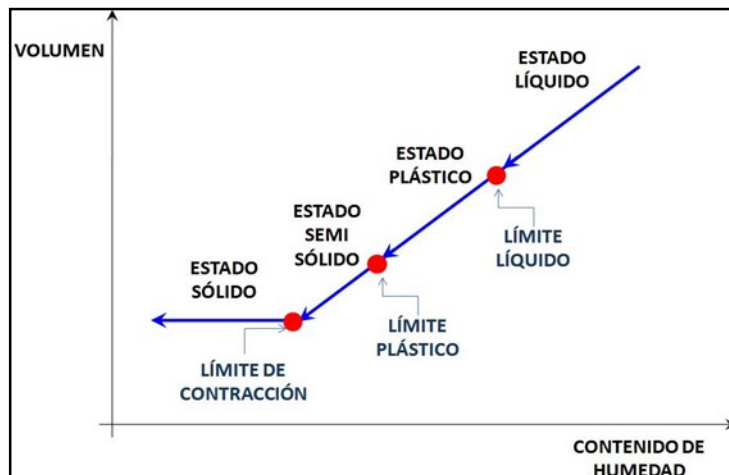
El índice de plasticidad se calculó como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico. Norma Técnica Peruana (NTP 339-129).

a) Plasticidad

Según Crespo 2016 (pp. 69-70) La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg o límites de consistencia, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes. Los mencionados límites son: Límite Líquido (L.L.), Límite Plástico (L.P.) y Límite de Contracción (L.C.), y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio. Todos los límites de consistencia se determinan empleando el suelo que pase por la malla N° 40.

La diferencia entre los valores del límite líquido (L.L.) y del límite plástico (L.P.) da el llamado Índice Plástico (I.P.) del suelo. Los límites líquido y plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo, pero el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla. Cuando no se puede determinar el límite plástico de un suelo se dice que es no plástico (N.P.), y en ese caso el índice plástico se dice que es igual a cero. El índice de plasticidad indica el rango de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico.

Figura 11: Límites de consistencia



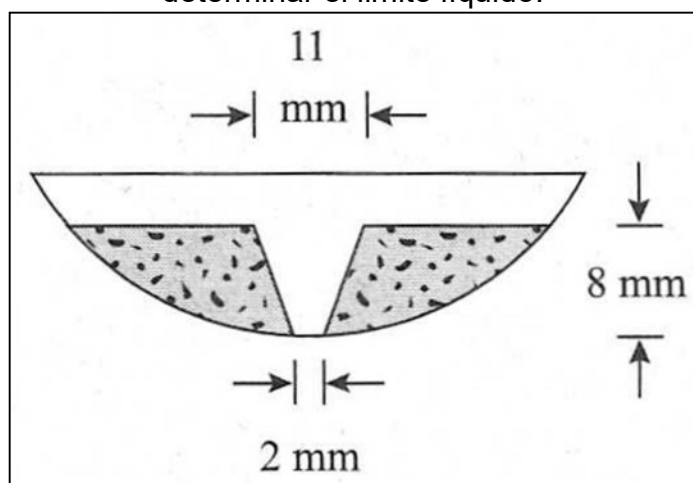
Cuando un suelo tiene un índice plástico (IP) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo presenta baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

a.1) Límite líquido

La frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico fue llamada por Atterberg límite líquido WLL. Ninguna de las pruebas para determinar los límites de Atterberg es difícil de ejecutar, requiere de cierta experiencia para desarrollar la técnica necesaria para obtener resultados reproducibles. La determinación del límite líquido se hace comúnmente utilizando un aparato mecánico, diseñado por Casagrande; se coloca una muestra del suelo remoldeado en la copa, y se hace una ranura de 2mm de ancho en su base y de 8mm de altura, en el centro de la pasta del suelo.

Luego, el operador da vuelta a la manivela que levanta la copa a cierta altura de manera que el punto de contacto entre la copa y la base quede a 1cm sobre la base. Desde esta posición, la copa cae libremente. El suelo está en el límite líquido, si se requieren 25 golpes para hacer que los extremos inferiores de la ranura queden en contacto entre sí, en una longitud de 13mm (0.5"). La humedad que tenga la muestra cuando se le da este número de golpes es el límite líquido.

Figura 12: Dimensiones de la ranura de la copa Casagrande para determinar el límite líquido.



A partir de investigaciones de los resultados obtenidos por Atterberg con su método original y usando determinaciones efectuadas por diferentes operadores en varios laboratorios, se estableció que el límite líquido obtenido por medio de la copa de Casagrande corresponde al de Atterberg, se define como el contenido de agua del suelo para que la ranura se cierra a lo largo de 1.27cm (1/2"), con 25 golpes en la copa. Esta correlación permitió incorporar a la experiencia actual toda la adquirida previamente al uso de la copa. De hecho, el límite líquido se determina conociendo 3 o 4 contenidos de agua diferente en su vecindad, con los correspondientes números de golpes y trazando la curva. Contenido de agua – Número de golpes. La ordenada de esa curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes es el contenido de agua correspondiente al límite líquido.

Para construir la curva de fluidez sin salirse del intervalo en que se puede considerarse recta, Casagrande recomienda registrar los valores entre los 6 y los 35 golpes, determinando 6 puntos, tres entre 6 y 15 golpes y tres entre 23 y 32. Para consistencias correspondientes a menos de 6 golpes se hace ya muy difícil discernir el momento de cierre de la ranura y si ésta se cierra con más de 35 golpes, la gran duración de la prueba causa excesiva evaporación. En pruebas de rutina basta con determinar 4 puntos de la curva de fluidez. Por medio de pruebas de laboratorio se determinó que el límite líquido de un suelo plástico corresponde a una resistencia al corte de 25 g/cm². La hipótesis de que el número de golpes es una medida de la

resistencia al corte del suelo, fue enunciada por Casagrande y se confirma por el hecho de que una gráfica semilogarítmica de la resistencia contra el contenido de agua es recta y no sólo en la vecindad del límite líquido, sino en consistencias bastante distintas.

a.2) Límite plástico

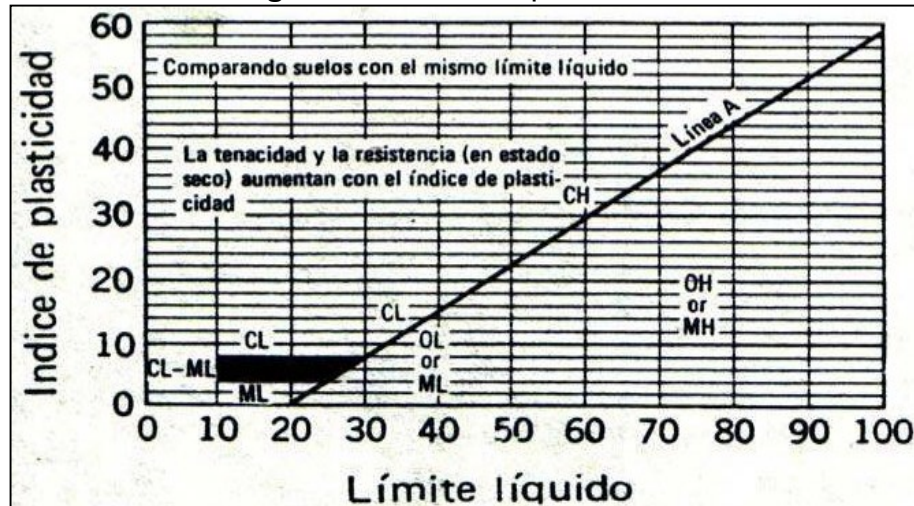
La frontera convencional entre el estado plástico y semisólido, fue llamado por Atterberg límite plástico WPP, definido también en términos de una manipulación de laboratorio. La determinación del límite plástico se ejecuta, formando cilindros delgados con una muestra de suelo plástico con un diámetro de 3mm. Si el suelo no se desmorona, se recoge el cilindro, se vuelve a amasar y se rola de nuevo. Se repite este proceso, hasta que el cilindro se comienza a desmoronar, precisamente cuando adquiere el diámetro de 3mm. A la humedad a la que se desmorone y agriete el cilindro se la define como límite plástico.

b) Índice de plasticidad

La amplitud de variación de la humedad, en la cual el sistema se comporta como material plástico, se llama frecuentemente intervalo plástico, y la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico se le llama índice de plasticidad I.P. El límite líquido y el índice de plasticidad constituyen unidos una medida de la plasticidad de un suelo. Los suelos que poseen WLL (límite líquido) e I.P. de grandes valores se dicen que son muy plásticos. A los que tienen bajos valores se les llama ligeramente plásticos. La interpretación de las pruebas de los límites líquido y plástico se facilita usando la carta de plasticidad desarrollada por Casagrande. Las ordenadas representan valores del índice de plasticidad, y las abscisas, valores del límite líquido. La carta se divide en seis regiones por la línea inclinada A y las dos líneas verticales $WLL=30$ y $WLL=50$. Todos los suelos, representados por puntos arriba de la línea A, son arcillas inorgánicas; la plasticidad varía de baja ($WLL<30$) a alta ($WLL>50$) con valores crecientes del límite líquido. Los suelos representados por puntos, que quedan debajo de la línea A, pueden ser limos inorgánicos y orgánicos, o arcillas orgánicas. Si son inorgánicos, se dice que son de compresibilidad baja, media o elevada, lo que depende de que su límite líquido

sea inferior a 30; está comprendido entre 30 y 50, o sea superior a 50. Si son limos orgánicos, están representados por puntos situados en la región correspondiente a un límite líquido entre 30 y 50 y, si son arcillas orgánicas, a un límite líquido superior a 50.

Figura 13: Carta de plasticidad.



La diferencia entre suelos orgánicos e inorgánicos se hace ejecutando dos pruebas para determinar dos límites líquidos con el mismo material: una con suelo secado al aire, y otra con suelo secado al horno. El secado en horno produce cambios irreversibles en los componentes orgánicos, produce un límite líquido significativamente inferior. Si el límite de la muestra secada en horno es inferior aproximadamente 0.75 veces a la muestra que no se secó de esa manera, el suelo puede clasificarse como orgánico. Unos cuantos materiales inorgánicos de arcilla y otros componentes de los suelos finos, también experimentan cambios irreversibles al secarlos en horno.

b) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería, sistema unificado de clasificación de suelos (sucs).

Objetivo:

Este método de ensayo describe un sistema para la clasificación de suelos minerales y orgánicos minerales de las características de granulometría, límite líquido e índice plástico deberá ser utilizado cuando e requiera una clasificación precisa.

Resumen del método:

Este sistema de clasificación identifica tres grandes divisiones de suelo: suelos de grano grueso, suelo de grano fino y suelos altamente orgánicos. Estas tres divisiones son luego subdivididas en un total de 15 grupos básicos de suelo.

Basados en los resultados de observaciones visuales y en ensayos de laboratorio, un suelo es catalogado de acuerdo con los grupos básicos de suelos, asignándoles un símbolo (s) y nombre del grupo, quedando así clasificado. Los diagramas de flujo, para suelos de grano fino y para los suelos de grano grueso, pueden ser utilizados para asignar el símbolo (s) y nombre del grupo apropiado. Norma Técnica Peruana (NTP 339-134).

2.2.6 Sistema unificado de clasificación de suelos (sucs)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos fue originalmente propuesto por Casagrande en 1942 y después revisado y adoptado por el Bureau of Reclamation de Estados Unidos y el Cuerpo de ingenieros. Este sistema se usa en prácticamente todo trabajo de geotecnia. En el Sistema Unificado, los siguientes símbolos se usan como identificación.

Figura 14: Identificación de los suelos en el sistema SUCS.

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduados	Mal graduados

La carta de plasticidad muestra el procedimiento para determinar los símbolos de grupo para varios tipos de suelos. Al clasificar un suelo se debe proporcionar el nombre del grupo que describe generalmente al suelo, junto con el símbolo respectivo.

c) Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2,700 kn-m/m³ (56,000 pie-lbf/pie³)).

Objetivo:

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando una energía modificada (2,700 kN-m/m³ (56,000 pie-lbf/pie³)).

Resumen del método:

Se coloca a un contenido de agua seleccionado en cinco capas dentro de un molde de dimensiones particulares, con cada capa compactada con 25 ó 56 golpes de un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae desde una distancia de 457 mm (18 pulg), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación aproximadamente 2700 kN m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³). Se determina el peso unitario seco resaltante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer del suelo. Este dato, cuando se plotea, representa una relación curvilínea conocida como curva de compactación. Los valores del óptimo contenido de agua y el máximo peso unitario seco modificado se determinan en base a la curva de compactación. Norma Técnica Peruana (NTP 339.141).

Tabla 15: Especificaciones para la prueba próctor estándar.

CONCEPTO	MÉTODO A	MÉTODO B	MÉTODO C
Diámetro del molde	4 pulg (101.6 mm)	4 pulg (101.6 mm)	6 pulg (152.4 mm)
Volumen del molde	0.0333 pie ³ (944 cm ³)	0.0333 pie ³ (944 cm ³)	0.075 pie ³ (2124 cm ³)
Peso del pisón	5.5 lb (2.5 kg)	5.5 lb (2.5 kg)	5.5 lb (2.5 kg)
Altura de la caída del pisón	18 pulg (457.2 mm)	18 pulg (457.2 mm)	18 pulg (457.2 mm)
Número de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	12,400 pie lb/pie ³ (600 kN m/m ³)	12,400 pie lb/pie ³ (600 kN m/m ³)	12,400 pie lb/pie ³ (600 kN m/m ³)
Suelo por usarse	Porción que pasa la malla N° 4 (4.57 mm). Puede usarse si 20% p menos por peso de material es retenido en la malla N° 4.	Porción que pasa la malla de $\frac{3}{8}$ (4.57 mm). Puede usarse si el suelo retenido sobre la malla N° 4 es más 20% Y 20% O menos por peso es retenido en la malla $\frac{3}{8}$ pulg (9.5 mm).	Porción que pasa la malla de $\frac{3}{5}$ (19.0 mm).Puede usarse si es más de 20% por peso es retenido en la malla $\frac{3}{8}$ pulg (9.5 mm) y menos de 30% por peso retenido en la malla de $\frac{3}{5}$ pulg (19.0 mm)

Tabla 16: Especificaciones para la prueba próctor modificado.

CONCEPTO	MÉTODO A	MÉTODO B	MÉTODO C
Diámetro del molde	4 pulg (101.6 mm)	4 pulg (101.6 mm)	6 pulg (152.4 mm)
Volumen del molde	0.0333 pie ³ (944 cm ³)	0.0333 pie ³ (944 cm ³)	0.075 pie ³ (2124 cm ³)
Peso del pisón	10 lb (4.5 kg)	10 lb (4.5 kg)	10 lb (4.5 kg)
Altura de la caída del pisón	18 pulg (457.2 mm)	18 pulg (457.2 mm)	18 pulg (457.2 mm)
Número de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	56,000 pie lb/pie ³	56,000 pie lb/pie ³	56,000 pie lb/pie ³
	(2700 kN m/m ³)	(2700 kN m/m ³)	(2700 kN m/m ³)
Suelo por usarse	Porción que pasa la malla N° 4 (4.57 mm). Puede usarse si 20% p menos por peso de material es retenido en la malla N° 4.	Porción que pasa la malla de 3/8 (4.57 mm). Puede usarse si el suelo retenido sobre la malla N° 4 es más 20% Y 20% O menos por peso es retenido en la malla 3/8 pulg (9.5 mm).	Porción que pasa la malla de 3/5 (19.0 mm). Puede usarse si es más de 20% por peso es retenido en la malla 3/8 pulg (9.5 mm) y menos de 30% por peso retenido en la malla de 3/5 pulg (19.0 mm)

d) Método de ensayo de cbr (relación de soporte de california) de suelos compactados en el laboratorio.

Objetivo:

Esta Norma Técnica Peruana establece el Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de california) de suelos compactados en el laboratorio.

Resumen del método:

Para ensayos realizados sobre materiales compactados a un contenido de agua se presentan tres especímenes. Los especímenes se compactan utilizando tres diferentes esfuerzos de compactación para obtener pesos unitarios, tanto por encima como por debajo del peso unitario deseado. Después de permitir que los especímenes se cubran de agua para humedecerse, u otro tratamiento específico como curado, cada espécimen está sujeto a la penetración por un vástago cilíndrico. Los resultados del esfuerzo (carga) versus la profundidad de penetración se plotean para determinar CBR de cada espécimen. El CBR a la densidad especificada se determina con un gráfico de CBR versus el peso unitario.

Para pruebas en las cuales el resultado se determina por un rango de contenido de agua, una serie de especímenes con cada uno de los tres esfuerzos de compactación son preparados sobre el rango de contenido de agua de interés. Los esfuerzos de compactación se seleccionan para producir pesos unitarios superiores e inferiores al peso unitario deseado. Después de permitir que los especímenes se humedezcan, u otro tratamiento específico como curado, cada espécimen es penetrado. Los resultados se grafican para obtener el CBR versus el peso unitario para cada contenido de agua se realiza para determinar el mínimo CBR para el rango de contenido de agua. (Norma Técnica Peruana, NTP 339.145).

e) Método de ensayo de cbr (relación de soporte de california) in situ.

Objetivo:

Establece el procedimiento que se debe seguir para determinar la relación de soporte CBR in situ, mediante la comparación entre la carga de penetración del suelo y la de un material estándar de referencia.

Este método de ensayo cubre la evaluación de la calidad de la subrasante, pero también es aplicable a materiales de sub base y base.

Para hallar la relación de soporte sobre especímenes de laboratorio, refiérase a la Norma MTC E132. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016)

Resumen del método:

Prepárese el área de la superficie que va a ser ensayada, retirando el material suelto y superficial que no sea representativo del suelo que se va a ensayar. Igualmente un área de ensayo tan uniforme y horizontal como sea posible. Cuando se trate de materiales de base no plásticos, se debe tener especial cuidado para no alterar la superficie de ensayo. El espaciamiento de los ensayos de penetración debe ser tal, que la operación en un punto no altere el suelo del siguiente punto que va a ser penetrado. Localícese el vehículo en tal forma que el dispositivo de reacción quede directamente sobre la superficie por ensayar. Instálese el gato mecánico debajo de la viga o dispositivo de reacción, con la manivela hacia afuera. Situar los gatos de camión a cada lado del vehículo y levántese para que no exista peso alguno sobre los resortes posteriores; cerciórese de que el vehículo está nivelado en la parte trasera.

➤ Capacidad de soporte (CBR)

El Manual de Ensayo de Materiales (2016), nos dice que la finalidad de este ensayo es determinar la capacidad de soporte (CBR, California Bearing Ratio) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El ensayo se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California en 1929 como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como

sub-base o material de base en construcciones de carreteras y aeropuertos. El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje CBR (o simplemente CBR), definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, una muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad. La expresión que define al CBR es la siguiente:

$$\% \text{ CBR} = \frac{\text{carga unitaria del ensayo} \times 100}{\text{carga unitaria patrón}}$$

El número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la aplicación el símbolo de porcentaje se elimina y la relación se presenta únicamente por el número entero, por ejemplo: 30, 45, 98, etc. (p.257).

Los valores de carga unitaria que se utilizan en la ecuación son:

Tabla 17: Valores de carga unitaria.

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN		CARGA ESTÁNDAR
mm	plg	Mpa	lb/plg ²	lb
2.5	0.1	6.9	1,000	3,000
5	0.2	10.3	1,500	4,500
7.5	0.3	13	1,900	5,700
10	0.4	16	2,300	6,100

El número CBR se basa en la relación de carga para una penetración de 0.1plg. (2.5mm). Si el valor de CBR a una penetración de 0.2plg. (5mm) es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 0.2plg de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo. Se preparan

tres probetas como mínimo, las que poseen distintas energías de compactación (lo usual es 56, 25 y 10 golpes). El suelo al cual se aplica el ensayo, debe contener una pequeña cantidad de material que pase por el tamiz de dos pulgadas (50mm) y quede retenido en el tamiz de $\frac{3}{4}$ plg (19mm), se recomienda que esta fracción no exceda del 20%. Antes de determinar la resistencia a la penetración generalmente, las probetas se saturan durante 96 horas, con una sobrecarga aproximadamente igual al peso del pavimento.

Es necesario durante este período tomar registros de expansión para instantes escogidos arbitrariamente y al final del período de saturación se hace la penetración para obtener el valor de CBR para el suelo en condiciones de saturación completa. En ambos ensayos de penetración, para determinar los valores de CBR se coloca una sobrecarga sobre la muestra de la misma magnitud que se utilizó durante el ensayo de expansión. El ensayo sobre la muestra saturada cumple dos propósitos:

Brindar información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura.

Indica la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo.

El ensayo de penetración se lleva a cabo en una máquina de compresión utilizando una tasa de deformación unitaria de 0.05plg/min (1.27mm/min). Se toman lecturas de carga contra penetración a cada 0.02plg (0.5mm) hasta llegar a un valor de 0.2plg (5.0mm) a partir del cual se toman lecturas con incrementos de 0.1plg (2.5mm) hasta obtener una penetración total de 0.5plg (12.7mm).

Tabla 18: Clasificación típica para el uso de diferentes materiales.

N° CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-25	Bueno	Base; Sub-base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

El número CBR es un índice del valor o capacidad soporte de un suelo.

Un CBR de dos o tres por ciento indicará que el material tiene una capacidad soporte muy baja; otro CBR de 60 ó 70% mostrará un material de buena resistencia, apto para capa de base de pavimentos. El CBR significa la relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles. La prueba de CBR comprende tres ensayos fundamentales:

- 1) Determinación de la densidad y humedad de la muestra compactada.
- 2) Determinación de las propiedades expansivas del material, porcentaje de hinchamiento (expansión) o “swelling”.
- 3) Determinación de la resistencia a la penetración.

➤ **Resistencia del corte**

La resistencia cortante de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. Es necesario entender la naturaleza de la resistencia cortante para analizar los problemas de la estabilidad del suelo, como capacidad de carga, estabilidad de taludes y la presión lateral sobre estructuras de retención de tierras.

Morh (1900) presentó una teoría sobre la ruptura de los materiales. Esta teoría afirma que un material falla debido a una combinación crítica de esfuerzo normal y esfuerzo cortante, y no sólo por la presencia de un esfuerzo máximo normal o bien de un esfuerzo máximo cortante. Así entonces, la relación funcional entre un esfuerzo normal y un esfuerzo cortante sobre un plano de falla se expresa en la forma.

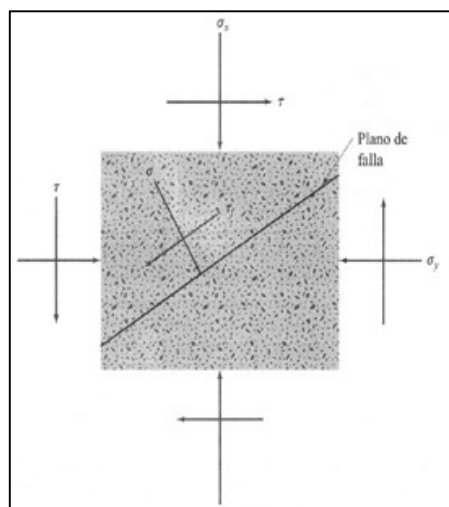
$$t=f(\sigma)$$

Donde:

t= esfuerzo cortante sobre el plano de falla.

σ = esfuerzo normal sobre el plano de falla.

Figura 15: Plano de falla.



- **Esfuerzo cortante sobre el plano de falla**

Para la mayoría de los problemas de mecánica de suelos, es suficiente aproximar el esfuerzo cortante sobre el plano de falla como una función lineal del esfuerzo normal (Coulomb, 1776).

Esta relación se escribe como:

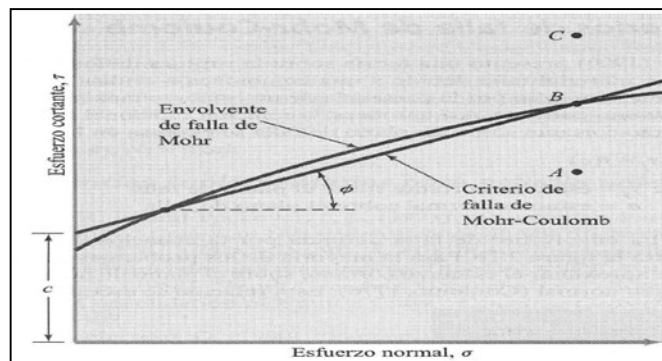
$$t=c + \sigma \tan \phi$$

Donde t = cohesión

ϕ = ángulo de fricción interna

La ecuación precedente se llama criterio de falla de Mohr–Coulomb.

Figura 16: Falla de Mohr – Coulomb.



- **Envolvente de falla de Mohr y los criterios de falla Mohr–Coulomb.**

El significado de la envolvente de falla se explica si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante sobre un plano en una masa de suelo son tales que son representados por el punto A, entonces no ocurrirá una falla cortante a lo largo de ese plano. Si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante sobre un plano son representados por el punto B (que se encuentra sobre la envolvente de falla), entonces ocurrirá una falla cortante a lo largo de ese plano. Un estado de esfuerzo sobre un plano representado por el punto C no existe porque éste queda por arriba de la envolvente de falla y la falla cortante ya habría ocurrido en el suelo.

➤ **Expansión**

Algunos tipos de suelos evidencian una marcada variación en su volumen bajo el efecto de ciertos factores, como:

- Modificación de la magnitud de las presiones actuantes
- Variación del contenido de humedad del suelo.

Un suelo disminuye su índice de vacíos y reduce su volumen al ser comprimido y luego se expande al descomprimirse. Esta propiedad es común en todos los suelos, algunas arcillas poseen además una notable capacidad de expandirse y contraerse sucesivamente al variar su contenido de humedad, sufriendo cambios importantes en su volumen, ya que se expanden al humedecerse y se contraen al secarse. A estos suelos se los designa por expansivos. Entre las diversas causas de expansión de los suelos se tiene:

- Recuperación elástica de los suelos.
- Atracción del agua por los minerales arcillosos.
- Repulsión eléctrica de las partículas de arcilla.
- Expansión del aire en los poros del suelo.

En suelos arcillosos la humedad es el que juega el rol fundamental y la mayor o menor avidez de agua de las partículas determina el volumen final alcanzado por la masa del suelo. La humedad puede provenir de lluvias, drenajes de otros suelos, o por capilaridad si existen capas acuíferas subterráneas. En algunos casos, influye la presencia de estratos superficiales impermeables que evitan la evaporación.

La expansión que puede alcanzar un suelo es difícil de predecir con exactitud dado que la misma depende de la composición mineralógica, la orientación de las partículas, la presión ejercida por la sobrecarga de los estratos súper yacentes y el contenido de humedad en un determinado instante de tiempo. Una estimación aproximada de la expansividad de un suelo puede obtenerse de diferentes formas:

- En función a la composición del suelo
- Según su valor de su índice de plasticidad

- Por los resultados de los ensayos de expansividad.

En función de la composición del suelo, se ha determinado que los típicos suelos expansivos son las arcillas con alto contenido de montmorillonita, componente mineral que aumenta su volumen hasta en un 1,500%. La illita, otro mineral presente en las arcillas, aumenta su volumen en un 350%, mientras que la caolinita no experimenta sensibles variaciones volumétricas al cambiar su contenido de humedad.

Tabla 19: Correlación entre el índice de plasticidad y el grado de expansividad.

INDICE DE PLASTICIDAD	GRADO DE EXPANSIVIDAD
0 a 14	Baja
15 a 25	Media
26 a 40	Crítica
> 40	Muy crítica

En el laboratorio, para medir el grado de expansividad de un suelo se emplea el método que consiste en tomar dos muestras iguales no perturbadas de un mismo suelo arcilloso, una de las cuales se dejan secar al aire y se mide su reducción de volumen por expansión. La diferencia final entre dos volúmenes resulta la variación potencial máxima por expansividad del suelo arcilloso entre el estado seco y el saturado.

Los suelos pueden clasificarse según su grado de expansividad, en función al porcentaje del cambio de su volumen.

Tabla 20: Correlación entre el cambio de volumen y el grado de expansividad.

INDICE DE PLASTICIDAD	GRADO DE EXPANSIVIDAD
0 a 10	Baja
11 a 20	Media
21 a 30	Crítica
> 30	Muy crítica

f) Método de ensayo de densidad de campo.

Objetivo:

Establecer el método de ensayo estándar para determinar la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.

Resumen del método:

Este método es usado para determinar la densidad de suelos compactados que se encuentran en el lugar durante la construcción de terraplenes de tierra, capas de rodadura, rellenos de carreteras y estructuras de contención.

Es comúnmente utilizado como base de aceptación para suelos compactados a una densidad específica o a un porcentaje de densidad máxima determinada por un método de ensayo normado. Este método puede ser usado para determinar la densidad in-situ de depósitos de suelos naturales, agregados, mezcla de suelos u otro material similar.

Este método de ensayo se aplica a suelos que no contengan una cantidad excesiva de roca o materiales gruesos con un diámetro mayor a 1 ½ pulg (38 mm).

Esta norma también puede utilizarse para determinar la densidad y el peso unitario de suelos inalterados o suelos in-situ, que contengan vacíos

naturales o cuando los poros sean lo suficientemente pequeños para prevenir que la arena usada en el ensayo penetre en los vacíos naturales. El suelo u otro material que esté sometido a prueba deberá tener la suficiente cohesión o atracción entre partículas para mantener estables los lados de un pequeño hoyo o excavación y debe estar lo suficientemente firme como para soportar la mínima presión ejercida al momento de cavar el orificio y colocar el equipo sobre él, sin que se deforme o caiga.

Cuando los materiales que se van a someter a prueba contengan cantidades considerables de partículas mayores a 1 ½ pulg (38 mm), o cuando los volúmenes de los orificios de ensayo son mayores a 0,1 pie³ (2830 cm³), se aplica el Método de Ensayo ASTM D 4914 o ASTM D 5030.

Es práctica común en la profesión de ingeniería utilizar corrientemente unidades de medida para representar tanto unidades de masa como unidades de fuerza. Esto implícitamente combina dos sistemas de unidades diferentes, esto es, el sistema absoluto y el sistema gravitacional. Científicamente, no es recomendable combinar el uso de dos clases diferentes de unidades dentro de una norma simple. Este método de ensayo ha sido elaborado utilizando el sistema gravitacional de unidades cuando se tratan las unidades en el sistema de centímetros y gramos. En este sistema, el gramo (gf) representa una unidad de fuerza (peso). Sin embargo, el uso de balanzas o escalas para registrar medidas de masa (gm) o para registrar la densidad en gm/cm³ puede establecerse como conforme a este método de ensayo.

El uso de este método está limitado generalmente a suelos en una condición de no saturados. Este método no es recomendable para suelos que sean suaves o desmenuzables (que se desmoronan fácilmente), o estén en una condición de humedad tal que el agua filtre dentro del hoyo excavado a mano. La precisión de este ensayo puede ser afectada por suelos que se deforman fácilmente o que sufran cambios volumétricos en el hoyo excavado debido a que el personal camine o se detenga cerca del hoyo durante el ensayo. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016)

2.3. Definiciones conceptuales

Calicata: Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento trincheras, son realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El PR toma las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes. (Reglamento Nacional de Edificaciones, E 050).

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte. (Manual de Transportes, 2013)

ASTM: American Society for Testing and Materials ó sociedad americana para ensayos y materiales. (Manual de Transportes, 2013)

Ahuellamiento: Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito. (Ravines Merino, 2010)

Asentamiento: Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

Bache. Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

Mantenimiento vial: Conjunto de actividades técnicas desinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódico. (Manual de Carreteras, 2013)

Vida útil: Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015).

2.4. Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

HG: La aplicación de savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.

2.5. Variables de la investigación.

2.5.1 Variable independiente (X):

X: La aplicación de savia de sábila.

2.5.2 Variable dependiente (Y):

Y1: Capacidad de Soporte de la subrasante.

2.6. Operacionalización de variables (dimensiones e indicadores).

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR
<p>Y1: CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE.</p>	<p>Propiedades físicas - mecánicas: Porcentaje de humedad Peso volumétrico Peso específico Plasticidad Clasificación SUCS - AASHTO Compactación Capacidad de Soporte Porcentaje de expansión Grado de compactación</p> <p>Propiedades Químicas: pH de los suelos</p>	<p>Humedad natural Peso volumétrico Granulometría Hidrometría Peso Específico Limite Líquido y plástico Próctor modificado CBR - laboratorio Edómetro CBR - in situ Cono de arena</p> <p>pH-metro</p>
<p>X: SAVIA DE SÁBILA</p>	<p>Propiedades físicas y mecánicas: Densidad</p> <p>Propiedades químicas: pH</p>	<p>Ensayo de densidad relativa</p> <p>pH-metro</p>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

Hernández, Fernández & Baptista (2010), afirma que la investigación aplicada está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, como curar una enfermedad o conseguir un elemento o bien que pueda ser de utilidad. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico. La investigación experimental se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa de la realidad. Permite establecer diferentes hipótesis y contrastarlas a través de un método científico.

Hernández, Fernández & Baptista (2010), afirma que la investigación transversal se centra en la comparación de determinadas características o situaciones en diferentes sujetos en un momento concreto, compartiendo todos los sujetos la misma temporalidad.

Hernández, Fernández & Baptista (2010), afirma que la investigación cuantitativa se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis. Los resultados de estas investigaciones se basan en la estadística y son generalizables.

La investigación realizada es de acuerdo al fin que se persigue, es una investigación aplicada, de acuerdo a los datos analizados es cuantitativo, es

una investigación experimental y según el periodo temporal en que se realizó es transversal.

- Aplicada
- Cuantitativo
- Experimental
- Transversal

3.1.1 Enfoque

En el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza su o sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencia respecto de los lineamientos de la investigación (si es que no se tienen hipótesis). (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Método cuantitativo: Se basa en los números para investigar, analizar y comprobar información y datos; este intenta especificar y delimitar la asociación o correlación existente, además de la fuerza de las variables, la generalización y objetivación de cada uno de los resultados obtenido; para esto se necesita una recolección metódica u ordenada, y analizar toda la información numérica que se tiene. (D'Ancona, 1998)

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que el proyecto que se realizó es para comprobar el nivel de resistencia de los suelos en construcción, será necesario emprender una serie de investigaciones con las cuáles se pueda verificar como actúan los suelos sin la aplicación de otros componentes que posiblemente mejorarían su resistencia ante ciertos factores.

- Cuantitativo

3.1.2 Alcance o nivel

Hernández, Fernández & Baptista (2010) indica que la investigación correlacional asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población. Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o

variables en un contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio relaciones entre tres, cuatro o más variables. La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en la o las variables relacionadas.

Se sometió a la muestra de suelo en estudio a la acción de diferentes tratamientos con una proporción de savia de sábila en condiciones de humedad, presión y de temperatura controladas, una vez culminado el proceso se tomaron los datos de los fenómenos ocurridos en las diferentes propiedades ya mencionadas a través de sus respectivos instrumentos de medición. La evaluación comparativa se realizó mediante la dosificación óptima de savia de sábila para medir la capacidad de soporte y ente un suelo patrón de la zona y uno mejorado.

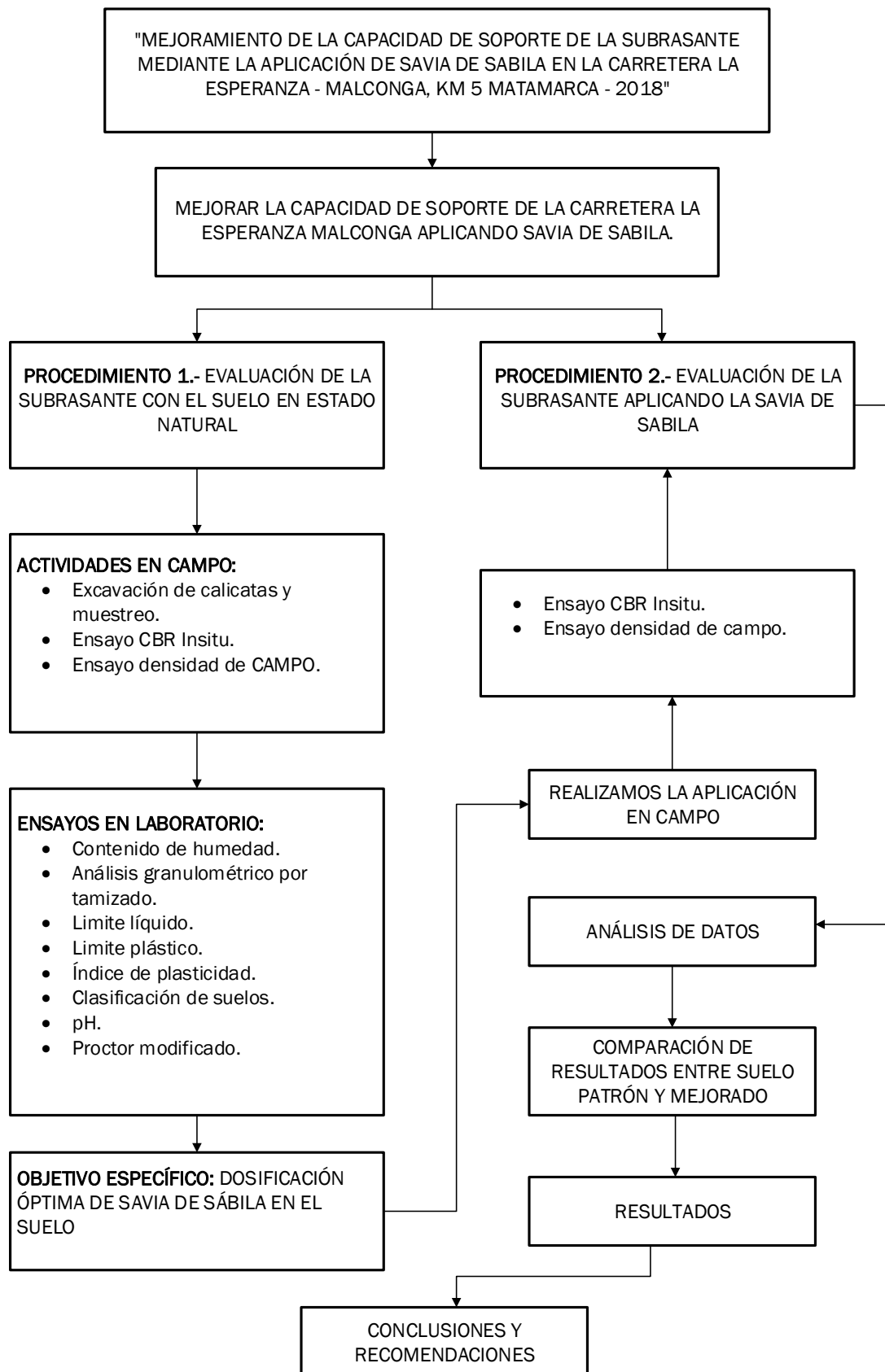
- Correlacional

3.1.3 Diseño

3.1.3.1 Diseño metodológico

El diseño de la investigación determinó la aplicación de una investigación científica, de tipo causal, ya que está orientado a estudiar la resistencia del suelo a la subrasante mediante la utilización de savia de sábila. En base a tales resultados se determinó la factibilidad de su aplicación para el mejoramiento de carreteras no pavimentadas, por lo que se incluye un factor causa – efecto. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

3.1.3.2 Diseño de ingeniería



Elaboración propia.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población está constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos (personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, etcétera) que pueden conformar el ámbito de una investigación. (Niño Rojas, 2011).

La población de estudio que se consideró está constituida por los 12 Km de carretera del tramo La Esperanza – Malconga.

3.2.2. Muestra

La muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Niño Rojas, 2011).

La muestra en estudio resulta de la sectorización del tramo, del kilómetro 4 hasta el kilómetro 5 de la población de estudio anteriormente mencionada.

Para identificar las propiedades y el estado actual de las carreteras sin pavimentar, se procedió a realizar la observación respectiva y la toma de muestras necesarias que permitieron al investigador reconocer las especificaciones ingenieriles del suelo. En este contexto, se requirió de la aplicación de un método directo, mediante el cual se extrajeron las muestras para la posterior ejecución de pruebas y ensayos.

Para la elección del lugar y determinación del tramo:

Se utilizó un tipo de muestreo No Probabilístico, usando de este modo el muestreo por criterio o fines especiales. Las muestras por fines especiales son muestras por conveniencia pero en las que se escogen a aquellos miembros que cumplan con criterios previamente establecidos que se consideran importantes. (Vílchez Guizado, 2011)

Considerando que el tramo La Esperanza – Malconga tiene una longitud de 12 kilómetros, se sectorizó el tramo, optando para la investigación

en solo el kilómetro 4 hasta el kilómetro 5; para así llevar a cabo el sondeo respectivo, las unidades de observación estuvieron conformadas por los suelos provenientes de la subrasante de la carretera extraídos mediante calicatas a cielo abierto de 1.50 metros de profundidad de cada km. A un lado de eje de la carretera. Para este efecto, se consideró necesaria la determinación de los parámetros fundamentales para el manejo de la muestra, la misma que debió ser alterada e inalterada con el propósito de obtener la información necesaria para conocer el efecto de la savia de sábila para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en la carretera La Esperanza – Malconga.

- Para la determinación de esta muestra se consideró un muestreo no probabilístico que no sirven para hacer generalizaciones pero sí para estudios exploratorios. En este tipo de muestras, se eligen a las muestras utilizando diferentes criterios relacionadas con las características de la investigación, ya que el investigador suele determinar la población objetivamente y la muestra fue elegida por experiencia propia en estudios geotécnicos. (Haroldo Elorza, 2008)

Características consideradas para la toma de muestra:

- Debido al reconocimiento manual-visual siguiendo los parámetros de la NTP 339.150 (ASTM D 2488) se pudo encontrar tramos con deterioros considerables siendo el más crítico desde el tramo Km 4 al Km 5.

- Las cantidades de cada ensayos de laboratorio como de campo, se justifican con las especificaciones técnicas generales para a construcción (MTC EG-2003).

Para la aplicación en campo y procesamiento de resultados:

Se realizó la comparación de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera intervenida al ser mejorado mediante la aplicación de savia de sábila.

Para ello, se conformó 30 ensayos de CBR in situ los cuales sirvieron para la comparación de la resistencia buscada.

Se seleccionó las muestras empleando un método probabilístico, para ello se empleó el Muestreo Aleatorio Simple; para la elección del tamaño de la muestra se usará toda la población ya que estamos empleando una muestra finita, “Una muestra aleatoria simple es la que resulta de aplicar un método por el cual todas las muestras posibles tengan la misma probabilidad de ser elegidas” (Webster, 1998).

Estamos considerando 15 muestras para el ensayo patrón y 15 muestras para el ensayo mejorado como se detalla en la tabla N°12; que según el Manual de Carreteras en la sección Suelos y Pavimentos nos indica que el número mínimo de ensayo CBR en una carretera de bajo volumen de tránsito con IMDA ≤ 200 veh/día de una calzada es de un ensayo a cada 3 km.

Así también, nos dice que el número de calicatas como se muestra en la tabla N°13, para exploración de suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito, carreteras con IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada se debe explorar una calicata por kilómetro como mínimo, a una profundidad de 1.50 m. respecto a nivel subrasante del proyecto. (Manual de Carreteras).

De lo especificado según la normativa se consideró:

Tabla 21: Descripción de actividades en campo.

ACTIVIDAD	NUMERO DE PUNTOS
Excavación de calicatas	5
Ensayo CBR patrón	15
Ensayo densidad de campo patrón	15
Ensayo CBR mejorado	15
Ensayo densidad de campo mejorado	15

Tabla 22: Descripción de actividades en laboratorio.

ACTIVIDAD	NUMERO DE MUESTRAS POR CALICATA
Contenido de Humedad	3
Análisis Granulométrico	3
Límite Líquido y Límite Plástico	3
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	3
Peso Volumétrico	3
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	5
Ensayo de prueba estándar para pH en suelos (METODO A)	3
Ensayo CBR en laboratorio	3

3.3 Técnicas e instrumentos de correlación de datos

3.3.1 Para la recolección de datos

Técnicas:

Las técnicas son los procedimientos específicos que, en el desarrollo del método científico, se han de aplicar en la investigación para recoger la información o los datos requeridos. (Niño Rojas, 2011)

La técnica de esta investigación es experimental, ya que se hizo uso de tres tipos de ensayos, que permitieron determinar la factibilidad de aplicar savia de sábila como estabilizante natural:

- Ensayos de densidad – humedad del suelo con savia de sábila.
- Ensayo de resistencia a la comprensión con y sin savia de sábila.
- Ensayos in situ en el sitio para verificar aumento de densidad y de resistencia.

Instrumentos:

Un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. (Niño Rojas, 2011)

Se usaron para registrar la información acerca del uso de la savia de sábila, en la mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

- Fichas textuales
- Fichas de resumen
- Fichas de comentario

Libreta de campo

Aquí se consideraron las características de la muestra como son:

- Ubicación de la carretera
- Peso aproximado
- Color del suelo
- Textura del suelo.
- Clasificación preliminar del suelo en base a la observación.

a) Instrumentos de campo

Aquí se usaron los siguientes instrumentos para la obtención de la muestra de suelos:

- Palas, picos, barretas: para realizar las calicatas
- Bolsas y costales de polietileno para recolectar las muestras alteradas de suelo.
- Tubo PVC de 4" de diámetro, parafina, yute para recolectar las muestras inalteradas (mit).
- Cámara fotográfica para realizar las tomas fotográficas de las calicatas.
- Pizarras y plumones para registrar la ubicación de las calicatas.

b) Instrumentos de Laboratorio

Para medir la cantidad de savia de sábila; que se utilizaron en el grupo experimental fueron:

- Probeta milimetrada de 1000 ml, 250ml, 100ml y 20ml.
- Baldes de 5 lt, para disolver la savia de sábila con agua.

Los instrumentos que se utilizaron para realizar los ensayos de laboratorio, de acuerdo al Manual de ensayo de Materiales fueron:

1) Ensayo de análisis granulométrico

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Dos balanzas, Tamices de malla cuadrada 75mm (3"), 50,8mm (2"), 38,1mm (1½"), 25,4mm (1"), 19,0mm (¾"), 9,5mm (3/8"), 4,76mm (N° 4), 2,00mm (N°10), 0,840mm (N°20), 0,425mm (N°40), 0,250mm (N°60), 0,106mm (N°140) y 0,075mm (N°200), Envases para el manejo y secado de las muestras, cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices. (p. 44).

2) Ensayo de humedad natural.

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Horno de secado, balanzas, Recipientes apropiados para almacenar la muestra que resista a altas temperaturas, guantes, un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes, cuchillos, espátulas cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc. (p.49).

3) Ensayo de determinación del límite líquido

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Recipiente para almacenaje, espátula, acanalador, calibrador incorporado al ranurador o separado, una barra de metal de 10.00±0.2mm de espesor y de 50mm (2") de largo, recipientes o pesa filtros, balanza con sensibilidad de 0.01gr, estufa, agua destilada. (p.67).

4) Ensayo de determinación del límite plástico

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Espátula, de hoja flexible, recipiente para almacenaje, de porcelana, balanza, con aproximación a 0.01g, horno o estufa, tamiz, de 426 μ m (n°40), agua destilada, recipientes adecuados para determinación de humedades, superficie de rodadura comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado (p.72).

5) Ensayo de próctor modificado

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Molde de 4 pulgadas, molde de 6 pulgadas, pisón o martillo, extractor de muestras, una balanza para una aproximación de 1 gramo, horno de secado, una regla metálica, tamices o mallas de $\frac{3}{4}$ pulg (19.0mm), $\frac{3}{8}$ pulg (9.5mm) y N°4 (4.75mm), cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. o un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua (p.107).

6) Ensayo de relación de soporte de california (CBR) en laboratorio.

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, molde de metal cilíndrico, de 152.4mm \pm 0.66mm (6 \pm 0.026") de diámetro interior y de 177.8 \pm 0.46mm (7 \pm 0.018") de altura, disco espaciador de metal, de forma circular de 150.8mm (5 15/16") de diámetro exterior y de 61.37 \pm 0.127mm (2.416 \pm 0.005") de espesor, pisón de compactación, pesas uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de 4.54 \pm 0.02kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27 \pm 0.02kg, pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.63 \pm 0.13mm (1.954 \pm 0.005") de diámetro, área de 19.35cm² (3pulg²), dos diales con recorrido mínimo de 25mm (1") y divisiones lecturas en 0.025mm (0.001"), tanque para la inmersión de los moldes en agua, estufa, dos balanzas una de 20kg de capacidad y otra de 1000g con sensibilidades de 1g y 0.1g tamices,

de 4.76mm (no.4), 19.05mm (3/4") y 50.80 mm (2"); también se utilizara cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc. (p. 248).

7) Ensayo de relación de soporte de california (cbr) in situ.

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de:

Un gato mecánico de tornillo con las siguientes especificaciones: capacidad máxima de 2700 kg (5950 lb), mínima altura de elevación: 50 mm (2"), manubrio desmontable 150 mm (6") de radio; relación de velocidad alta, aproximadamente 2.4 revoluciones para 1 mm (0.04") de penetración, relación de velocidad media, aproximadamente 5 revoluciones para 1 mm (0.04") de penetración, relación de velocidad baja, aproximadamente 14 revoluciones para 1 mm (0.04") de penetración; dos anillos de carga, pistón de penetración, diales, soporte para el dial de penetración, platina de sobrecarga, circular, de acero, de 254 ± 0.5 mm (10 ± 0.02 ") de diámetro, con un agujero central circular de 51 ± 0.5 mm (2 ± 0.02 ") la platina debe pesar 4.54 ± 0.01 kg (10 ± 0.02 lb), dos pesas anulares de sobrecarga de 4.54 ± 0.01 kg (10 ± 0.02 lb), de 216 ± 1 mm (8.5 ± 0.04 ") de diámetro total, vehículo de carga suficiente para proveer una reacción de aproximadamente 31 kn (6970 lb), dos gatos tipo camión, de 14 mg (15 toneladas) de capacidad, de doble acción combinada y descenso automático, envases de muestras para determinación de humedad y peso unitario, espátula, regla de enrase, cucharones para excavar, etc. (p.257).

8) Ensayo de densidad de campo

Según el Manual de ensayos de Materiales (MTC, 2016) para realizar este ensayo en suelos se requiere de un aparato de Densidad de cono de arena, consiste en lo siguiente:

Arena, un frasco contenedor de arena, un embudo de metal, un plato de metal cuadrado o rectangular, balanza capacidad mínima de 20 kg con

una sensibilidad de 5,0 g de lectura, equipo de secado, cuchillo, pico pequeño, cincel, espátula pequeña, destornillador o cucharas para excavar el hoyo del ensayo, cubos con tapa, latas de estaño sin costuras laterales o de aluminio con tapa, costales plásticos, termómetro, brocha pequeña, calculadora, libreta de apuntes, etc.

Formatos de laboratorio

Son un instrumento de recolección de datos que se utiliza en campo y en laboratorio, nos ayuda a organizar los ensayos realizados y llevar una secuencia adecuada de control.

Aquí se anotaron los valores obtenidos de los ensayos realizados a las muestras de suelo del grupo control y experimental, los formatos de las guías que se utilizaron fueron de acuerdo al manual de ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016); se utilizaron los siguientes formatos:

Tabla 22: Formato para ensayo contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD						
NORMA UTILIZADA						
NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.						
DATOS LABORATORIO						
CALICATA						
ESTRATO						
MUESTRA						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso bandeja						

Tabla 23: Formato para ensayo peso volumétrico.

ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS						
NORMA UTILIZADA						
NTP 339.139, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.						
DATOS LABORATORIO		DIÁMETRO:		ALTURA:		
CALICATA						
ESTRATO						
MUESTRA						
Peso recipiente (1/10 ft³)						
Peso suelo varillado + recipiente.						
Peso suelo suelto + recipiente.						

Tabla 24: Formato para ensayo densidad relativa finos.

ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS						
NORMA UTILIZADA						
NTP 339.131, método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por agua y picnómetro.						
DATOS LABORATORIO						
CALICATA						
ESTRATO						
MUESTRA						
Peso muestra seco (A):						
Peso picnómetro + agua (B):						
Peso picnómetro + agua + suelo saturado (C):						
Temperatura del fluido:						

Tabla 25: Formato para ensayo densidad relativa gruesos.

ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS						
NORMA UTILIZADA						
NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.						
DATOS LABORATORIO						
CALICATA						
ESTRATO						
MUESTRA						
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido), (C).						
Masa saturado superficialmente seco, (B).						
Masa seco del material al horno, (A).						

Tabla 26: Formato para ensayo granulometría.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO															
NORMA UTILIZADA															
NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.															
DATOS LABORATORIO															
CALICATA															
ESTRATO															
MUESTRA															
Peso bandeja:															
Peso natural + bandeja:															
Peso natural seco + bandeja:															
Fracción para (uso en hidrómetro):															
Diámetro de cribas - pesos retenidos	3"	75.000 mm													
	2.1/2"	63.000 mm													
	2"	50.000 mm													
	1.1/2"	38.100 mm													
	1"	25.000 mm													
	3/4"	19.000 mm													
	1/2"	12.500 mm													
	3/8"	9.500 mm													
	1/4"	6.300 mm													
	# 04	4.750 mm													
	# 08	2.360 mm													
	# 10	2.000 mm													
	# 12	1.700 mm													
	# 16	1.180 mm													
	# 18	1.000 mm													
	# 30	0.600 mm													
	# 35	0.500 mm													
	# 40	0.425 mm													
	# 50	0.300 mm													
	# 60	0.250 mm													
# 100	0.150 mm														
# 200	0.075 mm														
Cazoleta:															
Análisis Hidrométrico			Hora Inicio:					Hora Inicio:					Hora Inicio:		
			Fecha:					Fecha:					Fecha:		
Control: Fecha - Minutos - Temperatura °C - Lectura hidrómetro R															
tiempos de control	tiempo (minutos)	tiempo (horas)	tiempo (días)	Fecha lectura	Tiempo lectura	°C	R	Fecha lectura	Tiempo lectura	°C	R	Fecha lectura	Tiempo lectura	°C	R
	2 min	-	-												
	5 min	-	-												
	15 min	-	-												
	30 min	-	-												
	60 min	1 h	-												
	240 min	4 h	-												
	480 min	8 h	-												
	1440 min	24 h	1 días												
	2880 min	48 h	2 días												
	4320 min	72 h	3 días												
	5760 min	96 h	4 días												

Tabla 27: Formato para ensayo de plasticidad.

LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD								
NORMA UTILIZADA								
NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.								
DATOS LABORATORIO								
CALICATA								
ESTRATO								
MUESTRA								
	Límite líquido				Límite plástico			
Número de golpes/Pruebas					P-1	P-2	P-3	P-4
Peso muestra húmedo + tara:								
Peso muestra seca + tara:								
Peso de tara:								

Tabla 28: Formato para ensayo compactación de suelos.

COMPACTACIÓN DE SUELOS					
NORMA UTILIZADA					
NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m ³).					
DATOS LABORATORIO					
CALICATA					
ESTRATO					
MUESTRA					
Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas	Peso Ret. (g)	Peso Usar (g)	Método Compactación	DIÁMETRO
	Retenido: 3" - 3/4"				
	Retenido: 3/4" - 3/8"				ALTURA
	Retenido: 3/8" - N° 04				
	Pasante: N° 04				PESO DEL MOLDE
Pesos totales :					
COMPACTACIÓN					
Descripción	P : 1	P : 2	P : 3	P : 4	P : 5
Peso muestra + cilindro					
Ensayos de humedad					
Descripción	Central 1	Central 2	Central 3	Central 4	Central 5
Peso muestra hum.+recipiente.					
Peso muestra seca +recipiente.					
Peso recipiente.					

Tabla 29: Formato para ensayo CBR en laboratorio.

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)													
NORMA UTILIZADA													
NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.													
DATOS LABORATORIO													
CALICATA													
ESTRATO													
MUESTRA													
Método de compactación en el proctor:		Área presión prensa CBR:		DIAMETRO	ALTURA	Velocidad de carga:	1.27 mm/min						
						Incremento de carga	0.025 pulg.						
CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R													
Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa			Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa						
Condiciones de Prueba		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso muestra + molde	g.												
Peso molde	g.												
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central	Central	Central	Central	Central		
Peso muestra hum.+recip.	g.												
Peso muestra seca+recip.	g.												
Peso recipiente	g.												
CONTROL DE EXPANSIÓN													
ENSAYO DE SATURACIÓN - EXPANSIÓN			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56				
			Lectura del Dial			Lectura del Dial			Lectura del Dial				
			Factor Dial:			Factor Dial:			Factor Dial:				
Fecha	Tiempo de control	Lect. Dial		Div.	T°	Lect. Dial		Div.	T°	Lect. Dial		Div.	T°
		Int.	Ext.			Int.	Ext.			Int.	Ext.		
	0.0			0				0				0	
	0.5 h												
	1.0 h												
	3.0 h												
	6.0 h												
	12.0 h												
	24.0 h												
	48.0 h												
	72.0 h												
	96.0 h												
Altura inicial		mm											
COMPRESIÓN C.B.R													
CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56				
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial			Lectura dial			Lectura dial				
0.000	0.00	0.0											
0.025	0.64	0.5											
0.050	1.27	1.0											
0.075	1.91	1.5											
0.100	2.54	2.0											
0.125	3.18	2.5											
0.150	3.81	3.0											
0.175	4.45	3.5											
0.200	5.08	4.0											
0.225	5.72	4.5											
0.250	6.35	5.0											
0.300	7.62	6.0											
0.350	8.89	7.0											
0.400	10.16	8.0											
0.450	11.43	9.0											
0.500	12.70	10.0											

Tabla 30: Formato para ensayo pH.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE SUELOS, (MÉTODO A)			
NORMA UTILIZADA			
NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea			
DATOS LABORATORIO			
CALICATA			
ESTRATO			
MUESTRA			
Peso del suelo seco.			
Volumen agua destilada.			
Temperatura del agua de mezcla.			
Temperatura ambiente.			
% Humedad relativa.			
Potenciómetro (pH-metro).			

Tabla 31: Formato para ensayo densidad de campo.

DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO					
1.- Norma utilizada:					
NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método de cono de arena.					
2.- Datos de muestreo:					
Fecha de exploración:		Tipo de muestra:		Calicata: N°	
Profundidad de muestreo:		Muestra: N°		Estrato: N°	
Coordenadas geodésicas:					
Ubicación:					
3.- Prueba de campo:					
Objeto	Prueba			% de participación	
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del afirmado)			Fracción grueso	
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)			Fracción fino:	
	Peso cono + arena final. (M ₄)			% fracción fina	
	Peso del cono.			% fracción grueso	
	Volumen del hoyo (V).		-		
Densidad presente en el terreno.	MASA HÚMEDO TOTAL.				
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)				
	Peso bandeja. (g)				
	Peso del suelo húmedo total.				
	CONTENIDO DE HUMEDAD.				
	Peso del suelo húmedo representativo + tara				
	Peso del suelo seco representativo + tara.				
	Peso de la tara.				
	Contenido de humedad. (%w):				
	DENSIDADES PRESENTES.				
	Densidad húmedo. (ρ_w).				
	Densidad seco. (ρ_d).				

Tabla 32: Formato para ensayo CBR in situ.

RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU									
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO									
1.- Norma utilizada:									
NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.									
4.- Datos de ensayo:									
Fecha de ensayo:			Tipo de suelo (SUCS):			Prueba:			
Profundidad de ensayo:			Tipo de suelo (AASHTO):			Km:			
Coordenadas geodésicas:									
Localización:									
5.- Control del ensayo:									
<i>Densidad seca natural:</i>			<i>Contenido de humedad natural</i>			<i>Área presión prensa CBR:</i>			
<i>Método empleado:</i>			<i>Método empleado:</i>			<i>Velocidad de carga:</i>			
CONTROL DE LAS PRESIONES				CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:		
0.000	0.00						B:		
0.025	0.64						C:		
0.050	1.27								
0.075	1.91								
0.100	2.54								
0.125	3.18								
0.150	3.81								
0.175	4.45								
0.200	5.08								
0.225	5.72								
0.250	6.35								
0.300	7.62								
0.350	8.89								
0.400	10.16								
0.450	11.43								
0.500	12.70								

3.3.2 Para el análisis e interpretación de los datos

Para el estudio de la mecánica de suelos (Geotécnia) las muestras fueron extraídas en los puntos de estudio, donde luego fueron analizados en el laboratorio de suelos de la universidad de Huánuco e interpretadas mediante cuadros de resumen.

Para el análisis e interpretación se realiza la comparación de los resultados obtenidos del CBR in situ de un suelo patrón con un suelo mejorado. Al obtener los datos de los ensayos para analizar e interpretar los datos obtenidos.

Para tal efecto se utilizaron programas de cómputo (Microsoft Excel, software estadístico SPSS v. 24), hojas de cálculo, programa de procesamiento de texto, etc.

Ejecución de la investigación

Primero se realizó una visita a campo para una inspección visual y para la toma de muestras.

Se realizó la excavación de calicatas para la obtención de muestras inalteradas y alteradas para su posterior traslado al ambiente del laboratorio de mecánica de suelos de la universidad.

Se realizó una prueba de CBR in situ y una prueba de densidad de campo, antes de que la carretera sea intervenida así tener un valor patrón lo cual cotejaremos con los valores que nos resulte después de una mejora.

Luego se realizó los ensayos en laboratorio donde se determinó la dosificación óptima de savia de sábila utilizada y todas las propiedades físicas de los suelos analizados.

Se volvió a campo y se realizó la aplicación de la savia de sábila en la subrasante para poder determinar los parámetros analizados en la presente investigación.

Una vez concluida se sometió a pruebas de resistencia CBR in situ y densidad de campo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Procesamiento de datos

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Humedad natural (%) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

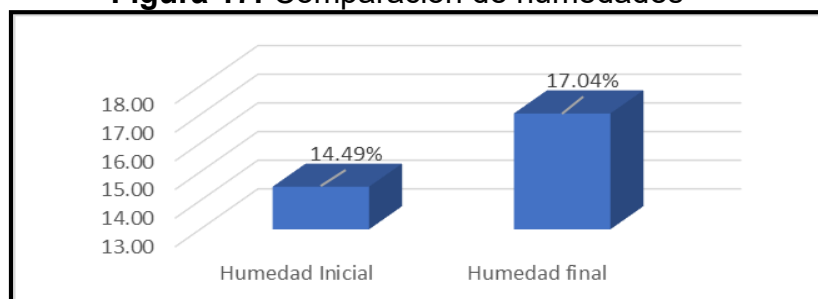
Tabla 33: Comparación de humedades

Humedad	Media	Error estándar	Límite Inferior NC 95%	Limite Superior NC 95%
Humedad Inicial	14.49	0.05	14.39	14.59
Humedad final	17.04	0.07	16.90	17.19

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla 58 y Tabla 49.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Humedad natural (%) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018

Figura 17: Comparación de humedades



Fuente: Tabla 33.

Podemos apreciar que, luego de la aplicación de savia de sábila, en promedio se incrementó la humedad, desde 14.49% a 17.04%, constituyendo un incremento de 17.59%. Se aprecia además que la media de la humedad inicial (14.49%) no está comprendida dentro de los límites calculados (intervalo) de la humedad final, lo que significa que hubo un incremento significativo.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Densidad seca natural, ρ_d (g/cm^3) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

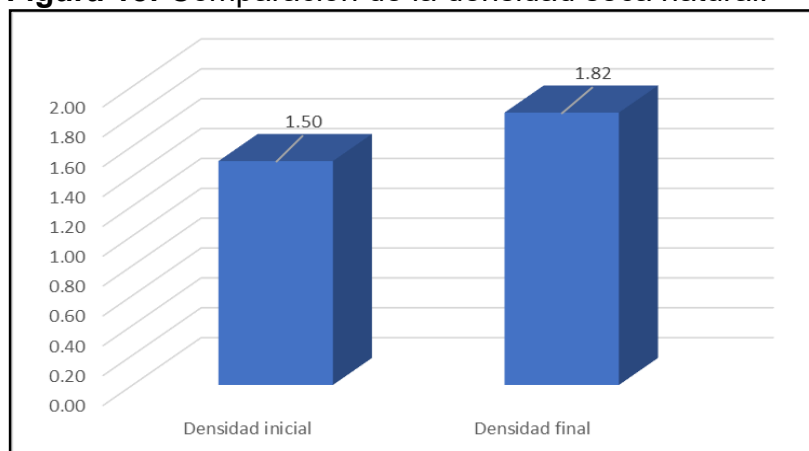
Tabla 34: Comparación de la densidad seca natural.

Humedad	Media	Error estándar	Límite Inferior NC 95%	Limite Superior NC 95%
Densidad Inicial	1.50	0.00	1.49	1.51
Densidad final	1.82	0.01	1.81	1.83

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla 58 y Tabla 59.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Densidad seca natural, ρ_d (g/cm^3) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

Figura 18: Comparación de la densidad seca natural.



Fuente: Tabla 34

Podemos apreciar que, luego de la aplicación de savia de sábila, en promedio se incrementó la Densidad seca natural, desde 1.50 a 1.82 ρ_d (g/cm^3), constituyendo un incremento de 21.33%. Se aprecia además que la media de la Densidad seca natural inicial (1.50 ρ_d (g/cm^3)) no está comprendida dentro de los límites calculados (intervalo) de la Densidad seca natural final, lo que significa que hubo un incremento significativo.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Densidad seca máxima, ρ_{max} (g/cm³) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

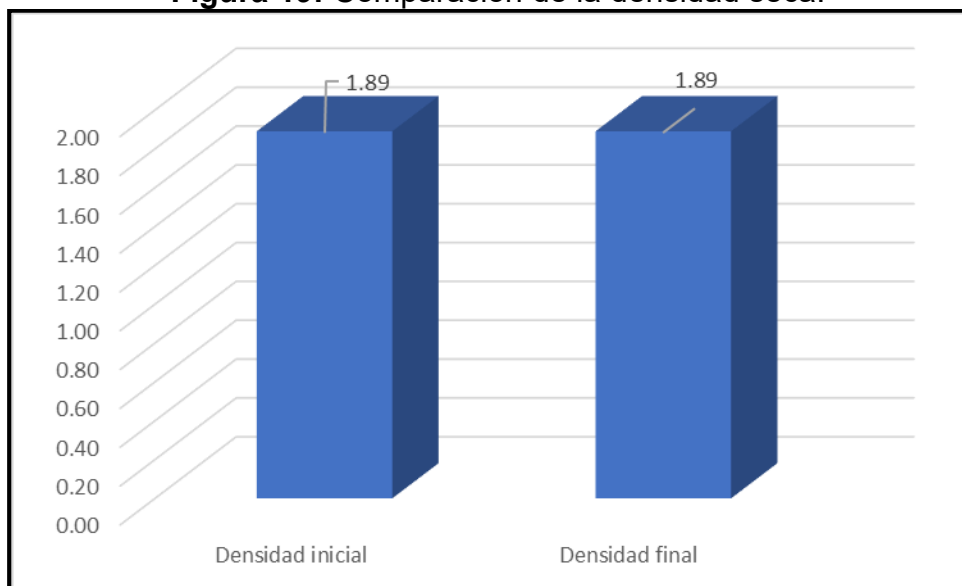
Tabla 35: Comparación de la densidad seca.

Humedad	Media	Error estándar	Límite Inferior NC 95%	Limite Superior NC 95%
Densidad Inicial	1.89	0.00	1.89	1.89
Densidad final	1.89	0.00	1.89	1.89

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla 58 y Tabla 59.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Densidad seca máxima, ρ_{max} (g/cm³) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

Figura 19: Comparación de la densidad seca.



Fuente: Tabla 35.

Podemos apreciar que, luego de la aplicación de savia de sábila, se mantiene el valor de la Densidad seca máxima.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Grado de compactación (%) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

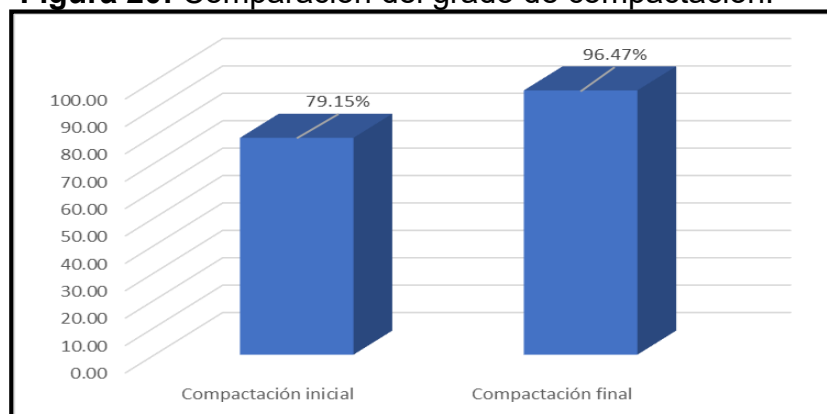
Tabla 36: Comparación del grado de compactación.

Humedad	Media	Error estándar	Límite Inferior NC 95%	Limite Superior NC 95%
Compactación inicial	79.15	0.19	78.77	79.53
Compactación final	96.47	0.27	95.93	97.00

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla 58 y Tabla 59.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Grado de compactación (%) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

Figura 20: Comparación del grado de compactación.



Fuente: Tabla 36.

Podemos apreciar que, luego de la aplicación de savia de sábila, en promedio se incrementó el Grado de compactación, desde 79.15% a 96.47%, constituyendo un incremento de 21.88%. Se aprecia además que la media de la Densidad seca natural inicial (79.15%) no está comprendida dentro de los límites calculados (intervalo) del Grado de compactación final, lo que significa que hubo un incremento significativo.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Densidad seca natural al 95% de ρ_d (g/cm^3) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

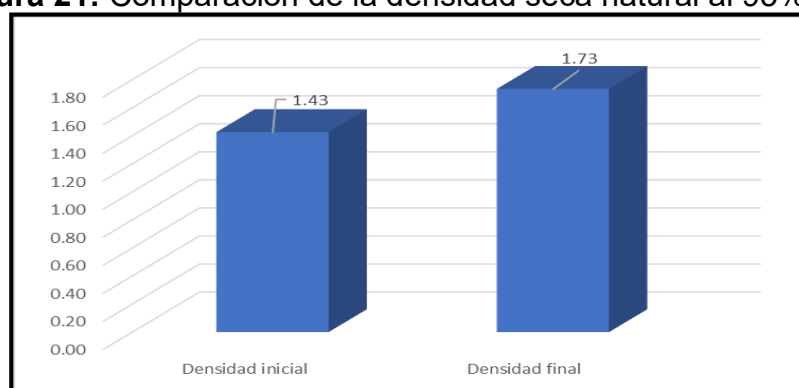
Tabla 37: Comparación de la densidad seca natural al 95%.

Humedad	Media	Error estándar	Límite Inferior NC 95%	Limite Superior NC 95%
Densidad Inicial	1.43	0.003	1.42	1.43
Densidad final	1.73	0.005	1.72	1.74

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla 58 y Tabla 59.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, Indicador: Densidad seca natural al 95% de ρ_d (g/cm^3) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

Figura 21: Comparación de la densidad seca natural al 95%.



Fuente: Tabla 37.

Podemos apreciar que, luego de la aplicación de savia de sábila, en promedio se incrementó la Densidad seca natural al 95% de ρ_d (g/cm^3), desde 1.43 a 1.73, constituyendo un incremento de 20.98%. Se aprecia además que la media de la Densidad seca natural inicial (1.43) no está comprendida dentro de los límites calculados (intervalo) de la Densidad seca natural final, lo que significa que hubo un incremento significativo.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ mediante el CBR (%) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

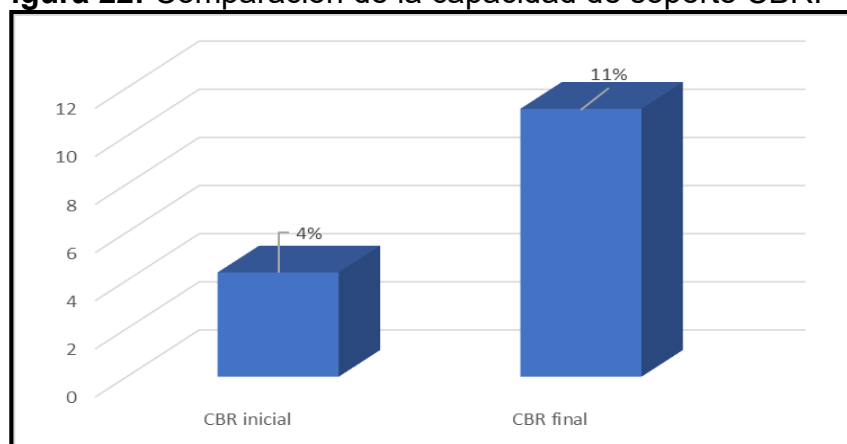
Tabla 38: Comparación de la capacidad de soporte CBR.

CBR	Media (%)	Error estándar	Límite Inferior NC 95%	Limite Superior NC 95%
CBR Inicial	4	0.32	4	5
CBR final	11	0.35	10	12

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla 58 y Tabla 59.

Evaluación de la resistencia del suelo natural in situ, mediante el CBR (%) antes y después de la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza, Malconga, Km 5, Matamarca, 2018.

Figura 22: Comparación de la capacidad de soporte CBR.



Fuente: Tabla 38.

Podemos apreciar que, luego de la aplicación de savia de sábila, en promedio se incrementó CBR (%), desde 4% a 11%, constituyendo un incremento de 275%. Se aprecia además que la media de la Densidad seca natural inicial (4%) no está comprendida dentro de los límites calculados (intervalo) del CBR final, lo que significa que hubo un incremento significativo.

Resultados del CBR a partir de dosificaciones de savia de sábila, realizados a nivel de laboratorio.

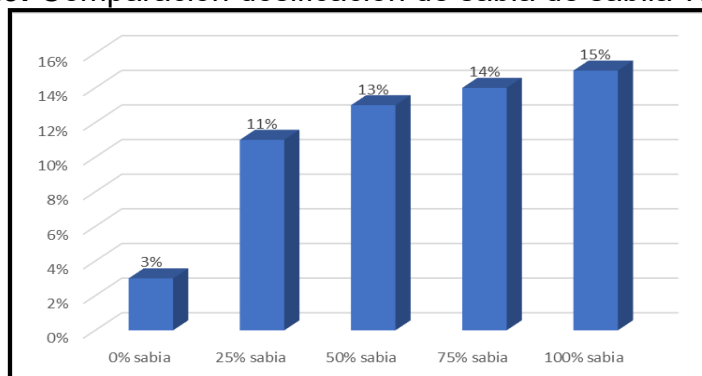
Tabla 39: Comparación dosificación de sabia de sábila vs CBR.

Código de dosificación	Dosificación		CBR
N°1	0% sabia	100% agua	3%
N°2	25% sabia	75% agua	11%
N°3	50% sabia	50% agua	13%
N°4	75% sabia	25% agua	14%
N°5	100% sabia	0% agua	15%

Fuente: Datos recolectados a partir de la tabla N°: 55.

Resultados del CBR a partir de dosificaciones de savia de sábila, realizados a nivel de laboratorio.

Figura 23: Comparación dosificación de sabia de sábila vs CBR.



Fuente: Tabla 4.7

La teoría nos indica que para tener un suelo apto para ser usado como capa subrasante debe categorizarse con un CBR mayor al 6%; de los resultados obtenidos se puede deducir que en la dosificación N°2 se obtiene un CBR igual al 11% y estando dentro de una categoría de subrasante buena. Por ende no existe la necesidad de utilizar las dosificaciones N°3, N°4, N°5.

En virtud de los resultados obtenidos en la tabla anterior, la dosificación óptima se da con una dosificación de 25% de savia de sábila y 75% de agua.

Resultados del grado de expansión considerando dosificaciones de savia de sábila, realizados a nivel de laboratorio.

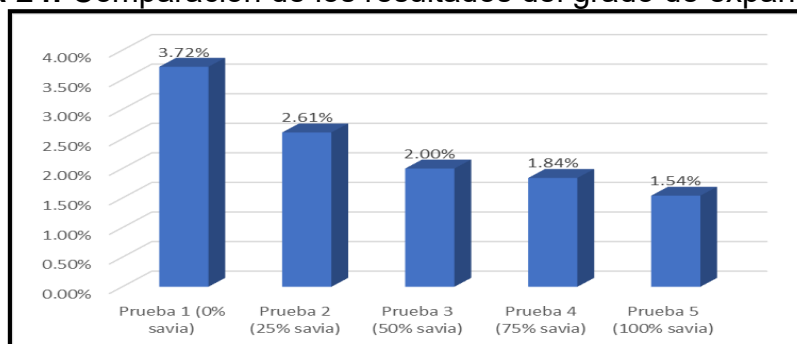
Tabla 40: Comparación de los resultados del grado de expansión.

Descripción	Savia	Agua	CBR	Expansión	
Prueba 1	0%	100%	3%	3.72%	4.35 mm
Prueba 2	25%	75%	11%	2.61%	3.05 mm
Prueba 3	50%	50%	13%	2.00%	2.34 mm
Prueba 4	75%	25%	14%	1.84%	2.15 mm
Prueba 5	100%	100%	15%	1.54%	1.80 mm

Fuente: Datos recolectados a partir de la Tabla N°60.

Resultados del grado de expansión considerando dosificaciones de savia de sábila, realizados a nivel de laboratorio.

Figura 24: Comparación de los resultados del grado de expansión.



Fuente: Tabla 4.8

Podemos apreciar que el grado de expansión reduce considerablemente de un 3.72% a un 1.54% según se incrementó la cantidad de savia de sábila a la dosificación, existiendo una variación de 2.18%; siendo equivalente a un 41.40% de reducción con respecto al suelo patrón.

En la prueba realizada con la dosificación óptima N°2 (25% savia de sábila y 75% de agua) se redujo de un 3.72% a un 2.61% teniendo una variación igual a 1.11%, siendo equivalente a un 70.16% de reducción con respecto al suelo patrón.

TEST DE NORMALIDAD DE LOS DATOS DEL CBR MEDIANTE KOLMOGOROV SMIRNOV

Tabla 41: Prueba de normalidad.

Estadísticos		CBR1	CBR2
N		15	15
Parámetros normales ^{a,b}	Media	4.33	11.13
	Desviación estándar	1.23	1.36
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.17	.14
	Positivo	.14	.14
	Negativo	-.17	-.14
Estadístico de prueba		.17	.14
Sig. asintótica (bilateral)		0.20 ^{c,d}	0.200 ^{c,d}
a. La distribución de prueba es normal.			
b. Se calcula a partir de datos.			
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			

Fuente: Datos procesados en el software estadístico SPSS v. 24, elaboración propia.

De la tabla 41 podemos verificar que los datos del CBR, tanto inicial como final poseen distribución normal, ello en virtud de que la significancia asintótica o p-valor obtenido fue de 0.20, que contrastado con un nivel de significancia de 0.05 (5%) se concluye que provienen de una distribución normal, por lo tanto, es pertinente el uso de una prueba estadística paramétrica para el análisis de los datos. T de Student para muestras relacionadas es el procedimiento estadístico apropiado.

4.2 Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis

Prueba de Hipótesis para evaluar la capacidad de soporte de la subrasante

Se ha recopilado información antes y después de la aplicación de savia de sábila para evaluar la mejora de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera; se plantea analizar si la aplicación de savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza.

Hipótesis estadísticas para contrastar:

H₀: La aplicación de savia de sábila no mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza

H₁: La aplicación de savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza

Para la contrastación de la hipótesis, se considera un nivel de significancia del 5%. Considerando que los datos recopilados poseen distribución normal (véase tabla 4.7), se emplea t de Student para una muestra como procedimiento estadístico de contrastación de hipótesis.

Tabla 42: Prueba de hipótesis con t de Student para muestras relacionadas.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
CBR2 – CBR1	6.80	.56061	.14475	6.48954	7.11046	46.978	14	0.000

Con una probabilidad de error del 0.00%, se acepta la hipótesis alterna que indica que la aplicación de savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza.

Analizando los estadísticos descriptivos de la tabla 42, podemos afirmar que esta diferencia encontrada en el análisis de los datos se debe a que se incrementó significativamente el CBR final con respecto al CBR inicial.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al Objetivo Principal

Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

Se ha encontrado que, con una probabilidad de error del 0.00% y teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5%, la aplicación de savia de sábila ha mejorado la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza. Al analizar los estadísticos descriptivos de la tabla 38, se ha encontrado que, en promedio, el CBR inicial fue de 4% y creció hasta un CBR final de 11%, lo cual constituye una mejora sustantiva de 275%. La dosificación empleada fue considerando un 25% de savia de sábila y un 75% de agua.

En un estudio similar, Barek (2015) con el objetivo de mejorar la capacidad portante de los suelos de mala calidad, utilizando sábila como aglutinante, para que sean empleados en la construcción de caminos rurales utilizó, haciendo mezclas con diferentes proporcionamientos de sábila para así determinar la resistencia de cada una de ellas y compararlas con el suelo natural; encontró que el porcentaje apto de sábila con el cual se puede mejorar la construcción de caminos de cuarto orden fue al 3% de sábila teniendo un CBR del suelo natural igual a 4.15% y luego del mejoramiento obtuvo un CBR igual a 5,6%.

La diferencia de los resultados entre Barek (2015) y los encontrados en la presente investigación fueron que sus resultados obtenidos en su investigación obtuvieron un aumento del CBR en un 1.45% con respecto al suelo patrón; y los realizados en esta investigación fue el aumento del CBR en un 7% con respecto al suelo patrón.

Cenepo (2016), encontró que al mejorar suelos granulares utilizando savia de sábila en un 50% de savia de sábila y 50% de agua obtuvo un incremento en su CBR en un 138%.

La diferencia entre esta investigación fue que sus estudios fueron realizados en suelos granulares para capa de rodadura y los que se realizaron en la presente investigación fueron en suelos para ser utilizados como subrasante.

Con respecto al Objetivo Especifico 1

Determinar la dosificación suelo – savia de sábila óptima para garantizar que la capacidad de soporte cumpla con el requerimiento de las normas del MTC, de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

De acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación se ha encontrado que la dosificación óptima de savia de sábila empleada en nuestro tramo analizado brinda resultados favorables para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante cuando la dosificación es en un 25% de savia de sábila y un 75% de agua con respecto a la cantidad de agua utilizada para la compactación.

Barek (2015), consideró una dosificación óptima del 3% debido a que al realizar otros proporcionamientos tuvo resultados desfavorables a su investigación.

Cenepo (2016), utilizó una dosificación óptima de 50% de savia de sábila y 50% de agua, al elevar considerablemente la capacidad de soporte.

Se puede concluir que a mayor porcentaje de savia de sábila aumenta la capacidad de soporte del suelo por lo tanto se consideraron factores como abastecimiento y producción para la elección de dicha dosificación.

Con respecto al Objetivo Especifico 2

Determinar el porcentaje de expansión de la mezcla suelo - savia de sábila para medir la estabilidad volumétrica de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

Podemos apreciar que el grado de expansión reduce considerablemente de un 3.72% a un 1.54% según se incrementó la cantidad de savia de sábila a la dosificación, existiendo una variación de 2.18%; siendo equivalente a un 41.40% de reducción con respecto al suelo patrón. Teniendo una variación igual a 1.11%, siendo equivalente a un 70.16% de reducción con respecto al suelo patrón.

Barek (2015), Demostró que se redujo considerablemente el porcentaje (%) de hinchamiento a mayor porcentaje de sábila, mayor cantidad de sábila. Teniendo como resultado que existe una disminución de expansión del 74% a 56 del 3% de sábila en comparación al estado natural.

Según Cenepo (2016), demostró que al emplear savia de sábila en capas de rodadura en suelo granular va obtener estabilización al mejorar la estabilidad volumétrica, donde el investigador solo afirma que a mayor porcentaje de savia de sábila logra disminuir el porcentaje de expansión.

Llegando a la conclusión que a mayor porcentaje de savia de sábila el suelo se estabiliza mejor y por ende tiene mayor estabilidad volumétrica.

Con respecto al Objetivo Especifico 3

Medir el incremento de relación de soporte CBR realizando una comprobación in situ del mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.

La capacidad de soporte de la subrasante aumenta en un 7% respecto a un suelo patrón analizado con el ensayo CBR in situ.

En un estudio similar, Barek (2015), logró un incremento del 1.45% con respecto al suelo natural.

La diferencia entre esta investigación fue que los datos obtenidos fueron tomados en campo (In-situ) y los realizados por el investigador antes mencionado fueron en laboratorio; llegando a la conclusión que los resultados del CBR dependieron del tipo de suelo y de las condiciones climáticas en las que se realizaron los ensayos.

CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo principal

Con los resultados obtenidos se concluye que se logra mejorar la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila de la carretera intervenida, demostrando de esa manera que la savia de sábila puede ser utilizada como estabilizante natural, esta conclusión se da teniendo en cuenta una probabilidad de error del 0% y un nivel de significancia del 5%.

Con respecto al objetivo específico 1

Con los resultados obtenidos se concluye que la dosificación óptima para lograr una buena resistencia y una densidad máxima seca es a un porcentaje de 25% de savia de sábila y 75% de agua teniendo en consideración que el porcentaje utilizado es con respecto a la cantidad de agua de compactación.

Con respecto al objetivo específico 2

Con los resultados obtenidos se ha obtenido que, el porcentaje de expansión obtenida a través del ensayo CBR en laboratorio es de 3.72% en un suelo patrón, al añadir la savia de sábila en un 25% al suelo se llegó a obtener una expansión de 2.61%, llegando a la conclusión que esta mezcla tiene una estabilidad volumétrica de 70.16%.

Con respecto al objetivo específico 3

Con los resultados obtenidos la capacidad de soporte de la subrasante aumenta en un 7% respecto a un suelo patrón analizado con el ensayo CBR in situ. Los resultados del CBR dependieron del tipo de suelo y de las condiciones climáticas en las que se realizaron los ensayos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más investigaciones del empleo de la savia de sábila en las diferentes ramas de la ingeniería civil, principalmente en la línea de investigación de geotecnia; ya que se demostró que su combinación con el agua y su posterior aplicación al suelo genera cohesividad y nos da resultados favorables incluso en suelos finos, ya que en suelos granulares tiene mayor trabajabilidad.
- Se recomienda generar proyectos de cultivos de sábila ya que en la actualidad es una planta que no se monitorea su cultivo y producción, para mejorar la calidad de vida desde el punto ambiental y económico.
- Para obtener resultados favorables se recomienda utilizar la savia de sábila lo más fresco posible ya que su almacenaje genera desintegración de las partículas y pérdida de sus propiedades adherentes.
- A mi alma máter, recomiendo la implantación del laboratorio de mecánica de suelos con los equipos necesarios y suficientes para la realización de investigaciones venideras con respecto al uso de la savia de sábila.
- Al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Provías (Nacional y Descentralizado), entidades y autoridades competentes responsables en la ejecución y elaboración de proyectos de ingeniería, se recomienda sensibilizar el uso de savia de sábila como aditivo estabilizante natural, considerando los resultados de la presente investigación.

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

Gutiérrez Lázares, Wilfredo (2018). Mecánica de suelos aplicados a vías de transporte. Editorial Macro.

Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG - 2013.

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". Sección: SUELOS Y PAVIENTOS. (2014).

BAREK ORTI, LUIS (2015), Tesis "Mejorar la capacidad portante de los suelos usando sábila, para la construcción de caminos rurales". Universidad de Especialidades Espiritu Santo, Samborondón, Ecuador.

CENEPO GONZALES ALCIDES SEGUNDO(20169), Tesina: "Efecto de la savia de la sábila como estabilizante natural en capas de rodadura granular en el malecón Huertas – Ambo". Huánuco, Perú.

ROMERO ROMERO ROCÍO Y SAÑAC VILCA CYNTHIA, (2016), Tesis: Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la URB. San Judas Chico – Cusco. Cusco, Perú.

NTP 339.150 2001. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.

NTP 339.151 2001. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos.

NTP 339.175: 2002 .Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio – Relación Valor Soporte) de suelos.

NTP 339.143:1999 .Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

NTP 339.127:1998. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.139:1999. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo.

NTP 339.128:1999 .Método de ensayo para el análisis granulométrico.

NTP 339.129:1999. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

NTP 339.131:1999. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

NTP 400.021:2013. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

NTP 339.134:1999. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

NTP 339.141:1999. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

NTP 339.145: 1999. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de california) de suelos compactados en el laboratorio.

NTP 339.176 2002. Método de ensayo normalizado para la determinación de valor del pH en suelos y aguas subterránea.

ANEXOS

ANEXO I: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 194-2018-CF-FI-UDH

Huánuco, 12 de marzo de 2018

Visto, el Oficio N°073-C-EAPIC-FI-UDH-2018 , del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente al bachiller Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMAN, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 380-18, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMAN ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N°073-C-EAPIC-FI-UDH-2018 , del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 12 de marzo de 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2017” representado por el bachiller Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMAN, del Programa Académico de Ingeniería Civil

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD

Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – D PIA – CGT – Asesor – Exp. Graduando – Interesado - Archivo.
RSG/GLT.

ANEXO 2: RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DEL ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 744-2017-D-FI-UDH

Huánuco, 03 de noviembre de 2017

Visto, el Expediente N° 2230-17, presentado por la alumna **Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMÁN** del Programa Académico de Ingeniería Civil, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 2230-17, de la alumna **Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMÁN**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Juan Alex Alvarado Romero, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la alumna **Anyela Marliths, ESPIRITU HUAMÁN** al Ing. Juan Alex Alvarado Romero, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/JPJR/nto

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018"				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADOR
¿De qué manera la aplicación de la savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco - 2018?	Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante aplicando una proporción óptima de savia de sábila de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.	HG: La aplicación de savia de sábila mejora la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.	Y1: Dosificación óptima.	% Peso (kg)
			Y2: Estabilidad volumétrica.	mm
			Y3: Capacidad de Soporte.	Número de CBR
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICO	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR
¿Cuál es la dosificación suelo – savia de sábila óptima para garantizar que la capacidad de soporte cumpla con el requerimiento de las normas del MTC, de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco?	Determinar la dosificación suelo – savia de sábila óptima para garantizar que la capacidad de soporte cumpla con el requerimiento de las normas del MTC, de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.	El objetivo tiene como intención analítica estimación puntual por lo que no precisa de una hipótesis ni su contrastación.	X: La savia de sábila	Porcentaje en peso del agua (%)
¿Cuál es el porcentaje de expansión de la mezcla suelo - savia de sábila para medir la estabilidad volumétrica de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco?	Determinar el porcentaje de expansión de la mezcla suelo - savia de sábila para medir la estabilidad volumétrica de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.	El objetivo tiene como intención analítica estimación puntual por lo que no precisa de una hipótesis ni su contrastación.		
¿Cuánto es el incremento de relación de soporte CBR realizando una comprobación in situ del mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco?	Medir el incremento de relación de soporte CBR realizando una comprobación in situ del mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera La Esperanza - Malconga del caserío de Matamarca Km 5, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco.	El objetivo tiene como intención analítica estimación puntual por lo que no precisa de una hipótesis ni su contrastación.		

ANEXO 4: CONSTANCIA DE REALIZACION DE ESTUDIO DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



EL COORDINADOR DE LA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE HUANUCO, DEJA:

CONSTANCIA

Que, la señorita ANYELA MARLITHS ESPIRITU HUAMAN, Bachiller en Ingeniería Civil aprobado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Huánuco, ha realizado sus estudios de suelos de la tesis titulada: “MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018”, Entre las fechas comprendidas del 12 de febrero al 30 de abril del año 2018; en las instalaciones del laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad De Huánuco; dejando como constancia un ejemplar de los estudios realizados el cual servirá como guía para futuras investigaciones.

Se expide la presente para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 02 de Mayo del 2019.

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

Mg. Johnny P. Jacha Rojas
Coordinador Académico

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe
E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

ANEXO 5: TABLA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Tabla 43: Descripción general de calicatas.

CALICATA	ESTRATO	ESPESOR ESTRATO (m)	Pt (m)	PROFUNDIDAD CALICATA (m)	COORDENADAS UTM			DESCRIPCIÓN
					ESTE (m W)	NORTE (m S)	ALTITUD (msnm)	
C - 01 Km: 4 + 000	E - 01	0.90	0.60	1.50	368293	8904408	2167	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.
C - 02 Km: 4 + 250	E - 01	1.10	0.40	1.50	368383	8904295	2178	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.
C - 03 Km: 4 + 500	E - 01	1.20	0.30	1.50	368596	8904388	2187	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.
C - 04 Km: 4 + 750	E - 01	1.00	0.50	1.50	368755	8904305	2203	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.
C - 05 Km: 5 + 000	E - 01	1.10	0.40	1.50	368673	8904128	2214	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.

Elaboración propia.

Tabla 44: Resultados de humedad natural, peso volumétrico, densidad de finos, densidad de gruesos y pH de las calicatas.

CALICATA	ESTRATO	UBICACIÓN	HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)	PESO VOLUMÉTRICO DEL SUELO SECO (NTP 339.139)		MATERIAL GRANULAR (NTP 400.021)			MATERIAL FINO (NTP 339.131)	pH DEL SUELO (NTP 339.176)	
				Volumétrico Varillado	Volumétrico Suelto	Densidad Relativa	Densidad Masa	% Absorción	Densidad Relativa	Rango Ph	Denominación Suelos
C - 01 Km: 4 + 000	E - 01	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.	4.7 %	1807.00 Kg/m ³	1605.00 Kg/m ³	2.64	2633.40 Kg/m ³	2.45 %	2.668	6.30	Ligeramente ácido. Región húmeda, suelos cultivables.
C - 02 Km: 4 + 250	E - 01	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.	11.6 %	1501.00 Kg/m ³	1298.00 Kg/m ³	2.64	2633.40 Kg/m ³	1.60 %	2.539	6.40	Ligeramente ácido. Región húmeda, suelos cultivables.
C - 03 Km: 4 + 500	E - 01	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.	4.4 %	1697.00 Kg/m ³	1369.00 Kg/m ³	2.68	2673.30 Kg/m ³	1.45 %	2.628	6.90	Neutro. Neutro.
C - 04 Km: 4 + 750	E - 01	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.	14.0 %	1363.00 Kg/m ³	1200.00 Kg/m ³	2.70	2693.25 Kg/m ³	1.01 %	2.495	6.30	Ligeramente ácido. Región húmeda, suelos cultivables.
C - 05 Km: 5 + 000	E - 01	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.	5.3 %	1742.00 Kg/m ³	1631.00 Kg/m ³	2.64	2633.40 Kg/m ³	1.68 %	2.674	7.70	Ligeramente alcalino. Suelos calcáreos

Elaboración propia.

Tabla 45: Resultados de granulometria de las calicatas.

CALICATA	ESTRATO	GRANULOMETRÍA (FRACCIONES DE LOS SUELOS) (NTP 339.128)											
		Gravas	Arenas	Finos	Limos	Arcillas	Coloides	% part. < 2 µm	% part. < 5 µm	Tam. Max.	Tam. Max. Nominal	Cu	Cc
C - 01 Km: 4 + 000	E - 01	36.58 %	42.55 %	20.87 %	1.18 %	0.36 %	19.33 %	19.69	19.90 %	46.03 mm	29.37 mm	No presenta	No presenta
C - 02 Km: 4 + 250	E - 01	6.74 %	45.03 %	48.23 %	4.94 %	2.04 %	41.24 %	43.29 %	44.40 %	31.73 mm	20.83 mm	No presenta	No presenta
C - 03 Km: 4 + 500	E - 01	14.87 %	48.16 %	36.97 %	2.01 %	0.56 %	34.40 %	34.97 %	35.28 %	37.70 mm	23.00 mm	No presenta	No presenta
C - 04 Km: 4 + 750	E - 01	6.48 %	31.07 %	62.45 %	8.07 %	2.78 %	51.61 %	54.38 %	56.07 %	37.70 mm	23.00 mm	No presenta	No presenta
C - 05 Km: 5 + 000	E - 01	21.62 %	47.00 %	31.39 %	0.93 %	0.14 %	30.79 %	30.46 %	30.58 %	54.33 mm	38.10 mm	No presenta	No presenta

Elaboración propia.

Tabla 46: Resultados de límites de consistencia y clasificación de suelos de las calicatas.

CALICATA	ESTRATO	LÍMITE DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)					CLASIFICACIÓN DE SUELOS (NTP 339.134 - SUCS Y NTP 339.135 - USO EN VIAS DE TRANSPORTE)				
		Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico	Carta de Plasticidad	Descripción del Símbolo	SUCS (USCS)	AASHTO (S-AMHCP)	Descripción del Suelo	Como Subrasante	
C - 01 Km: 4 + 000	E - 01	22.67 %	14.33 %	8.33 %	CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.	(SC)g	A - 2 - 4 (0)	Arenas arcillosas y gravas con presencia de arcillas (0.36%), arenas (42.55%) > gravas (36.58%), finos (20.87%) < 35% de plasticidad ligera. LL (23%) < 40 % y IP (8%) < 10%, siendo suelos No Críticos y de mejores cualidades como explanada o capa de asiento del firme.	BUENO, estrato de buena calidad en condiciones de drenaje y compactación.	
C - 02 Km: 4 + 250	E - 01	31.33 %	17.33 %	14.00 %	CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.	SC	A - 6 (3)	Suelos arcillosos con presencia de arcillas (2.04%), arenas (45.03%) > gravas (6.74%), finos (48.23%) > 35% de plasticidad ligera. LL (31%) < 40 % y IP (14%) > 11%, siendo suelos Críticos y de pésimas cualidades como explanada o capa de asiento del firme.	MALO, estrato de mala calidad en condiciones de drenaje y compactación.	
C - 03 Km: 4 + 500	E - 01	26.67 %	21.00 %	5.67 %	CL-ML	Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.	SC - SM	A - 4 (0)	Suelos limosos con presencia de arcillas (0.56%), arenas (48.16%) > gravas (14.87%), finos (36.97%) > 35% de plasticidad ligera. LL (27%) < 40% y IP (6%) < 10%, siendo suelos Críticos y de pésimas cualidades como explanada o capa de asiento del firme.	REGULAR, estrato de regular calidad en condiciones de drenaje y compactación.	
C - 04 Km: 4 + 750	E - 01	43.67 %	22.00 %	21.67 %	CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.	CL	A - 7 - 6 (12)	Suelos arcillosos con presencia de arcillas (2.78%), arenas (31.07%) > gravas (6.48%), finos (62.45%) > 35% de plasticidad media. LL (44%) > 41% y IP (22%) > 11%, siendo suelos Muy Críticos y de pésimas cualidades como explanada o capa de asiento del firme.	MALA, estrato de mala calidad en condiciones de drenaje y compactación.	
C - 05 Km: 5 + 000	E - 01	23.00 %	17.33 %	5.67 %	CL-ML	Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.	(SC - SM)g	A - 2 - 4 (0)	Arenas limo-arcillosas con gravas y presencia de arcillas (0.14%), arenas (47%) > gravas (21.62%), finos (31.39%) < 35% de plasticidad ligera. LL (23%) < 40% y IP (6%) < 10%, siendo suelos No Críticos y de buena cualidades como explanada o capa de asiento del firme.	BUENA, estrato de buena calidad en condiciones de drenaje y compactación.	

Elaboración propia.

Tabla 47: Resultados de ensayo de compactación – próctor modificado.

CALICATA	ESTRATO	COMPACTACIÓN (NTP 339.141)		
		Peso Unitario Sec. Max.	Densidad Sec. Max.	Humedad Óptima
C - 01 Km: 4 + 000	E - 01	22.17 kN/m ³	2.26 g/cm ³	7.80 %
C - 02 Km: 4 + 250	E - 01	19.83 kN/m ³	2.02 g/cm ³	12.80 %
C - 03 Km: 4 + 500	E - 01	20.21 kN/m ³	2.06 g/cm ³	11.70 %
C - 04 Km: 4 + 750	E - 01	18.49 kN/m ³	1.89 g/cm ³	16.90 g/cm ³
C - 05 Km: 5 + 000	E - 01	20.60 kN/m ³	2.10 g/cm ³	10.80 %

Elaboración propia.

Tabla 48: Resultados de ensayo CBR en el suelo más crítico.

CALICATA	ESTRATO	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) (NTP 339.145)			
		0.1 " de Penetración		0.2 " de Penetración	
		95% M.D.S.	100% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.
C - 01 Km: 4 + 000	E - 01	—	—	—	—
C - 02 Km: 4 + 250	E - 01	—	—	—	—
C - 03 Km: 4 + 500	E - 01	—	—	—	—
C - 04 Km: 4 + 750	E - 01	3 %	2 %	4 %	3 %
C - 05 Km: 5 + 000	E - 01	—	—	—	—

Elaboración propia.

Tabla 49: Resultados de la compactación del suelo más crítico.

COMPACTACIÓN DE SUELO CRÍTICO					
Peso unitario máxima se	18.49 kN/m ³	DESCRIPCIÓN			
Densidad máxima seca:	1.89 gr/cm ³	compactación del suelo de la subrasante (método "A"), con una proporción de material gruesa de 6 % y material fino de 94 %, resultando este el suelo más crítico debido a ue se obtuvo una densidad máxima seca mucho menor con referencia a los demás, la cual será usada como suelo patrón de comparación.			
Humedad óptima:	16.90%				
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	675.20 cm ³				
Participación de la savia de sábila en porcentaje del agua de mezcla para la resistencia CBR:					
	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
SAVIA:	0.00 g	168.80 g	337.60 g	506.40 g	675.20 g
AGUA:	675.20 g	506.40 g	337.60 g	168.80 g	0.00 g
total:	675.20 g	675.20 g	675.20 g	675.20 g	675.20 g
Por cada porcentaje preparar 3 cantidades	6000 g	6000 g	6000 g	6000 g	6000 g

Elaboración propia.

Resultados del CBR para la obtencion de la savia de sábila optima para la aplicación en campo.

Tabla 50: Resultados del CBR con la primera dosificación N°1.

DOSIFICACIÓN OPTIMA CON UN 0% DE SABIA DE SABILO Y UN 100% DE AGUA	
Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm ³
Volumen de savia de sabila :	0.00 cm ³
Volumen de agua :	675.20 cm ³
Control de expansión :	3.72 %
Resistencia a la penetracion al 95% de su máxima densidad	Densidad maxima (95%)
	CBR
	1.78 gr/cm ³
	3 %

Elaboración propia.

Tabla 51: Resultados del CBR con la primera dosificación N°2.

DOSIFICACION OPTIMA CON UN 25% DE SABIA DE SABILO Y UN 75% DE AGUA		
Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :		675.20 cm ³
Volumen de savia de sabila :		168.80 cm ³
Volumen de agua :		506.40 cm ³
Control de expansión :		2.61 %
Resistencia a la penetracion al 95% de su máxima densidad	Densidad maxima (95%)	1.77 gr/cm ³
	CBR	11 %

Elaboración propia.

Tabla 52: Resultados del CBR con la primera dosificación N°3.

DOSIFICACIÓN OPTIMA CON UN 50% DE SABIA DE SABILO Y UN 50% DE AGUA		
Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :		675.20 cm ³
Volumen de savia de sabila :		337.60 cm ³
Volumen de agua :		337.60 cm ³
Control de expansión :		2.00 %
Resistencia a la penetracion al 95% de su máxima densidad	Densidad maxima (95%)	1.79 gr/cm ³
	CBR	13 %

Elaboración propia.

Tabla 53: Resultados del CBR con la primera dosificación N°4.

DOSIFICACIÓN OPTIMA CON UN 75% DE SABIA DE SABILO Y UN 25% DE AGUA		
Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :		675.20 cm ³
Volumen de savia de sabila :		506.40 cm ³
Volumen de agua :		168.80 cm ³
Control de expansión :		1.84 %
Resistencia a la penetracion al 95% de su máxima densidad	Densidad maxima (95%)	1.83 gr/cm ³
	CBR	14 %

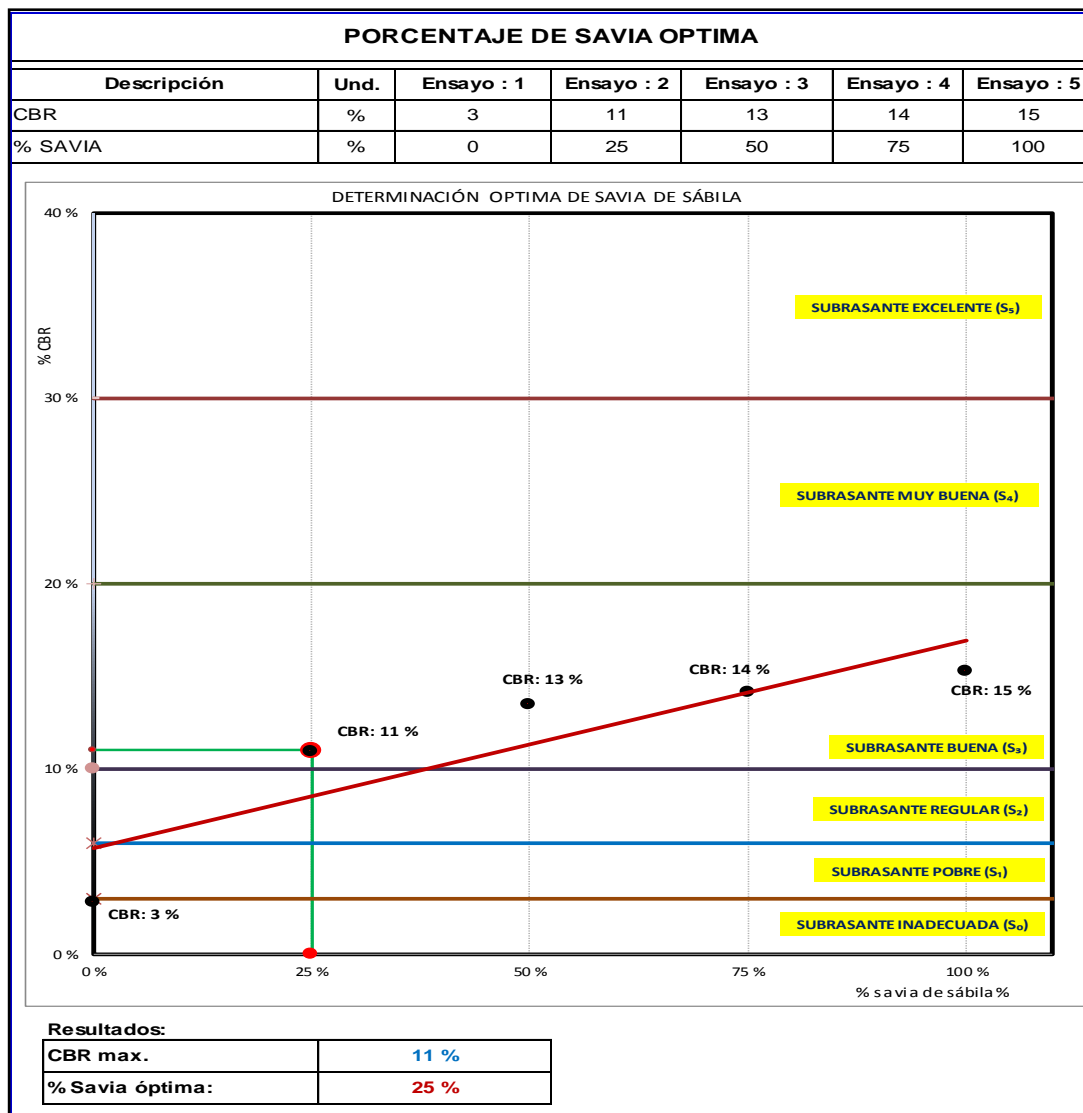
Elaboración propia.

Tabla 54: Resultados del CBR con la primera dosificación N°5.

DOSIFICACIÓN OPTIMA CON UN 100% DE SABIA DE SÁBILA Y UN 0% DE AGUA		
Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm ³	
Volumen de savia de sábila :	675.20 cm ³	
Volumen de agua :	0.00 cm ³	
Control de expansión :	1.54 %	
Resistencia a la penetración al 95% de su máxima densidad	Densidad maxima (95%)	1.87 gr/cm ³
	CBR	15 %

Elaboración propia.

Tabla 55: Resumen de la dosificación de savia de sábila.



Elaboración propia.

ANEXO 6: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN CAMPO

Tabla 56: Resultados de los ensayos en campo del suelo patrón (CBR in situ y densidad de campo).

PUNTO ENSAYO	UBICACIÓN	MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA. (NTP 339.143)					MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO (NTP 339.175)		
		Contenido de humedad natural	Densidad seco máximo natural	Peso unitario seco natural		Densidad máxima (proctor)	% Compactación natural	Densidad seca natural al 95 %	CBR a 0.20 pulg de penetración
CBR P-01	4+330	14.32 %	1.49 gr/cm ³	14.60 kN/m ³	1488.80 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.42 g/cm ³	5 %
CBR P-02	4+330	14.41 %	1.50 gr/cm ³	14.70 kN/m ³	1499.00 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	6 %
CBR P-03	4+330	14.20 %	1.48 gr/cm ³	14.50 kN/m ³	1478.60 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	78 %	1.41 g/cm ³	5 %
CBR P-04	4+335	14.33 %	1.48 gr/cm ³	14.50 kN/m ³	1478.60 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	78 %	1.41 g/cm ³	4 %
CBR P-05	4+335	14.39 %	1.51 gr/cm ³	14.80 kN/m ³	1509.20 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.43 g/cm ³	3 %
CBR P-06	4+335	14.71 %	1.49 gr/cm ³	14.60 kN/m ³	1488.80 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.42 g/cm ³	4 %
CBR P-07	4+340	14.92 %	1.50 gr/cm ³	14.70 kN/m ³	1499.00 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	4 %
CBR P-08	4+340	14.64 %	1.52 gr/cm ³	14.90 kN/m ³	1519.40 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.44 g/cm ³	5 %
CBR P-09	4+340	14.31 %	1.50 gr/cm ³	14.70 kN/m ³	1499.00 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	4 %
CBR P-10	4+345	14.49 %	1.48 gr/cm ³	14.50 kN/m ³	1478.60 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	78 %	1.41 g/cm ³	3 %
CBR P-11	4+345	14.60 %	1.52 gr/cm ³	14.90 kN/m ³	1519.40 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.44 g/cm ³	3 %
CBR P-12	4+345	14.62 %	1.49 gr/cm ³	14.60 kN/m ³	1488.80 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.42 g/cm ³	2 %
CBR P-13	4+350	14.49 %	1.50 gr/cm ³	14.70 kN/m ³	1499.00 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	5 %
CBR P-14	4+350	14.61 %	1.52 gr/cm ³	14.90 kN/m ³	1519.40 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.44 g/cm ³	6 %
CBR P-15	4+350	14.25 %	1.51 gr/cm ³	14.80 kN/m ³	1509.20 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.43 g/cm ³	6 %

Elaboración propia.

Tabla 57: Resultados de los ensayos realizados en campo en el suelo mejorado (CBR in situ y densidad de campo).

PUNTO ENSAYO	UBICACIÓN	UBICACIÓN	MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA. (NTP 339.143)					MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO (NTP 339.175)		
			Contenido de humedad natural	Densidad seco máximo natural	Peso unitario seco natural		Densidad máxima (proctor)	% Compactación natural	Densidad seca natural al 95 %	CBR a 0.20 pulg de penetración
CBR M-01	4+330	4+230	17.09 %	1.81 gr/cm ³	17.80 kN/m ³	1815.10 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	13 %
CBR M-02	4+330	4+230	16.39 %	1.83 gr/cm ³	17.90 kN/m ³	1825.30 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.74 g/cm ³	13 %
CBR M-03	4+330	4+230	17.02 %	1.84 gr/cm ³	18.00 kN/m ³	1835.50 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.75 g/cm ³	12 %
CBR M-04	4+335	4+235	17.34 %	1.80 gr/cm ³	17.70 kN/m ³	1804.90 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	95 %	1.71 g/cm ³	10 %
CBR M-05	4+335	4+235	17.47 %	1.85 gr/cm ³	18.10 kN/m ³	1845.70 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	98 %	1.76 g/cm ³	10 %
CBR M-06	4+335	4+235	17.06 %	1.81 gr/cm ³	17.80 kN/m ³	1815.10 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	11 %
CBR M-07	4+340	4+240	16.64 %	1.81 gr/cm ³	17.80 kN/m ³	1815.10 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	11 %
CBR M-08	4+340	4+240	17.28 %	1.85 gr/cm ³	18.10 kN/m ³	1845.70 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	98 %	1.76 g/cm ³	12 %
CBR M-09	4+340	4+240	17.09 %	1.80 gr/cm ³	17.70 kN/m ³	1804.90 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	95 %	1.71 g/cm ³	11 %
CBR M-10	4+345	4+245	17.08 %	1.81 gr/cm ³	17.80 kN/m ³	1815.10 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	10 %
CBR M-11	4+345	4+245	16.95 %	1.83 gr/cm ³	17.90 kN/m ³	1825.30 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.74 g/cm ³	9 %
CBR M-12	4+345	4+245	16.64 %	1.80 gr/cm ³	17.70 kN/m ³	1804.90 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	95 %	1.71 g/cm ³	9 %
CBR M-13	4+350	4+250	17.21 %	1.84 gr/cm ³	18.00 kN/m ³	1835.50 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.75 g/cm ³	11 %
CBR M-14	4+350	4+250	17.24 %	1.86 gr/cm ³	18.20 kN/m ³	1855.90 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	98 %	1.77 g/cm ³	12 %
CBR M-15	4+350	4+250	17.13 %	1.82 gr/cm ³	17.80 kN/m ³	1815.10 kgf/m ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.73 g/cm ³	13 %

Elaboración propia.

Tabla 58: Resultados del CBR utilizados para el análisis estadístico del suelo patrón.

Evaluación	RESISTENCIA DEL SUELO NATURAL IN SITU										
	Nº ENSAYO	Fecha de ensayo	Km	TIPO DE SUELO		Humedad natural (%)	Densidad seca natural, ρ_d (g/cm ³)	Densidad seca máxima, ρ_{dmax} (g/cm ³)	Grado de compactación (%)	Densidad seca natural al 95% de ρ_d (g/cm ³)	CBR (%)
				SUCS	AASHTO						
SUBRASANTE SUELO NATURAL	CBR P-01	18/03/2018	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	14.32 %	1.49 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.42 g/cm ³	5
	CBR P-02	18/03/2018	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	14.41 %	1.50 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	6
	CBR P-03	18/03/2018	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	14.20 %	1.48 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	78 %	1.41 g/cm ³	5
	CBR P-04	18/03/2018	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	14.33 %	1.48 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	78 %	1.41 g/cm ³	4
	CBR P-05	18/03/2018	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	14.39 %	1.51 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.43 g/cm ³	3
	CBR P-06	18/03/2018	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	14.71 %	1.49 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.42 g/cm ³	4
	CBR P-07	18/03/2018	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	14.92 %	1.50 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	4
	CBR P-08	18/03/2018	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	14.64 %	1.52 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.44 g/cm ³	5
	CBR P-09	18/03/2018	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	14.31 %	1.50 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	4
	CBR P-10	18/03/2018	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	14.49 %	1.48 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	78 %	1.41 g/cm ³	3
	CBR P-11	18/03/2018	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	14.60 %	1.52 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.44 g/cm ³	3
	CBR P-12	18/03/2018	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	14.62 %	1.49 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.42 g/cm ³	2
	CBR P-13	18/03/2018	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	14.49 %	1.50 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	79 %	1.43 g/cm ³	5
	CBR P-14	18/03/2018	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	14.61 %	1.52 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.44 g/cm ³	6
	CBR P-15	18/03/2018	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	14.25 %	1.51 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	80 %	1.43 g/cm ³	6

Elaboración propia.

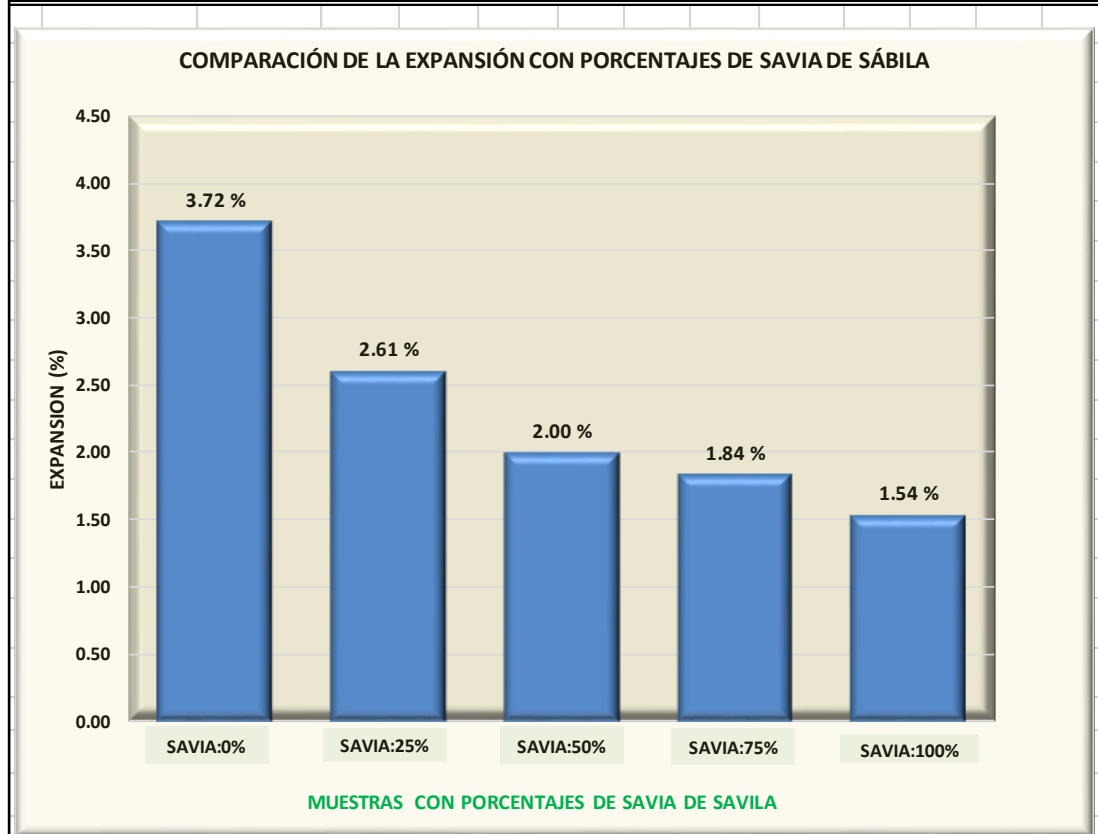
Tabla 59: Resultados del CBR utilizados para el análisis estadístico del suelo mejorado con savia de sábila a un 25%.

Evaluación	RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO IN SITU APLICANDO SAVIA DE SABILA 25%										
	Nº ENSAYO	Fecha de ensayo	Km	TIPO DE SUELO		Humedad natural (%)	Densidad seca natural, ρ_d (g/cm ³)	Densidad seca máxima, ρ_{max} (g/cm ³)	Grado de compactación (%)	Densidad seca natural al 95% de ρ_d (g/cm ³)	CBR (%)
				SUCS	AASHTO						
SUBRASANTE SUELO MEJORADO CON SAVIA DE SABILA	CBR M-01	23/04/2018	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	17.09 %	1.81 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	13 %
	CBR M-02	23/04/2018	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	16.39 %	1.83 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.74 g/cm ³	13 %
	CBR M-03	23/04/2018	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	17.02 %	1.84 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.75 g/cm ³	12 %
	CBR M-04	23/04/2018	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	17.34 %	1.80 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	95 %	1.71 g/cm ³	10 %
	CBR M-05	23/04/2018	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	17.47 %	1.85 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	98 %	1.76 g/cm ³	10 %
	CBR M-06	23/04/2018	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	17.06 %	1.81 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	11 %
	CBR M-07	23/04/2018	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	16.64 %	1.81 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	11 %
	CBR M-08	23/04/2018	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	17.28 %	1.85 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	98 %	1.76 g/cm ³	12 %
	CBR M-09	23/04/2018	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	17.09 %	1.80 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	95 %	1.71 g/cm ³	11 %
	CBR M-10	23/04/2018	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	17.08 %	1.81 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.72 g/cm ³	10 %
	CBR M-11	23/04/2018	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	16.95 %	1.83 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.74 g/cm ³	9 %
	CBR M-12	23/04/2018	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	16.64 %	1.80 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	95 %	1.71 g/cm ³	9 %
	CBR M-13	23/04/2018	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	17.21 %	1.84 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	97 %	1.75 g/cm ³	11 %
	CBR M-14	23/04/2018	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	17.24 %	1.86 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	98 %	1.77 g/cm ³	12 %
	CBR M-15	23/04/2018	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	17.13 %	1.82 gr/cm ³	1.89 g/cm ³	96 %	1.73 g/cm ³	13 %

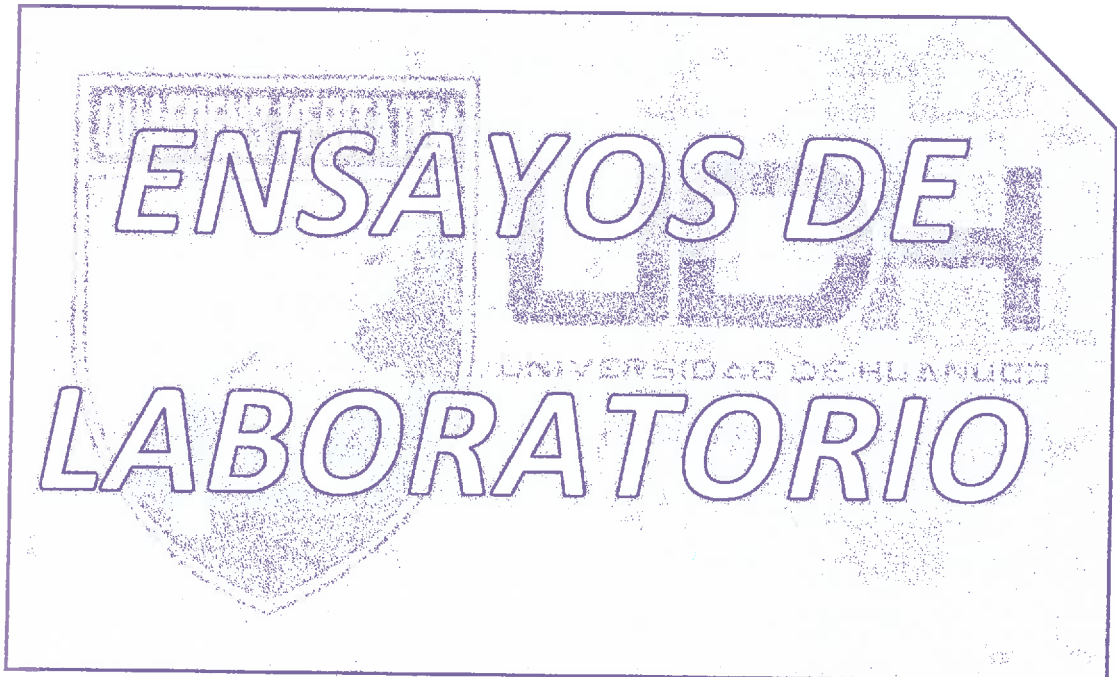
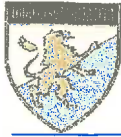
Elaboración propia.

Tabla 60: Evaluación de la expansión.

EVALUACIÓN DE LA EXPANSIÓN						
Descripción	Und.	Prueba: 1	Prueba: 2	Prueba: 3	Prueba: 4	Prueba: 5
SAVIA	%	0	25	50	75	100
CBR	%	3	11	13	14	15
EXPANSION (Altura inicial: 117 mm)	%	3.72	2.61	2.00	1.84	1.54
	mm	4.35	3.05	2.34	2.15	1.80



ANEXO N°7: CERTIFICADOS DE LABORATORIO



Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS




Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

- 1.- Referencia:**
 ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.
 ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.
 AASHTO T - 265, Laboratory Determination of Moisture Content of Soils.
 NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.
- 2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.
- 3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.
- 4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 388293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				
Hora ensayo:	08:30:00 a.m. - 12:30 am				

5.- Análisis:

Número de ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso natural húmedo + bandeja	689.8 g	651.4 g	693.8 g
Peso natural seco + bandeja	662.3 g	624.4 g	665.4 g
Peso bandeja	56.7 g	59.2 g	56.4 g
Peso suelo húmedo	633.1 g	592.2 g	637.4 g
Peso suelo seco	605.6 g	565.2 g	609.0 g
Peso del agua	27.5 g	27.0 g	28.4 g
% Contenido de humedad	4.54 %	4.78 %	4.66 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.70 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL SUELO NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	27.9 gr.
	27.9 cm³

[Firma]
Ing. Luis Carbajal Carnajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 29, Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate.

AASHTO T - 19, Standar Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.

NTP 339.139, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

3.- **Materiales:** suelos, vacija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

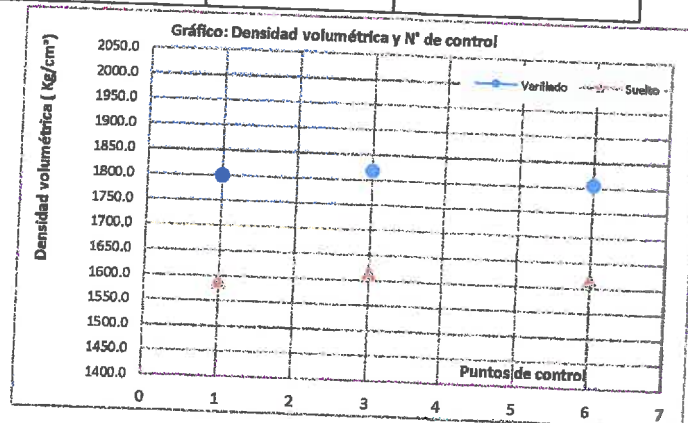
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso suelo varillado + recipiente.	12820.00 g.	12873.00 g.	12836.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),suelto.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso suelo suelto + recipiente.	12201.00 g.	12269.00 g.	12271.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),varillado.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7510.00 g.	7510.00 g.	7510.00 g.
Peso volumétrico suelo seco varillado.	1799.31 Kg/m³	1817.27 Kg/m³	1804.73 Kg/m³
Peso volumétrico suelo seco suelto.	1589.56 Kg/m³	1612.60 Kg/m³	1613.28 Kg/m³

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrico varillado:
1807.00 Kg/m³

Promedio del peso volumétrico suelto:
1605.00 Kg/m³





ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DEL AGREGADO GRUESO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesisista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

AASHTO T - 85, Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

2.- Objeto:

Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo por encima de 4.75 milímetros.

3.- Materiales:

suelos, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.5 g, estufa, bandejas, franelas.

4.- Datos de muestreo:

Table with 6 columns: Fecha/hora exploración, Profundidad de muestreo, Coordenadas geodésicas, Localización, Tipo de muestra, Mab., Calicata, Estrato, msnm.

5.- Análisis:

Table with 4 columns: Descripciones, M - 01, M - 02, M - 03. Rows include Masa aparente de muestra saturado en agua, Masa saturado superficialmente seco, Masa seco del material al horno, Estado seco (OD), Estado saturado (SSD), % Humedad absorbido (% w).

Signature of Ing. Luis Carbajal Carbajal, CIP N° 20633, ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Table with 4 columns: Densidades, Densidad relativa (Gravedad específica), Densidad de masa (Densidad), % Absorción de agua. Rows for Estado seco (OD) and Estado saturado (SSD).



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO POR PIGNÓMETRO Y AGUA, (MÉTODO B)

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- AASHTO T - 100, Standard Method of Test for Specific Gravity of Soils.
- NTP 339.131, método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por agua y picnómetro.

2.- Objeto:

Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo del sólido.

3.- Materiales:

suelos, tamiz de 4.75 mm, picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

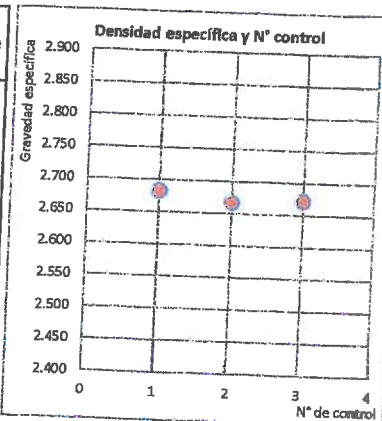
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso muestra seco (A):	349.9 g	327.6 g	337.9 g
Peso picnómetro + agua (B):	725.6 g	698.2 g	715.3 g
Peso picnómetro + agua + suelo saturado (C):	945.0 g	902.9 g	926.7 g
Temperatura del fluido:	26.9 °C	26.9 °C	26.9 °C

Ing. Chu. Carlos Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades relativas del material fino		Promedio temperatura de ensayo 26.9 °C
	M - 01	2.681	
	M - 02	2.666	
	M - 03	2.671	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_t):		2.673	
Coeficiente de temperatura (K):		0.99833	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_{rc}):		2.668	$\rho_r = \frac{A}{A+B-C}$





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
 AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
 NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	Altitud: 2167.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	5034.90 g.	Peso muestra seco total a cribar:	4258.60 g.
Peso natural seco + bandeja:	4960.30 g.	Fración para (uso en hidrómetro):	115.08 g.
Peso bandeja:	701.70 g.	Fración lavado seco reten. en #200:	73.23 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	1651.00 g.	peso contenido agua:	74.60 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2607.60 g.	% de humedad antes del tamizado:	1.8 %
		Peso muestra lavado seco total:	3310.32 g.

Diámetro de cribas	PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS		
	Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	4258.6	0.00 %	100.00 %
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	4258.6	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	4258.6	0.00 %	100.00 %
1.1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	4258.6	0.00 %	100.00 %
1"	25.000	232.0	232.0	232.0	4026.6	5.45 %	94.55 %
3/4"	19.000	213.1	445.1	445.1	3813.5	10.45 %	89.55 %
1/2"	12.500	382.7	827.8	827.8	3430.8	19.44 %	80.56 %
3/8"	9.500	189.1	1016.9	1016.9	3241.7	23.88 %	76.12 %
1/4"	6.300	214.0	1230.9	1230.9	3027.7	28.90 %	71.10 %
# 04	4.750	135.2	1366.1	1366.1	2892.5	32.08 %	67.92 %
# 08	2.360	242.8	1608.9	1608.9	2649.7	37.78 %	62.22 %
# 10	2.000	42.1	1651.0	1651.0	2607.6	38.77 %	61.23 %
# 12	1.700	74.0	1725.0	1725.0	2533.6	40.51 %	59.49 %
# 16	1.180	92.6	1817.6	1817.6	2441.0	42.68 %	57.32 %
# 18	1.000	97.6	1915.2	1915.2	2343.4	44.97 %	55.03 %
# 30	0.600	166.5	2081.7	2081.7	2176.9	48.88 %	51.12 %
# 35	0.500	76.6	2158.3	2158.3	2100.3	50.68 %	49.32 %
# 40	0.425	108.8	2267.1	2267.1	1991.5	53.24 %	46.76 %
# 50	0.300	127.5	2394.6	2394.6	1864.0	56.23 %	43.77 %
# 60	0.250	159.6	2554.2	2554.2	1704.4	59.98 %	40.02 %
# 100	0.150	343.5	2897.7	2897.7	1360.9	68.04 %	31.96 %
# 200	0.075	412.6	3310.3	3310.3	948.3	77.73 %	22.27 %
Cazoleta:		0.0					
Lavado:		948.3					
Total pasante # 200:		948.3					
TOTAL:		4258.6					

Error mecánico < 3 % +/-

0.00 g.

0.00 %

Densidad relativa de sólidos finos

2.668

Factor de corrección del hidrómetro:

0.00010

0.00350

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Carbajal



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

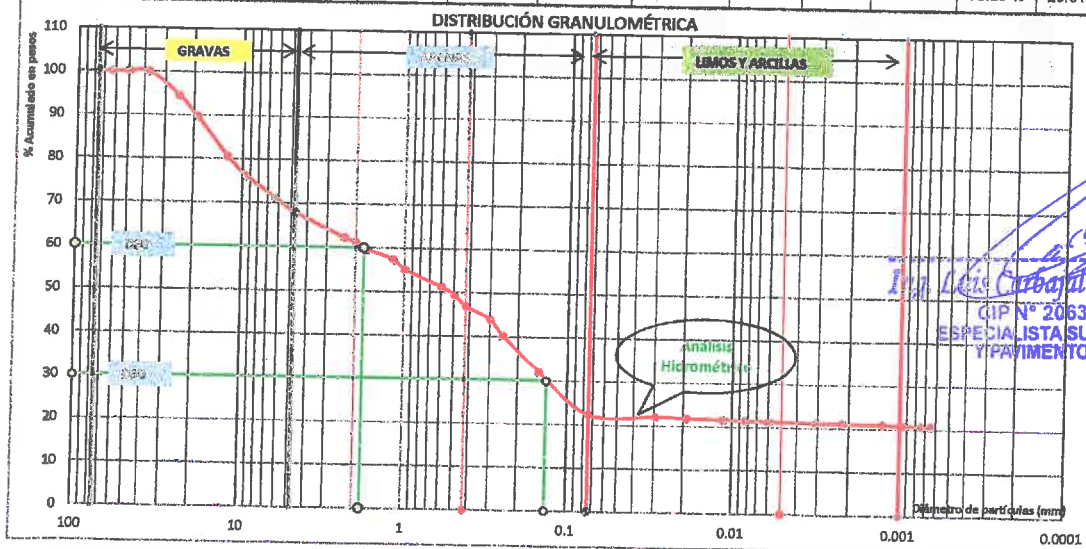
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 09:38 a.m.	Diámetro mm	Temperatura ° C	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
17-mar	2	0.0297	22	1.023	1.019	10.2	0.01316	1.18996	11.3	3321.6	78.00 %	22.00 %
	5	0.0193	22	1.021	1.017	10.7	0.01316	1.06728	10.1	3331.7	78.24 %	21.76 %
	15	0.0114	22	1.019	1.015	11.3	0.01316	0.94461	9.0	3340.7	78.45 %	21.55 %
	30	0.0084	21	1.017	1.013	11.8	0.01333	0.82193	7.8	3348.5	78.63 %	21.37 %
	60	0.0080	21	1.016	1.012	12.1	0.01333	0.76059	7.2	3355.7	78.80 %	21.20 %
	240	0.0030	23	1.012	1.008	13.1	0.01304	0.51524	4.9	3360.6	78.91 %	21.09 %
18-mar	480	0.0022	24	1.010	1.006	13.7	0.01288	0.39256	3.7	3364.3	79.00 %	21.00 %
19-mar	1440	0.0013	21	1.012	1.008	13.1	0.01333	0.51524	4.9	3369.2	79.11 %	20.89 %
20-mar	2880	0.0009	19	1.011	1.007	13.4	0.01365	0.45390	4.3	3373.5	79.22 %	20.78 %
21-mar	4320	0.0007	23	1.010	1.006	13.7	0.01304	0.39256	3.7	3377.2	79.30 %	20.70 %
22-mar	5760	0.0007	21	1.010	1.006	13.7	0.01333	0.39256	3.7	3380.9	79.39 %	20.61 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	38.10 mm
% Gravas:	32.08 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas gruesos:	10.45 %	Coefficiente uniformidad:	No presenta
% Gravas finos:	21.63 %	Cu:	No presenta
% Arenas	45.65 %	Coefficiente concavidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	6.69 %	Cc:	
% Arenas medios:	14.47 %	Diámetros al 60%	1.787 mm
% Arenas finos:	24.50 %	Diámetros al 30%	0.135 mm
% Finos que pasan la malla Nº 200	22.27 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Limos:	1.27 %	% < a 2 µm	21.00 %
% Arcillas:	0.39 %	% < a 5 µm	21.20 %
% Coloides	20.61 %		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	Altitud: 2167.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	5514.00 g.	Peso muestra seco total a cribar:	4803.20 g.
Peso natural seco + bandeja:	5405.50 g.	Fración para (uso en hidrómetro):	115.22 g.
Peso bandeja:	602.30 g.	Fración lavado seco reten. en #200:	72.15 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	2329.70 g.	peso contenido agua:	108.50 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2473.50 g.	% de humedad antes del tamizado:	2.3 %
		Peso muestra lavado seco total:	3878.59 g.

Diámetro de cribas	PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS		
	Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	4803.2	0.00 %	100.00 %
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	4803.2	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	4803.2	0.00 %	100.00 %
1.1/2"	38.100	256.9	256.9	256.9	4546.3	5.35 %	94.65 %
1"	25.000	537.2	537.2	794.1	4009.1	16.53 %	83.47 %
3/4"	19.000	266.7	266.7	1060.8	3742.4	22.09 %	77.91 %
1/2"	12.500	444.8	444.8	1505.6	3297.6	31.35 %	68.65 %
3/8"	9.500	176.7	176.7	1682.3	3120.9	35.02 %	64.98 %
1/4"	6.300	227.2	227.2	1909.5	2893.7	39.75 %	60.25 %
# 04	4.750	133.1	133.1	2042.6	2760.6	42.53 %	57.47 %
# 08	2.360	239.4	239.4	2282.0	2521.2	47.51 %	52.49 %
# 10	2.000	47.7	47.7	2329.7	2473.5	48.50 %	51.50 %
# 12	1.700	67.3	67.3	2397.0	2406.2	49.90 %	50.10 %
# 16	1.180	84.9	84.9	2482.0	2321.2	51.67 %	48.33 %
# 18	1.000	89.7	89.7	2571.6	2231.6	53.54 %	46.46 %
# 30	0.600	158.0	158.0	2729.6	2073.6	56.83 %	43.17 %
# 35	0.500	71.9	71.9	2801.6	2001.6	58.33 %	41.67 %
# 40	0.425	102.4	102.4	2904.0	1899.2	60.46 %	39.54 %
# 50	0.300	115.5	115.5	3019.5	1783.7	62.86 %	37.14 %
# 60	0.250	146.0	146.0	3165.4	1637.8	65.90 %	34.10 %
# 100	0.150	314.1	314.1	3479.5	1323.7	72.44 %	27.56 %
# 200	0.075	399.1	399.1	3878.6	924.6	80.75 %	19.25 %
Cazoleta:		0.0					
Lavado:		924.6					
Total pasante # 200:		924.6					
TOTAL:		4803.2					

Error mecánico < 3 % +/-

0.00 g.

0.00 %

Densidad relativa de sólidos finos

2.668

Factor de corrección del hidrómetro:

0.00010

0.00350



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

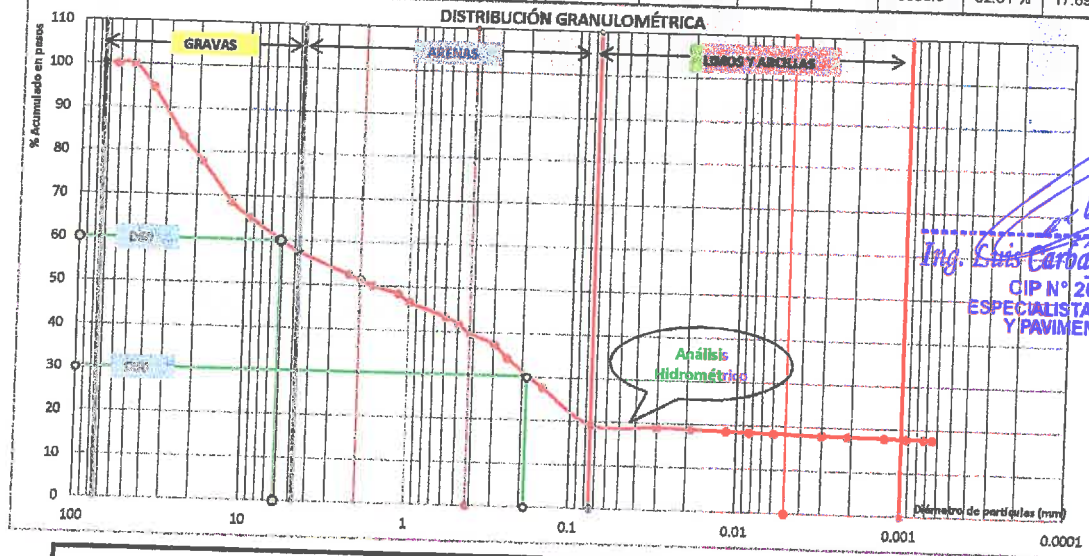
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fecha	Hora inicio 09:49 a.m.	Diámetro mm	Temperatura ° C	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
17-mar	2	0.0301	21	1.023	1.019	10.2	0.01333	1.25447	11.6	3890.2	80.99 %	19.01 %
	5	0.0191	22	1.022	1.018	10.5	0.01316	1.18981	11.0	3901.2	81.22 %	18.78 %
	15	0.0115	22	1.018	1.014	11.5	0.01316	0.93116	8.6	3909.8	81.40 %	18.60 %
	30	0.0084	21	1.017	1.013	11.8	0.01333	0.86649	8.0	3917.8	81.57 %	18.43 %
	60	0.0060	22	1.015	1.011	12.3	0.01316	0.73716	6.8	3924.6	81.71 %	18.29 %
18-mar	480	0.0021	24	1.013	1.009	12.9	0.01304	0.60784	5.6	3930.2	81.83 %	18.17 %
19-mar	1440	0.0013	21	1.012	1.008	13.1	0.01288	0.60784	5.6	3935.9	81.94 %	18.06 %
20-mar	2880	0.0009	19	1.011	1.007	13.4	0.01333	0.54317	5.0	3940.9	82.05 %	17.95 %
21-mar	4320	0.0007	23	1.011	1.007	13.4	0.01365	0.47851	4.4	3945.3	82.14 %	17.86 %
22-mar	5760	0.0007	21	1.010	1.008	13.7	0.01304	0.47851	4.4	3949.7	82.23 %	17.77 %
							0.01333	0.41385	3.8	3953.6	82.31 %	17.69 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	50.00 mm
% Gravas:	42.53 %	Tamaño nominal máximo	38.10 mm
% Gravas gruesos:	22.09 %	Coficiente uniformidad:	No presenta
% Gravas finos:	20.44 %	Cu:	
% Arenas	38.22 %	Coficiente concavidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	5.98 %	Cc:	
% Arenas medios:	11.96 %	Diámetros al 60%	6.163 mm
% Arenas finos:	20.29 %	Diámetros al 30%	0.187 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	19.25 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Limos:	1.19 %	% < a 2 µm	18.06 %
% Arcillas:	0.37 %	% < a 5 µm	18.29 %
% Coloides	17.69 %		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
 AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
 NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 6904408 m	Altitud: 2167.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

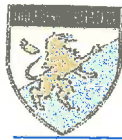
Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	5631.30 g.	Peso muestra seco total a cribar:	4879.20 g.
Peso natural seco + bandeja:	5592.80 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.10 g.
Peso bandeja:	713.60 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	73.26 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	2048.60 g.	peso contenido agua:	38.50 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2830.60 g.	% de humedad antes del tamizado:	0.8 %
		Peso muestra lavado seco total:	3850.74 g.

Diámetro de cribas		PESOS			PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes		
3"	75.000	0.0	0.0	4879.2	0.00 %	100.00 %		
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	4879.2	0.00 %	100.00 %		
2"	50.000	0.0	0.0	4879.2	0.00 %	100.00 %		
1.1/2"	38.100	112.3	112.3	4766.9	2.30 %	97.70 %		
1"	25.000	255.0	367.3	4511.9	7.53 %	92.47 %		
3/4"	19.000	343.1	710.4	4168.8	14.56 %	85.44 %		
1/2"	12.500	437.7	1148.1	3731.1	23.53 %	76.47 %		
3/8"	9.500	188.0	1336.1	3543.1	27.38 %	72.62 %		
1/4"	6.300	241.3	1577.4	3301.8	32.33 %	67.67 %		
# 04	4.750	137.2	1714.6	3164.6	35.14 %	64.86 %		
# 08	2.360	278.2	1992.8	2886.4	40.84 %	59.16 %		
# 10	2.000	55.8	2048.6	2830.6	41.99 %	58.01 %		
# 12	1.700	106.7	2155.3	2723.9	44.17 %	55.83 %		
# 16	1.180	126.9	2282.2	2597.0	46.77 %	53.23 %		
# 18	1.000	132.3	2414.5	2464.7	49.49 %	50.51 %		
# 30	0.600	182.7	2597.3	2281.9	53.23 %	46.77 %		
# 35	0.500	74.4	2671.7	2207.5	54.76 %	45.24 %		
# 40	0.425	109.3	2781.0	2098.2	57.00 %	43.00 %		
# 50	0.300	131.6	2912.5	1966.7	59.69 %	40.31 %		
# 60	0.250	166.5	3079.0	1800.2	63.11 %	36.89 %		
# 100	0.150	343.3	3422.3	1456.9	70.14 %	29.86 %		
# 200	0.075	428.4	3850.7	1028.5	78.92 %	21.08 %		
Cazoleta:		0.0						
Lavado:		1028.5						
Total pasante # 200:		1028.5						
TOTAL:		4879.2						
		Error mecánico < 3 % +/-			Densidad relativa de sólidos finos		2.668	
		0.00 g.			Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010	
		0.00 %					0.00350	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTICULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

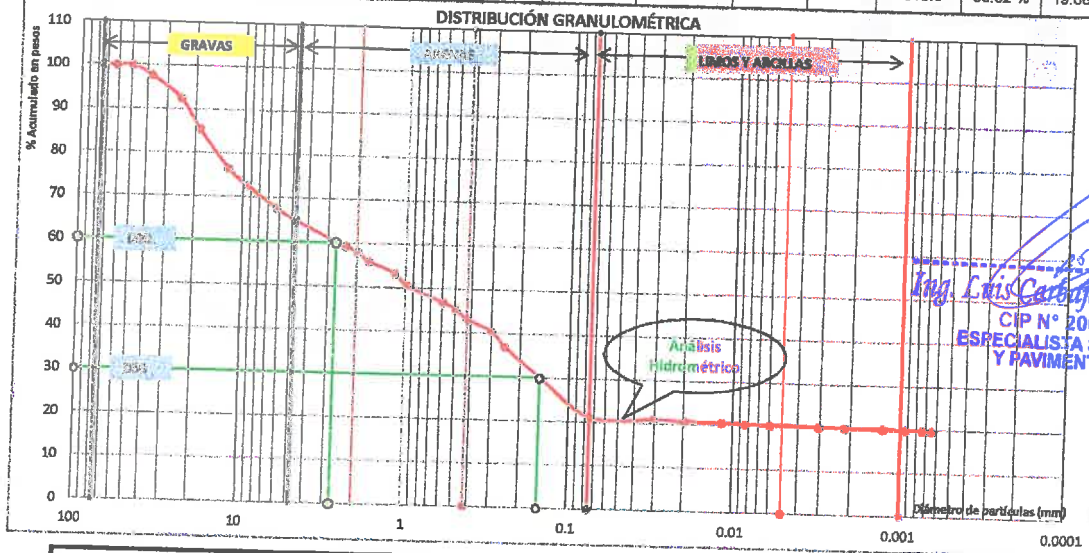
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio	Diámetro	Temperatura	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva	Constante	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
	09:56 a.m.			Actual	Corregido			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
	minutos			R	R'			L (cm)	K	P (%)	g	Rete. (g)
17-mar	2	0.0305	21	1.022	1.018	10.5	0.01333	1.03971	10.7	3881.4	79.14 %	20.86 %
	5	0.0198	21	1.020	1.016	11.0	0.01333	0.92869	9.5	3871.0	79.34 %	20.66 %
	15	0.0117	21	1.018	1.014	11.5	0.01333	0.81368	8.4	3879.3	79.51 %	20.49 %
	30	0.0084	21	1.017	1.013	11.8	0.01333	0.75718	7.8	3887.1	79.67 %	20.33 %
	60	0.0060	22	1.015	1.011	12.3	0.01316	0.64417	6.6	3893.7	79.80 %	20.20 %
18-mar	240	0.0030	23	1.012	1.008	13.1	0.01304	0.47465	4.9	3898.6	79.90 %	20.10 %
19-mar	480	0.0022	24	1.011	1.007	13.4	0.01288	0.41814	4.3	3902.9	79.99 %	20.01 %
20-mar	1440	0.0013	21	1.011	1.007	13.4	0.01333	0.41814	4.3	3907.2	80.06 %	19.92 %
21-mar	2880	0.0009	19	1.011	1.007	13.4	0.01385	0.41814	4.3	3911.5	80.17 %	19.83 %
22-mar	4320	0.0007	23	1.010	1.006	13.7	0.01304	0.36164	3.7	3915.2	80.24 %	19.76 %
	5760	0.0007	21	1.010	1.006	13.7	0.01333	0.36164	3.7	3919.0	80.32 %	19.68 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Resultados de la fracción gruesa			
% Gravas:	35.14 %	Tamaño máximo	50.00 mm
% Gravas gruesos:	14.56 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas finos:	20.58 %	Coefficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Arenas	43.78 %	Coefficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas gruesos:	6.85 %	Diámetros al 60%	2.713 mm
% Arenas medios:	15.01 %	Diámetros al 30%	0.152 mm
% Arenas finos:	21.93 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	21.08 %	% < a 2 µm	20.01 %
% Limos:	1.07 %	% < a 5 µm	20.20 %
% Arcillas:	0.33 %		
% Coloides	19.68 %		



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

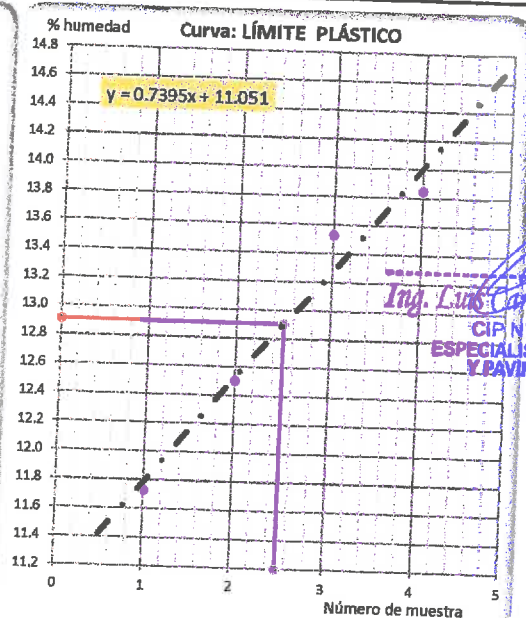
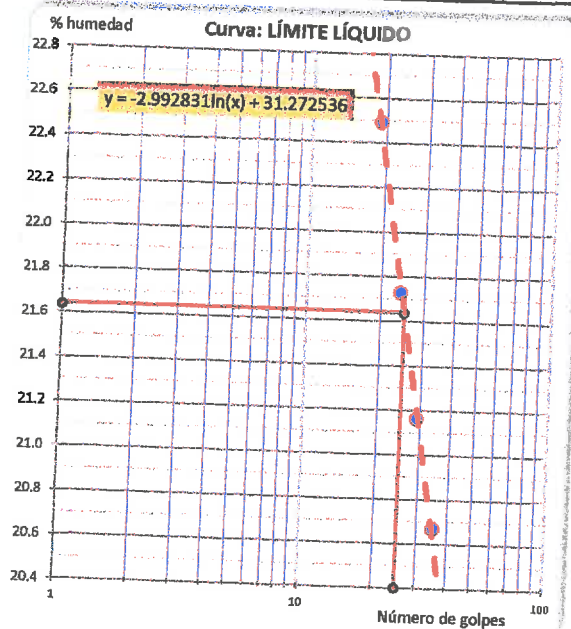
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	19	24	29	35
Peso muestra húmedo + tara:	39.770	42.380	44.360	39.700
Peso muestra seca + tara:	37.080	39.210	41.590	37.040
Peso de tara:	25.120	24.620	28.500	24.170
Peso contenido de agua:	2.690	3.170	2.770	2.660
Peso suelo seco:	11.960	14.590	13.090	12.870
% de humedad:	22.49 %	21.73 %	21.16 %	20.67 %

Límite plástico			
P-1	P-2	P-3	P-4
26.820	37.880	30.430	28.070
26.650	37.650	30.200	27.800
25.200	35.810	28.500	25.850
0.170	0.230	0.230	0.270
1.450	1.840	1.700	1.950
11.72 %	12.50 %	13.53 %	13.85 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

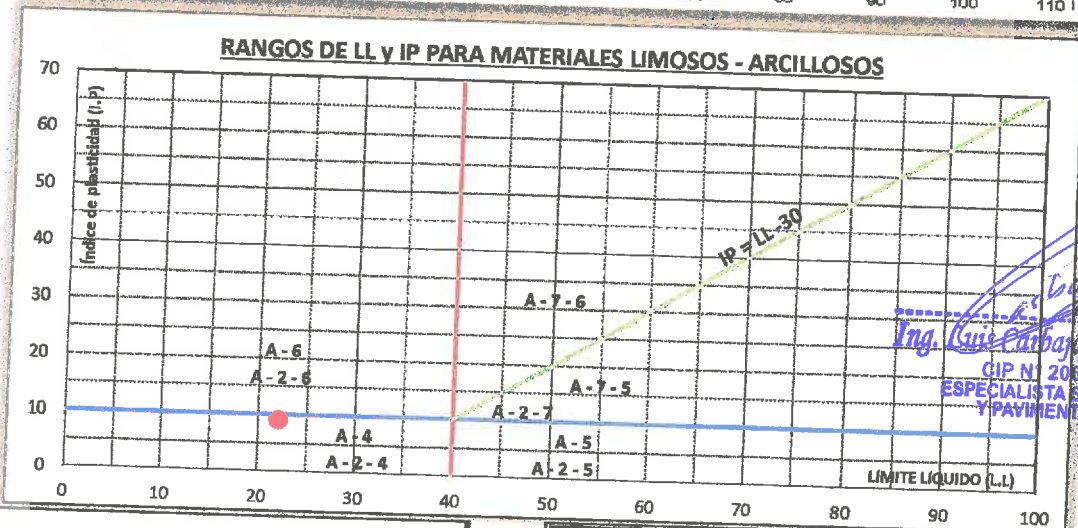
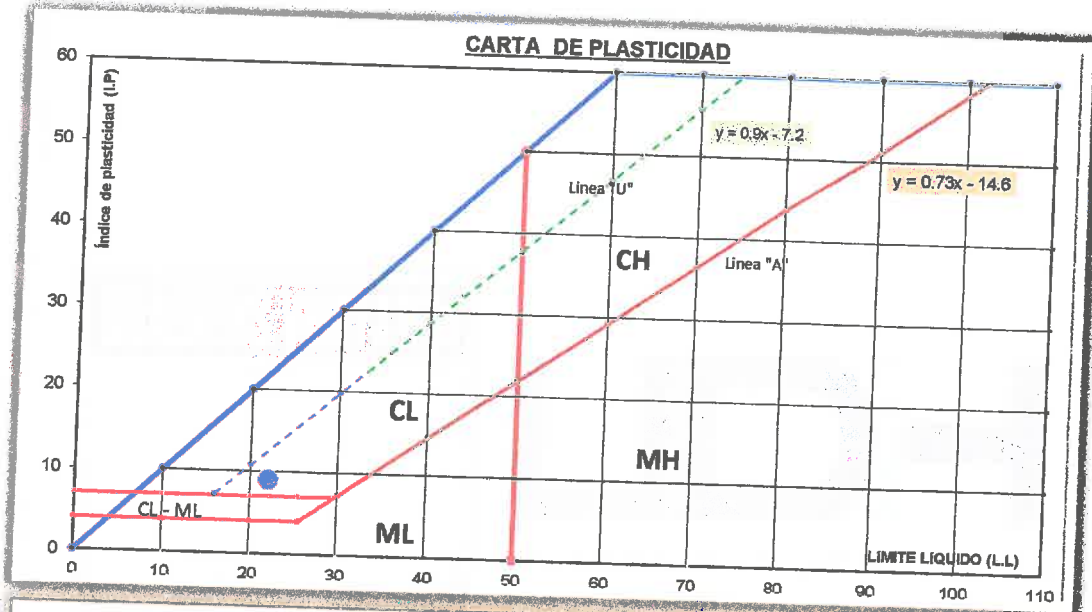
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 GIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 22.00 %

Límite plástico : (LP) 13.00 %

Índice plástico : (IP) 9.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL < 50%, IP > 4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.
- AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.
- NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

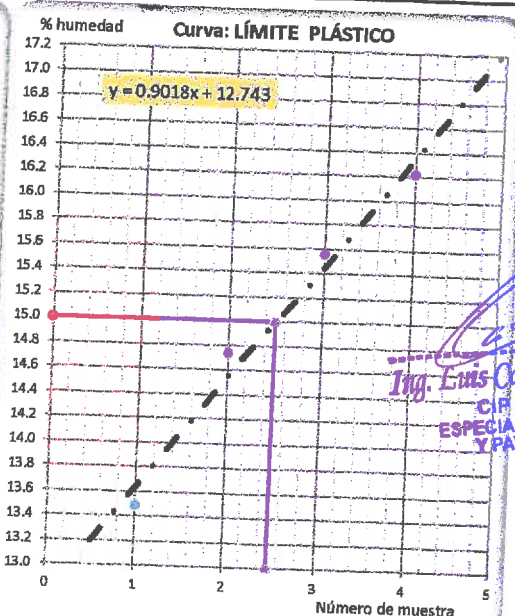
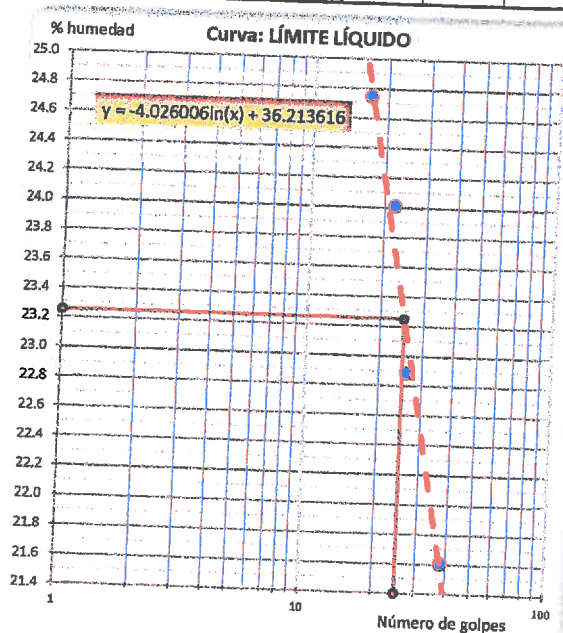
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	17	22	26	38
Peso muestra húmedo + tara:	44.320	43.180	41.210	43.120
Peso muestra seca + tara:	40.690	39.490	38.450	40.210
Peso de tara:	26.020	24.120	26.390	26.740
Peso contenido de agua:	3.630	3.690	2.760	2.910
Peso suelo seco:	14.670	15.370	12.060	13.470
% de humedad:	24.74 %	24.01 %	22.89 %	21.60 %

Límite plástico			
P-3	P-1	P-4	P-2
26.800	29.140	26.490	30.150
26.560	28.580	26.280	29.910
24.780	24.780	24.930	28.430
0.240	0.560	0.210	0.240
1.780	3.800	1.350	1.480
13.48 %	14.74 %	15.56 %	16.22 %



Ing. Ems Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

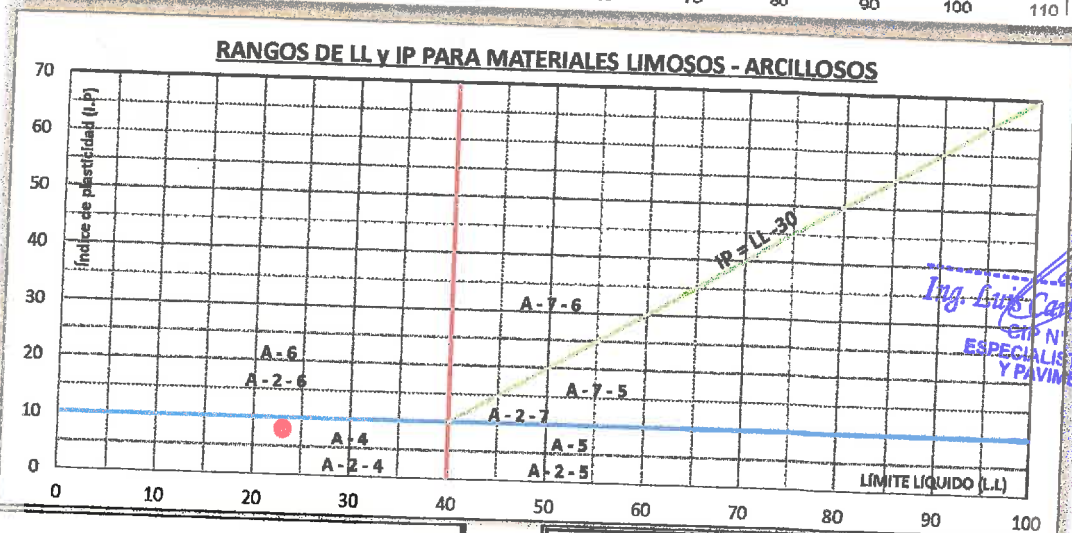
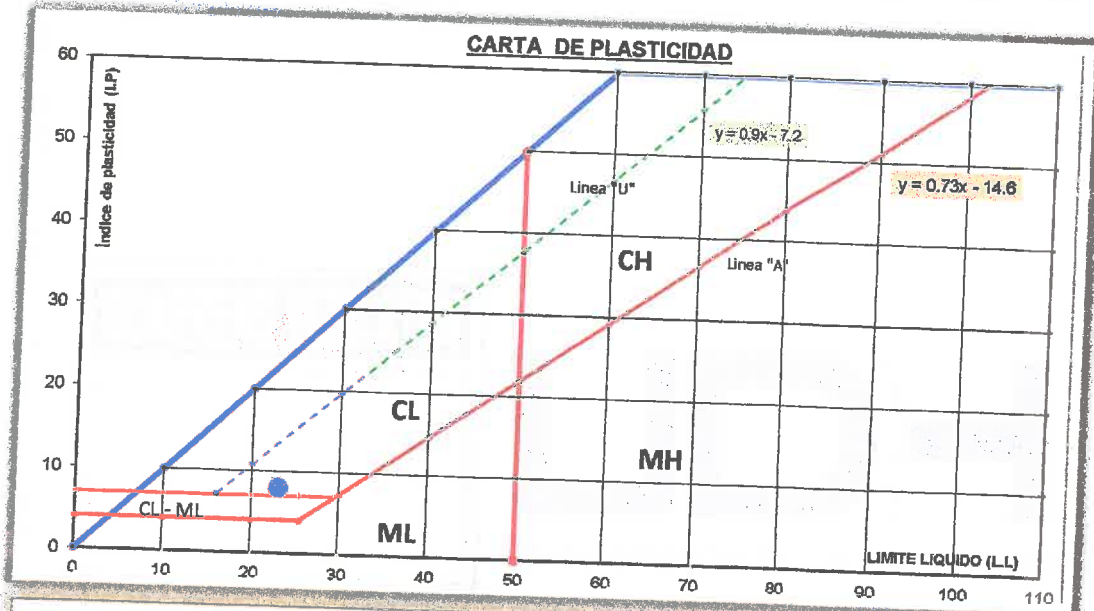
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 23.00 %

Límite plástico : (LP) 15.00 %

Índice plástico : (IP) 8.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

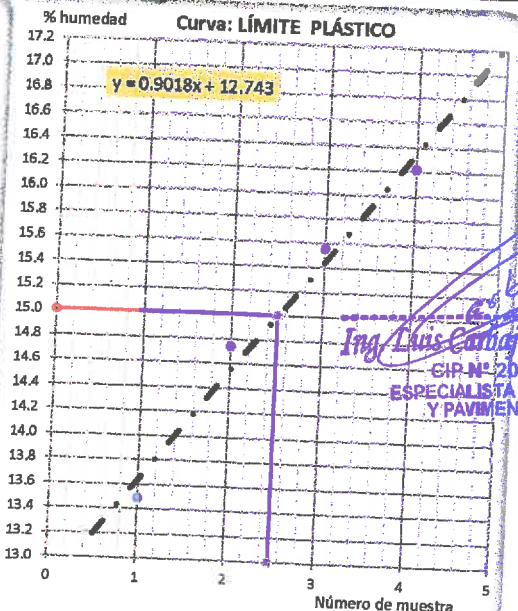
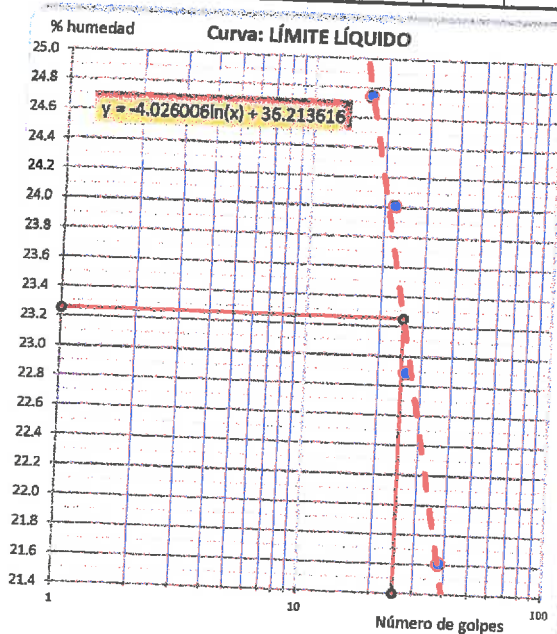
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	17	22	26	38
Peso muestra húmedo + tara:	44.320	43.180	41.210	43.120
Peso muestra seca + tara:	40.690	39.490	38.450	40.210
Peso de tara:	26.020	24.120	26.390	26.740
Peso contenido de agua:	3.630	3.690	2.760	2.910
Peso suelo seco:	14.670	15.370	12.060	13.470
% de humedad:	24.74 %	24.01 %	22.89 %	21.60 %

Límite plástico			
P-3	P-1	P-4	P-2
26.800	29.140	26.490	30.150
26.560	28.580	26.280	29.910
24.780	24.780	24.930	28.430
0.240	0.560	0.210	0.240
1.780	3.800	1.350	1.480
13.48 %	14.74 %	15.56 %	16.22 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

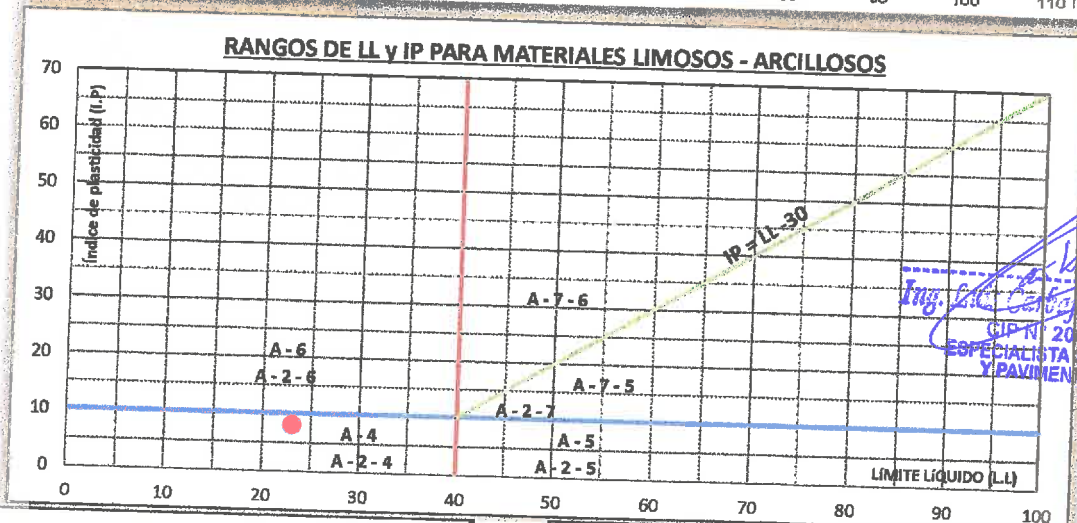
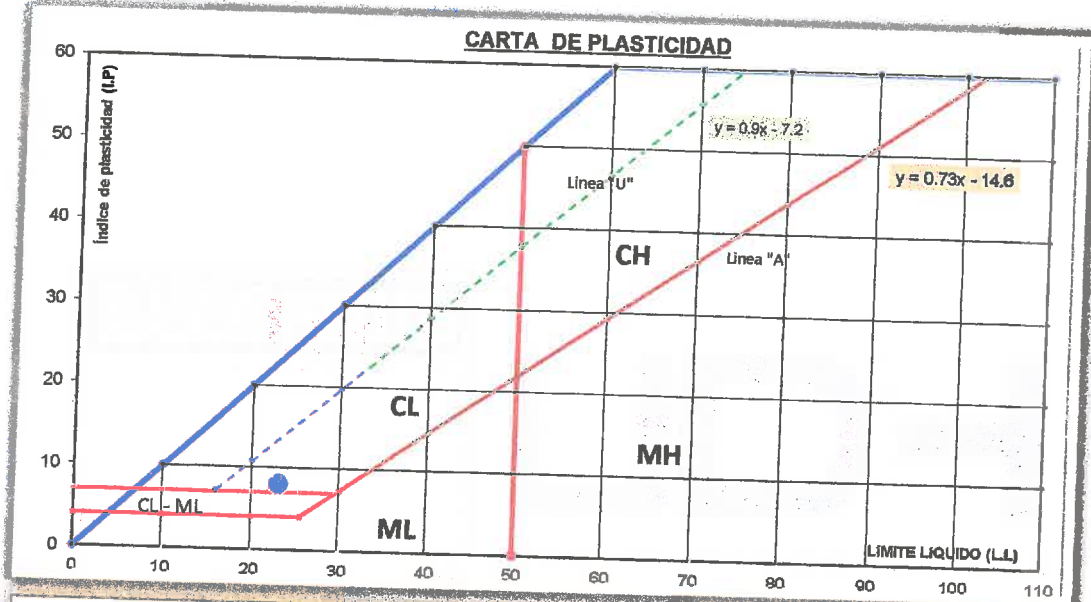
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Esp. Carlos Cartajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 23.00 %

Límite plástico : (LP) 15.00 %

Índice plástico : (IP) 8.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.
- AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.
- NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

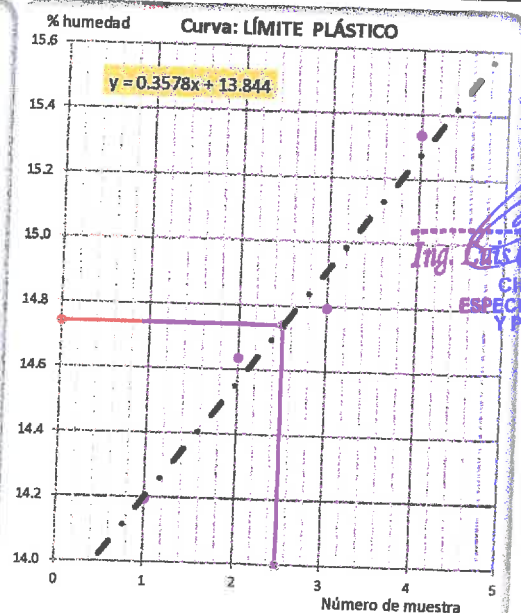
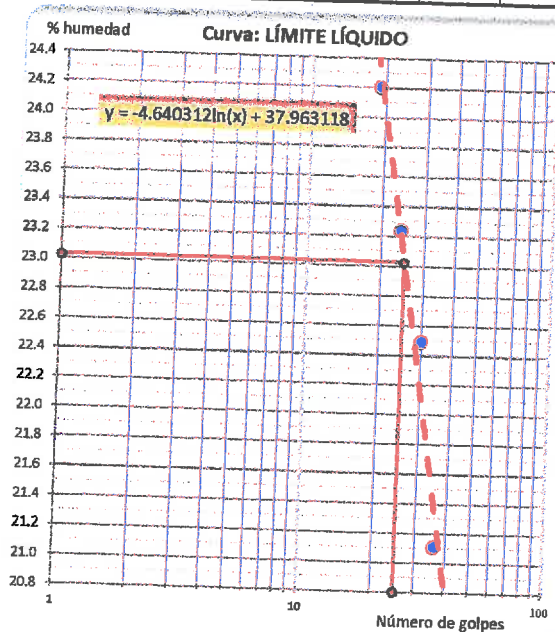
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	19	24	30	36
Peso muestra húmedo + tara:	44.690	46.680	49.050	48.220
Peso muestra seca + tara:	40.990	42.890	45.380	44.140
Peso de tara:	25.700	26.580	29.060	24.810
Peso contenido de agua:	3.700	3.790	3.670	4.080
Peso suelo seco:	15.290	16.310	16.320	19.330
% de humedad:	24.20 %	23.24 %	22.49 %	21.11 %

Límite plástico			
P-3	P-2	P-1	P-4
27.770	26.910	29.380	29.900
27.550	26.670	29.130	29.670
26.000	25.030	27.440	28.170
0.220	0.240	0.250	0.230
1.530	1.640	1.690	1.500
14.19 %	14.63 %	14.79 %	15.33 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

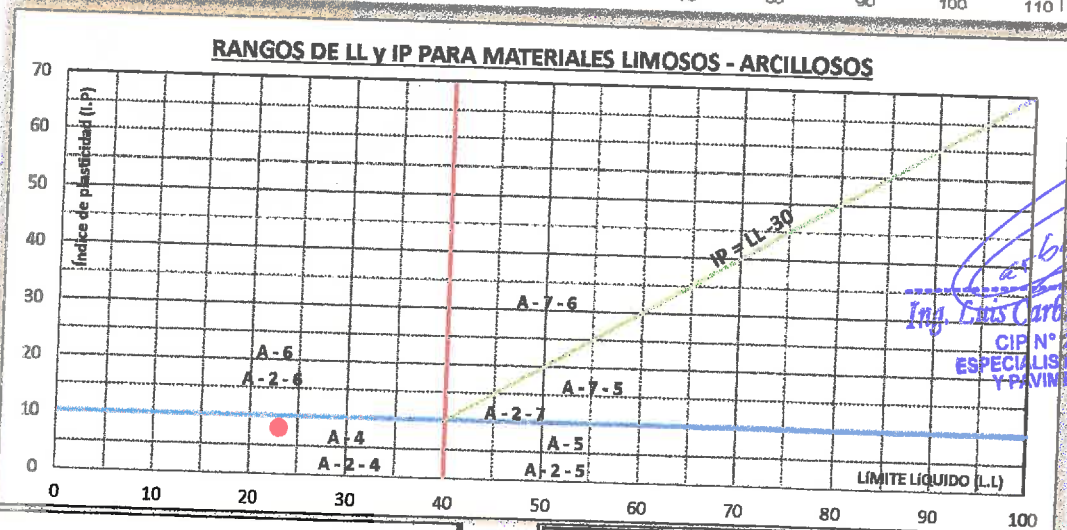
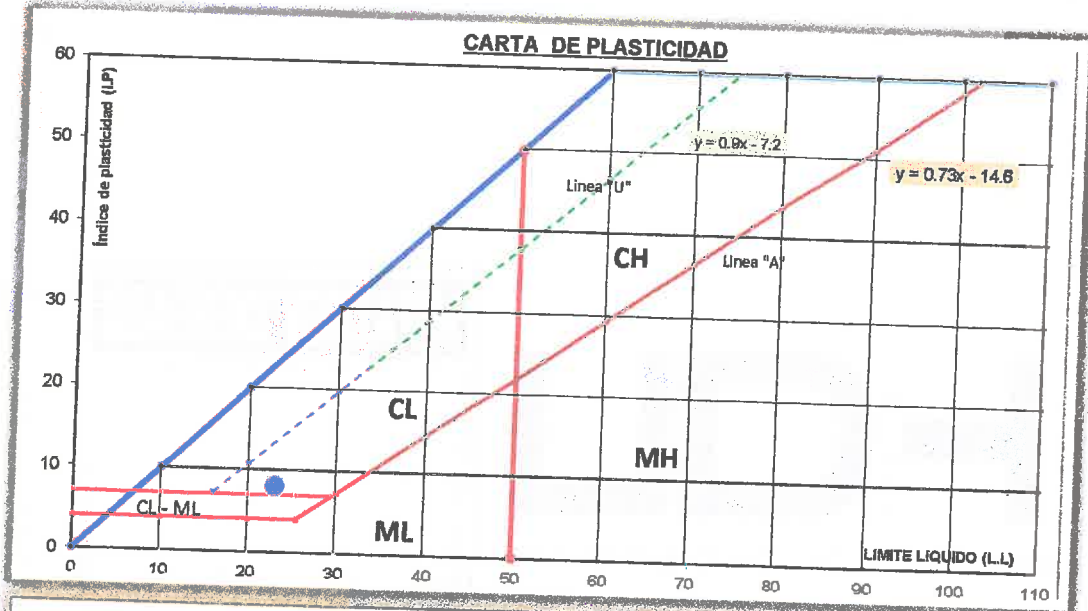
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6. - Resultados:



Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 23.00 %

Límite plástico : (LP) 15.00 %

Índice plástico : (IP) 8.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL < 50%, IP > 4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2487, Standard Practice for Classification of Soils for Engleneering Purposes (Unified Soil Classification System.

ASTM D - 3282, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpose.

AASHTO M - 145, Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.

NTP 339.134, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

2.- Objeto: Realizar la clasificación en suelos unificados y mezclados para uso en propósitos de ingeniería.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	Altitud: 2167.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Datos del análisis granulométrico y plasticidad:

Fracciones del tamizado.			Límites de Albert Mauritz Atterberg, (Consistencia del suelo fino).	
Tamices	% Retenidos	% Pasante	Límite Líquido (% LL).	Índice Plástico (%Ip).
Fracción tamiz # 04 (4.74 mm).	36.58	63.42	23.00	8.00
Fracción tamiz # 10 (2.00 mm).	43.09	56.91		
Fracción tamiz # 40 (0.425 mm).	56.90	43.10		
Fracción tamiz # 200 (0.075 mm).	79.13	20.87		

Plasticidad ligero

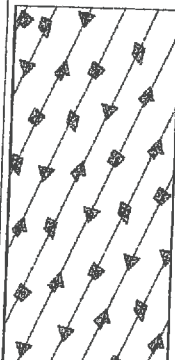
Carta de plasticidad de Arthur Casagrande, (Plasticity Chart)

Clasificación según la carta de plasticidad:	CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.
--	-----------	--

6.- Resultados de fracciones del suelo:

Gravas: 36.58 %	Gravas ≥ 15	Carreteras	Pasante N° 200	Suelos granos gruesos (G)
Arenas: 42.55 %	Arenas ≥ 15		Pasante N° 04	Arenas (S)
Finos: 20.87 %	Finos ≥ 15 y < 30		Finos: < 5, > 12, (5-12)%	Arenas con finos
Por lo tanto:	Arena ≥ Gravas	Finos < 35, (A-1, A-3, A-2)	Uniformidad partículas: Cu y Cc.	Cu < 6 Cu < 4 1 > Cc, Cc > 3
Coefficiente de uniformidad:	0		índice de grupo:	
Coefficiente de curvatura:	0			-2.0

Propósito de Ingeniería: Sistema de Clasificación para Suelos Unificados

(SC)g	 <p>Arenas arcillosas con gravas; arenas (42.55%) > gravas (36.58%); finos (20.87%) > 12% de ligera plasticidad; gravas ≥ 15%; LL = 23%, IP = 8%. La muestra original en campo presenta boloneras subredondeadas en un 4% con tamaño máximo de 305 mm. De condiciones en campo siendo un estrato firme, heterogénea, húmedo(%w = 4.70%), color marrón claro. Son depósitos aluviales.</p>
--------------	--

Proposito de Ingeniería: Construcción de Carreteras para Suelos Mezclados

A - 2 - 4 (0)	<p>Arenas arcillosas y gravas con presencia de arcillas (0.36%), arenas (42.55%) > gravas (36.58%), finos (20.87%) < 35% de plasticidad ligera. LL (23%) < 40 % y IP (8%) < 10%, siendo suelos No Críticos y de mejores cualidades como explanada o capa de asiento del firme.</p> <p>Clasificación general como subrasante:</p> <p>BUENO, estrato de buena calidad en condiciones de drenaje y compactación.</p>
----------------------	--



ENSAYO DE pH

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE SUELOS, (MÉTODO A)

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4972, (Standard Test Method for pH of Soils).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

2.- Objeto:

Determinar el grado de acidez o alcalinidad de materiales del suelo suspendido en agua.

3.- Materiales:

Suelos menores a 2.0 mm, tamiz N° 10, balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

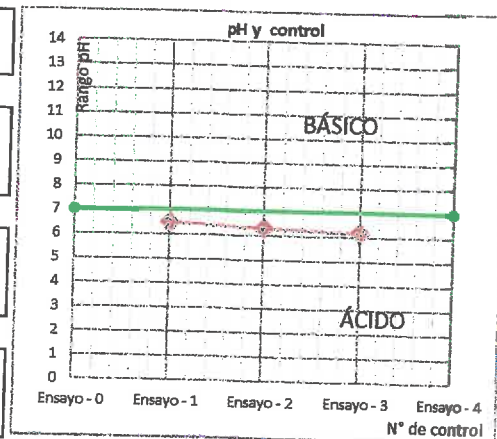
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del suelo seco.	30.23 g	30.52 g	30.24 g
Volumen agua destilada.	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura del agua de la mezcla.	24.3 °C	24.6 °C	24.1 °C
Temperatura de ambiente.	24.5 °C	24.5 °C	24.5 °C
% de humedad relativa.	46.0 %	50.0 %	50.0 %
Potenciómetro (pH-metro).	6.479	6.287	6.176

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Rango pH:	6.30
Denominación rango:	Ligeramente ácido.
Denominación suelos:	Región húmeda, suelos cultivables.
Temperatura fluido:	24.33 °





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones y el método de compactación.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368293 m		NORTE: 8904408 m		msnm: 2167
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

corrección por porcentajes

TAMIZ	PESOS (g)	% Ret.	% Considerado Para el Ensayo	FACTOR DE VARIACIÓN 0.2165359233
reten 3"				
reten 3/4	13,912.00	17.80 %		
reten 3/8"	7,200.00	9.21 %	9.21 %	
reten N° 04	4,527.00	5.79 %	5.79 %	
pasa N° 04	52,521.00	67.20 %	67.20 %	
Total	78,160.00	100.00 %	82.20 %	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

	Δ Unitaria	Nuevo % a Considerar		MÉTODO		
				A	B	C
reten 3"			MOLDE (Ø)	4 in	4 in	6 in
reten 3/4			MARTILLO	10 Lbf	10 Lbf	10 Lbf
reten 3/8"	1.9947 %	11.21 %	MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	pasante 3/8" (9.5 mm)	pasante 3/4" (19 mm)
reten N° 04	1.2542 %	7.05 %				
pasa N° 04	14.5505 %	81.75 %	CAPAS	5	5	5
		100.00 %	GOLPES / CAPA	25	25	56

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe
E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

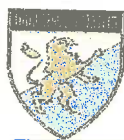
5.- Resultados:

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 17.80 %	≤ del 30% C	MÉTODO C
Reten 3/8" = 27.01 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 32.80 %	≤ del 25% A	

PROCEDIMIENTO, ACCESORIOS		HACER CORRECCIÓN SI SE ENCUENTRA ENTRE (por porcentajes de los tamaños mayores)
MOLDE (Ø)	6 in	
MARTILLO	10 Lbf	
MATERIAL A EMPLEAR	pasante 3/4" (19 mm)	5 - 25 %
CAPAS	5	5 - 25 %
GOLPES / CAPA	56	

Peso a Considerar por Método 6000.00 gramos		
	Pesos Parciales g.	Tamaño Máximo
reten 3/8"	672.39	reten 3/4"
reten N° 04	422.77	
pasa N° 04	4904.84	
Total	6,000.00	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Temas: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto: Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco del suelo.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, balanza digital, moldes de proctor, martillos de compactación, cucharones, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 01
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368283 m	NORTE: 8904408 m	msnm: 2167.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Característica físicas - mecánicas del suelo

Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas		Peso (g)	%	Método Comp.	Fracción gruesa	Fracción fino
	Retenido: 3" - 3/4"		13,912.0	17.80			
	Retenido: 3/4" - 3/8"		7,200.0	9.21			
	Retenido: 3/8" - N° 04		4,527.0	5.79			
	Pasante: N° 04		52,521.0	67.20			
Pesos totales :		78,160.0	100		C	33 %	67 %

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	10,494.00	10,872.00	11,083.00	10,918.00	10,762.00
Peso del cilindro	g	6,039.80	6,039.80	6,039.80	6,039.80	6,039.80
Peso de la muestra húmedo	g	4,454.20	4,832.20	5,043.20	4,878.20	4,722.20
Volumen del molde	cm ³	2,059.40	2,059.40	2,059.40	2,059.40	2,059.40
Densidad húmedo	g/cm ³	2.16	2.35	2.45	2.37	2.29
Densidad seca	g/cm ³	2.08	2.21	2.26	2.13	2.05
Peso unitario seco	kN/m³	20.40	21.67	22.16	20.89	20.10

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum.+recipiente.	g	640.10	723.40	736.30	811.90	693.40
Peso muestra seca +recipiente.	g	617.70	686.30	685.40	737.50	627.50
Peso recipiente.	g	71.00	66.20	66.10	65.90	65.80
Peso del agua.	g	22.40	37.10	50.90	74.40	65.90
Peso muestra seca.	g	546.70	620.10	619.30	671.60	561.70
Contenido de humedad.	%	4.10	5.98	8.22	11.08	11.73

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



COMPACTACIÓN DE SUELOS

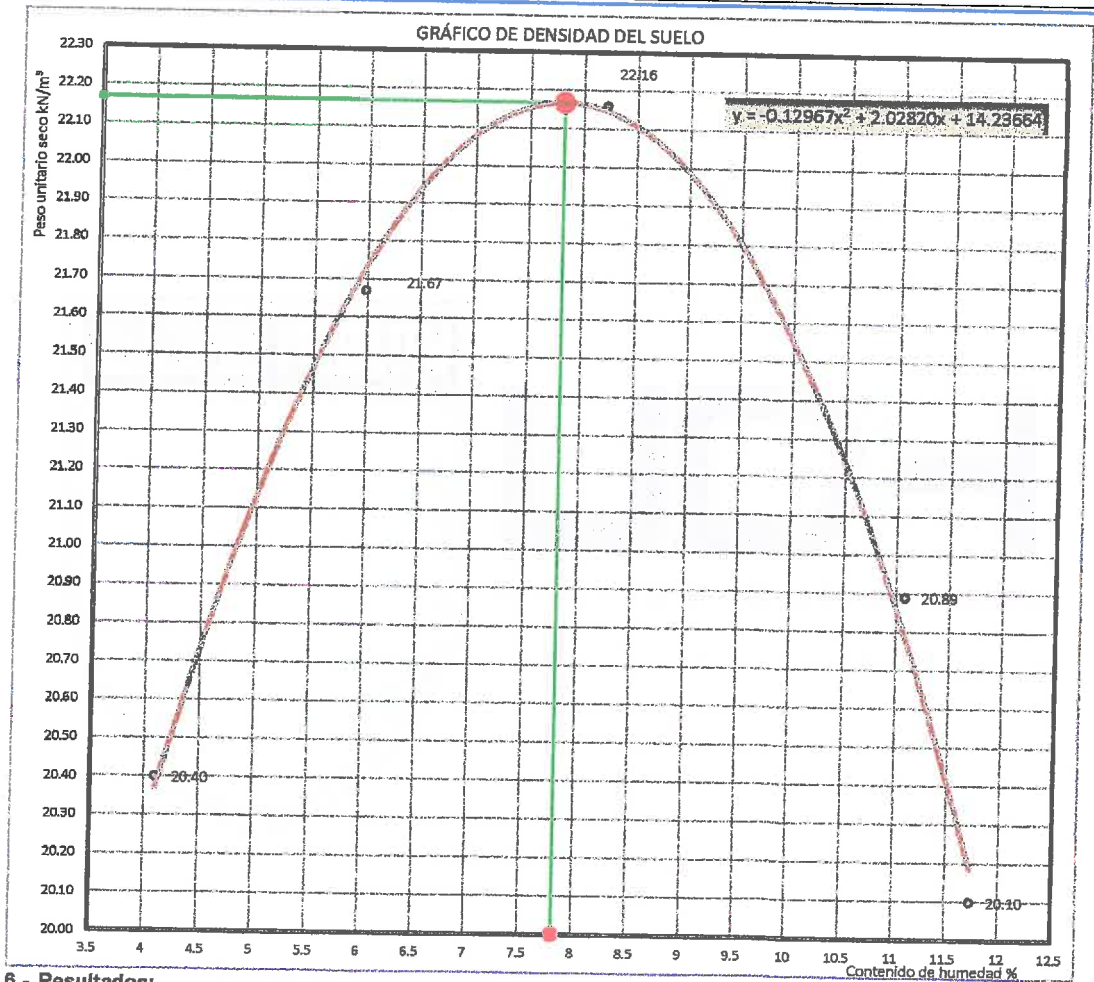
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.



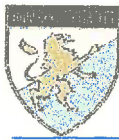
6.- Resultados:

Peso unitario máxima seca:	22.17 kN/m³	Observaciones: COMPACTACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE (MÉTODO "C"), CON UNA PROPORCIÓN DE MATERIAL GRUESA DE 33 % Y MATERIAL FINO DE 67 %.
Densidad máxima seca:	2.28 gr/cm³	
Humedad óptima:	7.80 %	
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	375.30 cm³	

Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS




Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD)
 EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"**

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

AASHTO T - 265, Laboratory Determination of Moisture Content of Soils.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- Objeto: Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- Materiales: Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00	18 L	
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				
Hora ensayo:	08:30:00 a.m. - 12:30 am				

5.- Análisis:

Número de ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso natural húmedo + bandeja	847.2 g	740.0 g	787.6 g
Peso natural seco + bandeja	765.0 g	670.1 g	711.8 g
Peso bandeja	59.0 g	56.9 g	61.5 g
Peso suelo húmedo	788.2 g	683.1 g	726.1 g
Peso suelo seco	706.0 g	613.2 g	650.3 g
Peso del agua	82.2 g	69.9 g	75.8 g
% Contenido de humedad	11.64 %	11.40 %	11.66 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.60 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL SUELO NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	76.1 gr.
	76.1 cm³

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 29, Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate.

AASHTO T - 19, Standar Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.

NTP 339.139, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

3.- Materiales:

 suelos, vacija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

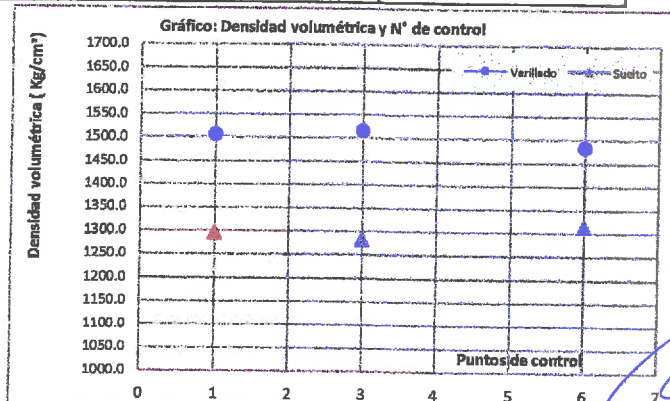
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso suelo varillado + recipiente.	11954.00 g.	11980.00 g.	11888.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),suelto.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso suelo suelto + recipiente.	11337.00 g.	11295.00 g.	11388.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),varillado.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7510.00 g.	7510.00 g.	7510.00 g.
Peso volumétrico suelo seco varillado.	1505.86 Kg/m³	1514.67 Kg/m³	1483.50 Kg/m³
Peso volumétrico suelo seco suelto.	1296.79 Kg/m³	1282.56 Kg/m³	1314.07 Kg/m³

6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrico varillado:
1501.00 Kg/m³

Promedio del peso volumétrico suelto:
1298.00 Kg/m³



Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DEL AGREGADO GRUESO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

AASHTO T - 85, Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo por encima de 4.75 milímetros.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.5 g, estufa, bandejas, franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha/hora exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 388383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido), (C).	565.4 g	626.5 g	654.3 g
Masa saturado superficialmente seco, (B).	901.7 g	997.8 g	1045.0 g
Masa seco del material al horno, (A).	887.3 g	982.0 g	1028.8 g
Estado seco (OD):	2.64	2.64	2.63
Estado saturado (SSD):	2.68	2.69	2.67
% Humedad absorbido (% w):	1.62 %	1.61 %	1.57 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.64	2633.4 Kg/m ³	1.60 %
Estado saturado (SSD):	2.68	2673.3 Kg/m ³	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO POR PICNÓMETRO Y AGUA, (MÉTODO B).

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

AASHTO T - 100, Standard Method of Test for Specific Gravity of Soils.

NTP 339.131, método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por agua y picnómetro.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo del sólido.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

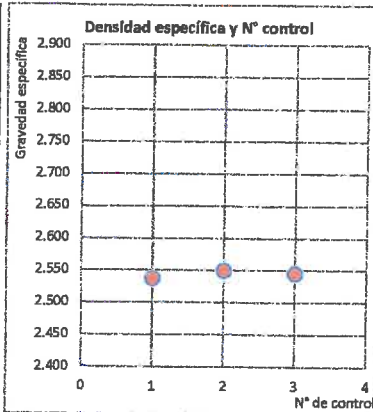
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso muestra seco (A):	80.9 g	83.6 g	77.1 g
Peso picnómetro + agua (B):	664.9 g	668.9 g	715.3 g
Peso picnómetro + agua + suelo saturado (C):	713.9 g	719.7 g	762.1 g
Temperatura del fluido:	26.9 °C	26.9 °C	26.9 °C

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades relativas del material fino		Promedio temperatura de ensayo 26.9 °C
	M - 01	2.536	
	M - 02	2.549	
	M - 03	2.545	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_t):		2.543	
Coeficiente de temperatura (K):		0.99833	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_{rc}):		2.539	$\rho_r = \frac{A}{A+B-C}$





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	Altitud: 2178.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3457.90 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2586.20 g.
Peso natural seco + bandeja:	3307.10 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.26 g.
Peso bandeja:	720.90 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	53.34 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	243.80 g.	peso contenido agua:	150.80 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2342.40 g.	% de humedad antes del tamizado:	5.8 %
		Peso muestra lavado seco total:	1327.82 g.

Diámetro de cribas	PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
	Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos
3"	75.000	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %
1"	25.000	54.4	54.4	2531.8	2.10 %	97.90 %
3/4"	19.000	13.0	67.4	2518.8	2.61 %	97.39 %
1/2"	12.500	21.9	89.3	2496.9	3.45 %	96.55 %
3/8"	9.500	10.8	100.1	2486.1	3.87 %	96.13 %
1/4"	6.300	38.7	138.8	2447.4	5.37 %	94.63 %
# 04	4.750	29.3	168.1	2418.1	6.50 %	93.50 %
# 08	2.360	59.9	228.0	2358.2	8.82 %	91.18 %
# 10	2.000	15.8	243.8	2342.4	9.43 %	90.57 %
# 12	1.700	23.3	267.1	2319.1	10.33 %	89.67 %
# 16	1.180	40.0	307.1	2279.1	11.87 %	88.13 %
# 18	1.000	44.4	351.5	2234.7	13.59 %	86.41 %
# 30	0.600	102.6	454.1	2132.1	17.56 %	82.44 %
# 35	0.500	44.8	499.0	2087.2	19.29 %	80.71 %
# 40	0.425	73.7	572.6	2013.6	22.14 %	77.86 %
# 50	0.300	79.3	651.9	1934.3	25.21 %	74.79 %
# 60	0.250	108.1	760.0	1826.2	29.39 %	70.61 %
# 100	0.150	263.0	1023.0	1563.2	39.56 %	60.44 %
# 200	0.075	304.8	1327.8	1258.4	51.34 %	48.66 %
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos	2.539
Lavado:		1258.4	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:	0.00010
Total pasante # 200:		1258.4	0.00 %			0.00350
TOTAL:		2586.2				

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



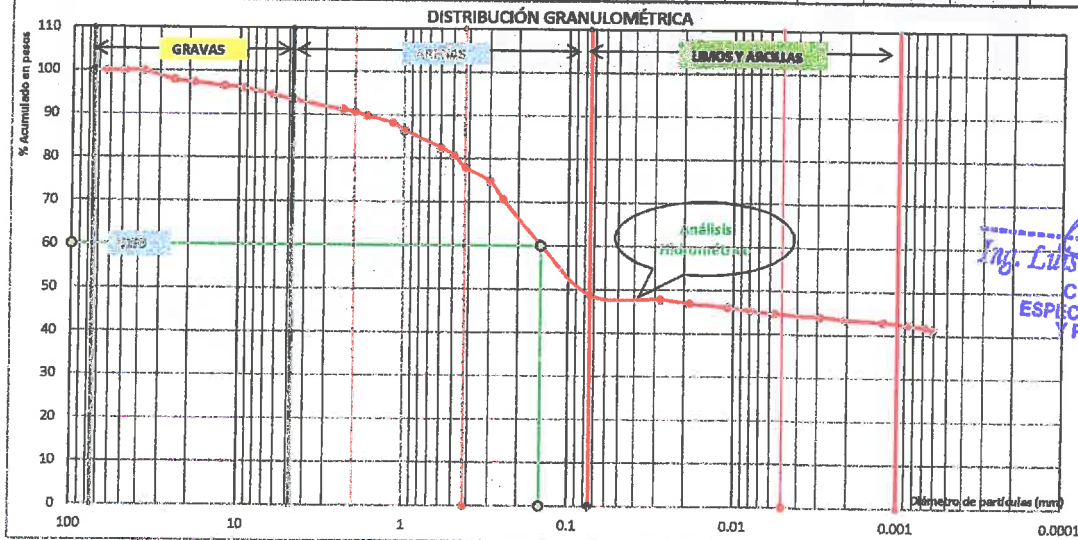
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio	Diámetro	Temperatura	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva	Constante	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales				
	10:00 a.m.			Actual	Corregido			L (cm)	K	P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
	minutos													
17-mar	2	0.0281	21	1.031	1.027	8.1	0.01395	1.92986	24.3	1352.1	52.28 %	47.72 %		
	5	0.0186	21	1.028	1.024	8.9	0.01395	1.71857	21.6	1373.7	53.12 %	46.88 %		
	15	0.0109	21	1.027	1.023	9.2	0.01395	1.64813	20.7	1394.5	53.92 %	46.08 %		
	30	0.0079	21	1.025	1.021	9.7	0.01395	1.50727	19.0	1413.4	54.65 %	45.35 %		
	60	0.0056	22	1.024	1.020	10.0	0.01378	1.43683	18.1	1431.5	55.35 %	44.65 %		
240	0.0029	23	1.020	1.016	11.0	0.01363	1.15510	14.5	1446.1	55.91 %	44.09 %			
19-mar	480	0.0021	22	1.021	1.017	10.7	0.01378	1.22553	15.4	1461.5	56.51 %	43.49 %		
19-mar	1440	0.0012	21	1.020	1.016	11.0	0.01395	1.15510	14.5	1476.0	57.07 %	42.93 %		
20-mar	2880	0.0009	20	1.020	1.016	11.0	0.01412	1.15510	14.5	1490.5	57.63 %	42.37 %		
21-mar	4320	0.0007	24	1.019	1.015	11.3	0.01347	1.08487	13.6	1504.2	58.16 %	41.84 %		
22-mar	5760	0.0006	22	1.019	1.015	11.3	0.01378	1.08487	13.6	1517.8	58.69 %	41.31 %		



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIF N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	38.10 mm
% Gravas:	6.50 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas gruesos:	2.61 %	Coefficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Gravas finos:	3.89 %	Coefficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas	44.84 %	Diámetros al 60%	0.147 mm
% Arenas gruesos:	2.93 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arenas medios:	12.71 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Arenas finos:	29.20 %	% < a 2 µm	43.49 %
% Finos que pasan la malla N° 200	48.86 %	% < a 5 µm	44.65 %
% Limos:	5.17 %		
% Arcillas:	2.18 %		
% Coloides	41.31 %		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTICULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

- 1.- Referencia:**
 ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
 AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
 NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.
- 2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.
- 3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.
- 4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	Altitud: 2178.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3457.90 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2586.20 g.
Peso natural seco + bandeja:	3307.10 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.26 g.
Peso bandeja:	720.90 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	53.34 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	243.80 g.	peso contenido agua:	150.80 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2342.40 g.	% de humedad antes del tamizado:	5.8 %
		Peso muestra lavado seco total:	1327.82 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %	
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	2586.2	0.00 %	100.00 %	
1"	25.000	54.4	54.4	2531.8	2.10 %	97.90 %	
3/4"	19.000	13.0	67.4	2518.8	2.61 %	97.39 %	
1/2"	12.500	21.9	89.3	2496.9	3.45 %	96.55 %	
3/8"	9.500	10.8	100.1	2486.1	3.87 %	96.13 %	
1/4"	6.300	38.7	138.8	2447.4	5.37 %	94.63 %	
# 04	4.750	29.3	168.1	2418.1	6.50 %	93.50 %	
# 08	2.360	59.9	228.0	2358.2	8.82 %	91.18 %	
# 10	2.000	15.8	243.8	2342.4	9.43 %	90.57 %	
# 12	1.700	23.3	267.1	2319.1	10.33 %	89.67 %	
# 16	1.180	40.0	307.1	2279.1	11.87 %	88.13 %	
# 18	1.000	44.4	351.5	2234.7	13.59 %	86.41 %	
# 30	0.600	102.6	454.1	2132.1	17.56 %	82.44 %	
# 35	0.500	44.8	499.0	2087.2	19.29 %	80.71 %	
# 40	0.425	73.7	572.6	2013.6	22.14 %	77.86 %	
# 50	0.300	79.3	651.9	1934.3	25.21 %	74.79 %	
# 60	0.250	108.1	760.0	1826.2	29.39 %	70.61 %	
# 100	0.150	263.0	1023.0	1563.2	39.56 %	60.44 %	
# 200	0.075	304.8	1327.8	1258.4	51.34 %	48.66 %	
Cazoleta:	0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos	2.539		
Lavado:	1258.4	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:	0.00010		
Total pasante # 200:	1258.4	0.00 %			0.00350		
TOTAL:	2586.2						



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

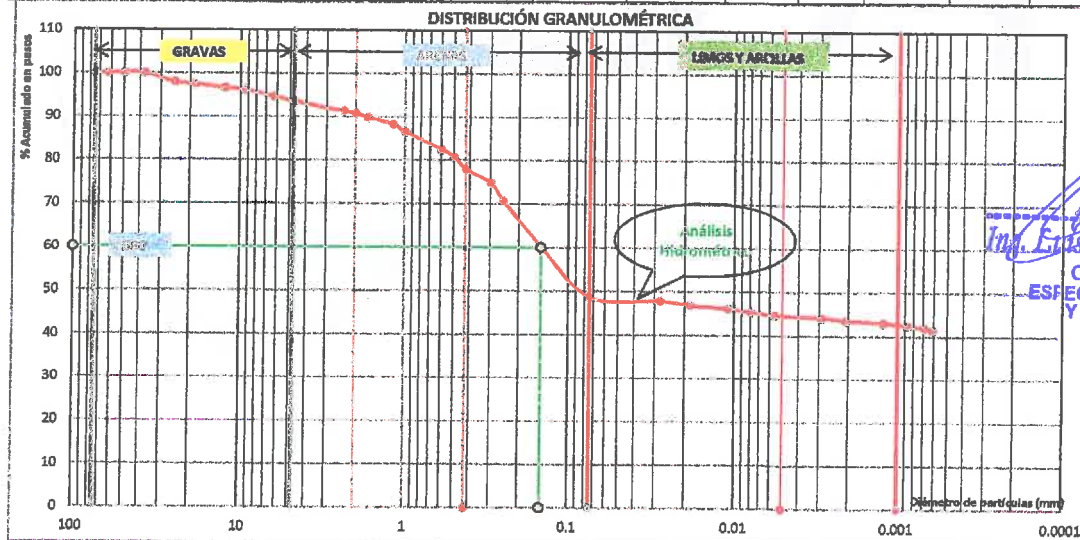
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fecha	Hora inicio 10:00 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
	minutos											
17-mar	2	0.0281	21	1.031	1.027	8.1	0.01395	1.92986	24.3	1352.1	52.28 %	47.72 %
	5	0.0186	21	1.028	1.024	8.9	0.01395	1.71857	21.6	1373.7	53.12 %	46.88 %
	15	0.0109	21	1.027	1.023	9.2	0.01395	1.64813	20.7	1394.5	53.92 %	46.08 %
	30	0.0079	21	1.025	1.021	9.7	0.01395	1.50727	19.0	1413.4	54.65 %	45.35 %
	60	0.0056	22	1.024	1.020	10.0	0.01378	1.43683	18.1	1431.5	55.35 %	44.65 %
	240	0.0029	23	1.020	1.016	11.0	0.01363	1.15510	14.5	1446.1	55.91 %	44.09 %
18-mar	480	0.0021	22	1.021	1.017	10.7	0.01378	1.22553	15.4	1461.5	56.51 %	43.49 %
19-mar	1440	0.0012	21	1.020	1.016	11.0	0.01395	1.15510	14.5	1476.0	57.07 %	42.93 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.020	1.016	11.0	0.01412	1.15510	14.5	1490.5	57.63 %	42.37 %
21-mar	4320	0.0007	24	1.019	1.015	11.3	0.01347	1.08467	13.6	1504.2	58.16 %	41.84 %
22-mar	5760	0.0006	22	1.019	1.015	11.3	0.01378	1.08467	13.6	1517.8	58.69 %	41.31 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	38.10 mm
% Gravas:	6.50 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas gruesos:	2.61 %	Coficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Gravas finos:	3.89 %	Coficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas	44.84 %	Diámetros al 60%	0.147 mm
% Arenas gruesos:	2.93 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arenas medios:	12.71 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Arenas finos:	29.20 %	% < a 2 µm	43.49 %
% Finos que pasan la malla N° 200	48.66 %	% < a 5 µm	44.65 %
% Limos:	5.17 %		
% Arcillas:	2.18 %		
% Coloides	41.31 %		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTICULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	Altitud: 2178.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJJE DE LA CARRETERA.				

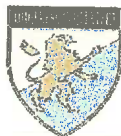
5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3470.70 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2720.20 g.
Peso natural seco + bandeja:	3318.40 g.	Fración para (uso en hidrómetro):	115.20 g.
Peso bandeja:	598.20 g.	Fración lavado seco reten. en #200:	53.61 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	231.20 g.	peso contenido agua:	152.30 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2489.00 g.	% de humedad antes del tamizado:	5.6 %
		Peso muestra lavado seco total:	1389.49 g.

Diámetro de cribas	PESOS			PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
	Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes
3"	75.000	0.0	0.0	2720.2	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	2720.2	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	2720.2	0.00 %	100.00 %	
1.1/2"	38.100	0.0	0.0	2720.2	0.00 %	100.00 %	
1"	25.000	0.0	0.0	2720.2	0.00 %	100.00 %	
3/4"	19.000	0.0	0.0	2720.2	0.00 %	100.00 %	
1/2"	12.500	49.1	49.1	2671.1	1.81 %	98.19 %	
3/8"	9.500	32.1	81.2	2639.0	2.99 %	97.01 %	
1/4"	6.300	35.5	116.7	2603.5	4.29 %	95.71 %	
# 04	4.750	27.0	143.7	2576.5	5.28 %	94.72 %	
# 08	2.380	69.8	213.5	2506.7	7.85 %	92.15 %	
# 10	2.000	17.7	231.2	2489.0	8.50 %	91.50 %	
# 12	1.700	33.8	265.0	2455.2	9.74 %	90.26 %	
# 16	1.180	51.5	316.5	2403.7	11.63 %	88.37 %	
# 18	1.000	56.2	372.7	2347.5	13.70 %	86.30 %	
# 30	0.600	115.2	487.9	2232.3	17.94 %	82.06 %	
# 35	0.500	61.5	549.3	2170.9	20.20 %	79.80 %	
# 40	0.425	92.1	641.5	2078.7	23.58 %	76.42 %	
# 50	0.300	85.2	726.7	1993.5	26.72 %	73.28 %	
# 60	0.250	115.9	842.6	1877.6	30.98 %	69.02 %	
# 100	0.150	262.5	1105.2	1615.0	40.63 %	59.37 %	
# 200	0.075	284.3	1389.5	1330.7	51.08 %	48.92 %	
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos	2.539	
Lavado:		1330.7	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:	0.00010	
Total pasante # 200:		1330.7	0.00 %				
TOTAL:		2720.2				0.00350	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

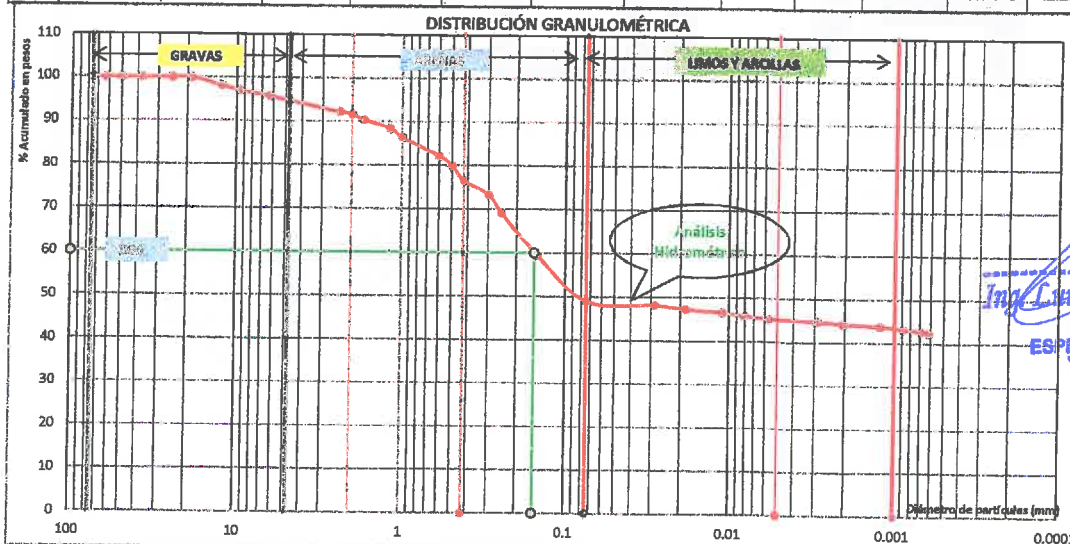
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 10:10 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual	Corregido			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
				R	R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
17-mar	2	0.0286	21	1.030	1.026	8.4	0.01395	1.74991	23.3	1412.8	51.94 %	48.06 %
	5	0.0186	21	1.028	1.024	8.9	0.01395	1.61734	21.5	1434.3	52.73 %	47.27 %
	15	0.0110	21	1.026	1.022	9.4	0.01395	1.48477	19.8	1454.1	53.45 %	46.55 %
	30	0.0081	21	1.024	1.020	10.0	0.01395	1.35221	18.0	1472.1	54.12 %	45.88 %
	60	0.0057	22	1.023	1.019	10.2	0.01378	1.28592	17.1	1489.2	54.74 %	45.26 %
240	0.0029	23	1.020	1.016	11.0	0.01363	1.08707	14.5	1503.6	55.28 %	44.72 %	
18-mar	480	0.0020	24	1.020	1.016	11.0	0.01347	1.08707	14.5	1518.1	55.81 %	44.19 %
19-mar	1440	0.0012	22	1.019	1.015	11.3	0.01378	1.02078	13.6	1531.7	56.31 %	43.69 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.019	1.015	11.3	0.01412	1.02078	13.6	1546.3	56.81 %	43.19 %
21-mar	4320	0.0007	24	1.018	1.014	11.5	0.01347	0.95450	12.7	1558.0	57.27 %	42.73 %
22-mar	5760	0.0006	22	1.018	1.014	11.5	0.01378	0.95450	12.7	1570.7	57.74 %	42.26 %



Ingeniero
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	19.00 mm
% Gravas:	5.28 %	Tamaño nominal máximo	12.50 mm
% Gravas gruesos:	0.00 %	Coefficiente uniformidad:	No presenta
% Gravas finos:	5.28 %	Cu:	No presenta
% Arenas	45.80 %	Coefficiente concavidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	3.22 %	Cc:	
% Arenas medias:	15.08 %	Diámetros al 60%	0.157 mm
% Arenas finos:	27.50 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	48.92 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Limos:	4.73 %	% < a 2 µm	44.19 %
% Arcillas:	1.93 %	% < a 5 µm	45.26 %
% Coloides	42.26 %		



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, homo, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	Altitud: 2178.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3748.90 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2866.40 g.
Peso natural seco + bandeja:	3579.60 g.	Fración para (uso en hidrómetro):	115.30 g.
Peso bandeja:	713.20 g.	Fración lavado seco reten. en #200:	53.60 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	343.20 g.	peso contenido agua:	169.30 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2523.20 g.	% de humedad antes del tamizado:	5.9 %
		Peso muestra lavado seco total:	1516.17 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	2866.4	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	2866.4	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	2866.4	0.00 %	100.00 %	
1.1/2"	38.100	0.0	0.0	2866.4	0.00 %	100.00 %	
1"	25.000	64.0	64.0	2802.4	2.23 %	97.77 %	
3/4"	19.000	17.3	81.3	2785.1	2.84 %	97.16 %	
1/2"	12.500	41.0	122.3	2744.1	4.27 %	95.73 %	
3/8"	9.500	31.4	153.7	2712.7	5.36 %	94.64 %	
1/4"	6.300	44.0	197.7	2668.7	6.90 %	93.10 %	
# 04	4.750	44.4	242.1	2624.3	8.45 %	91.55 %	
# 08	2.360	82.2	324.3	2542.1	11.31 %	88.69 %	
# 10	2.000	18.9	343.2	2523.2	11.97 %	88.03 %	
# 12	1.700	24.7	367.9	2498.5	12.84 %	87.16 %	
# 16	1.180	42.7	410.6	2455.8	14.32 %	85.68 %	
# 18	1.000	47.5	458.1	2408.3	15.98 %	84.02 %	
# 30	0.600	107.0	565.1	2301.3	19.71 %	80.29 %	
# 35	0.500	58.3	623.4	2243.0	21.75 %	78.25 %	
# 40	0.425	89.4	712.8	2153.6	24.87 %	75.13 %	
# 50	0.300	88.4	801.2	2065.2	27.95 %	72.05 %	
# 60	0.250	119.5	920.7	1945.7	32.12 %	67.88 %	
# 100	0.150	260.2	1180.9	1685.5	41.20 %	58.80 %	
# 200	0.075	335.3	1516.2	1350.2	52.89 %	47.11 %	
Cazoleta:	0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos		2.539	
Lavado:	1350.2	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010	
Total pasante # 200:	1350.2	0.00 %				0.00350	
TOTAL:		2866.4					

Carvajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

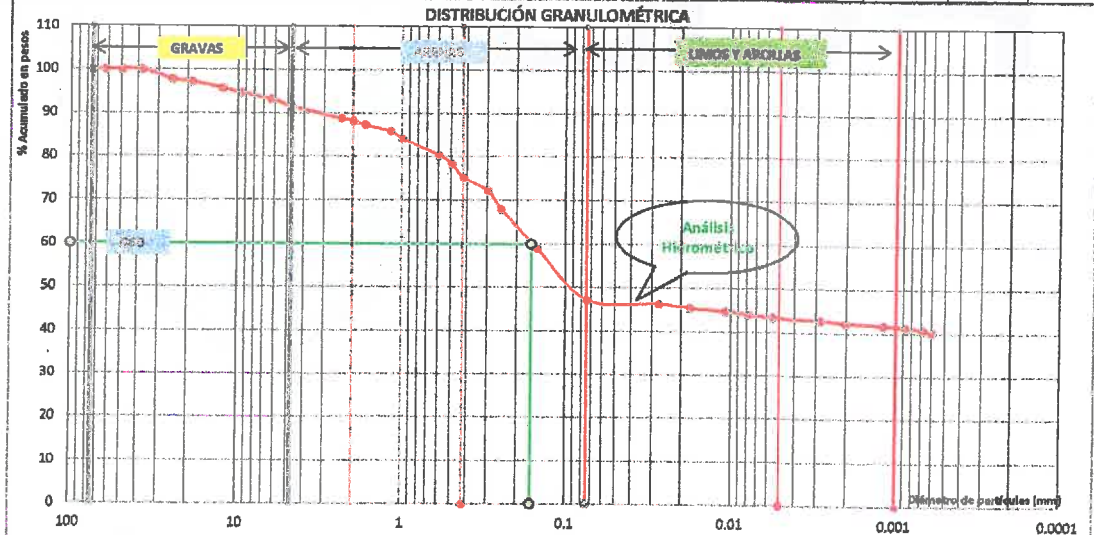
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio	Diámetro	Temperatura	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva	Constante	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
	10:17 a.m.			Actual	Corregido			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
	minutos	mm	° C	R	R'	L (cm)	K					
17-mar	2	0.0276	21	1.032	1.028	7.8	0.01395	1.85697	25.1	1541.2	53.77 %	46.23 %
	5	0.0178	21	1.031	1.027	8.1	0.01395	1.79158	24.2	1565.4	54.61 %	45.39 %
	15	0.0107	21	1.028	1.024	8.9	0.01395	1.59542	21.5	1587.0	55.36 %	44.64 %
	30	0.0078	21	1.026	1.022	9.4	0.01395	1.46465	19.8	1606.8	56.05 %	43.95 %
	60	0.0055	22	1.025	1.021	9.7	0.01378	1.39926	18.9	1625.6	56.71 %	43.29 %
	240	0.0029	23	1.022	1.018	10.5	0.01363	1.20310	16.2	1641.9	57.28 %	42.72 %
18-mar	480	0.0020	24	1.021	1.017	10.7	0.01347	1.13772	15.4	1657.3	57.82 %	42.18 %
19-mar	1440	0.0012	22	1.020	1.016	11.0	0.01378	1.07233	14.5	1671.7	58.32 %	41.68 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.020	1.016	11.0	0.01412	1.07233	14.5	1686.2	58.83 %	41.17 %
21-mar	4320	0.0007	24	1.020	1.016	11.0	0.01347	1.07233	14.5	1700.7	59.33 %	40.67 %
22-mar	5760	0.0006	22	1.020	1.016	11.0	0.01378	1.07233	14.5	1715.2	59.84 %	40.16 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	38.10 mm
% Gravas:	8.45 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas gruesos:	2.84 %	Coefficiente uniformidad:	No presenta
% Gravas finos:	5.61 %	Cu:	No presenta
% Arenas	44.45 %	Coefficiente concavidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	3.53 %	Cc:	No presenta
% Arenas medios:	12.89 %	Diámetros al 60%	0.163 mm
% Arenas finos:	28.03 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	47.11 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Limos:	4.92 %	% < a 2 µm	42.18 %
% Arcillas:	2.02 %	% < a 5 µm	45.29 %
% Coloides	40.16 %		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20653
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

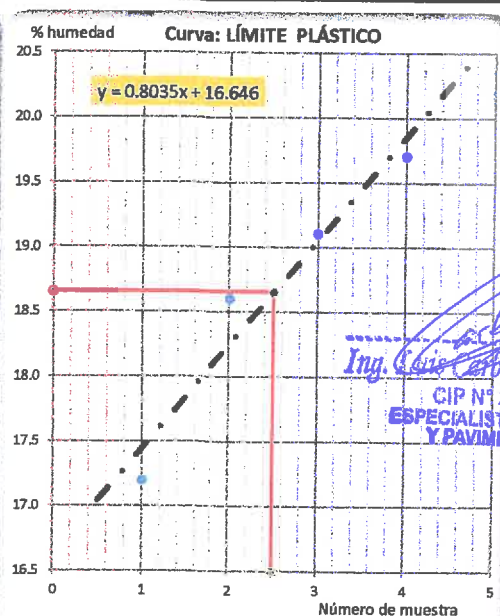
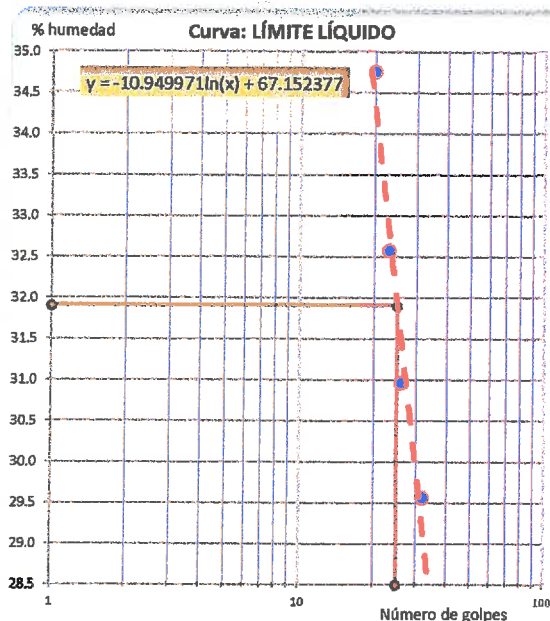
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m.	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	20	23	26	32
Peso muestra húmedo + tara:	37.240	39.510	46.180	44.970
Peso muestra seca + tara:	34.380	36.380	41.740	40.500
Peso de tara:	26.150	26.770	27.400	25.380
Peso contenido de agua:	2.860	3.130	4.440	4.470
Peso suelo seco:	8.230	9.610	14.340	15.120
% de humedad:	34.75 %	32.57 %	30.96 %	29.56 %

Límite plástico			
P-1	P-3	P-2	P-4
29.570	26.620	28.480	29.220
29.300	26.300	28.180	28.950
27.730	24.580	26.610	27.580
0.270	0.320	0.300	0.270
1.570	1.720	1.570	1.370
17.20 %	18.80 %	19.11 %	19.71 %



Ingeniero Civil
Ing. Carlos Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

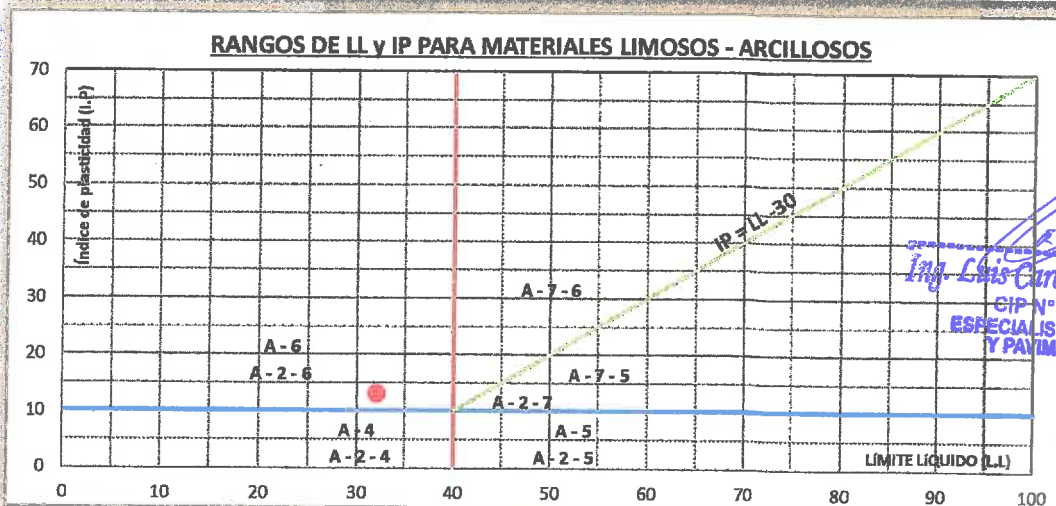
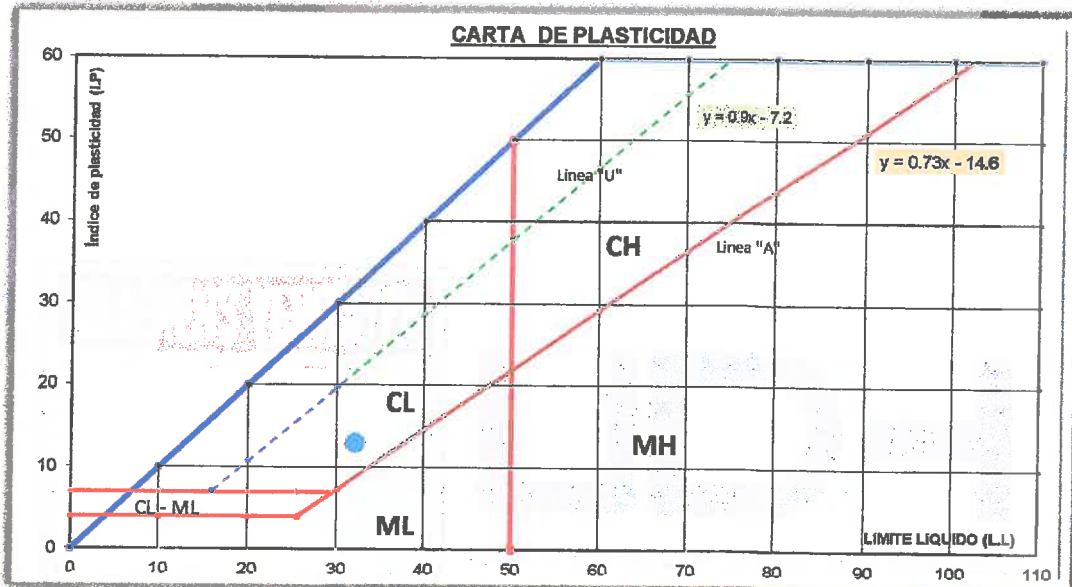
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ingeniero
Inj. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 32.00 %

Límite plástico : (LP) 19.00 %

Índice plástico : (IP) 13.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

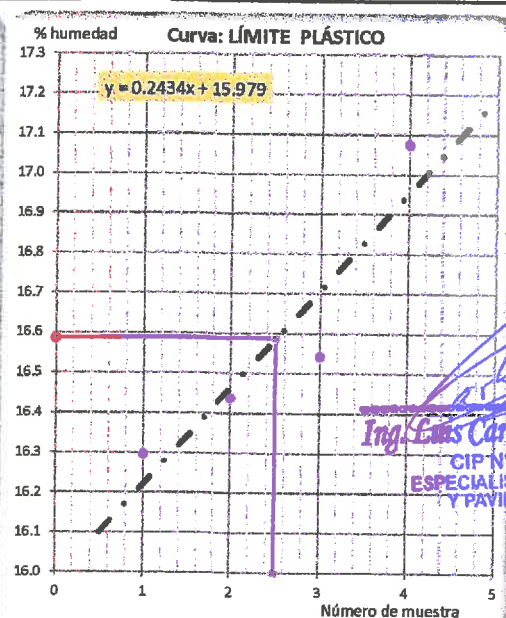
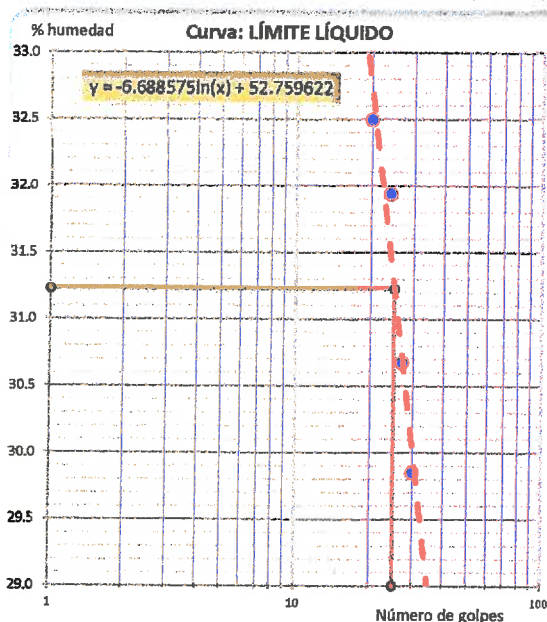
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	20	24	27	30
Peso muestra húmedo + tara:	44.410	44.810	48.770	47.120
Peso muestra seca + tara:	40.540	40.230	43.390	42.470
Peso de tara:	28.630	25.890	25.850	26.890
Peso contenido de agua:	3.870	4.580	5.380	4.650
Peso suelo seco:	11.910	14.340	17.540	15.580
% de humedad:	32.49 %	31.94 %	30.67 %	29.85 %

Límite plástico			
P-4	P-2	P-3	P-1
28.460	26.360	27.970	30.390
28.240	26.120	27.750	30.110
26.890	24.660	26.420	28.470
0.220	0.240	0.220	0.280
1.350	1.460	1.330	1.640
16.30 %	16.44 %	16.54 %	17.07 %



Ingeniero
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

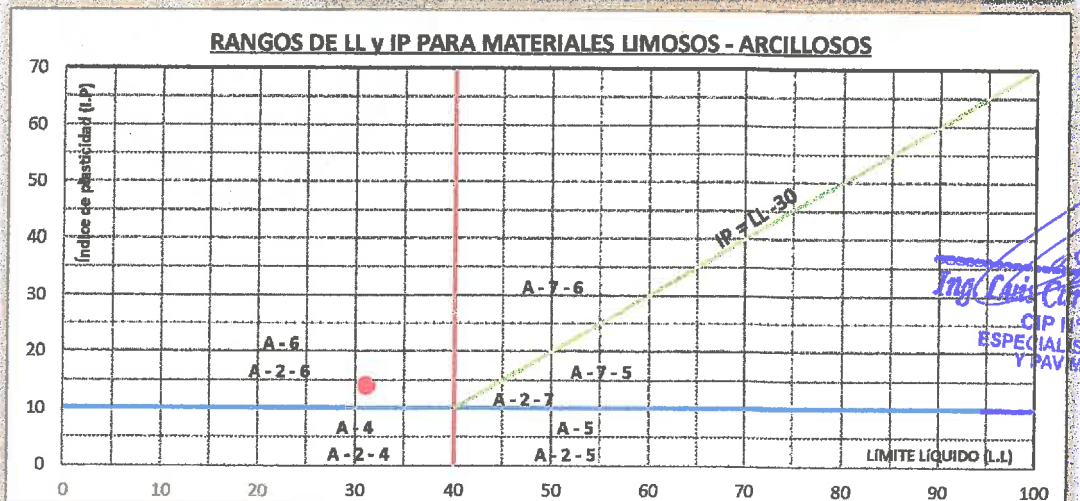
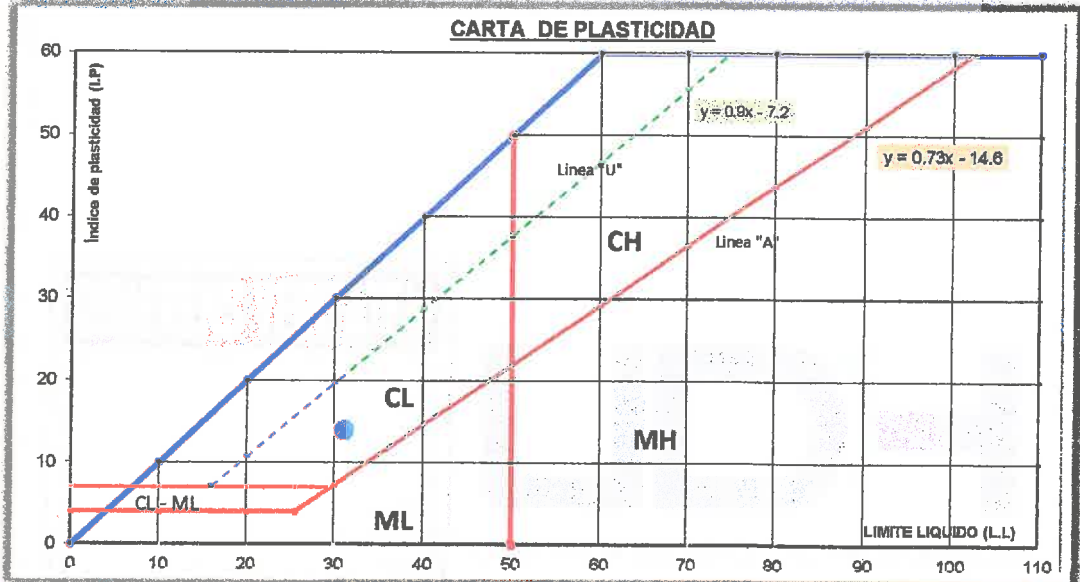
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 31.00 %

Límite plástico : (LP) 17.00 %

Índice plástico : (IP) 14.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

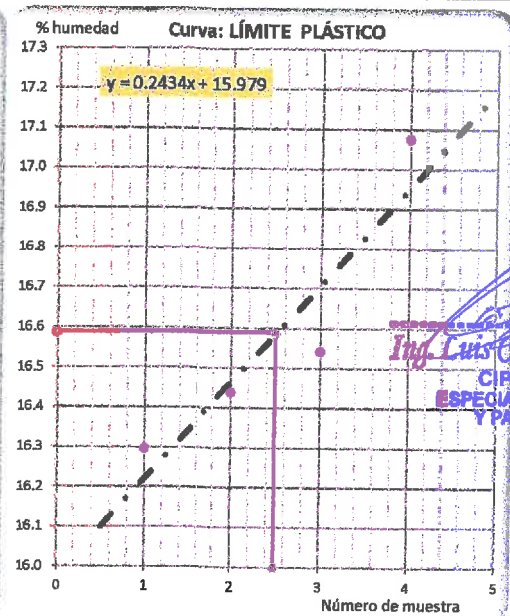
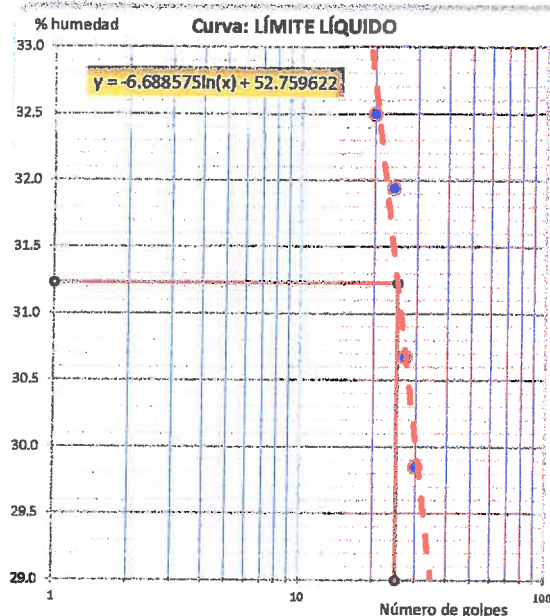
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	20	24	27	30
Peso muestra húmedo + tara:	44.410	44.810	48.770	47.120
Peso muestra seca + tara:	40.540	40.230	43.390	42.470
Peso de tara:	28.630	25.890	25.850	26.890
Peso contenido de agua:	3.870	4.580	5.380	4.850
Peso suelo seco:	11.910	14.340	17.540	15.580
% de humedad:	32.49 %	31.94 %	30.67 %	29.85 %

Límite plástico			
P-4	P-2	P-3	P-1
28.460	26.360	27.970	30.390
28.240	28.120	27.750	30.110
26.890	24.660	26.420	28.470
0.220	0.240	0.220	0.280
1.350	1.460	1.330	1.640
16.30 %	16.44 %	16.54 %	17.07 %



Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

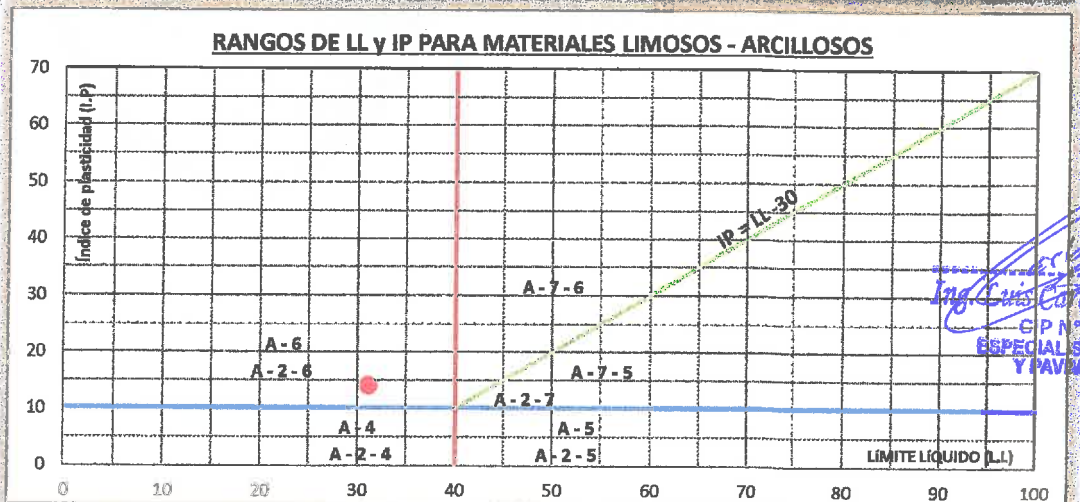
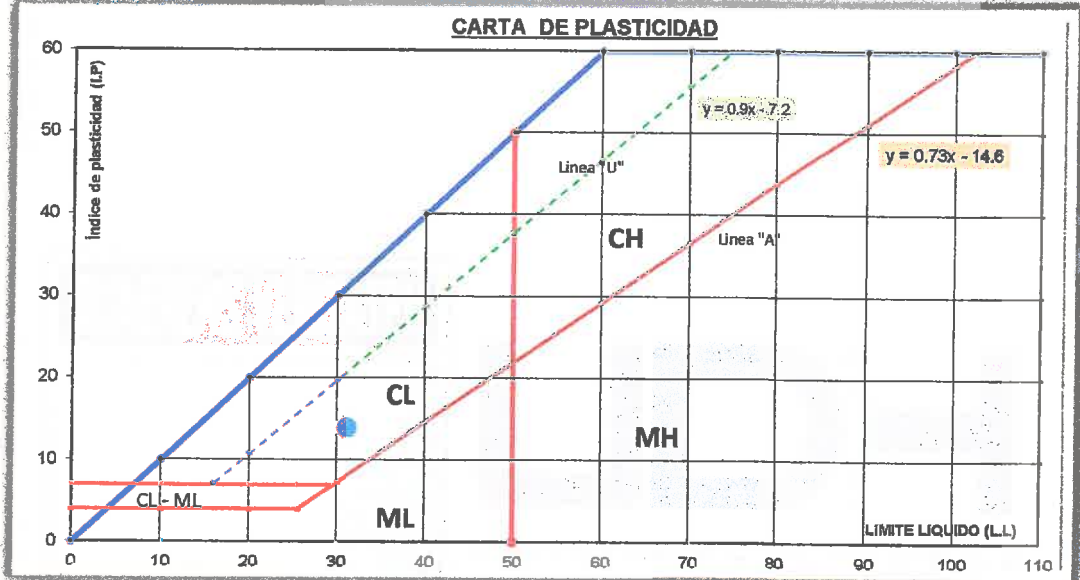
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SIBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 C.P. N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 31.00 %

Límite plástico : (LP) 17.00 %

Índice plástico : (IP) 14.00 %

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

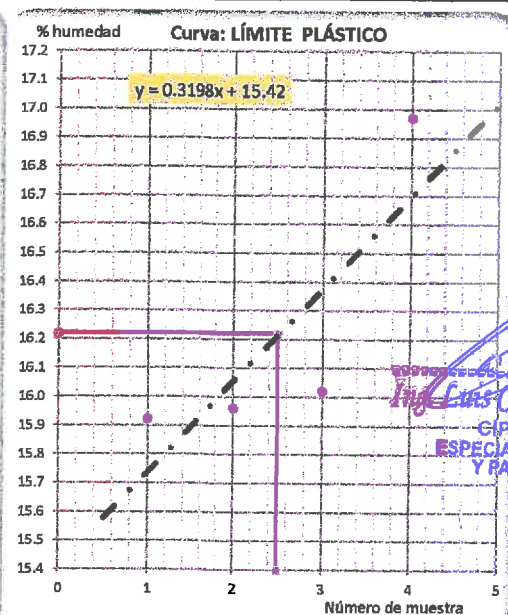
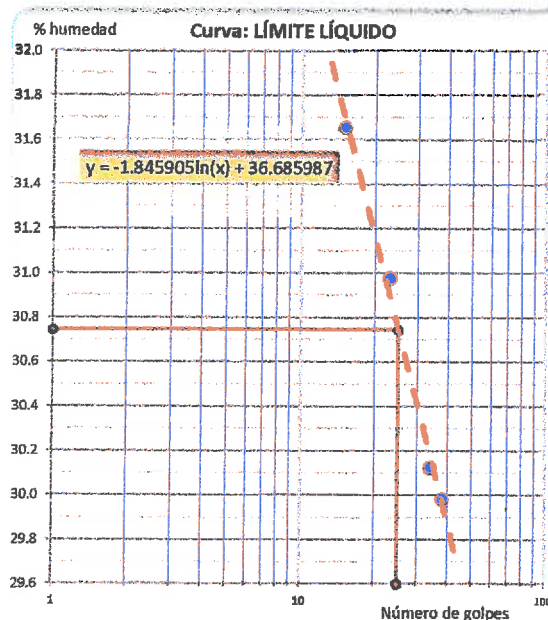
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	15	23	34	38
Peso muestra húmedo + tara:	48.890	47.370	47.570	47.860
Peso muestra seca + tara:	44.120	42.380	42.690	42.550
Peso de tara:	29.050	26.270	26.490	24.840
Peso contenido de agua:	4.770	4.990	4.880	5.310
Peso suelo seco:	15.070	16.110	16.200	17.710
% de humedad:	31.65 %	30.97 %	30.12 %	29.98 %

Límite plástico			
P-3	P-1	P-2	P-4
28.110	29.320	28.090	30.930
27.860	28.980	27.800	30.650
26.290	26.850	25.990	29.000
0.250	0.340	0.290	0.280
1.570	2.130	1.810	1.650
15.92 %	15.96 %	16.02 %	16.97 %



[Signature]
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

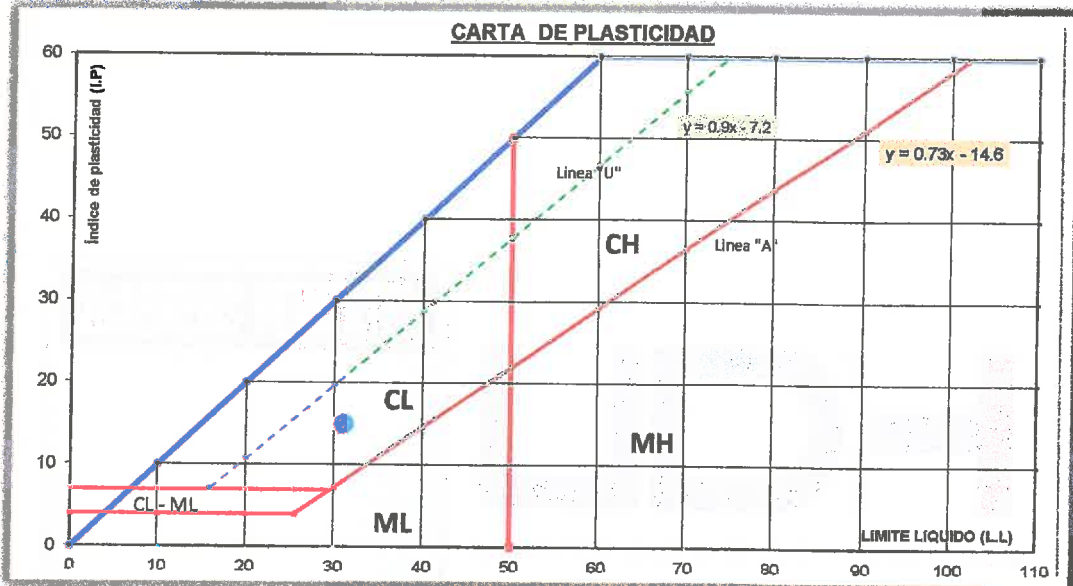
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 31.00 %

Límite plástico : (LP) 16.00 %

Índice plástico : (IP) 15.00 %

Símbolo de consistencia	
CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2487, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

ASTM D - 3282, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpose.

AASHTO M - 145, Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.

NTP 339.134, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

2.- Objeto: Realizar la clasificación en suelos unificados y mezclados para uso en propósitos de ingeniería.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	Altitud: 2178.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Datos del análisis granulométrico y plasticidad:

Fracciones del tamizado.			Límites de Albert Mauritz Atterberg, (Consistencia del suelo fino).	
Tamices	% Retenidos	% Pasante	Límite Líquido (% LL).	Índice Plástico (%Ip).
Fracción tamiz # 04 (4.74 mm).	6.74	93.26	31.00	14.00
Fracción tamiz # 10 (2.00 mm).	9.97	90.03		
Fracción tamiz # 40 (0.425 mm).	23.53	76.47		
Fracción tamiz # 200 (0.075 mm).	51.77	48.23		

Plasticidad ligero

Carta de plasticidad de Arthur Casagrande, (Plasticity Chart)

Clasificación según la carta de plasticidad:	CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.
--	----	--

6.- Resultados de fracciones del suelo:

Gravas:	6.74 %	Gravas < 15	Carreteras	Pasante N° 200	Requiere símbolo de borde Línea
Arenas:	45.03 %	Arenas ≥ 15	Finos ≥ 35, (A-4, A-5, A-6, A-7)	Pasante N° 04	Arenas (S)
Finos:	48.23 %	Finos ≥ 30		Finos < 5, > 12, (5-12)%	Arenas con finos
Por lo tanto:	Arena ≥ Gravas		Uniformidad partículas:	Cu < 6	Cu < 4
			Cu y Cc.	1 > Cc, Cc > 3	

Coefficiente de uniformidad:	0
Coefficiente de curvatura:	0

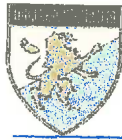
Índice de grupo:	3.0
------------------	-----

es bald
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
DE AVIAMENTOS

Propósito de Ingeniería: Sistema de Clasificación para Suelos Unificados		Propósito de Ingeniería: Construcción de Carreteras para Suelos Mezclados	
SC		Arenas arcillosas; arenas (45.03%) > gravas (6.74%); finos (48.23%) > 12% de ligera plasticidad; gravas ≥ 15 %; LL = 31%, IP = 14%. La muestra original en campo presenta boloneras subredondeadas en un 2% con tamaño máximo de 150 mm. De condiciones en campo siendo un estrato firme, heterogénea, húmedo(%w = 11.60%), color rojizo. Son depósitos aluviales.	Suelos arcillosos con presencia de arcillas (2.04%), arenas (45.03%) > gravas (6.74%), finos (48.23%) > 35% de plasticidad ligera. LL (31%) < 40 % y IP (14%) > 11%, siendo suelos Críticos y de pésimas cualidades como explanada o capa de asiento del firme.
		A - 6 (3)	Clasificación general como subrasante: MALO, estrato de mala calidad en condiciones de drenaje y compactación.

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe
E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



ENSAYO DE pH

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE SUELOS, (MÉTODO A)

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4972, (Standard Test Method for pH of Soils).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

2.- Objeto: Determinar el grado de acidez o alcalinidad de materiales del suelo suspendido en agua.

3.- Materiales: Suelos menores a 2.0 mm, tamiz N° 10, balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00	18 L	
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

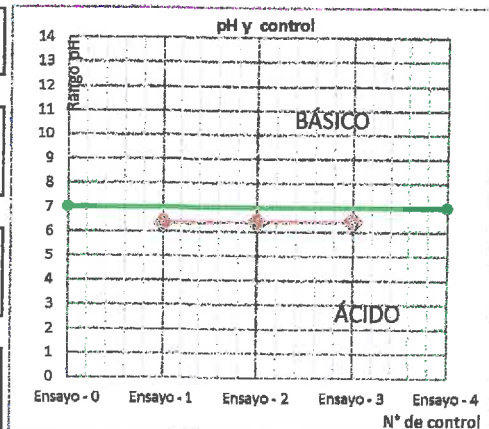
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del suelo seco.	30.68 g	30.40 g	30.54 g
Volumen agua destilada.	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura del agua de la mezcla.	24.4 °C	24.6 °C	24.4 °C
Temperatura de ambiente.	24.2 °C	24.7 °C	24.0 °C
% de humedad relativa.	50.0 %	50.0 %	50.0 %
Potenciómetro (pH-metro).	6.351	6.397	6.437

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Rango pH:	6.40
Denominación rango:	Ligeramente ácido.
Denominación suelos:	Región húmeda, suelos cultivables.
Temperatura fluido:	24.47 °





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m²).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m²).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones y el método de compactación.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE:	8904295 m	msnm:	2178
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

corrección por porcentajes

TAMIZ	PESOS (g)	% Ret.	% Considerado Para el Ensayo	FACTOR DE VARIACIÓN 0.0421872926
reten 3"				
reten 3/4	1,091.20	1.39 %		
reten 3/8"	885.70	1.13 %	0.00 %	
reten N° 04	1,200.90	1.53 %	0.00 %	
pasa N° 04	75,326.00	95.95 %	95.95 %	
Total	78,503.80	100.00 %	95.95 %	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

	Δ Unitaria	Nuevo % a Considerar	MÉTODO	MÉTODO		
				A	B	C
reten 3"			MOLDE (∅)	4 in	4 in	6 in
reten 3/4			MARTILLO	10 Lbf	10 Lbf	10 Lbf
reten 3/8"	0.0000 %	0.00 %	MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	pasante 3/8" (9.5 mm)	pasante 3/4" (19 mm)
reten N° 04	0.0000 %	0.00 %				
pasa N° 04	4.0480 %	100.00 %	CAPAS	5	5	5
		100.00 %	GOLPES / CAPA	25	25	56

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eaingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

5.- Resultados:

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 1.39 %	≤ del 30% C	MÉTODO A
Reten 3/8" = 2.52 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 4.05 %	≤ del 25% A	

PROCEDIMIENTO, ACCESORIOS		HACER CORRECCIÓN SI SE ENCUENTRA ENTRE (por porcentajes de los tamaños mayores)
MOLDE (Ø)	4 in	5 - 25 %
MARTILLO	10 Lbf	
MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	
CAPAS	5	
GOLPES / CAPA	25	

Peso a Considerar por Método		
3000.00 gramos		
	Pesos Parciales g.	Tamaño Máximo
reten 3/8"	0.00	reten 3/4
reten N° 04	0.00	
pasa N° 04	3000.00	
Total	3,000.00	

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco del suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, balanza digital, moldes de proctor, martillos de compactación, cucharones, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C-02
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E-01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	NORTE: 8904295 m	msnm: 2178.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Característica físicas - mecánicas del suelo

Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas		Peso (g)	%	Método Comp.	Fracción gruesa	Fracción fino
	Retenido: 3" - 3/4"		1,091.2	1.39			
	Retenido: 3/4" - 3/8"		885.7	1.13			
	Retenido: 3/8" - N° 04		1,200.9	1.53			
	Pasante: N° 04		75,326.0	95.95			
	Pesos totales :		78,503.8	100			

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	5,872.10	6,146.00	6,274.00	6,213.00	6,136.00
Peso del cilindro	g	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00
Peso de la muestra húmedo	g	1,693.10	1,967.00	2,095.00	2,034.00	1,957.00
Volumen del molde	cm ³	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Densidad húmedo	g/cm ³	1.84	2.13	2.27	2.21	2.12
Densidad seca	g/cm ³	1.71	1.95	2.02	1.90	1.80
Peso unitario seco	kN/m³	16.77	19.12	19.81	18.63	17.65

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum. +recipiente.	g	584.00	631.40	660.60	635.00	641.30
Peso muestra seca +recipiente.	g	548.90	581.30	594.10	555.20	553.10
Peso recipiente.	g	59.10	59.30	57.60	56.80	61.50
Peso del agua.	g	35.10	50.10	66.50	79.80	88.20
Peso muestra seca.	g	489.80	522.00	536.50	498.40	491.60
Contenido de humedad.	%	7.17	9.60	12.40	16.01	17.94

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
PERU

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

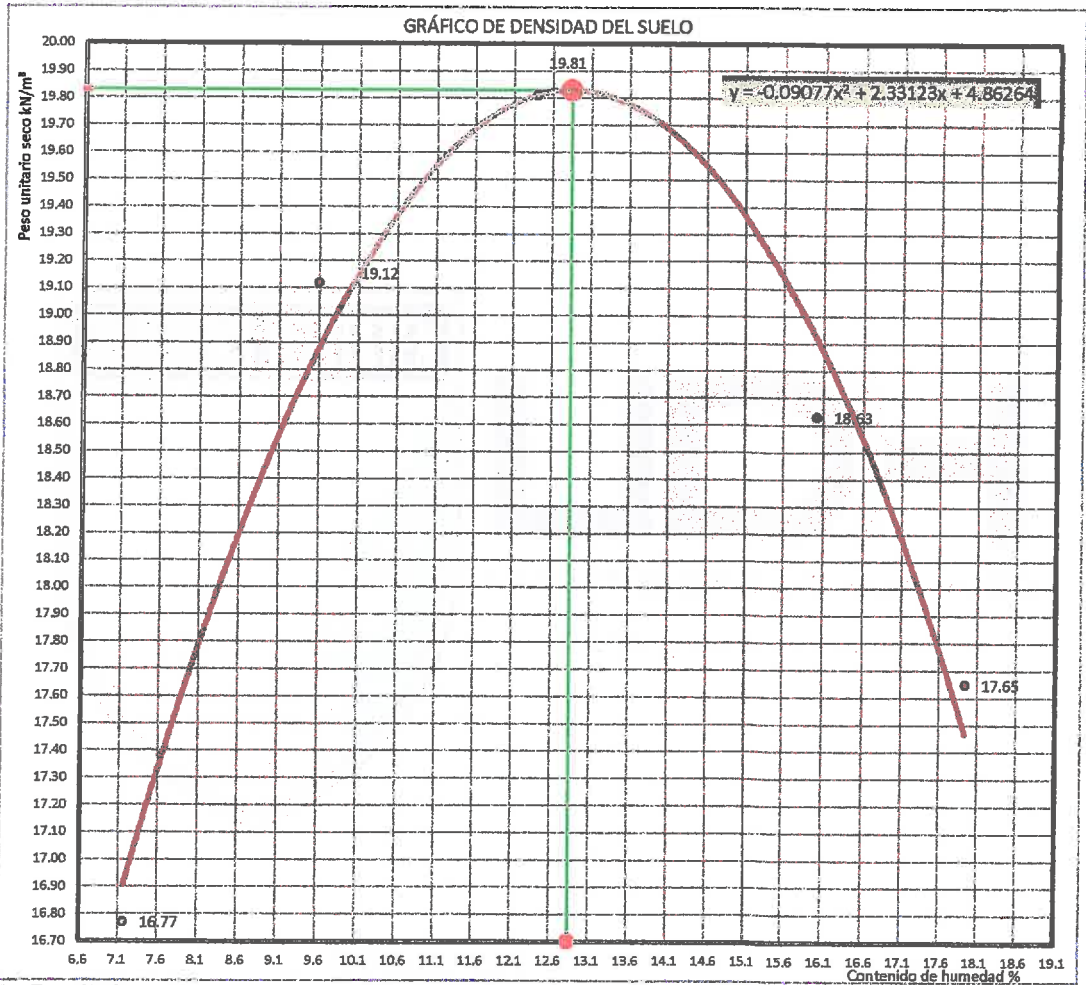
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.



6.- Resultados:

Peso unitario máxima seca:	19.83 kN/m³	Observaciones: COMPACTACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE (MÉTODO "A"), CON UNA PROPORCIÓN DE MATERIAL GRUESA DE 4 % Y MATERIAL FINO DE 96 %.
Densidad máxima seca:	2.02 gr/cm³	
Humedad óptima:	12.80 %	
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	551.30 cm³	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe
E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe




.....
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

AASHTO T - 265, Laboratory Determination of Moisture Content of Soils.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- **Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- **Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				
Hora ensayo:	08:30:00 a.m. - 12:30 am				

5.- Análisis:

Número de ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso natural húmedo + bandeja	816.4 g	892.6 g	836.0 g
Peso natural seco + bandeja	784.4 g	858.2 g	804.2 g
Peso bandeja	66.0 g	65.6 g	71.0 g
Peso suelo húmedo	750.4 g	827.0 g	765.0 g
Peso suelo seco	718.4 g	792.6 g	733.2 g
Peso del agua	32.0 g	34.4 g	31.8 g
% Contenido de humedad	4.45 %	4.34 %	4.34 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.40 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL SUELO NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	32.9 gr.
	32.9 cm³


 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM C - 29, Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate.
- AASHTO T - 19, Standar Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.
- NTP 339.139, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

3.- Materiales: suelos, vacija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso suelo varillado + recipiente.	12529.00 g.	12499.00 g.	12525.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),suelto.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso suelo suelto + recipiente.	11777.00 g.	11017.00 g.	11852.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),varillado.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7510.00 g.	7510.00 g.	7510.00 g.
Peso volumétrico suelo seco varillado.	1700.70 Kg/m³	1690.54 Kg/m³	1699.35 Kg/m³
Peso volumétrico suelo seco suelto.	1445.89 Kg/m³	1188.36 Kg/m³	1471.30 Kg/m³

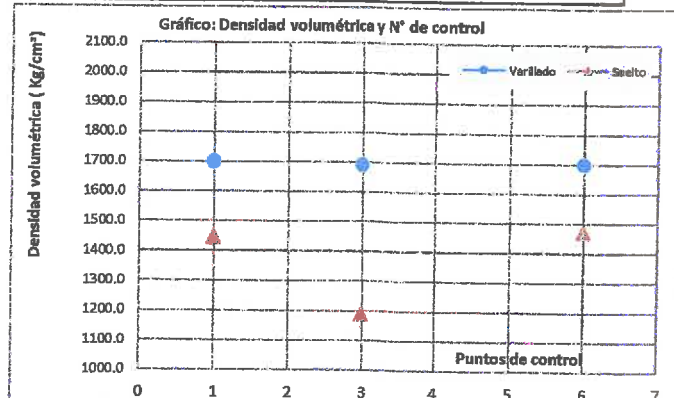
6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrico varillado:

1697.00 Kg/m³

Promedio del peso volumétrico suelto:

1369.00 Kg/m³



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DEL AGREGADO GRUESO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

AASHTO T - 85, Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo por encima de 4.75 milímetros.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.5 g, estufa, bandejas, franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha/hora exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 388596 m	NORTE: 8904388 m	menm: 2187.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido), (C).	1036.7 g	1037.5 g	1070.4 g
Masa saturado superficialmente seco, (B).	1637.0 g	1643.5 g	1692.3 g
Masa seco del material al horno, (A).	1613.3 g	1620.1 g	1668.4 g
Estado seco (OD):	2.69	2.67	2.68
Estado saturado (SSD):	2.73	2.71	2.72
% Humedad absorbido (% w):	1.47 %	1.44 %	1.43 %

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.68	2673.3 Kg/m³	1.45 %
Estado saturado (SSD):	2.72	2713.2 Kg/m³	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO POR PICNÓMETRO Y AGUA. (MÉTODO B).

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- AASHTO T - 100, Standard Method of Test for Specific Gravity of Soils.
- NTP 339.131, método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por agua y picnómetro.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo del sólido.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso muestra seco (A):	81.1 g	84.2 g	81.3 g
Peso picnómetro + agua (B):	725.3 g	698.1 g	715.4 g
Peso picnómetro + agua + suelo saturado (C):	775.7 g	750.2 g	765.8 g
Temperatura del fluido:	26.9 °C	26.9 °C	26.9 °C

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades relativas del material fino		Promedio temperatura de ensayo 26.9 °C
	M - 01	2.642	
	M - 02	2.623	
	M - 03	2.631	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_r):		2.632	
Coeficiente de temperatura (K):		0.99833	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_{rc}):		2.628	$\rho_r = \frac{A}{A+B-C}$

Densidad específica y N° control



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	Altitud: 2187.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3682.00 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2972.40 g.
Peso natural seco + bandeja:	3628.10 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.54 g.
Peso bandeja:	655.70 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	62.23 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	636.70 g.	peso contenido agua:	53.90 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2335.70 g.	% de humedad antes del tamizado:	1.8 %
		Peso muestra lavado seco total:	1894.71 g.

Diámetro de cribas		PESOS	PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes
3"	75.000	0.0	0.0	2972.4	0.00 %	100.00 %
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	2972.4	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	0.0	0.0	2972.4	0.00 %	100.00 %
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	2972.4	0.00 %	100.00 %
1"	25.000	183.8	183.8	2788.6	6.18 %	93.82 %
3/4"	19.000	26.9	210.7	2761.7	7.09 %	92.91 %
1/2"	12.500	77.9	288.6	2683.8	9.71 %	90.29 %
3/8"	9.500	55.5	344.1	2628.3	11.58 %	88.42 %
1/4"	6.300	65.9	410.0	2562.4	13.79 %	86.21 %
# 04	4.750	49.8	459.8	2512.6	15.47 %	84.53 %
# 08	2.360	139.5	599.3	2373.1	20.16 %	79.84 %
# 10	2.000	37.4	636.7	2335.7	21.42 %	78.58 %
# 12	1.700	57.3	694.0	2278.4	23.35 %	76.65 %
# 16	1.180	73.9	768.0	2204.4	25.84 %	74.16 %
# 18	1.000	78.4	846.3	2126.1	28.47 %	71.53 %
# 30	0.600	140.5	986.8	1985.6	33.20 %	66.80 %
# 35	0.500	59.4	1046.3	1926.1	35.20 %	64.80 %
# 40	0.425	88.1	1134.4	1838.0	38.16 %	61.84 %
# 50	0.300	96.7	1231.1	1741.3	41.42 %	58.58 %
# 60	0.250	125.4	1356.6	1615.8	45.64 %	54.36 %
# 100	0.150	236.9	1593.5	1378.9	53.61 %	46.39 %
# 200	0.075	301.2	1894.7	1077.7	63.74 %	36.26 %
Cazoleta:	0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos		2.628
Lavado:	1077.7	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010
Total pasante # 200:	1077.7	0.00 %				0.00350
TOTAL:	2972.4					

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

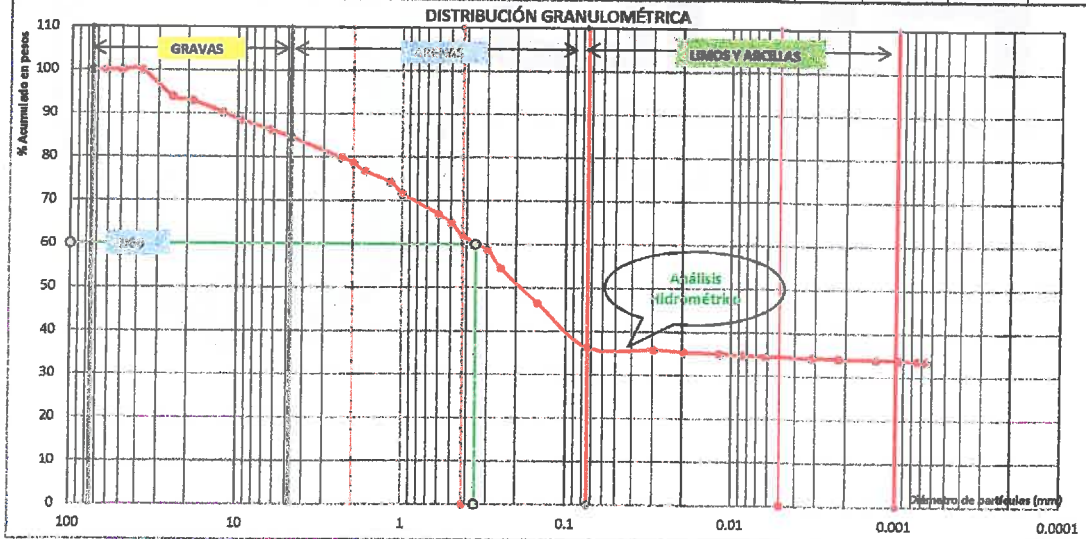
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 10:27 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
	minutos											
17-mar	2	0.0298	21	1.025	1.021	9.7	0.01353	1.47916	15.9	1910.7	64.28 %	35.72 %
	5	0.0198	21	1.021	1.017	10.7	0.01353	1.20268	13.0	1923.6	64.72 %	35.28 %
	15	0.0118	21	1.018	1.014	11.5	0.01353	0.98532	10.7	1934.3	65.06 %	34.92 %
	30	0.0085	22	1.016	1.012	12.1	0.01336	0.85708	9.2	1943.6	65.39 %	34.61 %
	60	0.0061	22	1.014	1.010	12.6	0.01336	0.71884	7.7	1951.3	65.65 %	34.35 %
240	0.0031	23	1.011	1.007	13.4	0.01322	0.51148	5.5	1958.8	65.83 %	34.17 %	
18-mar	480	0.0022	24	1.010	1.006	13.7	0.01306	0.44236	4.8	1961.6	65.99 %	34.01 %
19-mar	1440	0.0013	21	1.010	1.006	13.7	0.01353	0.44236	4.8	1966.4	66.15 %	33.85 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.010	1.006	13.7	0.01367	0.44236	4.8	1971.1	66.31 %	33.69 %
21-mar	4320	0.0007	24	1.010	1.006	13.7	0.01306	0.44236	4.8	1975.9	66.48 %	33.52 %
22-mar	5760	0.0007	22	1.010	1.006	13.7	0.01336	0.44236	4.8	1980.7	66.64 %	33.36 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	38.10 mm
% Gravas:	15.47 %		
% Gravas gruesos:	7.09 %		
% Gravas finos:	8.38 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Arenas	48.27 %	Coficiente uniformidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	5.95 %	Cu:	
% Arenas medios:	16.74 %	Coficiente concavidad:	No presenta
% Arenas finos:	25.58 %	Cc:	
% Fínos que pasan la malla N° 200	36.26 %	Diámetros al 60%	0.355 mm
% Limos:	2.25 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arcillas:	0.64 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Coloides	33.36 %	% < a 2 µm	34.01 %
		% < a 5 µm	34.35 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
- AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
- NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	Altitud: 2187.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

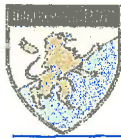
5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	4420.60 g.	Peso muestra seco total a cribar:	3622.70 g.
Peso natural seco + bandeja:	4343.10 g.	Fración para (uso en hidrómetro):	115.36 g.
Peso bandeja:	720.40 g.	Fración lavado seco reten. en #200:	81.98 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	697.90 g.	peso contenido agua:	77.50 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2924.80 g.	% de humedad antes del tamizado:	2.1 %
		Peso muestra lavado seco total:	2269.32 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	3622.7	0.00 %	100.00 %	
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	3622.7	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	3622.7	0.00 %	100.00 %	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	3622.7	0.00 %	100.00 %	
1"	25.000	0.0	0.0	3622.7	0.00 %	100.00 %	
3/4"	19.000	109.5	109.5	3513.2	3.02 %	96.98 %	
1/2"	12.500	145.0	254.5	3368.2	7.03 %	92.97 %	
3/8"	9.500	65.1	319.6	3303.1	8.82 %	91.18 %	
1/4"	6.300	102.2	421.8	3200.9	11.64 %	88.36 %	
# 04	4.750	71.2	493.0	3129.7	13.61 %	86.39 %	
# 08	2.360	162.3	655.3	2967.4	18.09 %	81.91 %	
# 10	2.000	42.6	697.9	2924.8	19.26 %	80.74 %	
# 12	1.700	75.0	772.9	2849.8	21.33 %	78.67 %	
# 16	1.180	95.8	868.6	2754.1	23.98 %	76.02 %	
# 18	1.000	101.3	969.9	2652.8	26.77 %	73.23 %	
# 30	0.600	175.2	1145.1	2477.6	31.61 %	68.39 %	
# 35	0.500	77.6	1222.7	2400.0	33.75 %	66.25 %	
# 40	0.425	113.6	1336.3	2286.4	36.89 %	63.11 %	
# 50	0.300	115.9	1452.2	2170.5	40.09 %	59.91 %	
# 60	0.250	151.9	1604.0	2018.7	44.28 %	55.72 %	
# 100	0.150	294.4	1898.4	1724.3	52.40 %	47.60 %	
# 200	0.075	370.9	2269.3	1353.4	62.64 %	37.36 %	
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/- 0.00 g. 0.00 %	Densidad relativa de sólidos finos		2.628	
Lavado:		1353.4		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010	
Total pasante # 200:		1353.4				0.00350	
TOTAL:		3622.7					

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
 PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTICULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

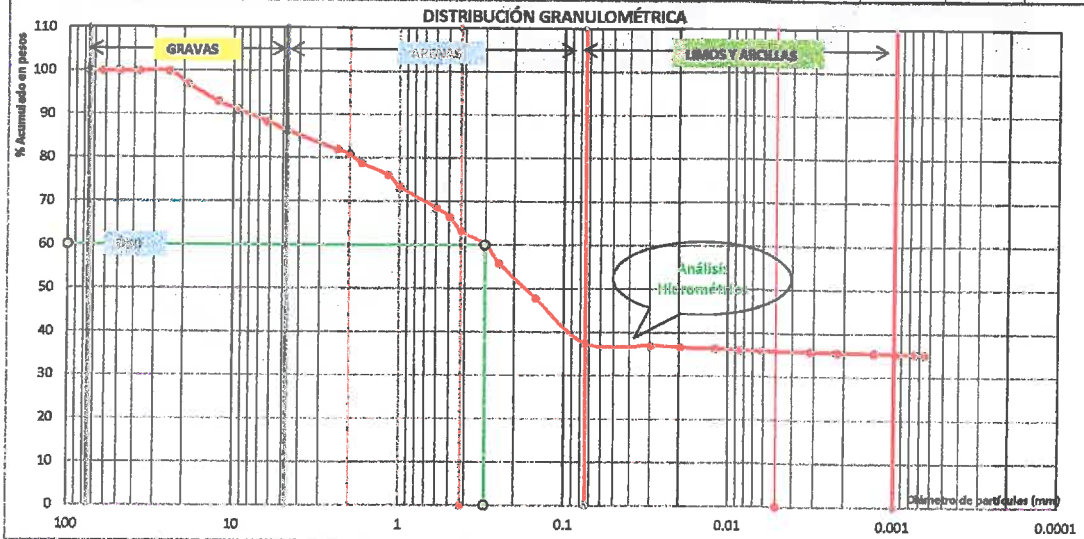
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio	Diámetro	Temperatura	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva	Constante	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
	10:34 a.m.			Actual	Corregido			P (%)	g	Reta. (g)	% Reten.	% Pasan.
	minutos			mm	° C			R	R'	L (cm)	K	
17-mar	2	0.0298	21	1.025	1.021	9.7	0.01353	1.18123	16.0	2285.3	63.08 %	36.92 %
	5	0.0198	21	1.021	1.017	10.7	0.01353	0.96044	13.0	2298.3	63.44 %	36.56 %
	15	0.0120	22	1.016	1.012	12.1	0.01336	0.68445	9.3	2307.6	63.70 %	36.30 %
	30	0.0085	22	1.016	1.012	12.1	0.01336	0.68445	9.3	2316.8	63.95 %	36.05 %
	60	0.0062	22	1.013	1.009	12.9	0.01336	0.51886	7.0	2323.9	64.15 %	35.85 %
240	0.0031	23	1.011	1.007	13.4	0.01322	0.40846	5.5	2329.4	64.30 %	35.70 %	
18-mar	480	0.0022	24	1.010	1.006	13.7	0.01306	0.35327	4.8	2334.2	64.43 %	35.57 %
19-mar	1440	0.0013	21	1.010	1.006	13.7	0.01353	0.35327	4.8	2338.9	64.56 %	35.44 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.010	1.006	13.7	0.01367	0.35327	4.8	2343.7	64.70 %	35.30 %
21-mar	4320	0.0007	24	1.009	1.005	13.9	0.01306	0.29807	4.0	2347.8	64.81 %	35.19 %
22-mar	5760	0.0007	22	1.009	1.005	13.9	0.01336	0.29807	4.0	2351.8	64.92 %	35.08 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	25.00 mm
% Gravas:	13.61 %		
% Gravas gruesos:	3.02 %		
% Gravas finos:	10.59 %	Tamaño nominal máximo	19.00 mm
% Arenas	49.03 %	Coefficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Arenas gruesos:	5.66 %	Coefficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas medios:	17.62 %		
% Arenas finos:	25.75 %		
% Finos que pasan la malla N° 200	37.38 %	Diámetros al 60%	0.303 mm
% Limos:	1.79 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arcillas:	0.49 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Coloides	35.08 %	% < a 2 µm	35.57 %
		% < a 5 µm	35.85 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
 AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
 NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 388596 m	NORTE: 8904388 m	Altitud: 2187.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	4113.70 g.	Peso muestra seco total a cribar:	3403.40 g.
Peso natural seco + bandeja:	4062.50 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.72 g.
Peso bandeja:	659.10 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	60.62 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	737.20 g.	peso contenido agua:	51.20 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2666.20 g.	% de humedad antes del tamizado:	1.5 %
		Peso muestra lavado seco total:	2133.89 g.

Diámetro de cribas		PESOS	PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes
3"	75.000	0.0	0.0	3403.4	0.00 %	100.00 %
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	3403.4	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	0.0	0.0	3403.4	0.00 %	100.00 %
1.1/2"	38.100	26.9	26.9	3376.5	0.79 %	99.21 %
1"	25.000	100.0	126.9	3276.5	3.73 %	96.27 %
3/4"	19.000	96.9	223.8	3179.6	6.58 %	93.42 %
1/2"	12.500	79.0	302.8	3100.6	8.90 %	91.10 %
3/8"	9.500	64.8	367.6	3035.8	10.80 %	89.20 %
1/4"	6.300	93.9	461.5	2941.9	13.56 %	86.44 %
# 04	4.750	67.4	528.9	2874.5	15.54 %	84.46 %
# 08	2.360	169.0	697.9	2705.5	20.51 %	79.49 %
# 10	2.000	39.3	737.2	2666.2	21.66 %	78.34 %
# 12	1.700	59.9	797.1	2606.3	23.42 %	76.58 %
# 16	1.180	78.8	875.9	2527.5	25.74 %	74.26 %
# 18	1.000	83.9	959.8	2443.6	28.20 %	71.80 %
# 30	0.600	147.7	1107.5	2295.9	32.54 %	67.46 %
# 35	0.500	66.9	1174.4	2229.0	34.51 %	65.49 %
# 40	0.425	99.6	1274.0	2129.4	37.43 %	62.57 %
# 50	0.300	104.7	1378.8	2024.6	40.51 %	59.49 %
# 60	0.250	137.4	1516.2	1887.2	44.55 %	55.45 %
# 100	0.150	267.3	1783.5	1619.9	52.40 %	47.60 %
# 200	0.075	350.4	2133.9	1269.5	62.70 %	37.30 %
Cazoleta:	0.0	Error mecánico < 3 % +,-		Densidad relativa de sólidos finos	2.628	
Lavado:	1269.5	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:	0.00010	
Total pasante # 200:	1269.5	0.00 %			0.00350	
TOTAL:		3403.4				

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 PAVIMENTOS



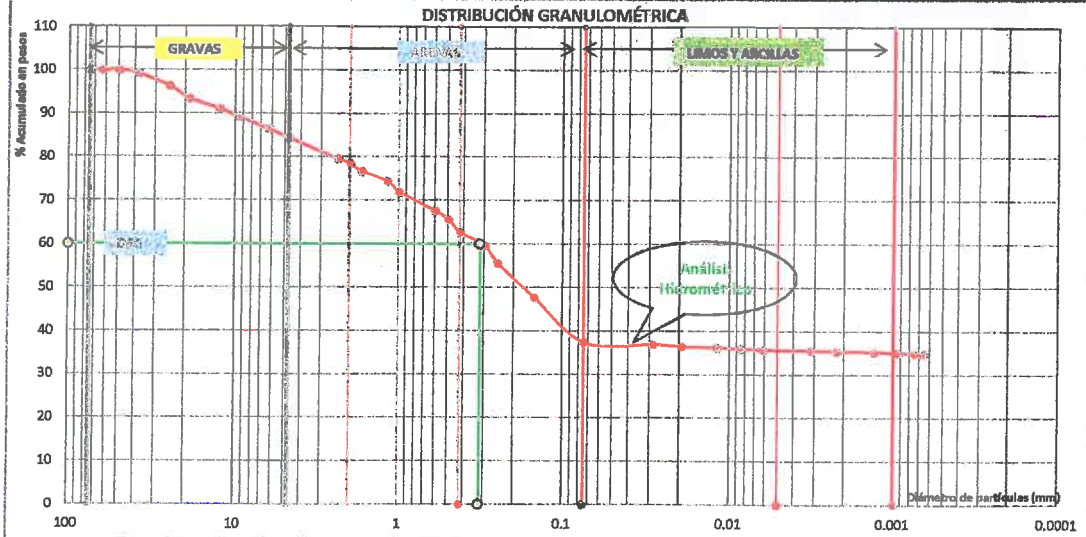
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTICULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio	Diámetro	Temperatura	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva	Constante	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
	10:40 a.m.			Actual	Corregido			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
	minutos			R	R'			L (cm)	K			
17-mar	2	0.0290	22	1.026	1.022	9.4	0.01336	1.35635	17.2	2151.1	63.20 %	36.80 %
	5	0.0195	22	1.021	1.017	10.7	0.01336	1.05360	13.4	2164.5	63.60 %	36.40 %
	15	0.0118	22	1.017	1.013	11.8	0.01336	0.81139	10.3	2174.8	63.90 %	36.10 %
	30	0.0086	22	1.015	1.011	12.3	0.01336	0.69029	8.8	2183.5	64.16 %	35.84 %
	60	0.0061	23	1.013	1.009	12.9	0.01322	0.56918	7.2	2190.8	64.37 %	35.63 %
	240	0.0031	23	1.011	1.007	13.4	0.01322	0.44808	5.7	2196.5	64.54 %	35.46 %
18-mar	480	0.0022	24	1.010	1.006	13.7	0.01306	0.38753	4.9	2201.4	64.68 %	35.32 %
19-mar	1440	0.0013	21	1.010	1.006	13.7	0.01353	0.38753	4.9	2206.3	64.63 %	35.17 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.010	1.006	13.7	0.01367	0.38753	4.9	2211.2	64.97 %	35.03 %
21-mar	4320	0.0007	24	1.010	1.006	13.7	0.01306	0.38753	4.9	2216.1	65.12 %	34.88 %
22-mar	5760	0.0007	22	1.009	1.005	13.9	0.01336	0.32698	4.2	2220.3	65.24 %	34.76 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	50.00 mm
% Gravas:	15.54 %		
% Gravas gruesos:	6.58 %		
% Gravas finos:	8.96 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Arenas	47.16 %	Coefficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Arenas gruesos:	6.12 %	Coefficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas medios:	15.77 %		
% Arenas finos:	25.26 %		
% Finos que pasan la malla N° 200	37.30 %	Diámetros al 60%	0.321 mm
% Limos:	1.98 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arcillas:	0.56 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Coloides	34.76 %	% < a 2 µm	35.32 %
		% < a 5 µm	35.63 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

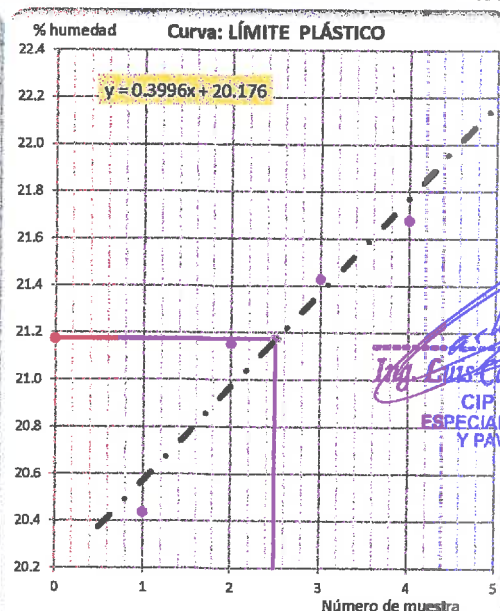
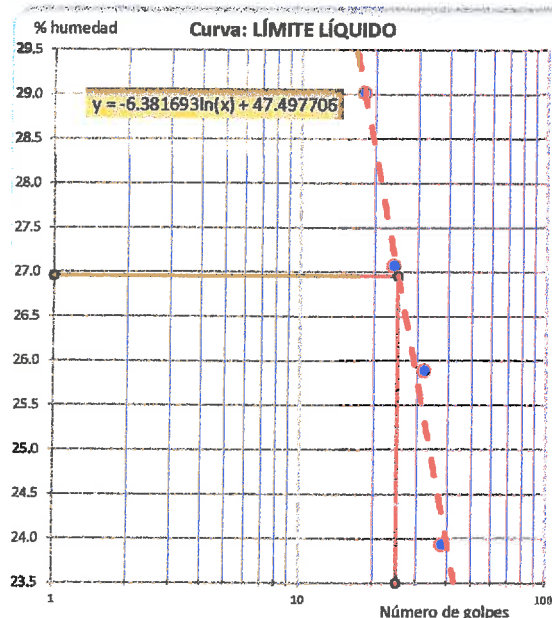
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	18	24	32	38
Peso muestra húmedo + tara:	45.440	43.690	39.580	43.830
Peso muestra seca + tara:	40.750	40.260	36.910	40.720
Peso de tara:	24.590	27.590	26.600	27.730
Peso contenido de agua:	4.690	3.430	2.670	3.110
Peso suelo seco:	16.160	12.670	10.310	12.990
% de humedad:	29.02 %	27.07 %	25.90 %	23.94 %

Límite plástico			
P-1	P-2	P-4	P-3
26.850	37.700	27.720	30.250
26.570	37.370	27.390	29.940
25.200	35.810	25.850	28.510
0.280	0.330	0.330	0.310
1.370	1.560	1.540	1.430
20.44 %	21.15 %	21.43 %	21.68 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

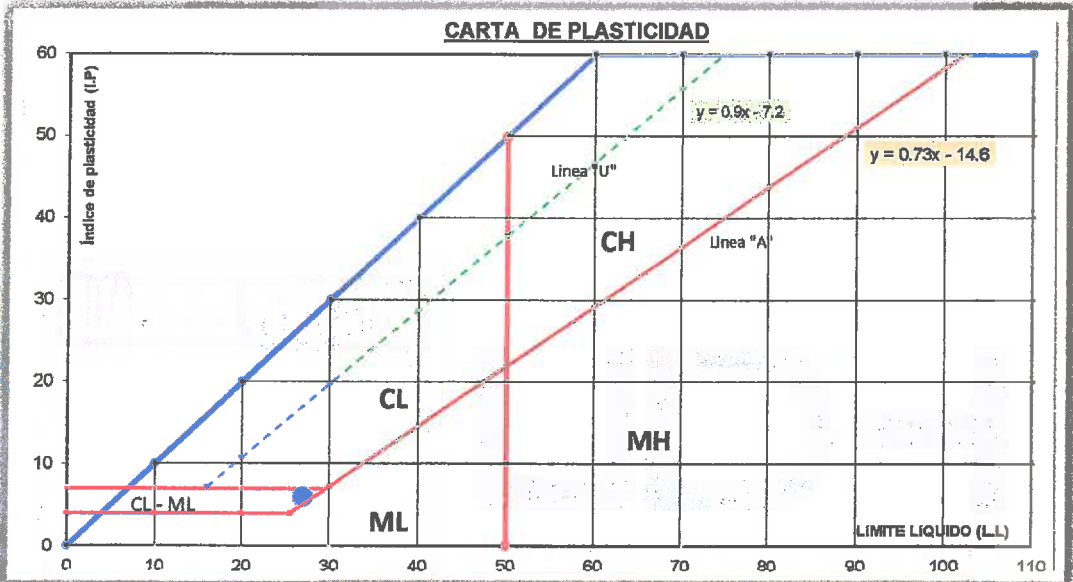
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



[Signature]
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL)	27.00 %
Límite plástico : (LP)	21.00 %
Índice plástico : (IP)	6.00 %

Símbolo de consistencia	
CL-ML	Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con $LL < 50\%$, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

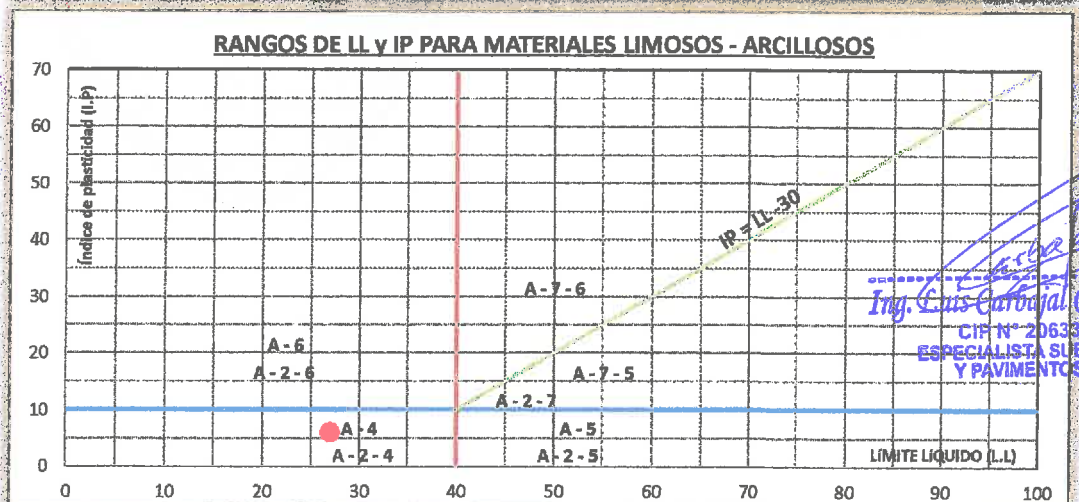
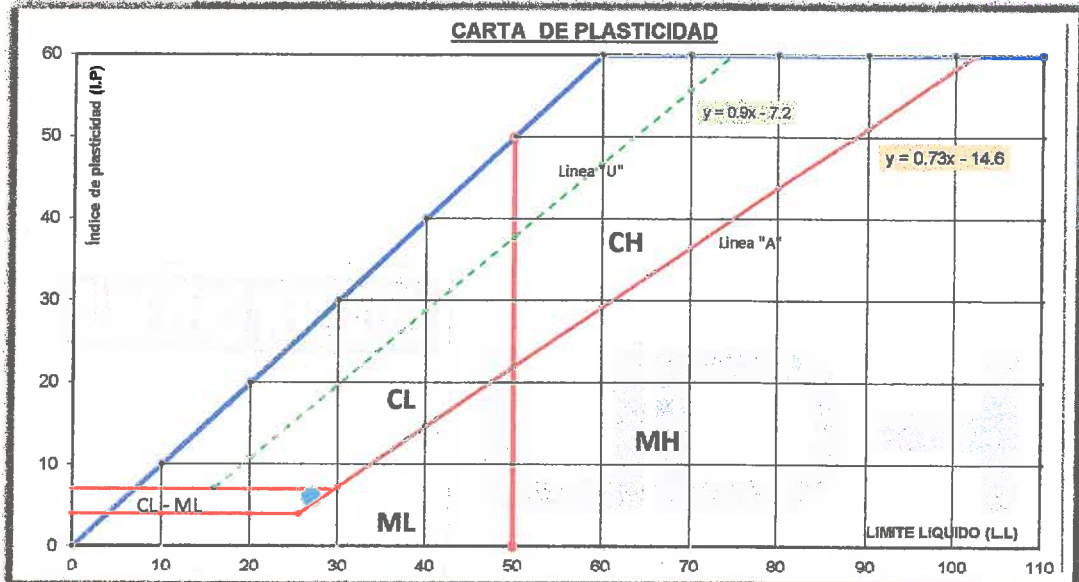
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6 - Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL)	27.00 %
Límite plástico : (LP)	21.00 %
Índice plástico : (IP)	6.00 %

Símbolo de consistencia	
CL-ML	Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL < 50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

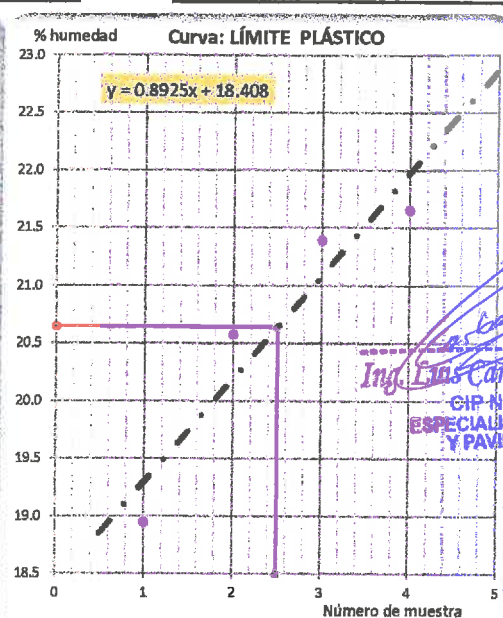
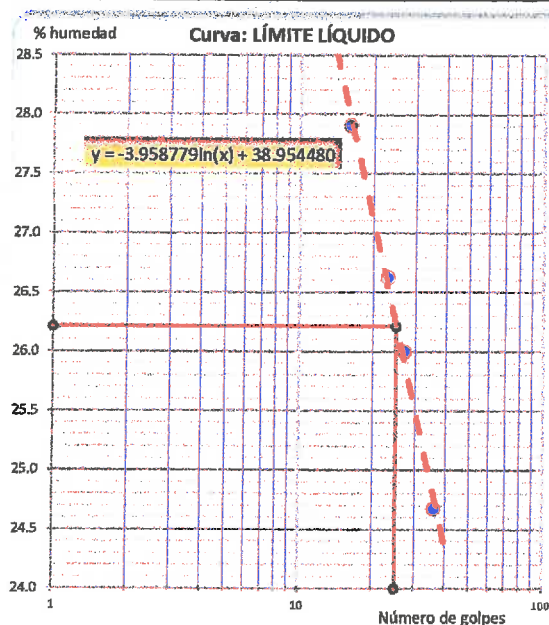
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	16	23	27	36
Número de golpes	16	23	27	36
Peso muestra húmedo + tara:	44.230	42.340	43.490	42.390
Peso muestra seca + tara:	40.720	38.730	40.300	39.560
Peso de tara:	28.140	25.170	28.030	28.090
Peso contenido de agua:	3.510	3.610	3.190	2.830
Peso suelo seco:	12.580	13.560	12.270	11.470
% de humedad:	27.90 %	26.62 %	26.00 %	24.67 %

Límite plástico			
P-4	P-3	P-1	P-2
28.260	27.130	30.480	27.320
27.900	26.770	30.080	26.900
26.000	25.020	28.210	24.960
0.360	0.360	0.400	0.420
1.900	1.750	1.870	1.940
18.95 %	20.57 %	21.39 %	21.85 %



Ingeniero
Ingeniero Carlos Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

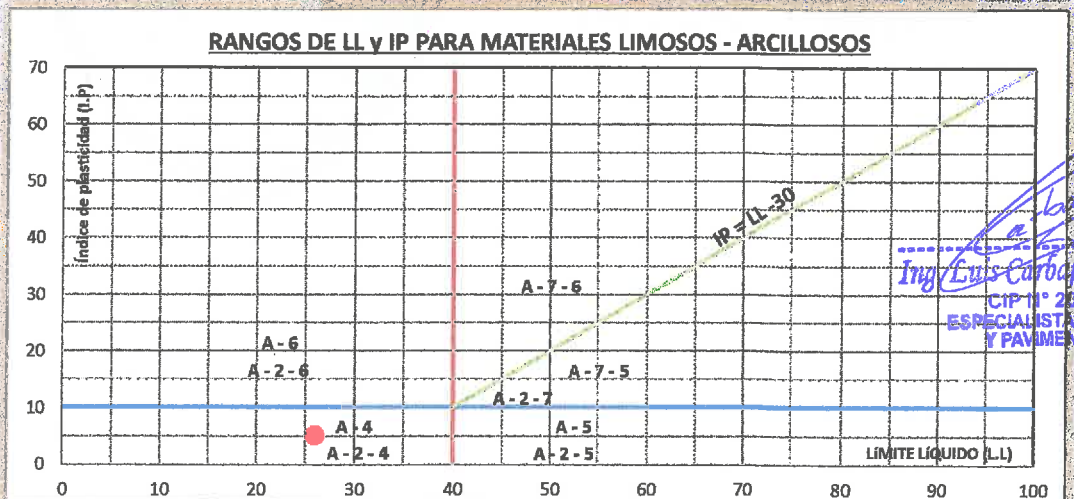
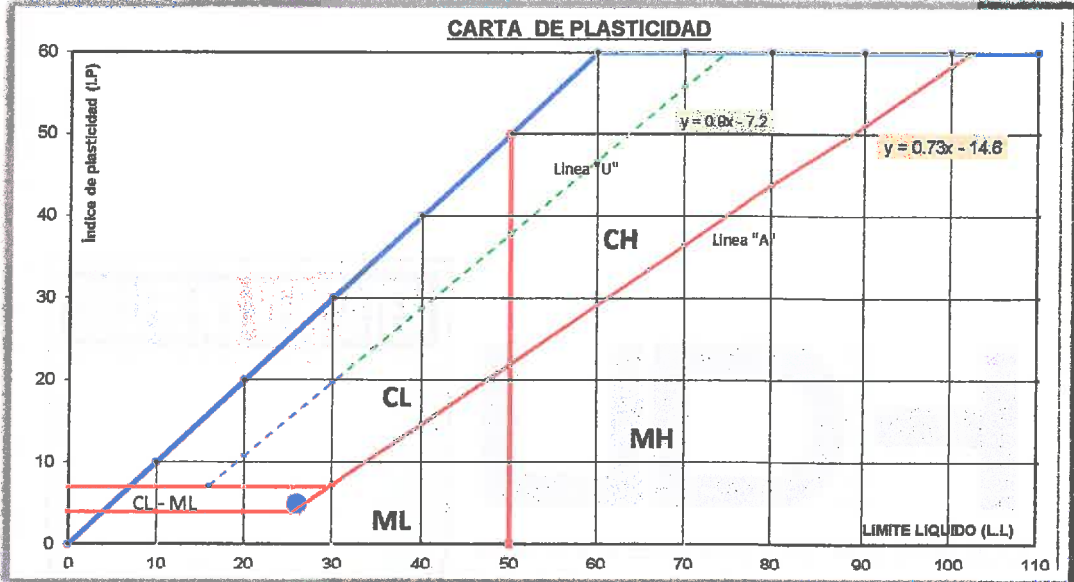
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Iny Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) **26.00 %**

Límite plástico : (LP) **21.00 %**

Índice plástico : (IP) **5.00 %**

Símbolo de consistencia

CL-ML

Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con $LL < 50\%$, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2487, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

ASTM D - 3282, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpose.

AASHTO M - 145, Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.

NTP 339.134, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

2.- Objeto: Realizar la clasificación en suelos unificados y mezclados para uso en propósitos de ingeniería.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	Altitud: 2187.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Datos del análisis granulométrico y plasticidad:

Fracciones del tamizado.			Límites de Albert Mauritz Atterberg, (Consistencia del suelo fino).	
Tamices	% Retenidos	% Pasante	Límite Líquido (% LL).	Índice Plástico (%Ip).
Fracción tamiz # 04 (4.74 mm).	14.87	85.13	27.00	6.00
Fracción tamiz # 10 (2.00 mm).	20.78	79.22		
Fracción tamiz # 40 (0.425 mm).	37.50	62.50		
Fracción tamiz # 200 (0.075 mm).	63.03	36.97		

Plasticidad ligero

Carta de plasticidad de Arthur Casagrande, (Plasticity Chart)

Clasificación según la carta de plasticidad:	CL-ML	Una arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.
--	-------	---

6.- Resultados de fracciones del suelo:

Gravas:	14.87 %	Gravas < 15	Carreteras	Pasante N° 200	Suelos granos gruesos (G)
Arenas:	48.16 %	Arenas ≥ 15	Finos ≥ 35, (A-4, A-5, A-6, A-7)	Pasante N° 04	Arenas (S)
Finos:	36.97 %	Finos ≥ 30		Finos: < 5, > 12, (5-12)%	Arenas con finos
Por lo tanto:	Arena ≥ Gravas		Uniformidad particulas:	Cu < 6	Cu < 4
			Cu y Cc.	1 > Cc, Cc > 3	
Coefficiente de uniformidad:	0		Índice de grupo:	-1.0	
Coefficiente de curvatura:	0				

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Propósito de Ingeniería: Sistema de Clasificación para Suelos Unificados		Propósito de Ingeniería: Construcción de Carreteras para Suelos Mezclados	
SC - SM		Arenas limo-arcillosas; arenas (48.16%) > gravas (18.47%); finos (36.97%) > 12% de ligera plasticidad; gravas < 15 %; LL = 27%, IP = 6%. La muestra original en campo presenta boloneras subredondeadas en un 8% con tamaño máximo de 300 mm. De condiciones en campo siendo un estrato firme, heterogénea, húmedo(%w = 4.40%), color crema oscuro. Son depósitos aluviales.	Suelos limosos con presencia de arcillas (0.56%), arenas (48.16%) > gravas (14.87%), finos (36.97%) > 35% de plasticidad ligera. LL (27%) < 40% y IP (6%) < 10%, siendo suelos Críticos y de pésimas cualidades como explanada o capa de asiento del firme.
			A - 4 (0)

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



ENSAYO DE pH

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE SUELOS. (MÉTODO A)

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4972, (Standard Test Method for pH of Soils).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

2.- Objeto:

Determinar el grado de acidez o alcalinidad de materiales del suelo suspendido en agua.

3.- Materiales:

Suelos menores a 2.0 mm, tamiz N° 10, balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00	18 L	
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

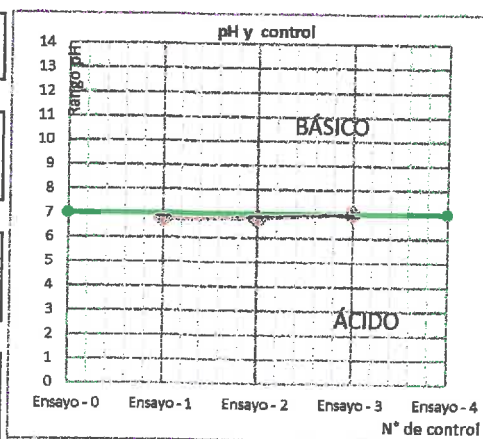
5.- Análisis:

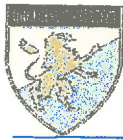
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del suelo seco.	30.67 g	30.27 g	30.56 g
Volumen agua destilada.	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura del agua de la mezcla.	24.5 °C	24.2 °C	24.2 °C
Temperatura de ambiente.	24.0 °C	24.3 °C	23.7 °C
% de humedad relativa.	50.0 %	50.0 %	50.0 %
Potenciómetro (pH-metro).	6.768	6.807	7.014

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Rango pH:	6.90
Denominación rango:	Neutro.
Denominación suelos:	Neutro.
Temperatura fluido:	24.30 °





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones y el método de compactación.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m		NORTE: 8904388 m		msnm: 2187
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

corrección por porcentajes

TAMIZ	PESOS (g)	% Ret.	% Considerado Para el Ensayo	FACTOR DE VARIACIÓN 0.2224083265
reten 3"				
reten 3/4	10,734.00	9.84 %		
reten 3/8"	4,205.50	3.85 %	0.00 %	
reten N° 04	4,912.00	4.50 %	0.00 %	
pasa N° 04	89,257.00	81.81 %	81.81 %	
Total	109,108.50	100.00 %	81.81 %	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

	Δ Unitaria	Nuevo % a Considerar	MÉTODO	A	B	C
reten 3"			MOLDE (∅)	4 in	4 in	6 in
reten 3/4			MARTILLO	10 Lbf	10 Lbf	10 Lbf
reten 3/8"	0.0000 %	0.00 %	MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	pasante 3/8" (9.5 mm)	pasante 3/4" (19 mm)
reten N° 04	0.0000 %	0.00 %				
pasa N° 04	18.1943 %	100.00 %	CAPAS	5	5	5
		100.00 %	GOLPES / CAPA	25	25	56

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

5.- Resultados:

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 9.84 %	≤ del 30% C	MÉTODO A
Reten 3/8" = 13.69 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 18.19 %	≤ del 25% A	

PROCEDIMIENTO, ACCESORIOS		HACER CORRECCIÓN SI SE ENCUENTRA ENTRE (por porcentajes de los tamaños mayores)
MOLDE (Ø)	4 in	
MARTILLO	10 Lbf	
MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	5 - 25 %
CAPAS	5	
GOLPES / CAPA	25	5 - 25 %

Peso a Considerar por Método 3000.00 gramos		
	Pesos Parciales g.	Tamaño Máximo
reten 3/8"	0.00	reten 3/4
reten N° 04	0.00	
pasa N° 04	3000.00	
Total	3,000.00	


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco del suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, balanza digital, moldes de proctor, martillos de compactación, cucharones, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 03
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368596 m	NORTE: 8904388 m	msnm: 2187.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+500, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Característica físicas - mecánicas del suelo

Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas	Peso (g)	%	Método Cómputo	Fracción gruesa	Fracción fino			
	Retenido: 3" - 3/4"	10,734.0	9.84				A	18 %	82 %
	Retenido: 3/4" - 3/8"	4,205.5	3.85						
	Retenido: 3/8" - N° 04	4,912.0	4.50						
	Pasante: N° 04	89,257.0	81.81						
Pesos totales :	109,108.5	100							

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	5,916.00	6,158.00	6,308.00	6,232.00	6,119.00
Peso del cilindro	g	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00
Peso de la muestra húmedo	g	1,737.00	1,979.00	2,129.00	2,053.00	1,940.00
Volumen del molde	cm ³	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Densidad húmedo	g/cm ³	1.89	2.15	2.31	2.23	2.11
Densidad seca	g/cm ³	1.80	1.99	2.06	1.91	1.77
Peso unitario seco	kN/m ³	17.65	19.52	20.20	18.73	17.36

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum.+recipiente.	g	576.00	647.90	833.70	725.30	682.10
Peso muestra seca +recipiente.	g	551.30	605.00	748.40	630.60	584.00
Peso recipiente.	g	56.40	57.90	59.10	57.20	65.60
Peso del agua.	g	24.70	42.90	85.30	94.70	98.10
Peso muestra seca.	g	494.90	547.10	689.30	573.40	518.40
Contenido de humedad.	%	4.99	7.84	12.37	16.52	18.92

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



COMPACTACIÓN DE SUELOS

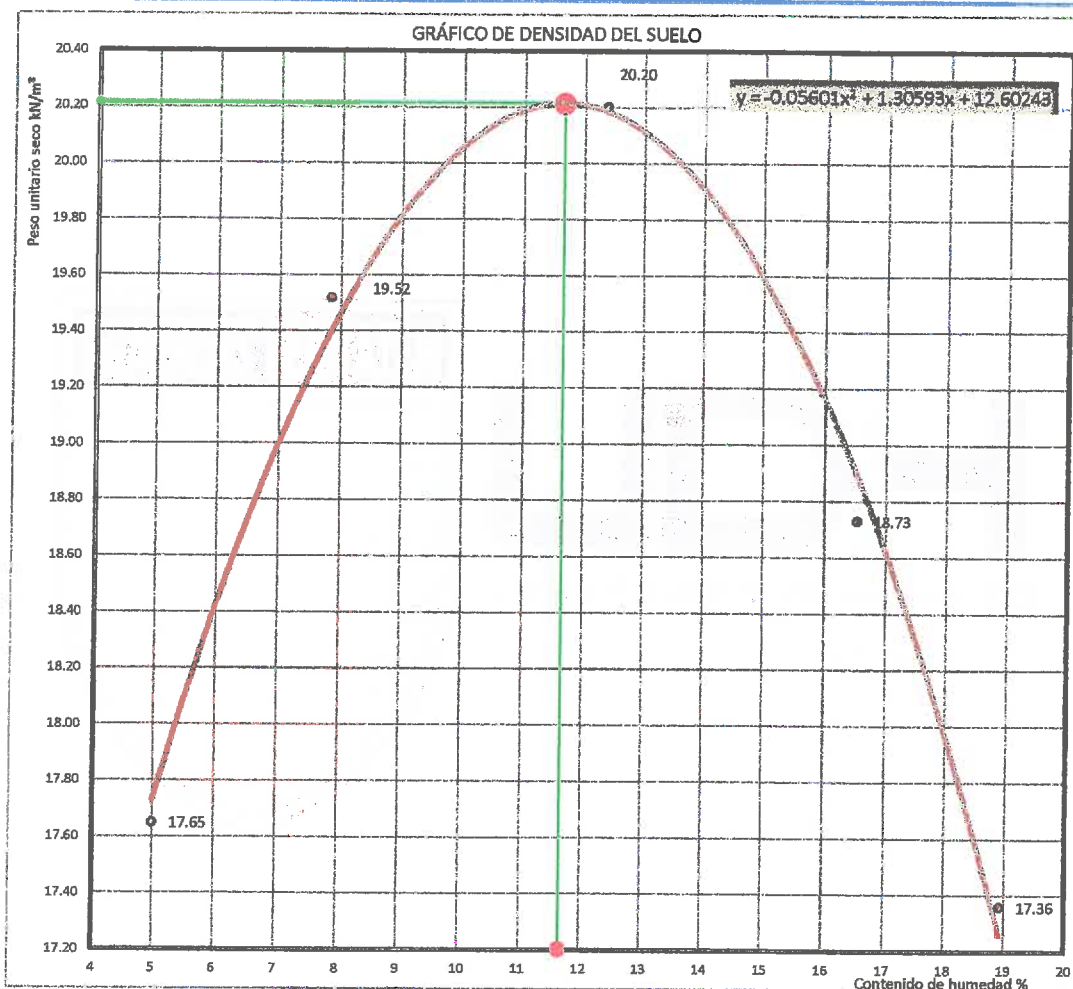
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.



6.- Resultados:

Peso unitario máxima seca:	20.21 kN/m³	Observaciones: COMPACTACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE (MÉTODO "A"), CON UNA PROPORCIÓN DE MATERIAL GRUESA DE 18 % Y MATERIAL FINO DE 82 %.
Densidad máxima seca:	2.06 gr/cm³	
Humedad óptima:	11.70 %	
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	510.20 cm³	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS




Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

AASHTO T - 265, Laboratory Determination of Moisture Content of Soils.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- Objeto: Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- Materiales: Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00	18 L	
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				
Hora ensayo:	08:30:00 a.m. - 12:30 am				

5.- Análisis:

Número de ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso natural húmedo + bandeja	767.2 g	790.6 g	838.2 g
Peso natural seco + bandeja	679.9 g	703.0 g	743.7 g
Peso bandeja	65.6 g	76.4 g	66.1 g
Peso suelo húmedo	701.6 g	714.2 g	772.1 g
Peso suelo seco	614.3 g	626.6 g	677.6 g
Peso del agua	87.3 g	87.6 g	94.5 g
% Contenido de humedad	14.21 %	13.98 %	13.95 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.00 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL SUELO NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	89.6 gr.
	89.6 cm³

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 29, Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate.

AASHTO T - 19, Standar Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.

NTP 339.139, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

3.- Materiales: suelos, vacija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

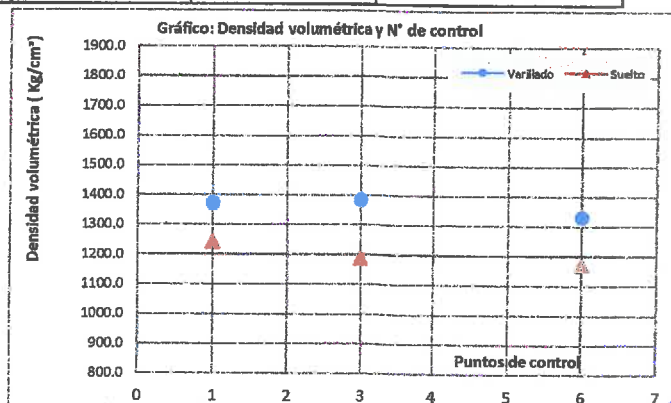
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso suelo varillado + recipiente.	11561.00 g.	11597.00 g.	11436.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft ³),suelto.	2951.13 cm ³	2951.13 cm ³	2951.13 cm ³
Peso suelo suelto + recipiente.	11175.00 g.	11017.00 g.	10964.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft ³),varillado.	2951.13 cm ³	2951.13 cm ³	2951.13 cm ³
Peso recipiente (1/10 ft ³)	7510.00 g.	7510.00 g.	7510.00 g.
Peso volumétrico suelo seco varillado.	1372.69 Kg/m ³	1384.89 Kg/m ³	1330.34 Kg/m ³
Peso volumétrico suelo seco suelto.	1241.90 Kg/m ³	1188.36 Kg/m ³	1170.40 Kg/m ³

6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrico varillado:
1363.00 Kg/m³

Promedio del peso volumétrico suelto:
1200.00 Kg/m³



Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DEL AGREGADO GRUESO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

AASHTO T - 85, Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo por encima de 4.75 milímetros.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.5 g, estufa, bandejas, franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha/hora exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido), (C).	824.5 g	770.4 g	786.9 g
Masa saturado superficialmente seco, (B).	1327.7 g	1201.6 g	1233.5 g
Masa seco del material al horno, (A).	1314.7 g	1190.3 g	1220.2 g
Estado seco (OD):	2.61	2.76	2.73
Estado saturado (SSD):	2.64	2.79	2.76
% Humedad absorbido (% w):	0.99 %	0.95 %	1.09 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.70	2693.3 Kg/m³	1.01 %
Estado saturado (SSD):	2.73	2723.2 Kg/m³	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO POR PIGNÓMETRO Y AGUA, (MÉTODO B).

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

AASHTO T - 100, Standard Method of Test for Specific Gravity of Soils.

NTP 339.131, método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por agua y picnómetro.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo del sólido.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso muestra seco (A):	82.6 g	83.2 g	82.9 g
Peso picnómetro + agua (B):	664.6 g	668.7 g	715.4 g
Peso picnómetro + agua + suelo saturado (C):	714.2 g	718.6 g	765.1 g
Temperatura del fluido:	26.9 °C	26.9 °C	26.9 °C

Ingeniero Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades relativas del material fino		Promedio temperatura de ensayo 26.9 °C
	M - 01	2.503	
	M - 02	2.498	
	M - 03	2.497	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_r):		2.500	$\rho_r = \frac{A}{A+B-C}$
Coeficiente de temperatura (K):		0.99833	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_{rc}):		2.495	

Densidad específica y N° control



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	Altitud: 2203.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL JE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3857.60 g.	Peso muestra seco total a cribar:	3282.90 g.
Peso natural seco + bandeja:	3640.80 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.31 g.
Peso bandeja:	357.90 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	36.20 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	362.30 g.	peso contenido agua:	216.80 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2900.60 g.	% de humedad antes del tamizado:	6.6 %
		Peso muestra lavado seco total:	1292.90 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	3282.9	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	3282.9	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	3282.9	0.00 %	100.00 %	
1.1/2"	38.100	17.7	17.7	3265.2	0.54 %	99.46 %	
1"	25.000	100.0	117.7	3165.2	3.59 %	96.41 %	
3/4"	19.000	46.7	164.4	3118.5	5.01 %	94.99 %	
1/2"	12.500	39.1	203.5	3079.4	6.20 %	93.80 %	
3/8"	9.500	17.0	220.5	3062.4	6.72 %	93.28 %	
1/4"	6.300	32.0	252.5	3030.4	7.69 %	92.31 %	
# 04	4.750	27.7	280.2	3002.7	8.54 %	91.46 %	
# 08	2.360	82.0	362.2	2920.7	11.03 %	88.97 %	
# 10	2.000	20.1	382.3	2900.6	11.65 %	88.35 %	
# 12	1.700	33.9	416.2	2866.7	12.68 %	87.32 %	
# 16	1.180	54.5	470.7	2812.2	14.34 %	85.66 %	
# 18	1.000	60.0	530.7	2752.2	16.17 %	83.83 %	
# 30	0.600	90.6	621.3	2661.6	18.92 %	81.08 %	
# 35	0.500	33.6	654.9	2628.0	19.95 %	80.05 %	
# 40	0.425	69.3	724.2	2558.7	22.06 %	77.94 %	
# 50	0.300	58.7	782.9	2500.0	23.85 %	76.15 %	
# 60	0.250	94.5	877.3	2405.6	26.72 %	73.28 %	
# 100	0.150	164.3	1041.6	2241.3	31.73 %	68.27 %	
# 200	0.075	251.3	1292.9	1990.0	39.38 %	60.62 %	
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos		2.495
Lavado:		1990.0	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010
Total pasante # 200:		1990.0	0.00 %				0.00350
TOTAL:		3282.9					

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

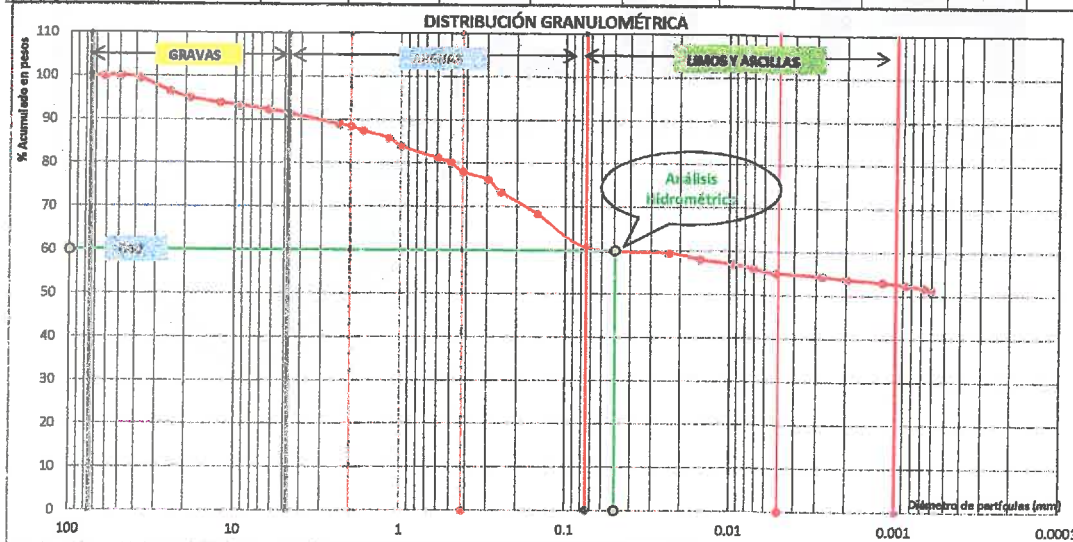
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 10:46 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual	Corregido			P (%)	G	Rate. (g)	% Reteni.	% Pasan.
				R	R'							
17-mar	2	0.0234	22	1.040	1.036	5.6	0.01399	2.09413	41.7	1334.6	40.85 %	59.35 %
	5	0.0152	22	1.039	1.035	5.9	0.01399	2.03660	40.5	1375.1	41.89 %	58.11 %
	15	0.0096	22	1.035	1.031	7.0	0.01399	1.80648	35.9	1411.1	42.98 %	57.02 %
	30	0.0071	22	1.032	1.028	7.8	0.01399	1.63388	32.5	1443.6	43.97 %	56.03 %
	60	0.0052	23	1.030	1.026	8.4	0.01383	1.51882	30.2	1473.8	44.89 %	55.11 %
	240	0.0028	23	1.025	1.021	9.7	0.01383	1.23117	24.5	1498.3	45.64 %	54.36 %
18-mar	480	0.0020	24	1.023	1.019	10.2	0.01367	1.11610	22.2	1520.5	46.32 %	53.68 %
19-mar	1440	0.0012	21	1.022	1.018	10.5	0.01416	1.05857	21.1	1541.6	46.96 %	53.04 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.021	1.017	10.7	0.01433	1.00104	19.9	1561.5	47.56 %	52.44 %
21-mar	4320	0.0007	25	1.020	1.016	11.0	0.01351	0.94351	18.8	1580.3	48.14 %	51.86 %
22-mar	5760	0.0006	22	1.020	1.016	11.0	0.01399	0.94351	18.8	1599.0	48.71 %	51.29 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	50.00 mm
% Gravas:	8.54 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas gruesos:	5.01 %	Coefficiente uniformidad:	No presenta
% Gravas finos:	3.53 %	Cu:	
% Arenas	30.85 %	Coefficiente concavidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	3.11 %	Cc:	
% Arenas medios:	10.41 %	Diámetros al 60%	0.050 mm
% Arenas finos:	17.32 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	60.62 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Limos:	6.93 %	% < a 2 µm	53.68 %
% Arcillas:	2.39 %	% < a 5 µm	55.11 %
% Coloides	51.29 %		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe
E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	Altitud: 2203.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3196.10 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2653.30 g.
Peso natural seco + bandeja:	3029.20 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.27 g.
Peso bandeja:	375.90 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	31.61 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	228.30 g.	peso contenido agua:	166.90 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2425.00 g.	% de humedad antes del tamizado:	6.3 %
		Peso muestra lavado seco total:	893.30 g.

Diámetro de cribas		PESOS			% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes
3"	75.000	0.0	0.0	2653.3	0.00 %	100.00 %
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	2653.3	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	0.0	0.0	2653.3	0.00 %	100.00 %
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	2653.3	0.00 %	100.00 %
1"	25.000	18.1	18.1	2635.2	0.68 %	99.32 %
3/4"	19.000	11.9	30.0	2623.3	1.13 %	98.87 %
1/2"	12.500	42.4	72.4	2580.9	2.73 %	97.27 %
3/8"	9.500	10.4	82.8	2570.5	3.12 %	96.88 %
1/4"	6.300	36.2	119.0	2534.3	4.48 %	95.52 %
# 04	4.750	24.8	143.8	2509.5	5.42 %	94.58 %
# 08	2.360	69.8	213.6	2439.7	8.05 %	91.95 %
# 10	2.000	14.7	228.3	2425.0	8.60 %	91.40 %
# 12	1.700	13.1	241.4	2411.9	9.10 %	90.90 %
# 16	1.180	30.4	271.8	2381.5	10.24 %	89.76 %
# 18	1.000	35.0	306.8	2346.5	11.56 %	88.44 %
# 30	0.600	77.6	384.4	2268.9	14.49 %	85.51 %
# 35	0.500	25.0	409.4	2243.9	15.43 %	84.57 %
# 40	0.425	54.9	464.3	2189.0	17.50 %	82.50 %
# 50	0.300	44.3	508.6	2144.7	19.17 %	80.83 %
# 60	0.250	74.2	582.8	2070.5	21.96 %	78.04 %
# 100	0.150	115.5	698.3	1955.0	26.32 %	73.68 %
# 200	0.075	195.0	893.3	1760.0	33.67 %	66.33 %
Cazoleta:	0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos	2.495	
Lavado:	1760.0	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:	0.00010	
Total pasante # 200:	1760.0	0.00 %			0.00350	
TOTAL:	2653.3					

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

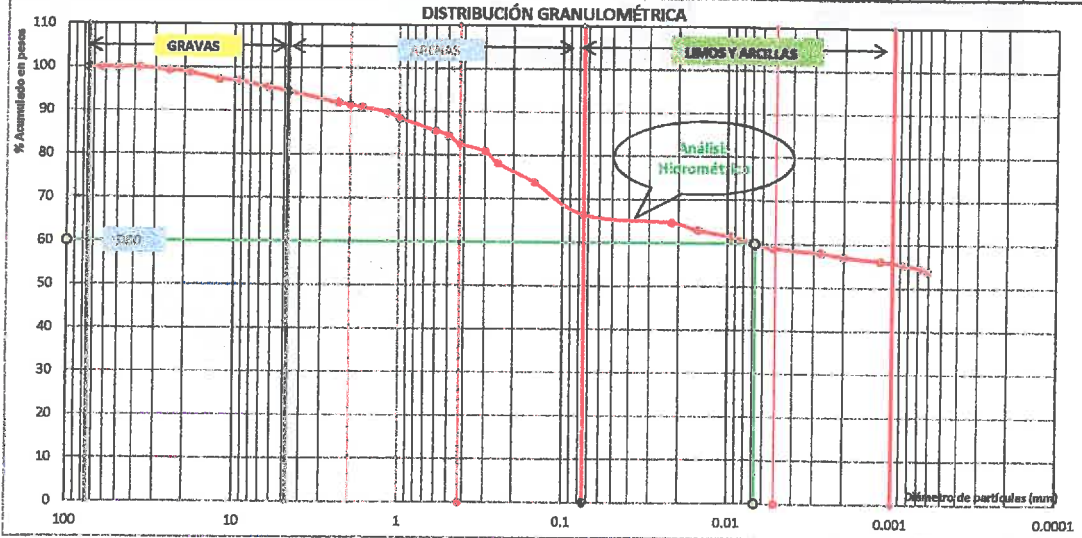
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fecha	Hora inicio 10:53 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
17-mar	2	0.0221	22	1.042	1.038	5.0	0.01399	2.64247	46.5	939.8	35.42 %	64.58 %
	5	0.0152	22	1.039	1.035	5.9	0.01399	2.43603	42.9	982.7	37.04 %	62.96 %
	15	0.0096	22	1.035	1.031	7.0	0.01399	2.18077	38.0	1020.7	38.47 %	61.53 %
	30	0.0070	22	1.033	1.029	7.6	0.01399	2.02314	35.6	1056.3	39.81 %	60.19 %
	60	0.0052	23	1.030	1.026	8.4	0.01383	1.81670	32.0	1088.3	41.02 %	58.98 %
240	0.0027	23	1.026	1.022	9.4	0.01383	1.54144	27.1	1115.4	42.04 %	57.96 %	
18-mar	480	0.0020	23	1.024	1.020	10.0	0.01383	1.40381	24.7	1140.1	42.97 %	57.03 %
19-mar	1440	0.0012	21	1.023	1.019	10.2	0.01416	1.33500	23.5	1163.6	43.86 %	56.14 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.022	1.018	10.5	0.01433	1.26618	22.3	1185.9	44.70 %	55.30 %
21-mar	4320	0.0007	25	1.020	1.016	11.0	0.01351	1.12856	19.9	1205.8	45.44 %	54.56 %
22-mar	5760	0.0006	22	1.020	1.016	11.0	0.01399	1.12856	19.9	1225.6	46.19 %	53.81 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	38.10 mm
% Gravas:	5.42 %	Tamaño nominal máximo	25.00 mm
% Gravas gruesos:	1.13 %	Coficiente uniformidad:	No presenta
% Gravas finos:	4.29 %	Cu:	
% Arenas	28.26 %	Coficiente concavidad:	No presenta
% Arenas gruesos:	3.18 %	Cc:	
% Arenas medios:	8.90 %	Diámetros al 60%	0.007 mm
% Arenas finos:	16.17 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	66.33 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Limos:	9.30 %	% < a 2 µm	57.03 %
% Arcillas:	3.22 %	% < a 6 µm	58.98 %
% Coloides	53.81 %		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	Altitud: 2203.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	3483.50 g.	Peso muestra seco total a cribar:	2614.00 g.
Peso natural seco + bandeja:	3328.80 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.34 g.
Peso bandeja:	714.80 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	39.09 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	225.30 g.	peso contenido agua:	154.70 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2388.70 g.	% de humedad antes del tamizado:	5.9 %
		Peso muestra lavado seco total:	1034.86 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	2614.0	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	2614.0	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	2614.0	0.00 %	100.00 %	
1.1/2"	38.100	0.0	0.0	2614.0	0.00 %	100.00 %	
1"	25.000	0.0	0.0	2614.0	0.00 %	100.00 %	
3/4"	19.000	29.7	29.7	2584.3	1.14 %	98.86 %	
1/2"	12.500	28.8	58.5	2555.5	2.24 %	97.76 %	
3/8"	9.500	22.8	81.3	2532.7	3.11 %	96.89 %	
1/4"	6.300	31.2	112.5	2501.5	4.30 %	95.70 %	
# 04	4.750	30.8	143.3	2470.7	5.48 %	94.52 %	
# 08	2.360	68.1	211.4	2402.6	8.09 %	91.91 %	
# 10	2.000	13.9	225.3	2388.7	8.62 %	91.38 %	
# 12	1.700	32.8	258.1	2355.9	9.87 %	90.13 %	
# 16	1.180	49.8	307.9	2306.1	11.78 %	88.22 %	
# 18	1.000	54.3	362.2	2251.8	13.86 %	86.14 %	
# 30	0.600	74.3	436.5	2177.5	16.70 %	83.30 %	
# 35	0.500	27.4	464.0	2150.0	17.75 %	82.25 %	
# 40	0.425	56.8	520.8	2093.2	19.92 %	80.08 %	
# 50	0.300	48.8	569.6	2044.4	21.79 %	78.21 %	
# 60	0.250	78.2	647.8	1966.2	24.78 %	75.22 %	
# 100	0.150	160.3	808.1	1805.9	30.91 %	69.09 %	
# 200	0.075	226.8	1034.9	1579.1	39.59 %	60.41 %	
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos		2.495
Lavado:		1579.1	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010
Total pasante # 200:		1579.1	0.00 %				0.00350
TOTAL:		2614.0					

Ing. Luis Carbajal Carbajal

CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

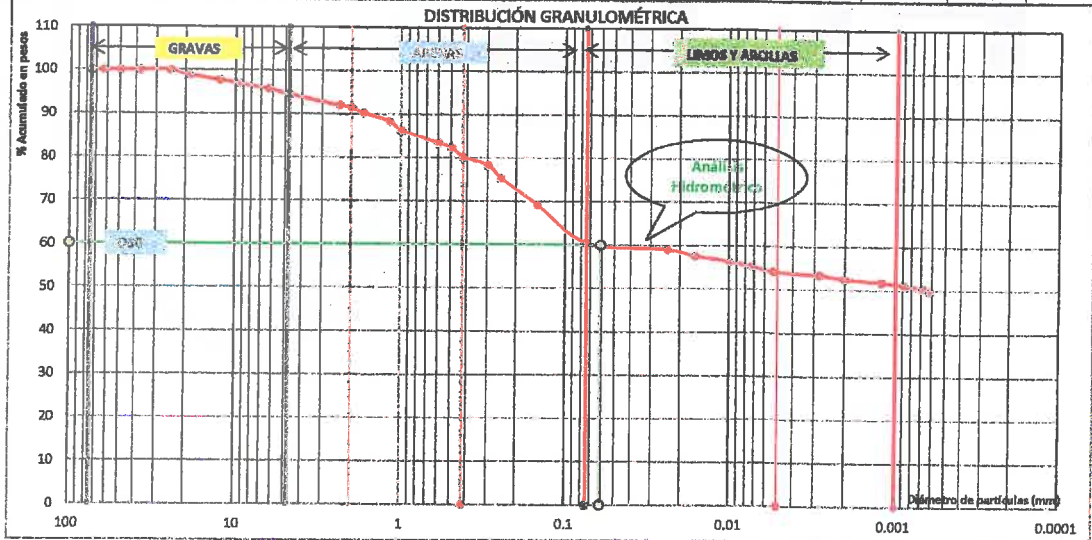
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

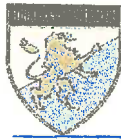
6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 11:01 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Reta. (g)	% Reteni.	% Pasan.
17-mar	2	0.0240	22	1.039	1.035	5.9	0.01399	2.47305	39.1	1073.9	41.08 %	58.92 %
	5	0.0163	22	1.036	1.032	6.8	0.01399	2.26347	35.7	1109.7	42.45 %	57.55 %
	15	0.0100	22	1.033	1.029	7.6	0.01399	2.06389	32.4	1142.1	43.69 %	56.31 %
	30	0.0073	22	1.031	1.027	8.1	0.01399	1.91417	30.2	1172.3	44.85 %	55.15 %
	60	0.0053	23	1.028	1.024	8.9	0.01383	1.70459	26.9	1199.2	45.88 %	54.12 %
	240	0.0028	23	1.024	1.020	10.0	0.01383	1.42515	22.5	1221.7	46.74 %	53.26 %
18-mar	480	0.0020	23	1.023	1.019	10.2	0.01383	1.35529	21.4	1243.1	47.56 %	52.44 %
19-mar	1440	0.0012	21	1.021	1.017	10.7	0.01416	1.21557	19.2	1262.3	48.29 %	51.71 %
20-mar	2880	0.0009	20	1.020	1.016	11.0	0.01433	1.14571	18.1	1280.4	48.98 %	51.02 %
21-mar	4320	0.0007	25	1.019	1.015	11.3	0.01351	1.07585	17.0	1297.4	49.63 %	50.37 %
22-mar	5760	0.0006	22	1.019	1.015	11.3	0.01399	1.07585	17.0	1314.4	50.28 %	49.72 %



Resultados de la fracción gruesa			
% Gravados:	5.48 %	Tamaño máximo	25.00 mm
% Gravados gruesos:	1.14 %	Tamaño nominal máximo	19.00 mm
% Gravados finos:	4.35 %	Coficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Arenas	34.11 %	Coficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas gruesos:	3.14 %	Diámetros al 60%	0.061 mm
% Arenas medios:	11.31 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arenas finos:	19.66 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	60.41 %	% < a 2 µm	52.44 %
% Limos:	7.97 %	% < a 5 µm	54.12 %
% Arcillas:	2.73 %		
% Coloides	49.72 %		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

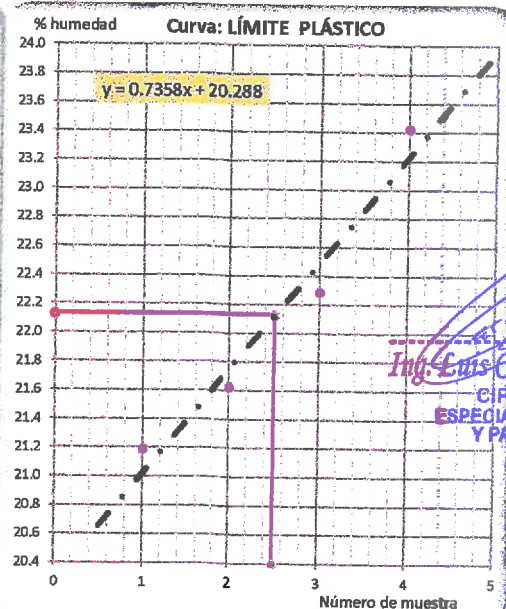
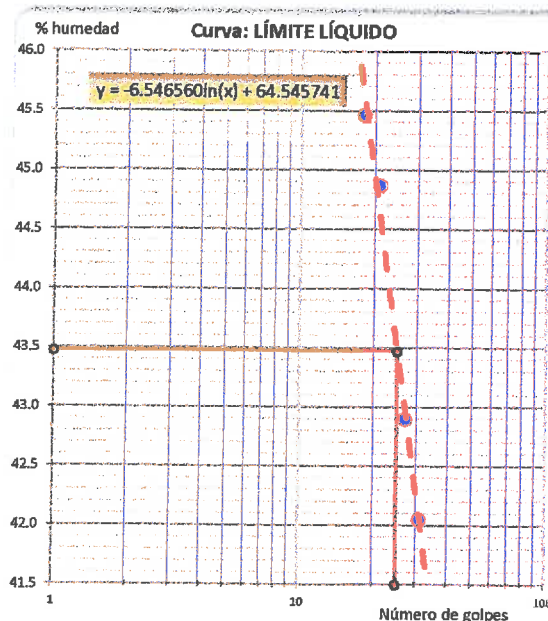
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	18	21	27	31
Peso muestra húmedo + tara:	44.030	40.810	45.550	41.510
Peso muestra seca + tara:	39.220	36.310	40.600	37.120
Peso de tara:	28.640	26.280	29.060	26.680
Peso contenido de agua:	4.810	4.500	4.950	4.390
Peso suelo seco:	10.580	10.030	11.540	10.440
% de humedad:	45.46 %	44.87 %	42.89 %	42.05 %

Límite plástico			
P-3	P-4	P-1	P-2
27.580	27.150	28.480	30.390
27.330	26.830	28.090	30.020
28.150	25.350	26.340	28.440
0.250	0.320	0.390	0.370
1.180	1.480	1.750	1.580
21.19 %	21.82 %	22.29 %	23.42 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 C.I.F. N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

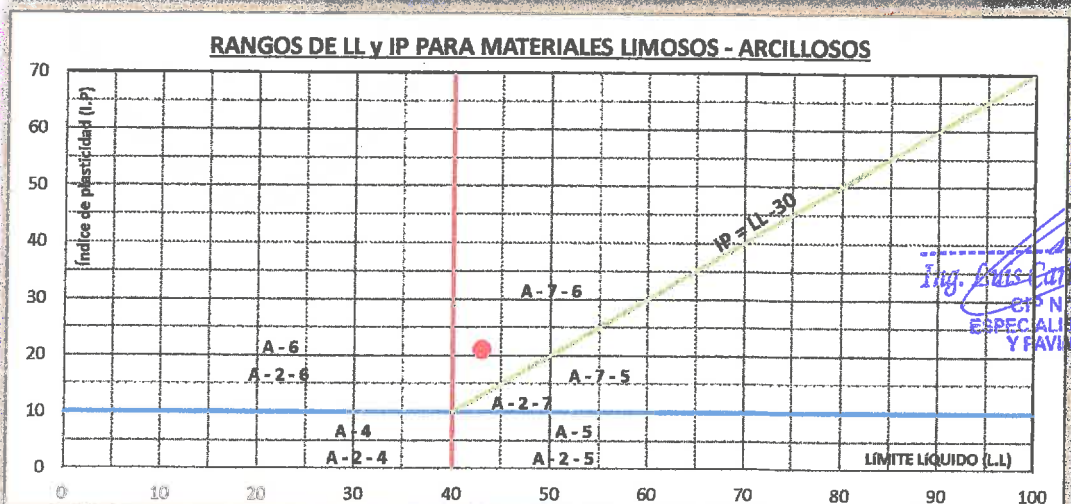
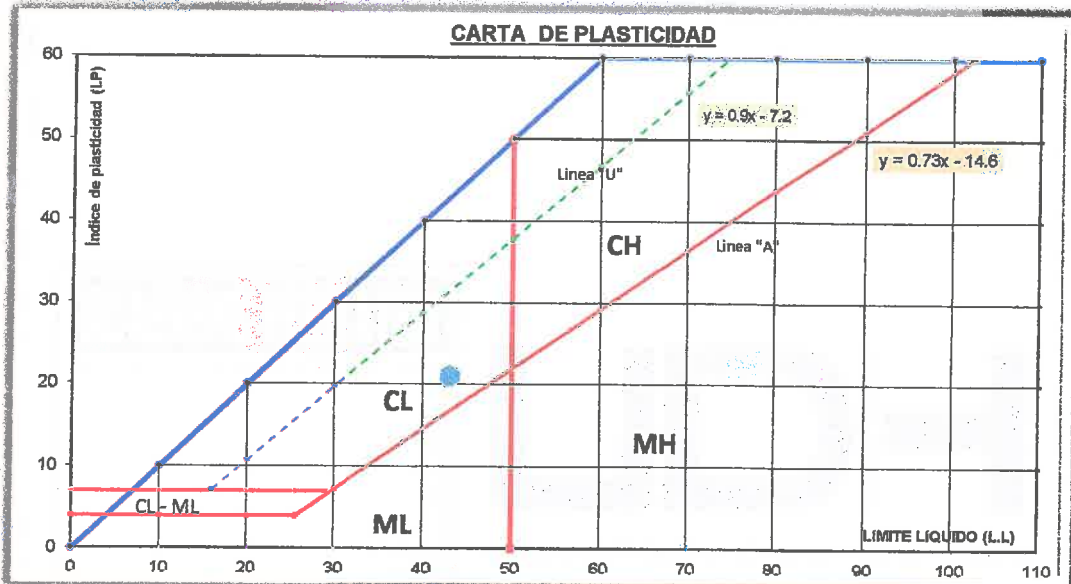
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) **43.00 %**

Límite plástico : (LP) **22.00 %**

Índice plástico : (IP) **21.00 %**

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

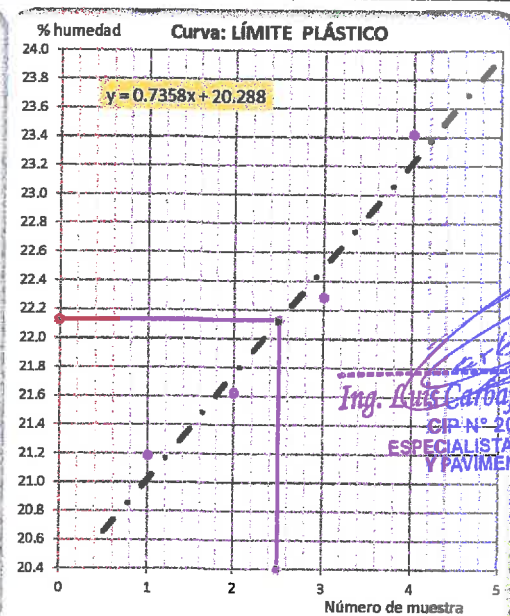
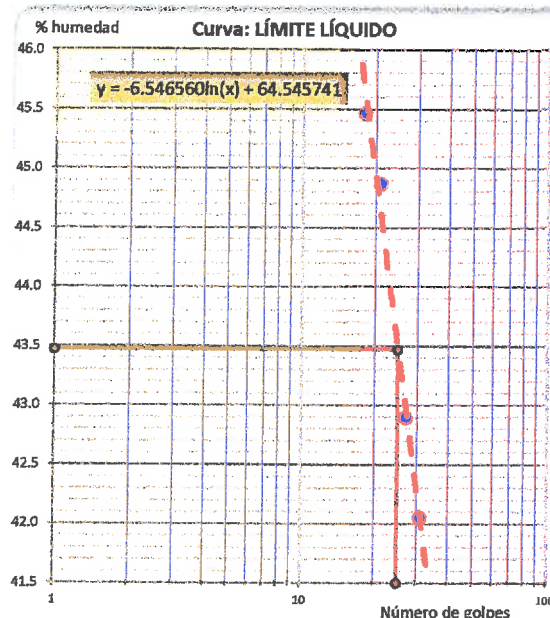
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	18	21	27	31
Peso muestra húmedo + tara:	44.030	40.810	45.550	41.510
Peso muestra seca + tara:	39.220	36.310	40.600	37.120
Peso de tara:	28.640	26.280	29.060	26.680
Peso contenido de agua:	4.810	4.500	4.950	4.390
Peso suelo seco:	10.580	10.030	11.540	10.440
% de humedad:	45.46 %	44.87 %	42.89 %	42.05 %

Límite plástico			
P-3	P-4	P-1	P-2
27.580	27.150	28.480	30.390
27.330	26.830	28.090	30.020
26.150	25.350	26.340	28.440
0.250	0.320	0.390	0.370
1.180	1.480	1.750	1.580
21.19 %	21.62 %	22.29 %	23.42 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

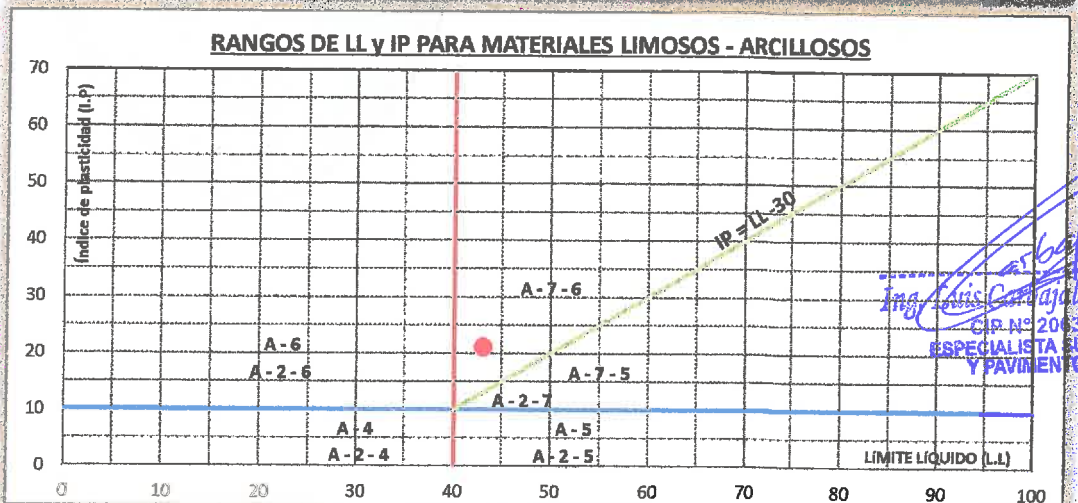
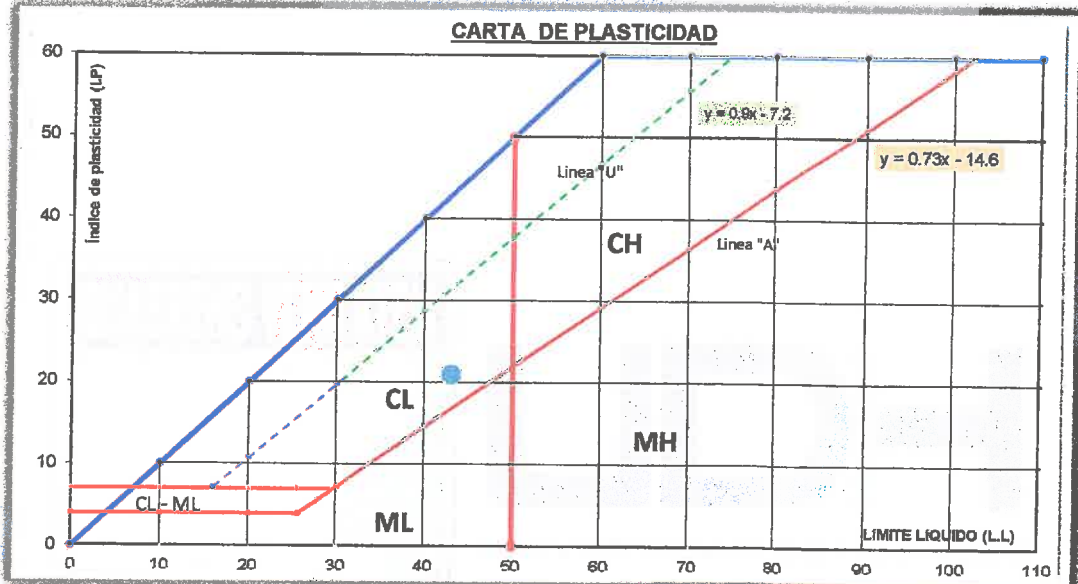
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carrizal Carrizal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) 43.00 %

Límite plástico : (LP) 22.00 %

Índice plástico : (IP) 21.00 %

Símbolo de consistencia
CL
Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

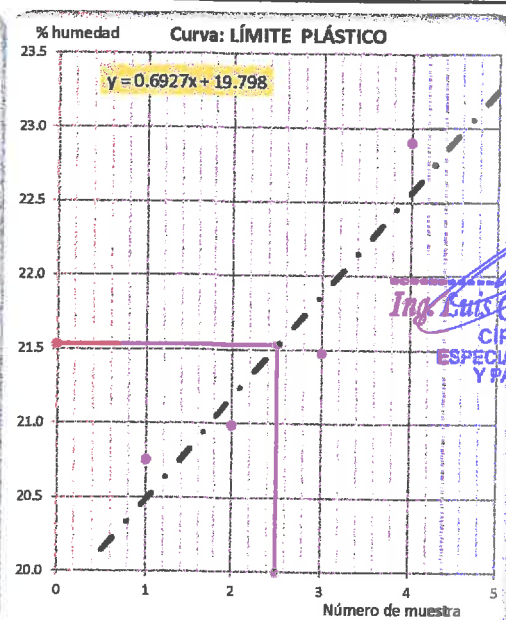
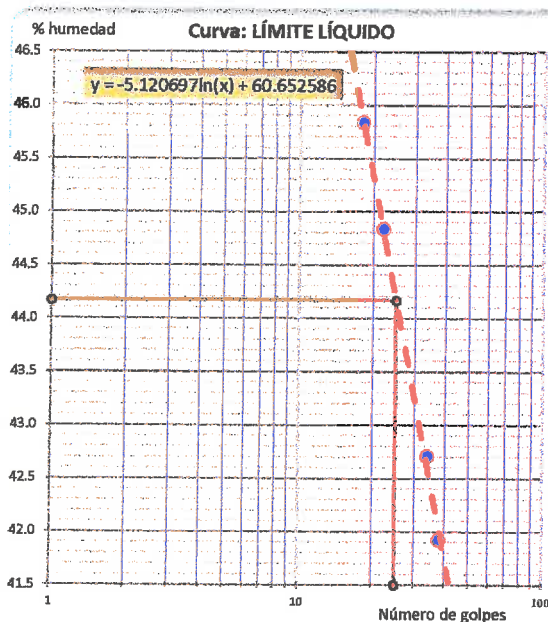
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m.	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	18	22	34	38
Peso muestra húmedo + tara:	37.640	44.520	42.720	41.100
Peso muestra seca + tara:	33.410	38.360	37.360	36.660
Peso de tara:	24.180	24.620	24.810	26.070
Peso contenido de agua:	4.230	6.160	5.360	4.440
Peso suelo seco:	9.230	13.740	12.550	10.590
% de humedad:	45.83 %	44.83 %	42.71 %	41.93 %

Límite plástico			
P-3	P-1	P-2	P-4
27.900	29.450	28.660	27.890
27.570	29.110	28.340	27.590
25.980	27.490	26.850	26.280
0.330	0.340	0.320	0.300
1.590	1.620	1.490	1.310
20.75 %	20.99 %	21.48 %	22.90 %

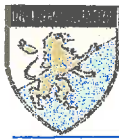


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

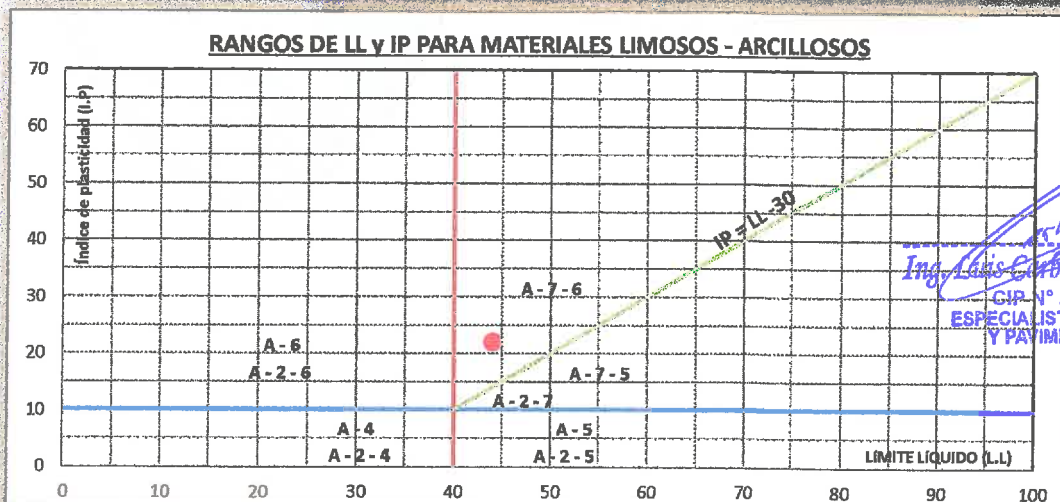
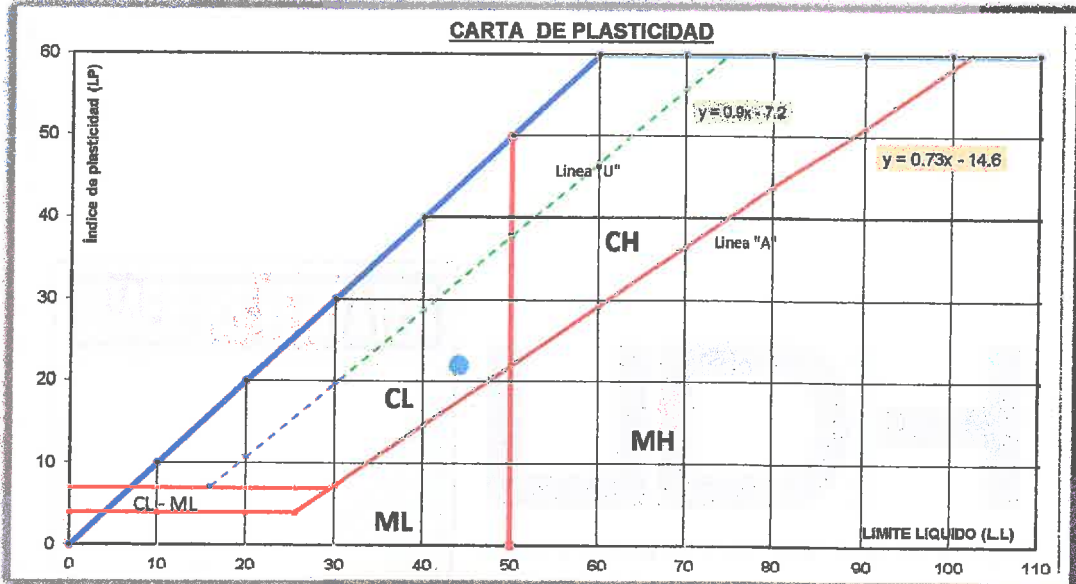
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP. N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) **44.00 %**

Límite plástico : (LP) **22.00 %**

Índice plástico : (IP) **22.00 %**

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con $LL < 50\%$, $IP > 4\%$, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

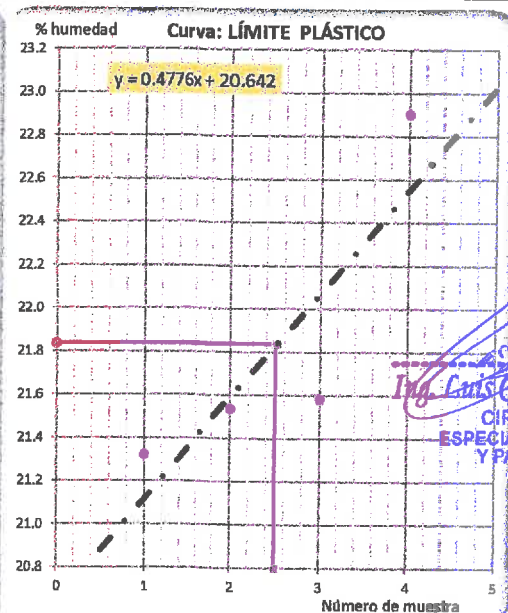
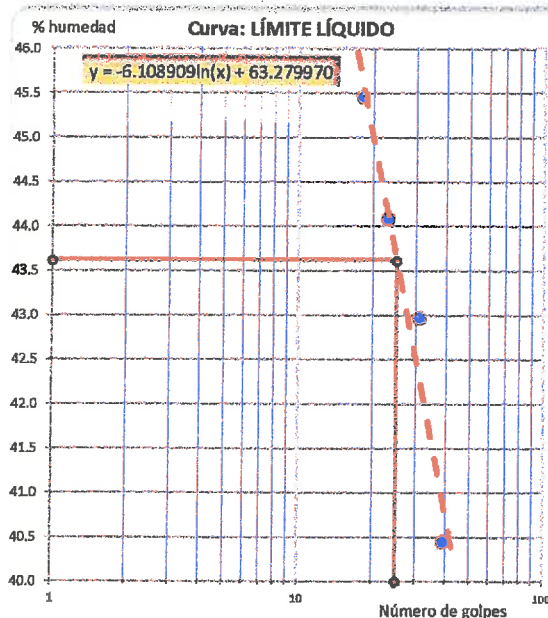
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	18	23	31	39
Peso muestra húmedo + tara:	38.420	49.510	42.970	43.720
Peso muestra seca + tara:	34.720	43.250	37.780	39.020
Peso de tara:	26.580	29.050	25.700	27.400
Peso contenido de agua:	3.700	6.260	5.190	4.700
Peso suelo seco:	8.140	14.200	12.080	11.620
% de humedad:	45.45 %	44.08 %	42.96 %	40.45 %

Límite plástico			
P-2	P-1	P-3	P-4
29.310	30.580	28.360	26.650
29.020	30.300	28.060	26.350
27.660	29.000	26.670	25.040
0.290	0.280	0.300	0.300
1.360	1.300	1.390	1.310
21.32 %	21.54 %	21.58 %	22.90 %



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eaingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eaarquitectura@udh.edu.pe



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

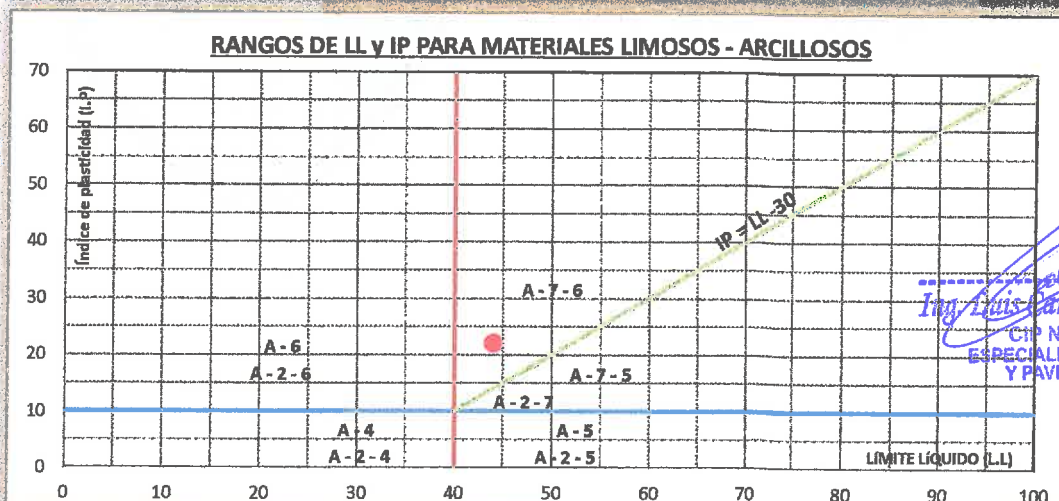
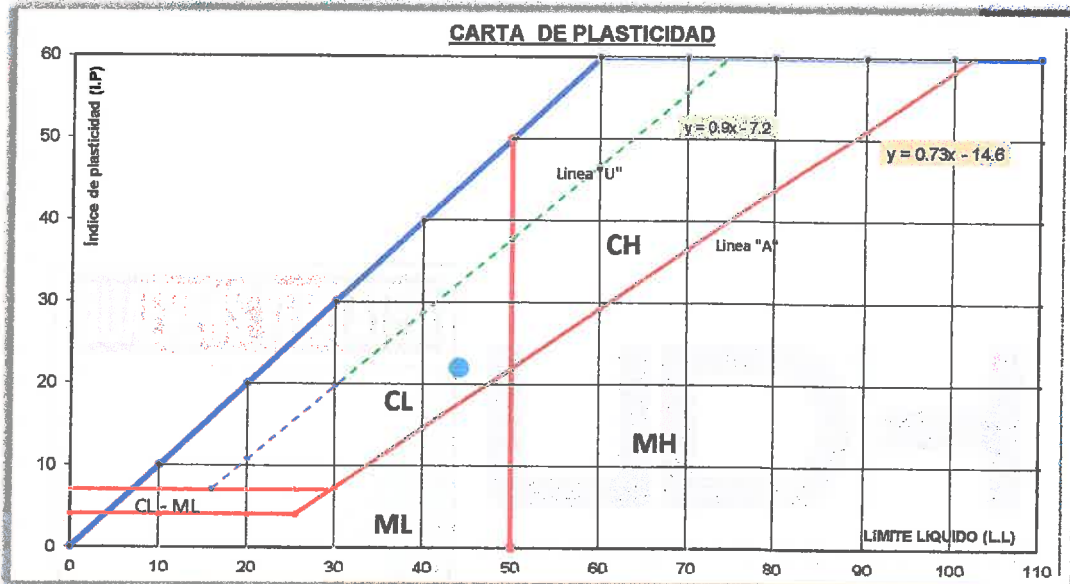
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Límite líquido : (LL) **44.00 %**

Límite plástico : (LP) **22.00 %**

Índice plástico : (IP) **22.00 %**

Símbolo de consistencia

CL

Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 2487, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- ASTM D - 3282, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpose.
- AASHTO M - 145, Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.
- NTP 339.134, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

2.- Objeto: Realizar la clasificación en suelos unificados y mezclados para uso en propósitos de ingeniería.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	Altitud: 2203.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Datos del análisis granulométrico y plasticidad:

Fracciones del tamizado.			Límites de Albert Mauritz Atterberg, (Consistencia del suelo fino).	
Tamices	% Retenidos	% Pasante	Límite Líquido (% LL).	Índice Plástico (%Ip).
Fracción tamiz # 04 (4.74 mm).	6.48	93.52	44.00	22.00
Fracción tamiz # 10 (2.00 mm).	9.62	90.38		
Fracción tamiz # 40 (0.425 mm).	19.83	80.17		
Fracción tamiz # 200 (0.075 mm).	37.55	62.45		
			Plasticidad media	

Carta de plasticidad de Arthur Casagrande, (Plasticity Chart)

Clasificación según la carta de plasticidad:	CL	Una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, con LL<50%, IP>4%, ubicado por encima de la línea "A" en la carta de plasticidad, tamaños de partículas menores a 0.002 mm (algunos casos es 0.005 mm), presentan una resistencia considerable cuando son secados al aire libre.
--	----	--

6.- Resultados de fracciones del suelo:

Gravas:	6.48 %	Gravas < 15	Carreteras	Pasante N° 200	Suelos granos finos
Arenas:	31.07 %	Arenas ≥ 15	Finos ≥ 35, (A-4, A-5, A-6, A-7)	Pasante N° 04	Arenas (S)
Finos:	62.45 %	Finos ≥ 30		Finos: < 5, > 12, (5-12)%	Arenas con finos
Por lo tanto:		Arena ≥ Gravas	Uniformidad partículas:	Cu < 6	Cu < 4
			Cu y Cc.	1 > Cc, Cc > 3	

Coefficiente de uniformidad:	0
Coefficiente de curvatura:	0

Índice de grupo:	12.0
------------------	------

Propósito de Ingeniería: Sistema de Clasificación para Suelos Unificados		Propósito de Ingeniería: Construcción de Carreteras para Suelos Mezclados	
CL		A-7-6(12)	
Arcilla arenosas de baja plasticidad; arenas (31.07%) > gravas (6.48%); finos (62.45%) > 30% de mediana plasticidad; gravas < 15 %; LL = 44%, IP = 22%. La muestra original en campo presenta boloneras subredondeadas en un 3% con tamaño máximo de 150 mm. De condiciones en campo siendo un estrato firme, heterogénea, húmedo(%w = 14.00%), color marrón oscuro. Son depósitos aluviales.		Suelos arcillosos con presencia de arcillas (2.78%), arenas (31.07%) > gravas (6.48%), finos (62.45%) > 35% de plasticidad media. LL (44%) > 41% y IP (22%) > 11%, siendo suelos Muy Críticos y de pésimas cualidades como explanada o capa de asiento del firme.	
		Clasificación general como subrasante:	
		MALA, estrato de mala calidad en condiciones de drenaje y compactación.	

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE pH

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE SUELOS. (MÉTODO A).

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4972, (Standard Test Method for pH of Soils).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

2.- Objeto:

Determinar el grado de acidez o alcalinidad de materiales del suelo suspendido en agua.

3.- Materiales:

Suelos menores a 2.0 mm, tamiz N° 10, balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00	18 L	
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

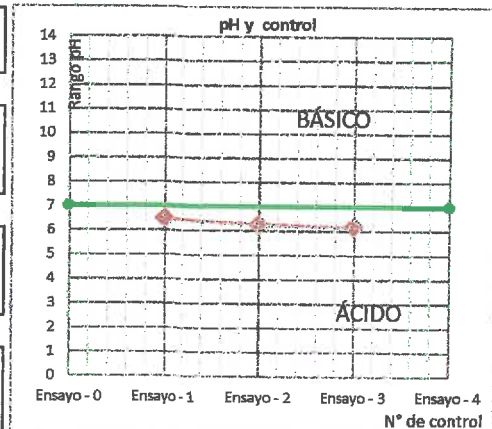
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del suelo seco.	30.25 g	30.49 g	30.67 g
Volumen agua destilada.	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura del agua de la mezcla.	24.4 °C	24.0 °C	24.2 °C
Temperatura de ambiente.	24.0 °C	24.0 °C	24.0 °C
% de humedad relativa.	50.0 %	50.0 %	50.0 %
Potenciómetro (pH-metro).	6.483	6.257	6.171

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Rango pH:	6.30
Denominación rango:	Ligeramente ácido.
Denominación suelos:	Región húmeda, suelos cultivables.
Temperatura fluido:	24.20 °





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones y el método de compactación.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m		NORTE: 8904305 m		msnm: 2203
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

corrección por porcentajes

TAMIZ	PESOS (g)	% Ret.	% Considerado Para el Ensayo	FACTOR DE VARIACIÓN 0.0653506638
reten 3"				
reten 3/4	2,754.00	3.59 %		
reten 3/8"	1,017.00	1.33 %	0.00 %	
reten N° 04	930.00	1.21 %	0.00 %	
pasa N° 04	71,935.00	93.87 %	93.87 %	
Total	76,636.00	100.00 %	93.87 %	

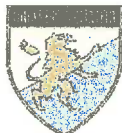
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

	Δ Unitaria	Nuevo % a Considerar	MÉTODO	A	B	C
reten 3"			MOLDE (∅)	4 in	4 in	6 in
reten 3/4			MARTILLO	10 Lbf	10 Lbf	10 Lbf
reten 3/8"	0.0000 %	0.00 %	MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	pasante 3/8" (9.5 mm)	pasante 3/4" (19 mm)
reten N° 04	0.0000 %	0.00 %				
pasa N° 04	6.1342 %	100.00 %	CAPAS	5	5	5
		100.00 %	GOLPES / CAPA	25	25	56

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

5.- Resultados:

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 3.59 %	≤ del 30% C	MÉTODO A
Reten 3/8" = 4.92 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 6.13 %	≤ del 25% A	

PROCEDIMIENTO, ACCESORIOS		HACER CORRECCIÓN SI SE ENCUENTRA ENTRE (por porcentajes de los tamaños mayores)
MOLDE (Ø)	4 in	5 - 25 %
MARTILLO	10 Lbf	
MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	
CAPAS	5	5 - 25 %
GOLPES / CAPA	25	

Peso a Considerar por Método		
3000.00 gramos		
	Pesos Parciales g.	Tamaño Máximo
reten 3/8"	0.00	reten 3/4
reten N° 04	0.00	
pasa N° 04	3000.00	
Total	3,000.00	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m²).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m²).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto: Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco del suelo.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, balanza digital, moldes de proctor, martillos de compactación, cucharones, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C-04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E-01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Característica físicas - mecánicas del suelo

Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas		Peso (g)	%	Método Comp.	Fracción gruesa	Fracción fino
	Retenido: 3" - 3/4"		2,754.0	3.59			
	Retenido: 3/4" - 3/8"		1,017.0	1.33			
	Retenido: 3/8" - N° 04		930.0	1.21			
	Pasante: N° 04		71,935.0	93.87			
Pesos totales :		76,636.0	100		A	6 %	94 %

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	5,897.00	6,093.00	6,213.00	6,192.40	6,013.80
Peso del cilindro	g	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00
Peso de la muestra húmedo	g	1,718.00	1,914.00	2,034.00	2,013.40	1,834.80
Volumen del molde	cm ³	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Densidad húmedo	g/cm ³	1.86	2.08	2.21	2.19	1.99
Densidad seca	g/cm ³	1.68	1.82	1.88	1.81	1.61
Peso unitario seco	kN/m³	16.48	17.85	18.44	17.75	15.79

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum. +recipiente.	g	544.30	652.70	669.50	557.80	621.60
Peso muestra seca +recipiente.	g	496.10	578.00	577.10	467.40	513.30
Peso recipiente.	g	46.20	38.30	39.20	37.60	56.70
Peso del agua.	g	48.20	74.70	92.40	90.40	108.30
Peso muestra seca.	g	449.90	539.70	537.90	429.80	456.60
Contenido de humedad.	%	10.71	13.84	17.18	21.03	23.72

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapinacivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



COMPACTACIÓN DE SUELOS

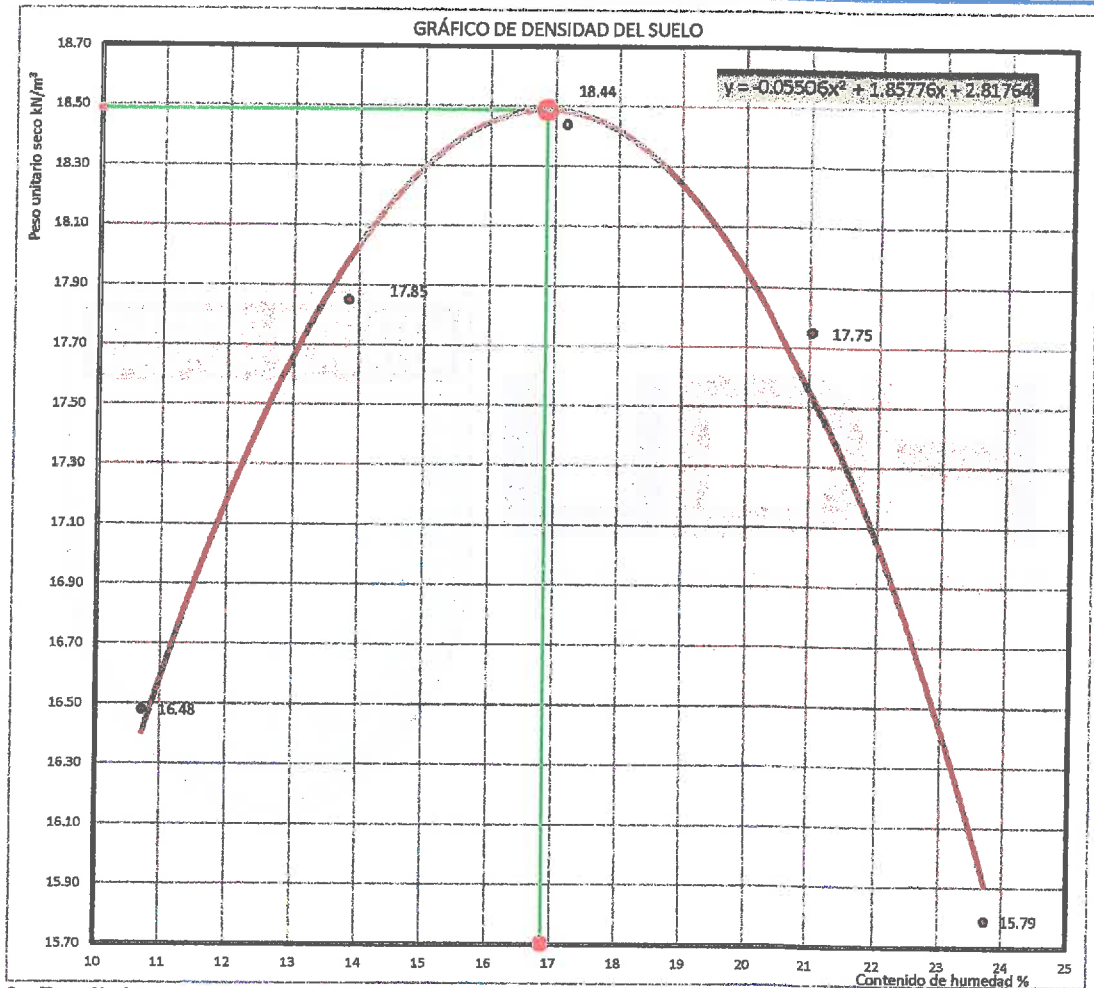
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.



6.- Resultados:

Peso unitario máxima seca:	18.49 kN/m³	Observaciones: COMPACTACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE (MÉTODO "A"), CON UNA PROPORCIÓN DE MATERIAL GRUESA DE 6 % Y MATERIAL FINO DE 94 %, RESULTANDO ESTE SUELO EL MÁS CRÍTICO DEBIDO A QUE SE OBTUVO UNA DENSIDAD MÁXIMA SECA MUCHO MENOR CON REFERENCIA A LOS DEMAS, LA CUAL SERÁ USADA COMO SUELO PATRÓN DE COMPARACIÓN.
Densidad máxima seca:	1.89 gr/cm³	
Humedad óptima:	16.90 %	
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	675.20 cm³	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 1883, (Standard Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory - Compacted Soils).
- NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.
- AASHTO T 193, Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.

2.- Objeto: Determinar la resistencia al esfuerzo a presiones en un suelo bajo condiciones saturadas y densidades controlados.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Prensa CBR, horno, bandejas, moldes, martillos de compactación.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Analisis:

Método de compactación en el proctor:	A	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²	Velocidad de carga:	1.27 mm/mín.
				Incremento de carga:	0.025 pulg.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R

Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa		Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso muestra + molde	g.	11,871.00	12,211.00	12,392.00	12,550.00	12,627.00	12,700.00
Peso molde	g.	7,990	7,990	8,015	8,015	8,019	8,019
Peso muestra húmedo	g.	3,881.00	4,221.00	4,377.00	4,535.00	4,608.00	4,681.00
Volumen del molde	cm ³	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06
Densidad húmedo	g./cm ³	1.83	1.99	2.06	2.14	2.17	2.20
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	g.	648.70	741.90	593.20	730.60	588.10	651.30
Peso muestra seca+recip.	g.	572.30	600.80	524.90	611.50	517.90	559.80
Peso recipiente	g.	66.00	71.00	68.20	66.10	65.60	66.10
Peso parte del agua	g.	76.4	141.1	68.3	119.1	70.2	97.5
Peso muestra seca	g.	506.3	529.8	456.7	545.4	452.3	487.7
Contenido de humedad	%	15.1	26.6	15.0	21.8	15.5	20.0
Densidad seca	g./cm ³	1.59	1.57	1.79	1.75	1.88	1.84

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

CONTROL DE EXPANSIÓN

ENSAYO DE SATURACION - EXPANSIÓN			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56		
Fecha	Tiempo de control		Factor Dial:	0.010 mm		Factor Dial:	0.002 mm		Factor Dial:	0.010 mm	
			Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%
16/03/2018	03:14 p.m.	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
	03:44 p.m.	0.5 h	103.0	1.030	0.88	129.0	0.258	0.22	19.0	0.190	0.16
	04:14 p.m.	1.0 h	250.0	2.500	2.14	240.0	0.480	0.41	29.0	0.290	0.25
	06:14 p.m.	3.0 h	349.5	3.495	2.99	409.0	0.818	0.70	60.0	0.600	0.51
	09:14 p.m.	6.0 h	409.0	4.090	3.50	630.0	1.260	1.08	100.0	1.000	0.85
17/03/2018	03:14 a.m.	12.0 h	463.5	4.635	3.96	950.0	1.900	1.62	141.0	1.410	1.21
	03:14 p.m.	24.0 h	467.0	4.670	3.99	981.0	1.962	1.68	150.0	1.500	1.28
18/03/2018	03:14 p.m.	48.0 h	478.0	4.780	4.09	1130.0	2.260	1.93	165.0	1.650	1.41
19/03/2018	03:14 p.m.	72.0 h	482.5	4.825	4.12	1368.0	2.736	2.34	174.0	1.740	1.49
20/03/2018	03:14 p.m.	96.0 h	486.0	4.86	4.15	1492.5	2.985	2.55	175.0	1.750	1.50
Variación total		mm	4.86	4.15 %		2.99	2.55 %		1.75	1.50 %	
Altura inicial		mm	117.0			117.0			117.0		

COMPRESIÓN C.B.R

CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10				MOLDE - 25				MOLDE - 56			
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)	
				Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	1.0	21.2	1.0	0.2	2.0	25.5	1.2	0.5	3.0	29.7	1.5	0.6
0.050	1.27	1.0	2.0	25.5	1.2	0.4	4.1	34.4	1.7	0.9	4.5	36.1	1.8	1.2
0.075	1.91	1.5	2.5	27.6	1.4	0.5	6.5	44.6	2.2	1.3	7.2	47.6	2.3	1.7
0.100	2.54	2.0	3.0	29.7	1.5	0.7	8.4	52.7	2.6	1.7	10.0	59.5	2.9	2.2
0.125	3.18	2.5	3.1	30.1	1.5	0.8	10.0	59.5	2.9	2.1	12.2	68.8	3.4	2.7
0.150	3.81	3.0	3.5	31.8	1.6	0.9	11.3	65.0	3.2	2.4	14.8	79.9	3.9	3.2
0.175	4.45	3.5	4.0	34.0	1.7	1.0	12.4	69.7	3.4	2.7	17.0	89.2	4.4	3.7
0.200	5.08	4.0	4.2	34.8	1.7	1.1	13.1	72.6	3.6	3.0	19.0	97.7	4.8	4.1
0.225	5.72	4.5	4.5	36.1	1.8	1.2	14.2	77.3	3.8	3.3	20.5	104.1	5.1	4.6
0.250	6.35	5.0	4.7	36.9	1.8	1.3	15.3	82.0	4.0	3.5	22.2	111.3	5.4	5.0
0.300	7.62	6.0	5.0	38.2	1.9	1.4	16.5	87.1	4.3	3.9	25.1	123.6	6.1	5.7
0.350	8.89	7.0	5.2	39.1	1.9	1.4	18.6	96.0	4.7	4.2	28.5	138.1	6.8	6.4
0.400	10.16	8.0	5.5	40.3	2.0	1.5	19.5	99.8	4.9	4.4	31.5	150.8	7.4	7.0
0.450	11.43	9.0	6.0	42.5	2.1	1.4	20.9	105.8	5.2	4.5	34.5	163.6	8.0	7.5
0.500	12.70	10.0	6.3	43.7	2.1	1.3	22.1	110.9	5.4	4.5	38.0	178.4	8.7	7.9

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eopincivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

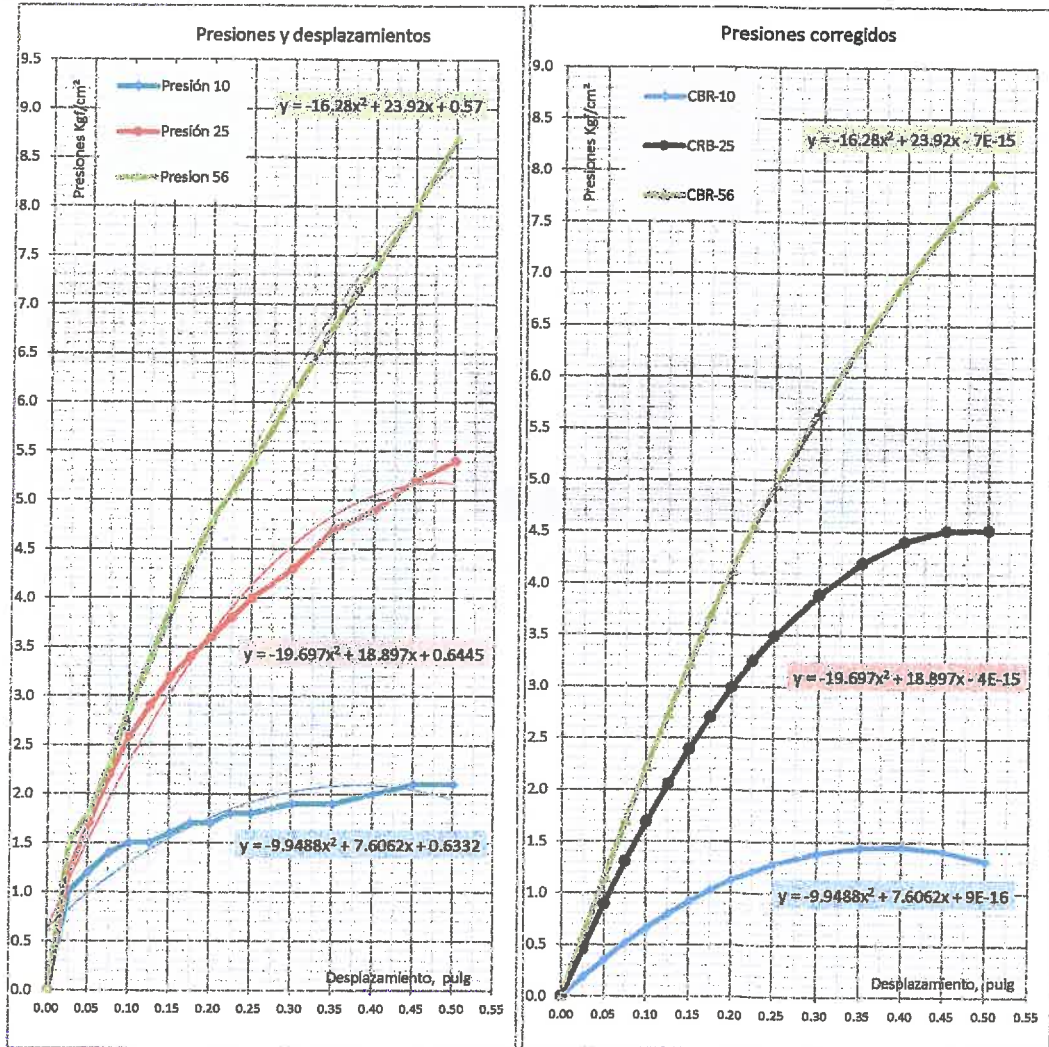
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROLADO DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10		MOLDE - 25		MOLDE - 56	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiem po (min)	PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
			Corregido	CBR	Corregido	CBR	Corregido	CBR
			kgf/cm ²	%	kgf/cm ²	%	kgf/cm ²	%
0.10	2.54	2.0	0.7	1	1.7	2.4	2.2	3.1
0.20	5.08	4.0	1.1	1	3.0	2.9	4.1	3.9

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

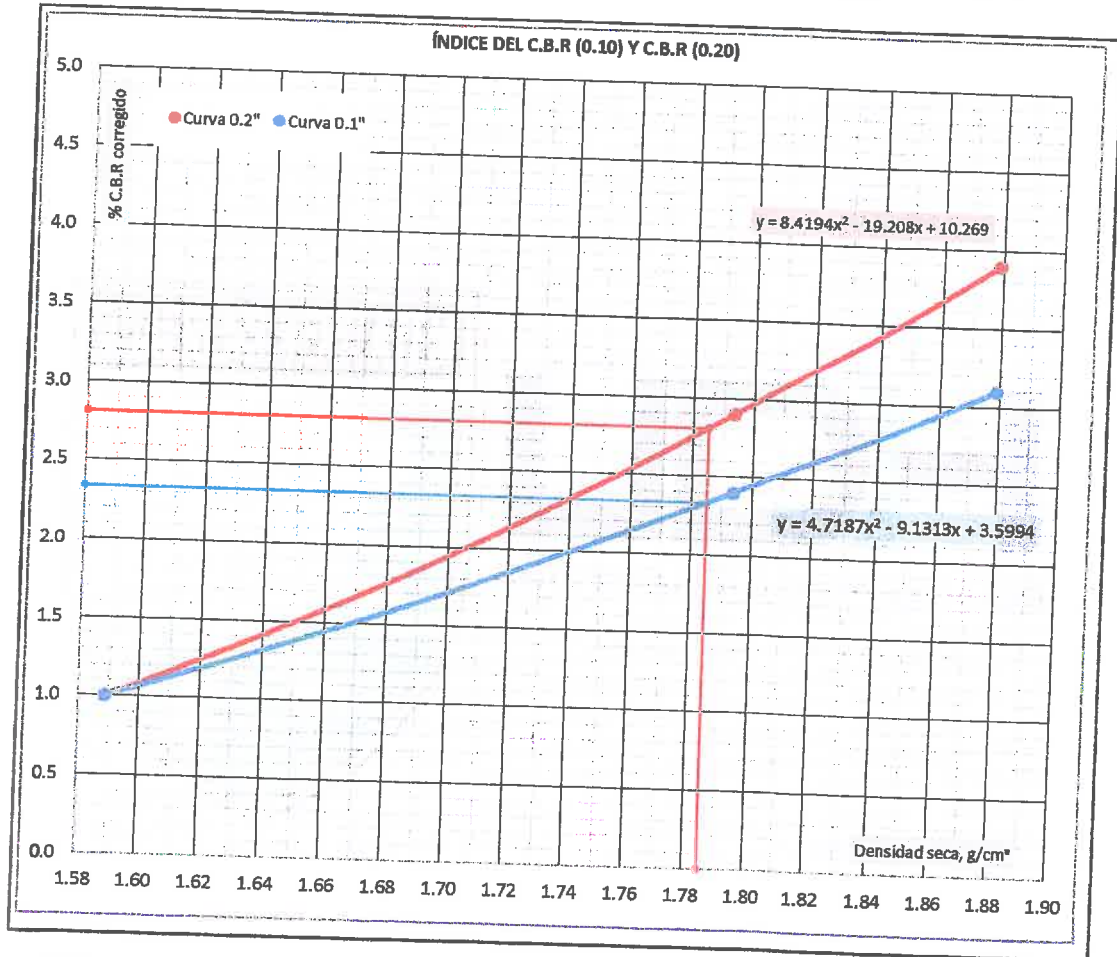
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.



Resultado a 0.10" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.88 gr/cm³
CBR:	3 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.78 gr/cm³
CBR:	2 %

Resultado a 0.20" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.88 gr/cm³
CBR:	4 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.78 gr/cm³
CBR:	3 %

Resultados al 100 % de CBR		
Penetración	CBR	Densidad alcanzado
En 0.20"	100%	-
En 0.10"	100%	-

[Signature]
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD)
 EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"**

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

AASHTO T - 265, Laboratory Determination of Moisture Content of Soils.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- Objeto: Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- Materiales: Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00	18 L	
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				
Hora ensayo:	08:30:00 a.m. - 12:30 am				

5.- Análisis:

Número de ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso natural húmedo + bandeja	766.8 g	720.8 g	716.0 g
Peso natural seco + bandeja	732.7 g	686.4 g	682.2 g
Peso bandeja	66.2 g	46.6 g	57.6 g
Peso suelo húmedo	700.6 g	674.2 g	658.4 g
Peso suelo seco	666.5 g	639.8 g	624.6 g
Peso del agua	34.1 g	34.4 g	33.8 g
% Contenido de humedad	5.12 %	5.38 %	5.41 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.30 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL SUELO NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	34.1 gr.
	34.1 cm³

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM C - 29, Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate.
- AASHTO T - 19, Standar Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.
- NTP 339.139, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

3.- Materiales: suelos, vacija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso suelo varillado + recipiente.	12596.00 g.	12555.00 g.	12800.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),suelto.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso suelo suelto + recipiente.	12326.00 g.	12269.00 g.	12378.00 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³),varillado.	2951.13 cm³	2951.13 cm³	2951.13 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7510.00 g.	7510.00 g.	7510.00 g.
Peso volumétrico suelo seco varillado.	1723.41 Kg/m³	1709.51 Kg/m³	1792.53 Kg/m³
Peso volumétrico suelo seco suelto.	1631.92 Kg/m³	1612.60 Kg/m³	1649.54 Kg/m³

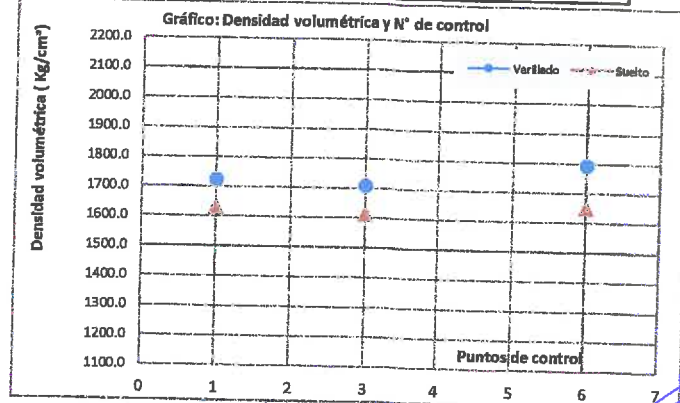
6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrico varillado:

1742.00 Kg/m³

Promedio del peso volumétrico suelto:

1631.00 Kg/m³



Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO DENSIDAD RELATIVA GRUESOS****MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DEL AGREGADO GRUESO**

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C - 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

AASHTO T - 85, Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo por encima de 4.75 milímetros.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.5 g, estufa, bandejas, franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha/hora exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido), (C).	1068.8 g	1085.9 g	1062.6 g
Masa saturado superficialmente seco, (B).	1707.7 g	1726.5 g	1690.1 g
Masa seco del material al horno, (A).	1683.7 g	1694.2 g	1661.8 g
Estado seco (OD):	2.64	2.64	2.65
Estado saturado (SSD):	2.67	2.7	2.69
% Humedad absorbido (% w):	1.43 %	1.91 %	1.70 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.64	2633.4 Kg/m³	1.68 %
Estado saturado (SSD):	2.69	2683.3 Kg/m³	



ENSAYO DENSIDAD RELATIVA FINOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO POR PICNÓMETRO Y AGUA, (MÉTODO B)

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

AASHTO T - 100, Standard Method of Test for Specific Gravity of Soils.

NTP 339.131, método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por agua y picnómetro.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del suelo del sólido.

3.- Materiales: suelos, tamiz de 4.75 mm, picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata:	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 388673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

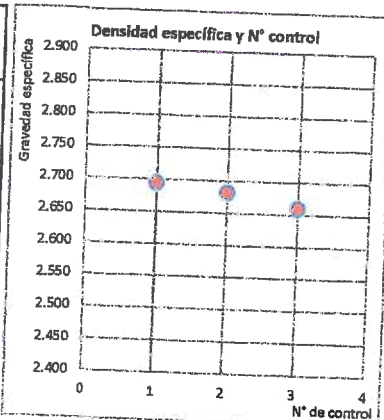
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso muestra seco (A):	83.8 g	77.5 g	75.8 g
Peso picnómetro + agua (B):	725.3 g	698.0 g	715.2 g
Peso picnómetro + agua + suelo saturado (C):	778.0 g	746.6 g	762.5 g
Temperatura del fluido:	26.9 °C	26.9 °C	26.9 °C

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades relativas del material fino		Promedio temperatura de ensayo 26.9 °C
	M - 01	2.695	
	M - 02	2.682	
	M - 03	2.660	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_r):		2.679	
Coeficiente de temperatura (K):		0.99833	
Densidad relativa de los sólidos del suelo (G_{rc}):		2.674	$\rho_r = \frac{A}{A+B-C}$





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
- AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
- NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	Altitud: 2214.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	4691.40 g.	Peso muestra seco total a cribar:	3987.70 g.
Peso natural seco + bandeja:	4619.80 g.	Fración para (uso en hidrómetro):	115.18 g.
Peso bandeja:	632.10 g.	Fración lavado seco reten. en #200:	65.82 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	1077.30 g.	peso contenido agua:	71.60 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	2910.40 g.	% de humedad antes del tamizado:	1.8 %
		Peso muestra lavado seco total:	2740.46 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	3987.7	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	3987.7	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	3987.7	0.00 %	100.00 %	
1.1/2"	38.100	84.9	84.9	3902.8	2.13 %	97.87 %	
1"	25.000	66.6	151.5	3836.2	3.80 %	96.20 %	
3/4"	19.000	163.7	315.2	3672.5	7.90 %	92.10 %	
1/2"	12.500	130.8	446.0	3541.7	11.18 %	88.82 %	
3/8"	9.500	122.5	568.5	3419.2	14.26 %	85.74 %	
1/4"	6.300	141.0	709.5	3278.2	17.79 %	82.21 %	
# 04	4.750	93.0	802.5	3185.2	20.12 %	79.88 %	
# 08	2.360	221.0	1023.5	2964.2	25.67 %	74.33 %	
# 10	2.000	53.8	1077.3	2910.4	27.02 %	72.98 %	
# 12	1.700	79.8	1157.1	2830.6	29.02 %	70.98 %	
# 16	1.180	100.6	1257.7	2730.0	31.54 %	68.46 %	
# 18	1.000	106.1	1363.8	2623.9	34.20 %	65.80 %	
# 30	0.600	173.6	1537.4	2450.3	38.55 %	61.45 %	
# 35	0.500	71.1	1608.6	2379.1	40.34 %	59.66 %	
# 40	0.425	107.0	1715.6	2272.1	43.02 %	56.98 %	
# 50	0.300	121.5	1837.1	2150.6	46.07 %	53.93 %	
# 60	0.250	157.4	1994.5	1993.2	50.02 %	49.98 %	
# 100	0.150	307.5	2302.1	1685.6	57.73 %	42.27 %	
# 200	0.075	438.4	2740.5	1247.2	68.72 %	31.28 %	
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos		2.674
Lavado:		1247.2	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010
Total pasante # 200:		1247.2	0.00 %				0.00350
TOTAL:		3987.7					



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

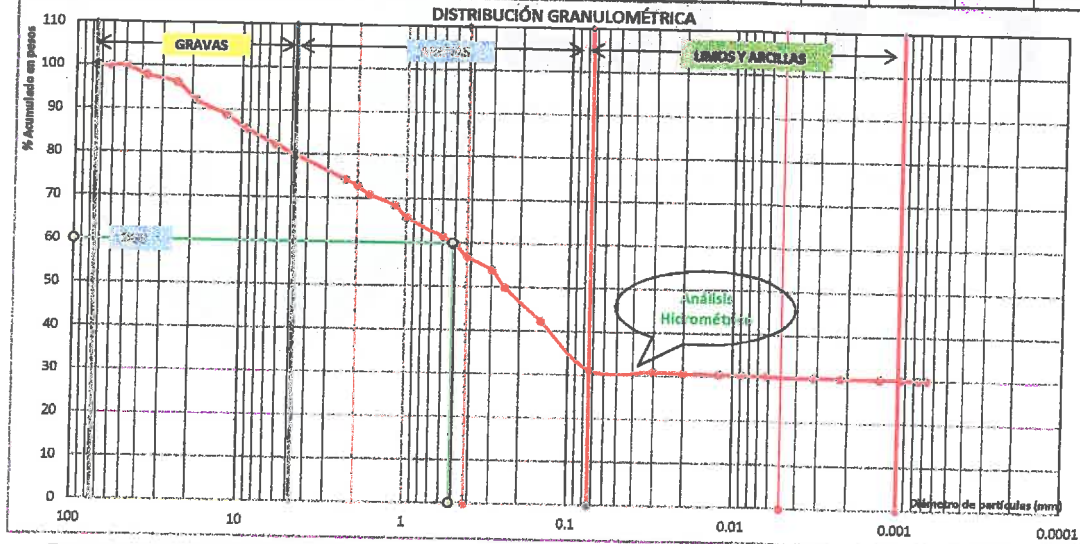
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 10:02 a.m.	Diámetro mm	Temperatura ° C	Lectura hidrómetro		Profundidad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
				21-mar	2			0.0304	22	1.021	1.017	10.7
	5	0.0202	22	1.017	1.013	11.8	0.01313	0.73544	9.2	2761.5	69.25 %	30.75 %
	15	0.0122	22	1.013	1.009	12.9	0.01313	0.61590	6.4	2768.0	69.41 %	30.59 %
	30	0.0089	22	1.010	1.006	13.7	0.01313	0.35125	4.4	2772.4	69.52 %	30.48 %
	60	0.0062	24	1.009	1.005	13.9	0.01285	0.29637	3.7	2776.1	69.62 %	30.38 %
	240	0.0032	23	1.008	1.004	14.2	0.01301	0.24149	3.0	2779.1	69.69 %	30.31 %
22-mar	480	0.0022	24	1.007	1.003	14.4	0.01285	0.18660	2.3	2781.4	69.75 %	30.25 %
23-mar	1440	0.0013	23	1.007	1.003	14.4	0.01301	0.18660	2.3	2783.7	69.81 %	30.19 %
24-mar	2880	0.0009	22	1.006	1.002	14.7	0.01313	0.13172	1.6	2785.4	69.85 %	30.15 %
25-mar	4320	0.0008	23	1.006	1.002	14.7	0.01301	0.13172	1.6	2787.0	69.89 %	30.11 %
26-mar	5760	0.0007	23	1.004	1.000	15.2	0.01301	0.02195	0.3	2787.3	69.90 %	30.10 %



Resultados de la fracción gruesa			
% Gravas:	20.12 %	Tamaño máximo	50.00 mm
% Gravas gruesos:	7.90 %	Tamaño nominal máximo	38.10 mm
% Gravas finos:	12.22 %	Coefficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Arenas	48.60 %	Coefficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas gruesos:	6.89 %	Diámetros al 60%	0.519 mm
% Arenas medios:	16.01 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arenas finos:	25.70 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	31.28 %	% < a 2 µm	30.25 %
% Limos:	1.03 %	% < a 5 µm	30.38 %
% Arcillas:	0.15 %		
% Coloides	30.10 %		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.
 AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.
 NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

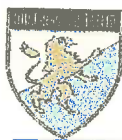
Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	Altitud: 2214.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	5412.20 g.	Peso muestra seco total a cribar:	4707.80 g.
Peso natural seco + bandeja:	5337.70 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.13 g.
Peso bandeja:	629.90 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	64.63 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	1435.50 g.	peso contenido agua:	74.50 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	3272.30 g.	% de humedad antes del tamizado:	1.6 %
		Peso muestra lavado seco total:	3278.14 g.

Diámetro de cribas	PESOS			% ACUMULADOS	
	Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)
3"	75.000	0.0	0.0	4707.8	0.00 %
2.1/2"	63.000	0.0	0.0	4707.8	0.00 %
2"	50.000	37.5	37.5	4670.3	0.80 %
1.1/2"	38.100	100.0	137.5	4570.3	2.92 %
1"	25.000	310.2	447.7	4260.1	9.51 %
3/4"	19.000	100.2	547.9	4159.9	11.64 %
1/2"	12.500	231.0	778.9	3928.9	16.54 %
3/8"	9.500	110.1	889.0	3818.8	18.88 %
1/4"	6.300	160.2	1049.2	3658.6	22.29 %
# 04	4.750	99.9	1149.1	3558.7	24.41 %
# 08	2.360	233.6	1382.7	3325.1	29.37 %
# 10	2.000	52.8	1435.5	3272.3	30.49 %
# 12	1.700	92.0	1527.5	3180.3	32.45 %
# 16	1.180	115.3	1642.8	3065.0	34.90 %
# 18	1.000	121.6	1764.4	2943.4	37.48 %
# 30	0.600	179.1	1943.4	2764.4	41.28 %
# 35	0.500	80.9	2024.3	2683.5	43.00 %
# 40	0.425	121.2	2145.5	2562.3	45.57 %
# 50	0.300	126.9	2272.4	2435.4	48.27 %
# 60	0.250	167.3	2439.7	2268.1	51.82 %
# 100	0.150	332.8	2772.5	1935.3	58.89 %
# 200	0.075	505.6	3278.1	1429.7	69.63 %
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		
Lavado:		1429.7	0.00 g.	Densidad relativa de sólidos finos	2.674
Total pasante # 200:		1429.7	0.00 %	Factor de corrección del hidrómetro:	0.00010
TOTAL:		4707.8			0.00350



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

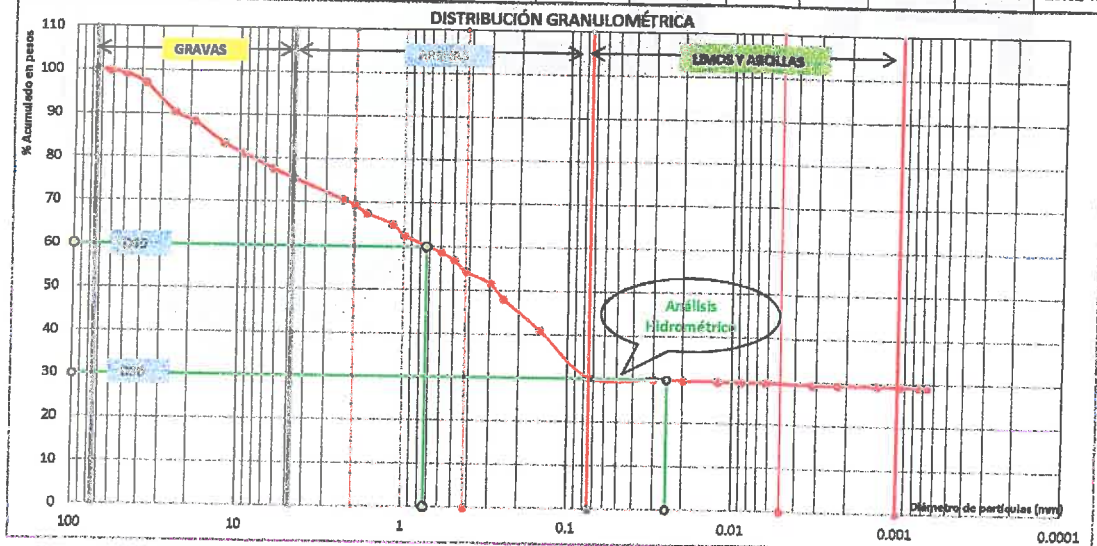
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 10:07 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	G	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
21-mar	2	0.0304	22	1.021	1.017	10.7	0.01313	0.84935	12.1	3290.3	69.89 %	30.11 %
	5	0.0199	22	1.018	1.014	11.5	0.01313	0.70291	10.0	3300.3	70.10 %	29.90 %
	15	0.0122	22	1.013	1.009	12.9	0.01313	0.45885	6.6	3306.9	70.24 %	29.76 %
	30	0.0089	22	1.010	1.006	13.7	0.01313	0.31241	4.5	3311.4	70.34 %	29.66 %
	60	0.0062	24	1.009	1.005	13.9	0.01285	0.26359	3.8	3315.1	70.42 %	29.58 %
	240	0.0032	23	1.008	1.004	14.2	0.01301	0.21478	3.1	3318.2	70.48 %	29.52 %
22-mar	480	0.0023	23	1.007	1.003	14.4	0.01301	0.16597	2.4	3320.6	70.63 %	29.47 %
23-mar	1440	0.0013	21	1.007	1.003	14.4	0.01330	0.16597	2.4	3322.9	70.58 %	29.42 %
24-mar	2680	0.0009	22	1.006	1.002	14.7	0.01313	0.11715	1.7	3324.6	70.62 %	29.38 %
25-mar	4320	0.0007	24	1.006	1.002	14.7	0.01285	0.11715	1.7	3326.3	70.65 %	29.35 %
26-mar	5760	0.0007	23	1.005	1.001	15.0	0.01301	0.08834	1.0	3327.3	70.68 %	29.32 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	
% Gravas:	24.41 %	Tamaño máximo	63.00 mm
% Gravas gruesos:	11.64 %	Tamaño nominal máximo	38.10 mm
% Gravas finos:	12.77 %	Coefficiente uniformidad:	No presenta
% Arenas	45.22 %	Cu:	No presenta
% Arenas gruesos:	6.08 %	Coefficiente concavidad:	No presenta
% Arenas medios:	15.08 %	Cc:	
% Arenas finos:	24.06 %	Diámetros al 60%	0.735 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	30.37 %	Diámetros al 30%	0.025 mm
% Limos:	0.90 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Arcillas:	0.14 %	% < a 2 µm	29.47 %
% Coloides	29.32 %	% < a 5 µm	29.58 %



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 422, Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils.

AASHTO T - 88, Standard Method of Test Particle Size Analysis of Soils.

NTP 339.128, método de prueba estándar para el análisis de tamaños de las partículas de suelos.

2.- Objeto:

Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas, hidrómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	Altitud: 2214.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis mecánico

Datos en el momento del ensayo del laboratorio:

Peso natural + bandeja:	5651.90 g.	Peso muestra seco total a cribar:	4950.60 g.
Peso natural seco + bandeja:	5582.50 g.	Fracción para (uso en hidrómetro):	115.10 g.
Peso bandeja:	631.90 g.	Fracción lavado seco reten. en #200:	64.06 g.
Peso seco lavado reten. en # 10:	1320.80 g.	peso contenido agua:	69.40 g.
Peso seco no lavado pasante # 10:	3629.80 g.	% de humedad antes del tamizado:	1.4 %
		Peso muestra lavado seco total:	3341.00 g.

Diámetro de cribas		PESOS		PESOS ACUMULADOS		% ACUMULADOS	
Pulg.	mm	Retenidos (g)	Retenidos (g)	Pasantes (g)	Retenidos	Pasantes	
3"	75.000	0.0	0.0	4950.6	0.00 %	100.00 %	
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	4950.6	0.00 %	100.00 %	
2"	50.000	0.0	0.0	4950.6	0.00 %	100.00 %	
1 1/2"	38.100	164.8	164.8	4785.8	3.33 %	96.67 %	
1"	25.000	238.8	403.6	4547.0	8.15 %	91.85 %	
3/4"	19.000	133.7	537.3	4413.3	10.85 %	89.15 %	
1/2"	12.500	99.3	636.6	4314.0	12.86 %	87.14 %	
3/8"	9.500	115.1	751.7	4198.9	15.18 %	84.82 %	
1/4"	6.300	150.6	902.3	4048.3	18.23 %	81.77 %	
# 04	4.750	103.8	1006.1	3944.5	20.32 %	79.68 %	
# 08	2.360	254.5	1260.6	3690.0	25.46 %	74.54 %	
# 10	2.000	60.2	1320.8	3629.8	26.68 %	73.32 %	
# 12	1.700	107.2	1428.0	3522.6	28.85 %	71.15 %	
# 16	1.180	133.1	1561.1	3389.5	31.53 %	68.47 %	
# 18	1.000	140.0	1701.1	3249.5	34.36 %	65.64 %	
# 30	0.600	183.5	1884.7	3065.9	38.07 %	61.93 %	
# 35	0.500	90.0	1974.7	2975.9	39.89 %	60.11 %	
# 40	0.425	134.8	2109.5	2841.1	42.61 %	57.39 %	
# 50	0.300	125.8	2235.3	2715.3	45.15 %	54.85 %	
# 60	0.250	170.6	2406.0	2544.6	48.60 %	51.40 %	
# 100	0.150	392.6	2798.6	2152.0	56.53 %	43.47 %	
# 200	0.075	542.4	3341.0	1609.6	67.49 %	32.51 %	
Cazoleta:		0.0	Error mecánico < 3 % +/-		Densidad relativa de sólidos finos		2.674
Lavado:		1609.6	0.00 g.		Factor de corrección del hidrómetro:		0.00010
Total pasante # 200:		1609.6	0.00 %				0.00350
TOTAL:		4950.6					



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LOS SUELOS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

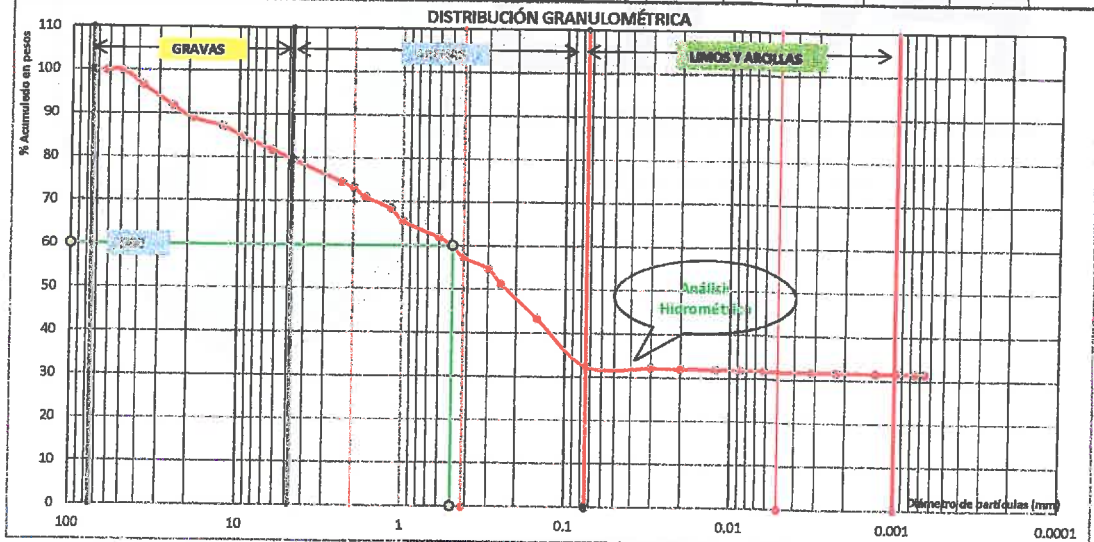
Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Análisis Hidrométrico

Fechas	Hora inicio 10:14 a.m.	Diámetro mm	Tempera- tura ° C	Lectura hidrómetro		Profundi- dad efectiva L (cm)	Constante K	Peso del suelo restante en suspensión hidrómetro		Pesos acumulados de la muestra totales		
				Actual R	Corregido R'			P (%)	g	Rete. (g)	% Reteni.	% Pasan.
21-mar	2	0.0304	22	1.021	1.017	10.7	0.01313	0.76570	12.3	3353.3	67.74 %	32.26 %
	5	0.0202	22	1.017	1.013	11.8	0.01313	0.58968	9.5	3362.8	67.93 %	32.07 %
	15	0.0122	22	1.013	1.009	12.9	0.01313	0.41365	6.7	3369.5	68.06 %	31.94 %
	30	0.0088	23	1.010	1.006	13.7	0.01301	0.28164	4.5	3374.0	68.15 %	31.85 %
	60	0.0062	24	1.009	1.005	13.9	0.01285	0.23763	3.8	3377.8	68.23 %	31.77 %
	240	0.0032	23	1.008	1.004	14.2	0.01301	0.19363	3.1	3380.9	68.29 %	31.71 %
22-mar	480	0.0023	23	1.007	1.003	14.4	0.01301	0.14962	2.4	3383.4	68.34 %	31.66 %
23-mar	1440	0.0013	22	1.007	1.003	14.4	0.01313	0.14962	2.4	3385.8	68.39 %	31.61 %
24-mar	2880	0.0010	21	1.006	1.002	14.7	0.01330	0.10561	1.7	3387.5	68.43 %	31.57 %
25-mar	4320	0.0008	23	1.006	1.002	14.7	0.01301	0.10561	1.7	3389.2	68.46 %	31.54 %
28-mar	5760	0.0007	24	1.005	1.001	15.0	0.01285	0.06161	1.0	3390.2	68.48 %	31.52 %



Resultados de la fracción gruesa		Tamaño máximo	50.00 mm
% Gravas:	20.32 %	Tamaño nominal máximo	38.10 mm
% Gravas gruesos:	10.85 %	Coeficiente uniformidad: Cu:	No presenta
% Gravas finos:	9.47 %		
% Arenas	47.16 %	Coeficiente concavidad: Cc:	No presenta
% Arenas gruesos:	6.36 %	Diámetros al 60%	0.497 mm
% Arenas medios:	15.93 %	Diámetros al 30%	0.000 mm
% Arenas finos:	24.88 %	Diámetros al 10%	0.000 mm
% Finos que pasan la malla N° 200	32.51 %	% < a 2 µm	31.66 %
% Limos:	0.86 %	% < a 5 µm	31.77 %
% Arcillas:	0.14 %		
% Coloides	31.52 %		



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

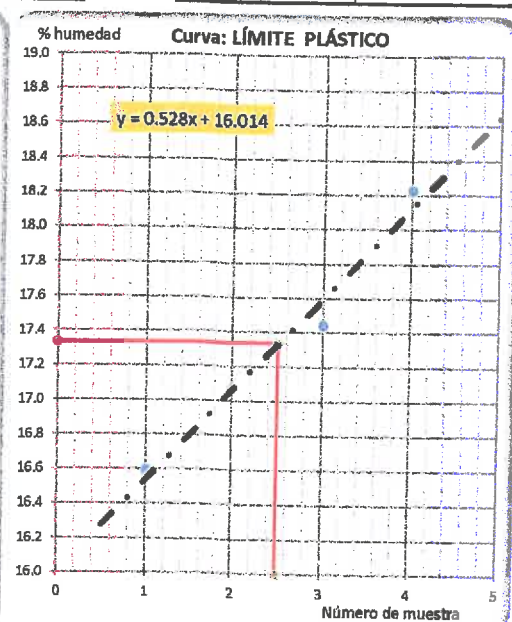
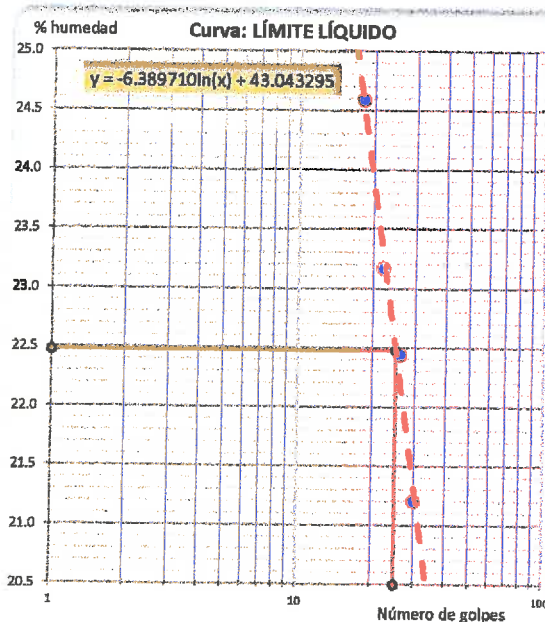
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 1	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	18	22	26	30
Peso muestra húmedo + tara:	40.900	35.610	41.920	37.140
Peso muestra seca + tara:	37.610	33.490	38.610	34.850
Peso de tara:	24.230	24.340	23.860	24.050
Peso contenido de agua:	3.290	2.120	3.310	2.290
Peso suelo seco:	13.380	9.150	14.750	10.800
% de humedad:	24.59 %	23.17 %	22.44 %	21.20 %

Límite plástico			
P-4	P-1	P-2	P-3
27.730	28.660	30.590	26.400
27.360	28.380	30.290	26.050
25.130	26.740	28.570	24.130
0.370	0.280	0.300	0.350
2.230	1.640	1.720	1.920
16.59 %	17.07 %	17.44 %	18.23 %





LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

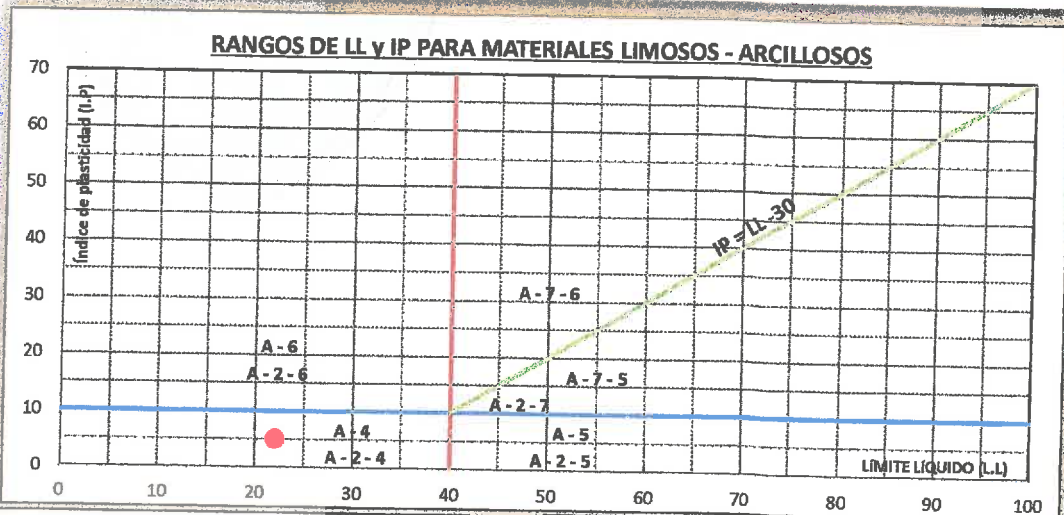
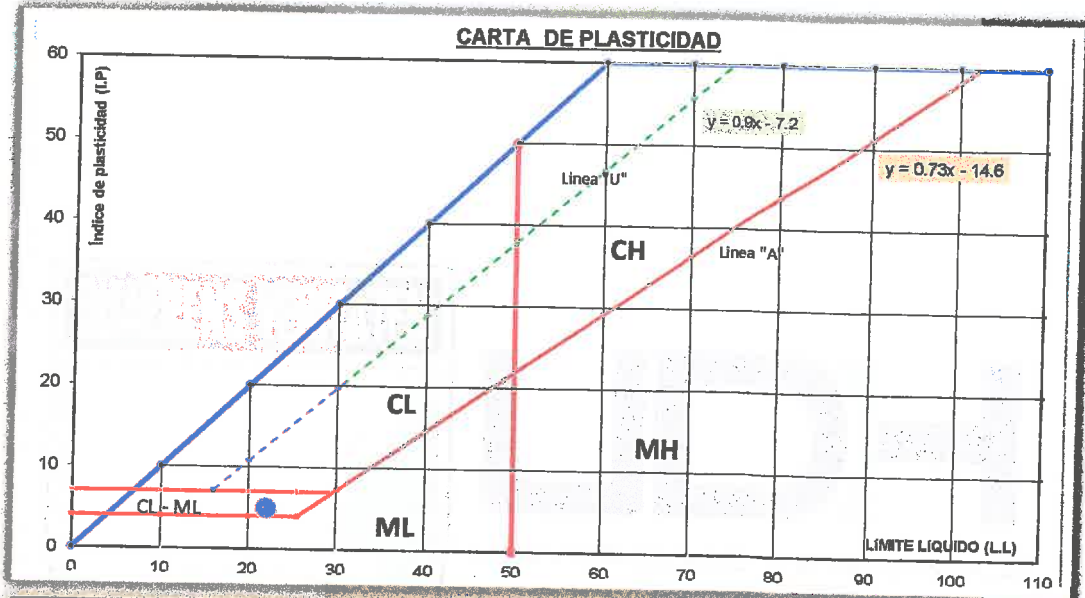
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Límite líquido : (LL) 22.00 %

Límite plástico : (LP) 17.00 %

Índice plástico : (IP) 5.00 %

Símbolo de consistencia

CL-ML

Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

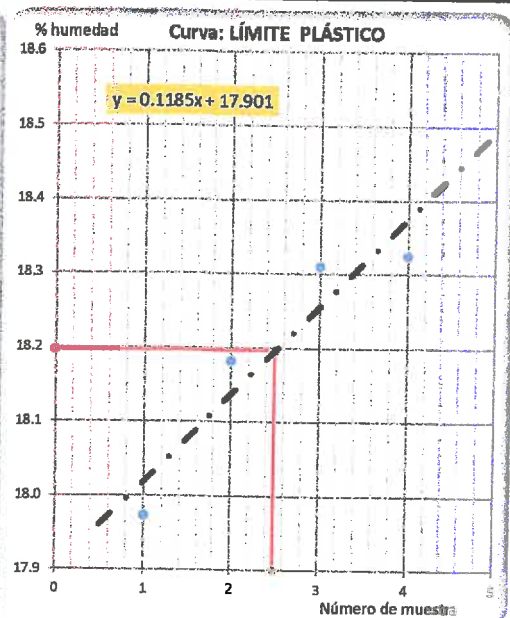
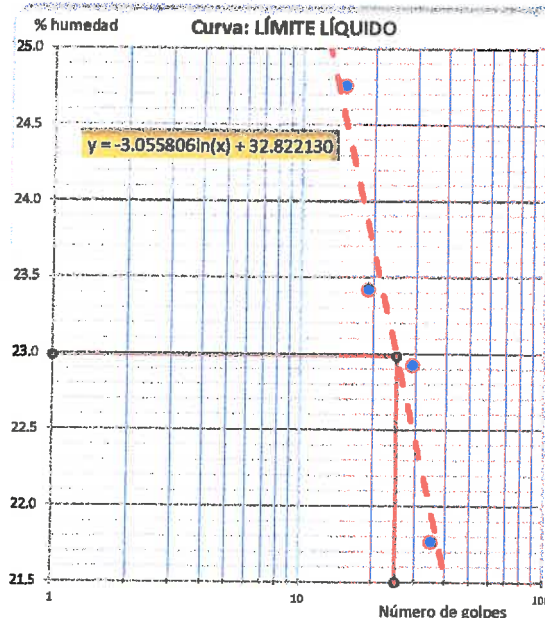
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 2	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	15	19	29	35
Peso muestra húmedo + tara:	29.170	27.640	26.540	27.900
Peso muestra seca + tara:	28.180	24.570	23.750	25.040
Peso de tara:	14.000	11.460	11.580	11.900
Peso contenido de agua:	3.010	3.070	2.790	2.860
Peso suelo seco:	12.160	13.110	12.170	13.140
% de humedad:	24.75 %	23.42 %	22.93 %	21.77 %

Límite plástico			
P-1	P-4	P-2	P-3
28.710	27.710	28.360	29.030
28.320	27.350	27.970	28.880
26.150	25.370	25.840	26.770
0.390	0.360	0.390	0.350
2.170	1.980	2.130	1.910
17.97 %	18.18 %	18.31 %	18.32 %





LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

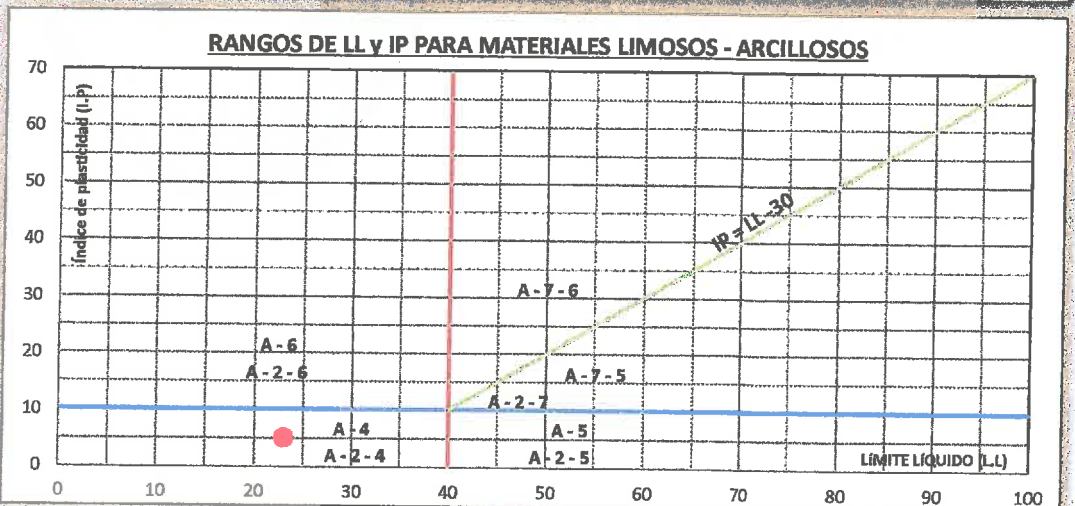
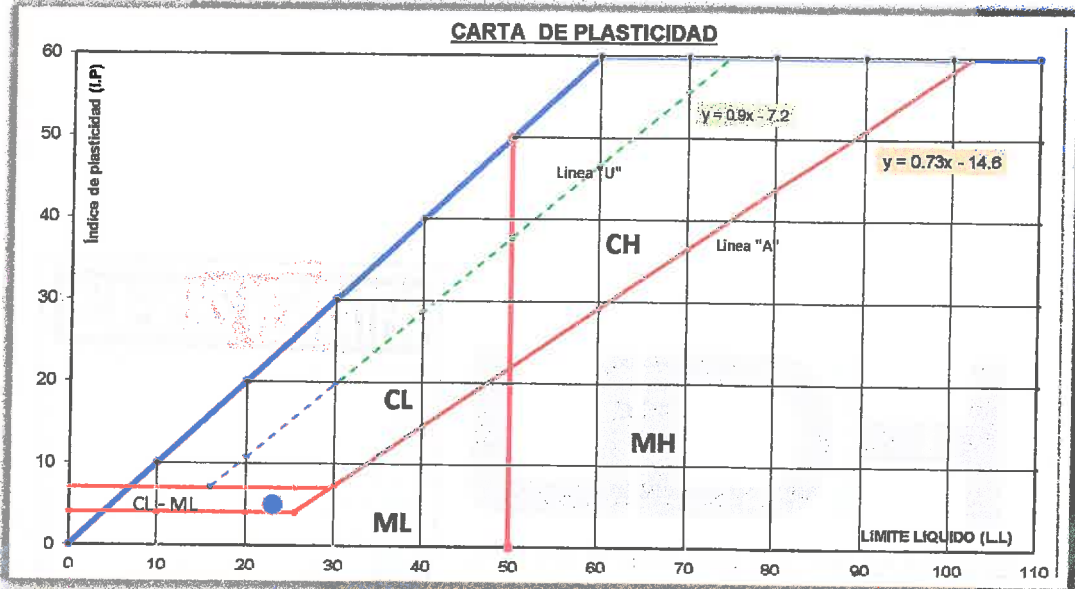
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Límite líquido : (LL)	23.00 %
Límite plástico : (LP)	18.00 %
Índice plástico : (IP)	5.00 %

Símbolo de consistencia	
CL-ML	Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4318, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

AASHTO T - 89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.

AASHTO T - 90, Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.

NTP 339.129, método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico, e Índice de plasticidad de los suelos.

2.- Objeto: Determinación de los límites de Atterberg en los suelos.

3.- Materiales: Tamiz, balanza, equipo de casagrande.

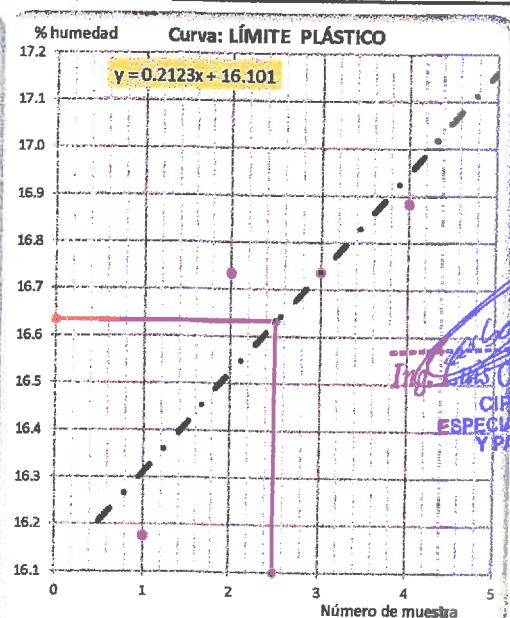
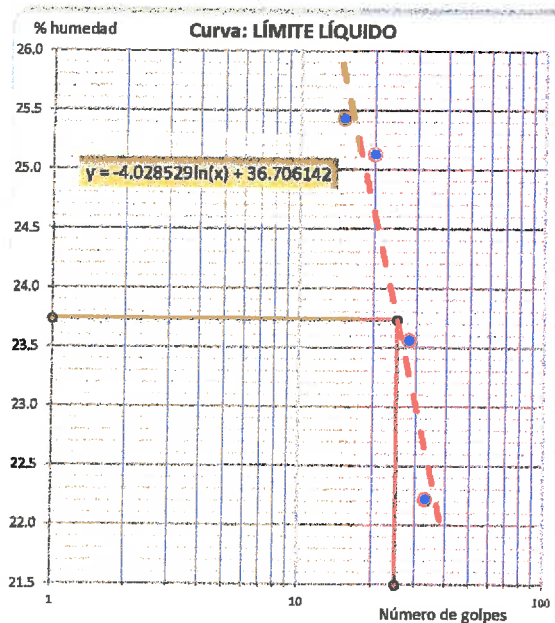
4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M - 3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Límite líquido			
	15	20	28	33
Peso muestra húmedo + tara:	28.320	27.980	26.650	25.600
Peso muestra seca + tara:	25.050	24.540	23.870	22.940
Peso de tara:	12.190	10.850	12.070	10.970
Peso contenido de agua:	3.270	3.440	2.780	2.660
Peso suelo seco:	12.860	13.690	11.800	11.970
% de humedad:	25.43 %	25.13 %	23.56 %	22.22 %

Límite plástico			
P-2	P-1	P-4	P-3
28.400	28.810	29.280	29.090
28.070	28.390	28.880	28.700
26.030	25.880	26.490	26.390
0.330	0.420	0.400	0.390
2.040	2.510	2.390	2.310
16.18 %	16.73 %	16.74 %	16.88 %



Ingeniero Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS - MÉTODO "A"

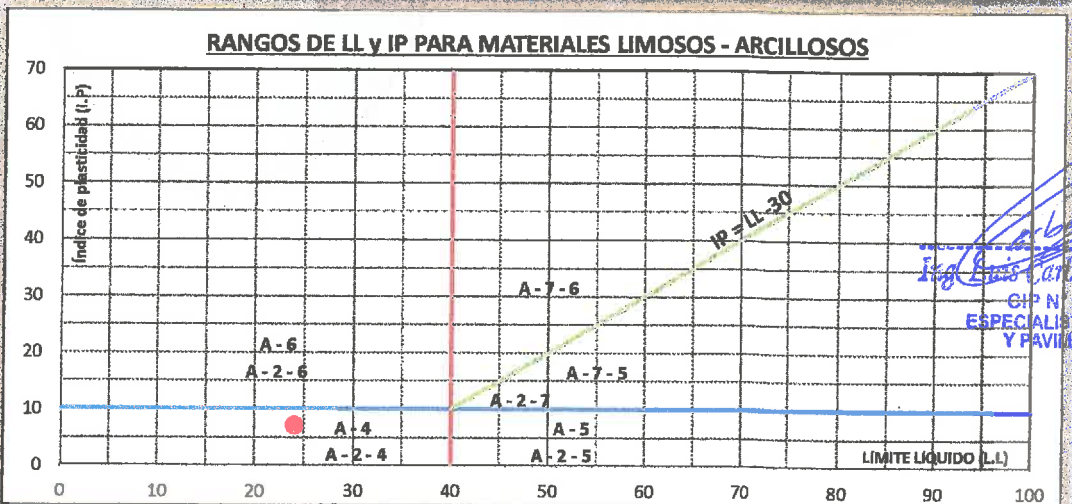
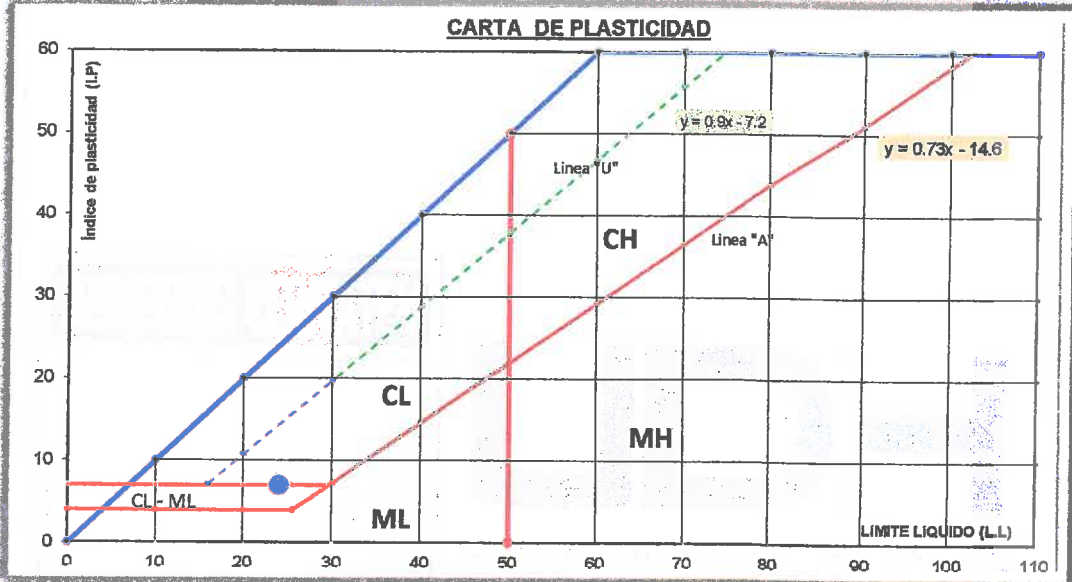
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

6.- Resultados:



Límite líquido : (LL)	24.00 %	Símbolo de consistencia CL-ML Una Arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.
Límite plástico : (LP)	17.00 %	
Índice plástico : (IP)	7.00 %	



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 2487, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- ASTM D - 3282, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpose.
- AASHTO M - 145, Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.
- NTP 339.134, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

2.- Objeto: Realizar la clasificación en suelos unificados y mezclados para uso en propósitos de ingeniería.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	Altitud: 2214.00 msnm		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Datos del análisis granulométrico y plasticidad:

Fracciones del tamizado.			Límites de Albert Mauritz Atterberg, (Consistencia del suelo fino).	
Tamices	% Retenidos	% Pasante	Límite Líquido (% LL).	Índice Plástico (%Ip).
Fracción tamiz # 04 (4.74 mm).	21.62	78.38	23.00	6.00
Fracción tamiz # 10 (2.00 mm).	28.06	71.94		
Fracción tamiz # 40 (0.425 mm).	43.74	56.26		
Fracción tamiz # 200 (0.075 mm).	68.61	31.39		

Plasticidad ligero

Carta de plasticidad de Arthur Casagrande, (Plasticity Chart)

Clasificación según la carta de plasticidad:	CL-ML	Una arcilla limosa con plasticidad moderada, con LL<50%, IP entre 4 a 7 %, presentan arcillas de 50 a 70 % de limos y coloides.
--	--------------	---

6.- Resultados de fracciones del suelo:

Gravas:	21.62 %	Gravas ≥ 15	Carreteras	Pasante N° 200	Suelos granos gruesos (G)
Arenas:	47.00 %	Arenas ≥ 15	Finos < 35, (A-1, A-3, A-2)	Pasante N° 04	Arenas (S)
Finos:	31.39 %	Finos ≥ 30		Finos: < 5, > 12, (5-12)%	Arenas con finos
Por lo tanto:	Arena ≥ Gravas		Uniformidad partículas: Cu y Cc.	Cu < 6	Cu < 4
				1 > Cc, Cc > 3	

Coefficiente de uniformidad:	0	índice de grupo:
Coefficiente de curvatura:	0	

Propósito de Ingeniería: Sistema de Clasificación para Suelos Unificados		Propósito de Ingeniería: Construcción de Carreteras para Suelos Mezclados	
(SC - SM)g		A - 2 - 4 (0)	Arenas limo-arcillosas con gravas; arenas (47%) > gravas (21.62%); finos (31.39%) > 12% de ligera plasticidad; gravas ≥ 15%; LL = 23%, IP = 6%. La muestra original en campo presenta boloneras subredondeadas en un 12% con tamaño máximo de 400 mm. De condiciones en campo siendo un estrato firme, heterogénea, húmedo(%w = 5.30%), color crema claro. Son depósitos aluviales.
			Arenas limo-arcillosas con gravas y presencia de arcillas (0.14%), arenas (47%) > gravas (21.62%), finos (31.39%) < 35% de plasticidad ligera. LL (23%) < 40% y IP (6%) < 10%, siendo suelos No Críticos y de buena cualidades como explanada o capa de asiento del firme.
		Clasificación general como subrasante:	
		BUENA, estrato de buena calidad en condiciones de drenaje y compactación.	

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe
 E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE pH

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE SUELOS. (MÉTODO A)

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4972, (Standard Test Method for pH of Soils).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

2.- Objeto:

Determinar el grado de acidez o alcalinidad de materiales del suelo suspendido en agua.

3.- Materiales:

Suelos menores a 2.0 mm, tamiz N° 10, balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

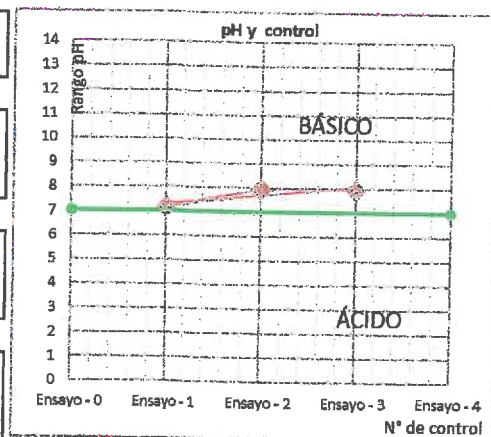
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del suelo seco.	30.72 g	30.85 g	30.20 g
Volumen agua destilada.	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura del agua de la mezcla.	23.8 °C	24.0 °C	24.0 °C
Temperatura de ambiente.	23.7 °C	23.7 °C	23.7 °C
% de humedad relativa.	50.0 %	50.0 %	51.0 %
Potenciómetro (pH-metro).	7.149	7.952	7.939

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

6.- Resultados:

Rango pH:	7.70
Denominación rango:	Ligeramente alcalino.
Denominación suelos:	Suelos calcáreos
Temperatura fluido:	23.93 °





COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

- 1.- Referencia:**
 ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
 NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
 AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.
- 2.- Objeto:** Determinar las proporciones y el método de compactación.
- 3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368673 m		NORTE: 8904128 m		msnm: 2214
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

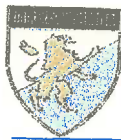
5.- Análisis:

corrección por porcentajes

TAMIZ	PESOS (g)	% Ret.	% Considerado Para el Ensayo	FACTOR DE VARIACIÓN 0.1871332730
reten 3"				
reten 3/4	7,259.00	6.43 %		
reten 3/8"	5,503.00	4.87 %	0.00 %	
reten N° 04	5,034.00	4.46 %	0.00 %	
pasa N° 04	95,098.00	84.24 %	84.24 %	
Total	112,894.00	100.00 %	84.24 %	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

	Δ Unitaria	Nuevo % a Considerar		MÉTODO		
				A	B	C
reten 3"			MOLDE (∅)	4 in	4 in	6 in
reten 3/4			MARTILLO	10 Lbf	10 Lbf	10 Lbf
reten 3/8"	0.0000 %	0.00 %	MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	pasante 3/8" (9.5 mm)	pasante 3/4" (19 mm)
reten N° 04	0.0000 %	0.00 %				
pasa N° 04	15.7635 %	100.00 %	CAPAS	5	5	5
		100.00 %	GOLPES / CAPA	25	25	56



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : FEBRERO DEL 2018.

5.- Resultados:

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 6.43 %	≤ del 30% C	MÉTODO A
Reten 3/8" = 11.30 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 15.76 %	≤ del 25% A	

PROCEDIMIENTO, ACCESORIOS		HACER CORRECCIÓN SI SE ENCUENTRA ENTRE (por porcentajes de los tamaños mayores)
MOLDE (Ø)	4 in	5 - 25 %
MARTILLO	10 Lbf	
MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	
CAPAS	5	
GOLPES / CAPA	25	

Peso a Considerar por Método		
3000.00 gramos		
	Pesos Parciales g.	Tamaño Máximo
reten 3/8"	0.00	reten 3/4
reten N° 04	0.00	
pasa N° 04	3000.00	
Total	3,000.00	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	FEBRERO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m²).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m²).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto: Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco del suelo.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, balanza digital, moldes de proctor, martillos de compactación, cucharones, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 05
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368873 m	NORTE: 8904128 m	msnm: 2214.00		
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5+000, CALICATA REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Característica físicas - mecánicas del suelo

Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas	Peso (g)	%	Método Comp.	Fracción gruesa	Fracción fino			
	Retenido: 3" - 3/4"	7,259.0	6.43				A	16 %	84 %
	Retenido: 3/4" - 3/8"	5,503.0	4.87						
	Retenido: 3/8" - N° 04	5,034.0	4.46						
	Pasante: N° 04	95,098.0	84.24						
Pesos totales :	112,894.0	100							

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	6,029.00	6,197.00	6,333.00	6,293.00	6,148.00
Peso del cilindro	g	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00
Peso de la muestra húmedo	g	1,850.00	2,018.00	2,154.00	2,114.00	1,969.00
Volumen del molde	cm ³	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Densidad húmedo	g/cm ³	2.01	2.19	2.34	2.29	2.14
Densidad seca	g/cm ³	1.90	2.03	2.10	2.00	1.83
Peso unitario seco	kN/m ²	18.63	19.91	20.59	19.61	17.95

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum. +recipiente.	g	624.00	565.70	715.40	788.30	653.90
Peso muestra seca +recipiente.	g	594.00	527.70	647.30	693.20	565.50
Peso recipiente.	g	40.60	47.40	41.20	47.80	39.90
Peso del agua.	g	30.00	38.00	68.10	95.10	88.40
Peso muestra seca.	g	553.40	480.30	606.10	645.40	525.60
Contenido de humedad.	%	5.42	7.91	11.24	14.74	16.82

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



COMPACTACIÓN DE SUELOS

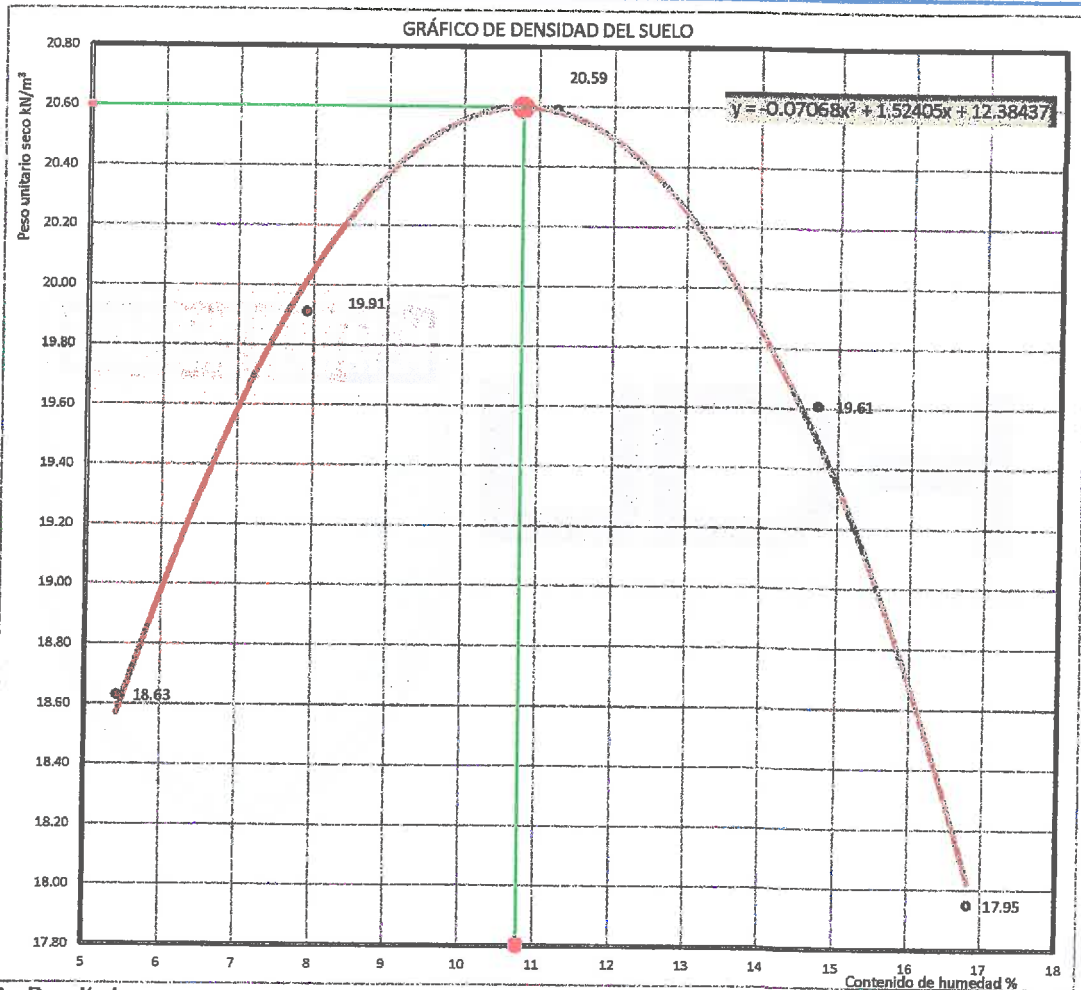
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

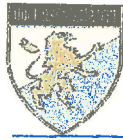
Fecha: FEBRERO DEL 2018.



6.- Resultados:

Peso unitario máxima seca:	20.60 kN/m³	Observaciones: COMPACTACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE (MÉTODO "A"), CON UNA PROPORCIÓN DE MATERIAL GRUESA DE 16 % Y MATERIAL FINO DE 84 %.
Densidad máxima seca:	2.10 gr/cm³	
Humedad óptima:	10.80 %	
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	480.80 cm³	

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

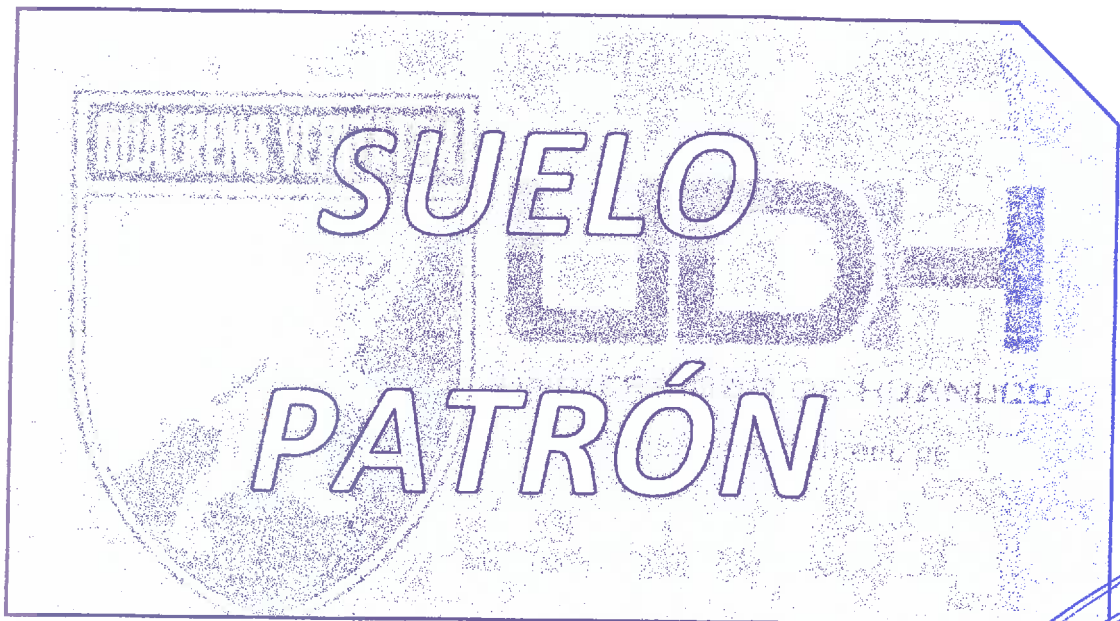


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



ENSAYO
DENSIDAD DE
CAMPO Y CBR
IN SITU

Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
**ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS**



Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MECÁNICO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

AASHTO T 27, Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

NTP 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.

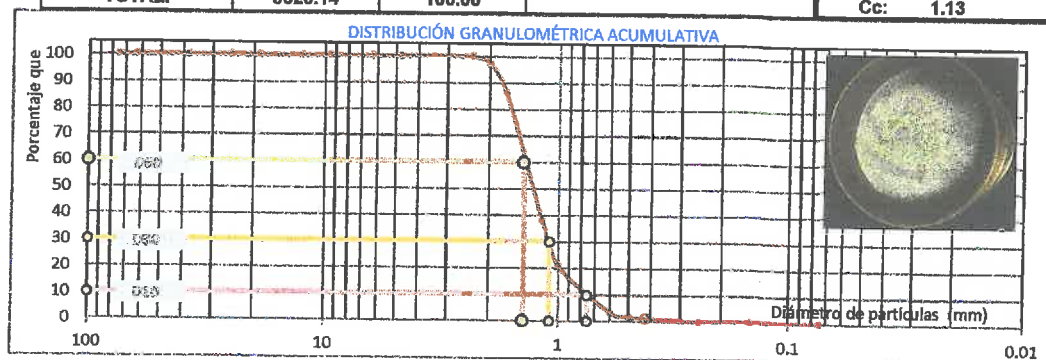
2.- Objetivo: Calibrar la arena a usar para densidades de campo por el método cono de arena.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, arena limpia, horno, bandejas.

4.- Análisis: Calibración de arena, primer instrumento.

Peso natural + bandeja:	4450.00 g.	Peso muestra seco:	3627.00 g.
Peso natural seco + bandeja:	4447.00 g.	Peso contenido agua:	3.00 g.
Peso bandeja:	820.00 g.	% de humedad:	0.1 %

Cribas		Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	Información resultados
Pulg.	mm					
3"	75.000		0.00	0.00	100.00	Peso muestra lavado seco: 3620.14 g.
2 1/2"	63.000		0.00	0.00	100.00	
2"	50.000		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00	
1"	25.000		0.00	0.00	100.00	D ₆₀ : 1.42 D ₃₀ : 1.10 D ₁₀ : 0.75
3/4"	19.000		0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500		0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.500		0.00	0.00	100.00	Error mecánico < 3% + 6.86 g. 0.19 %
1/4"	6.300		0.00	0.00	100.00	
# 04	4.750		0.00	0.00	100.00	
# 08	2.360	4.86	0.13	0.13	99.87	
# 10	2.000	101.56	2.81	2.94	97.06	Tamaño máximo nominal 1.70
# 12	1.700	391.00	10.80	13.74	86.26	
# 16	1.180	1747.00	48.26	62.00	38.00	Coeficiente uniformidad Cu: 1.88
# 18	1.000	621.00	17.15	79.15	20.85	
# 30	0.600	637.00	17.60	96.75	3.25	
# 35	0.500	51.00	1.41	98.16	1.84	
# 40	0.425	26.08	0.72	98.88	1.12	Coeficiente concavidad Cc: 1.13
# 50	0.300	29.75	0.82	99.70	0.30	
# 60	0.250	8.14	0.22	99.92	0.08	
# 100	0.150	2.09	0.06	99.98	0.02	
# 200	0.075	0.46	0.01	99.99	0.01	
Cazoleta:		0.20				
Lavado:		0.00				
Total bandeja:		0.20				
TOTAL:		3620.14	100.00			



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epapincivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP Nº 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

ENSAYOS Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 01
Profundidad de ensayo:	0.05 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+330
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368450 m	ESTE 8904342 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+330, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2,00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	1057.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	6263.00 g	Fracción fino:	2337.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1992.00 g	% fracción fina	68.86 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	31.14 %
	Volumen del hoyo (V).	1989.62 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4216.00 g
	Peso bandeja. (g)	822.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3394.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1354.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1197.00 g
	Peso de la tara.	101.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.32 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.71 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.49 g/cm³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo encontrado en obra:	1.49 g/cm³	Observaciones. Material grueso (31.14 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo encontrado en obra:	14.60 kN/m³	
	1488.80 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	424.67 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 01
Profundidad de ensayo:	0.05 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+330
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368450 m	ESTE 8904342 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+330, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.49 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.32 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.8	6.9	0.34	0.73	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	3.5	14.5	0.71	1.46		
0.075	1.91	1.47	5.3	22.1	1.08	2.18		
0.100	2.54	1.95	7.0	29.8	1.46	2.91		
0.125	3.18	2.44	11.0	47.2	2.31	3.63		
0.150	3.81	2.93	15.0	64.6	3.16	4.35		
0.175	4.45	3.42	19.0	82.1	4.02	5.07		
0.200	5.08	3.91	23.0	99.5	4.87	5.79		
0.225	5.72	4.40	28.57	123.8	6.06	6.50		
0.250	6.35	4.88	34.1	148.0	7.25	7.22		
0.300	7.62	5.86	39.7	172.3	8.43	8.64		
0.350	8.89	6.84	45.3	196.6	9.62	10.06		
0.400	10.16	7.82	50.9	220.8	10.81	11.47		
0.450	11.43	8.79	56.4	245.1	12.00	12.88		
0.500	12.70	9.77	62.0	269.3	13.18	14.28		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

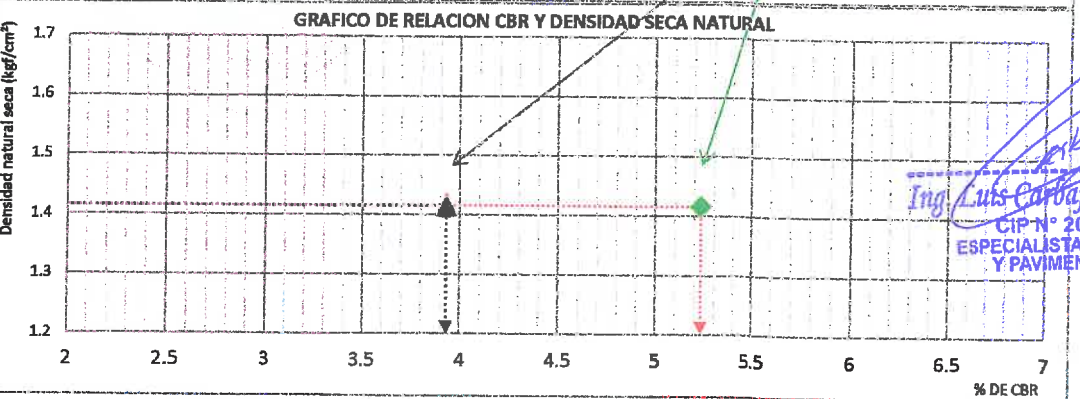
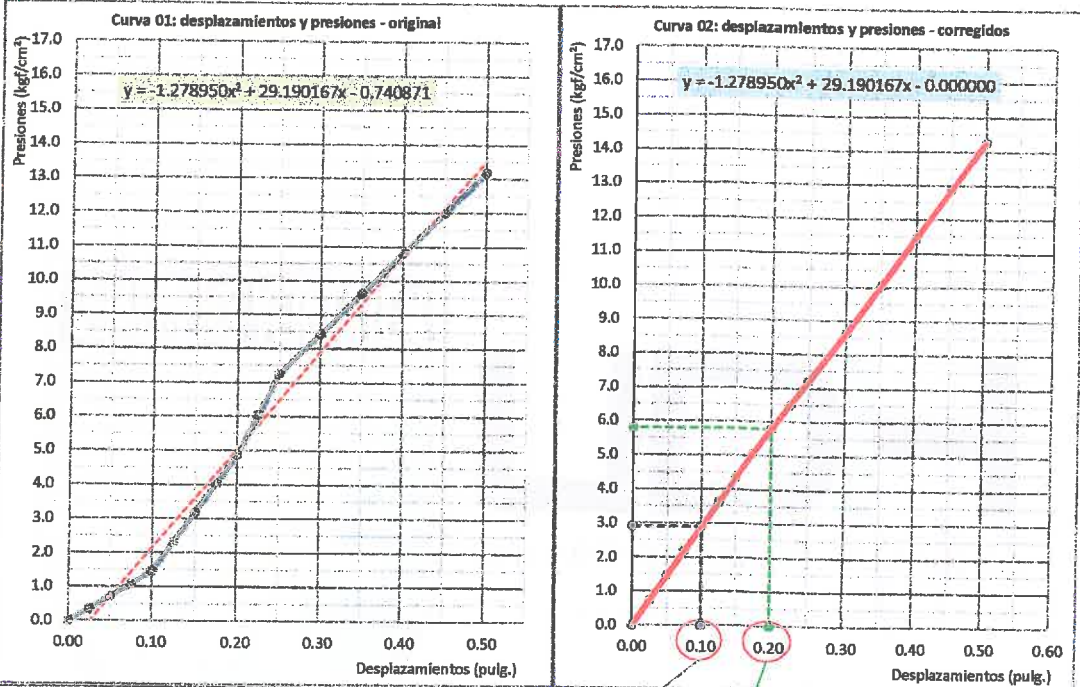
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.91	4.14 %	0.10 pulg.	1.42 g/cm³	4 %
0.20	5.08	3.9	5.79	5.51 %	0.20 pulg.	1.42 g/cm³	5 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 02
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+330
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368451 m	ESTE 8904341 m	m.s.n.m: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+330, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

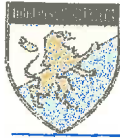
5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.30 cm	Fracción grueso	1052.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5584.00 g	Fracción fino:	1933.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1647.00 g	% fracción fina	64.76 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	35.24 %
Volumen del hoyo (V).	1743.83 cm³			

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3796.00 g
	Peso bandeja. (g)	811.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2985.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1301.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1151.00 g
	Peso de la tara.	110.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.41 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.71 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.50 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo encontrado en obra:	1.50 g/cm³	Observaciones. Material grueso (35.24 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo encontrado en obra:	14.70 kN/m³	
	1499.00 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	376.91 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CHP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils In Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 02
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+330
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368451 m	ESTE 8904341 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+330, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.50 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.41 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	
1 Pulgadas :								-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	2.3	9.0	0.44	0.88	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	4.5	18.8	0.92	1.77		
0.075	1.91	1.47	6.8	28.7	1.40	2.65		
0.100	2.54	1.95	9.0	38.5	1.88	3.54		
0.125	3.18	2.44	13.8	59.2	2.90	4.42		
0.150	3.81	2.93	18.5	79.9	3.91	5.31		
0.175	4.45	3.42	23.3	100.6	4.92	6.19		
0.200	5.08	3.91	28.0	121.3	5.94	7.07		
0.225	5.72	4.40	35.00	151.8	7.43	7.96		
0.250	6.35	4.88	42.0	182.3	8.92	8.84		
0.300	7.62	5.86	49.0	212.7	10.41	10.61		
0.350	8.89	6.84	56.0	243.2	11.90	12.38		
0.400	10.16	7.82	63.0	273.6	13.40	14.14		
0.450	11.43	8.79	70.0	304.1	14.89	15.91		
0.500	12.70	9.77	77.0	334.5	16.38	17.68		

Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

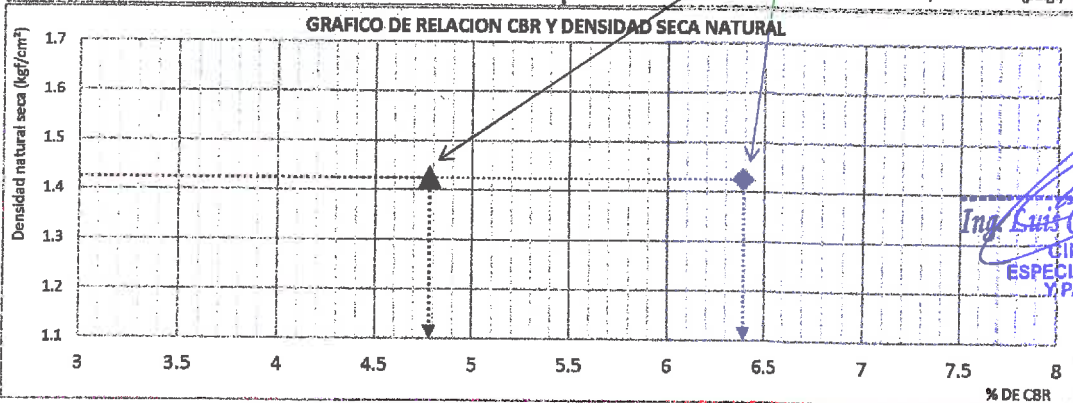
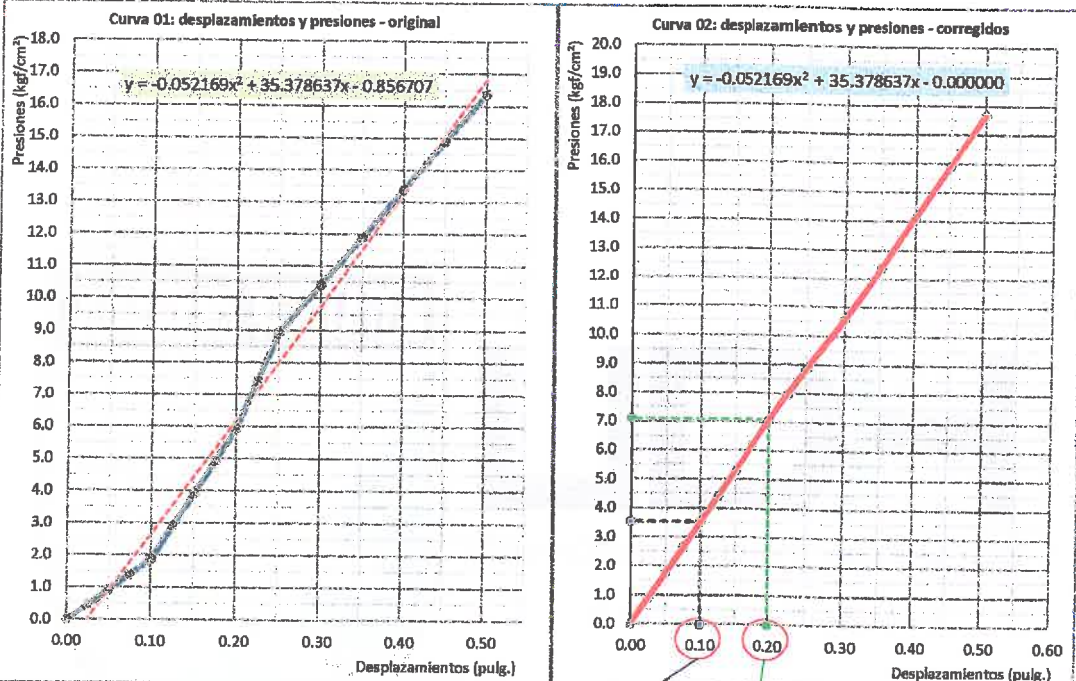
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIR N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	3.54	5.03 %	0.10 pulg.	1.43 g/cm ³	5 %
0.20	5.08	3.9	7.07	6.73 %	0.20 pulg.	1.43 g/cm ³	6 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.
- ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.
- AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.
- NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 03
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+330
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368453 m	ESTE 8904340 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+330, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fracción grueso	908.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5574.00 g	Fracción fina:	2019.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1653.00 g	% fracción fina	68.98 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	31.02 %
	Volumen del hoyo (V).	1732.06 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

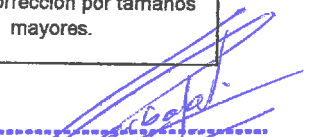
**DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO****MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.****Tesis:** MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.**Ubicación:** CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.**Tesista:** BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.**Fecha:** MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3754.00 g
	Peso bandeja. (g)	827.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2927.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1260.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1118.00 g
	Peso de la tara.	118.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.20 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.69 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.48 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo encontrado en obra:	1.48 g/cm³	Observaciones. Material grueso (31.02 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo encontrado en obra:	14.50 kN/m³ 1478.60 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 g/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	78 %
Agua controlado compactado:	364.01 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	74 %


 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils In Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado In situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 03
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+330
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368453 m	ESTE 8904340 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+330, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.48 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.20 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.8	6.9	0.34	0.73	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	3.5	14.5	0.71	1.46		
0.075	1.91	1.47	5.3	22.1	1.08	2.18		
0.100	2.54	1.95	7.0	29.8	1.46	2.91		
0.125	3.18	2.44	11.0	47.2	2.31	3.64		
0.150	3.81	2.93	15.0	64.6	3.16	4.37		
0.175	4.45	3.42	19.0	82.1	4.02	5.09		
0.200	5.08	3.91	23.0	99.5	4.87	5.82		
0.225	5.72	4.40	28.71	124.4	6.09	6.54		
0.250	6.35	4.88	34.4	149.3	7.31	7.27		
0.300	7.62	5.86	40.1	174.2	8.53	8.72		
0.350	8.89	6.84	45.9	199.1	9.74	10.17		
0.400	10.16	7.82	51.6	223.9	10.96	11.62		
0.450	11.43	8.79	57.3	248.8	12.18	13.07		
0.500	12.70	9.77	63.0	273.6	13.40	14.51		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

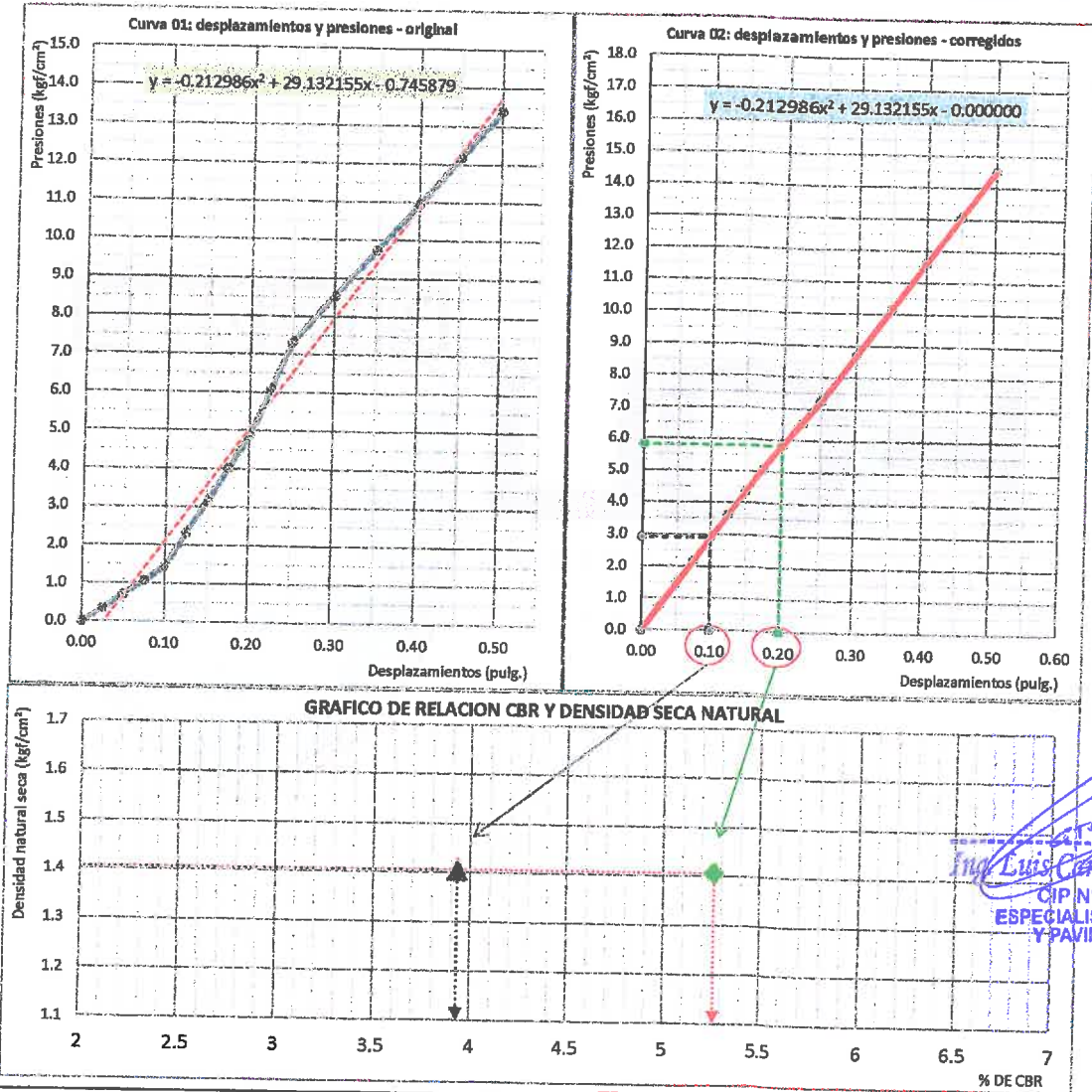
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.91	4.14 %	0.10 pulg.	1.41 g/cm³	4 %
0.20	5.08	3.9	5.82	5.54 %	0.20 pulg.	1.41 g/cm³	5 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 04
Profundidad de ensayo:	0.15 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+335
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368454 m	ESTE 8904345 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+335, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	923.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5592.00 g	Fracción fina:	2014.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1662.00 g	% fracción fina	68.57 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	31.43 %
	Volumen del hoyo (V).	1738.68 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DEL PÉLDA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3753.00 g
	Peso bandeja. (g)	816.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	2937.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1275.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1132.00 g
	Peso de la tara.	134.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.33 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.69 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.48 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.48 g/cm³	Observaciones. Material grueso (31.43 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.50 kN/m³	
	1478.60 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 g/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	78 %
Agua controlado compactado:	368.71 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	74 %

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils In Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 04
Profundidad de ensayo:	0.15 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+335
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368454 m	ESTE 8904345 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+335, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.48 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.33 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.4	5.2	0.26	0.60	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	2.8	11.2	0.55	1.21		
0.075	1.91	1.47	4.1	17.2	0.84	1.81		
0.100	2.54	1.95	5.5	23.2	1.14	2.40		
0.125	3.18	2.44	8.9	37.9	1.86	3.00		
0.150	3.81	2.93	12.3	52.6	2.58	3.60		
0.175	4.45	3.42	15.6	67.4	3.30	4.19		
0.200	5.08	3.91	19.0	82.1	4.02	4.79		
0.225	5.72	4.40	23.57	102.0	4.99	5.38		
0.250	6.35	4.88	28.1	121.9	5.97	5.97		
0.300	7.62	5.86	32.7	141.8	6.94	7.14		
0.350	8.89	6.84	37.3	161.7	7.92	8.31		
0.400	10.16	7.82	41.9	181.6	8.89	9.47		
0.450	11.43	8.79	46.4	201.5	9.87	10.63		
0.500	12.70	9.77	51.0	221.4	10.84	11.78		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

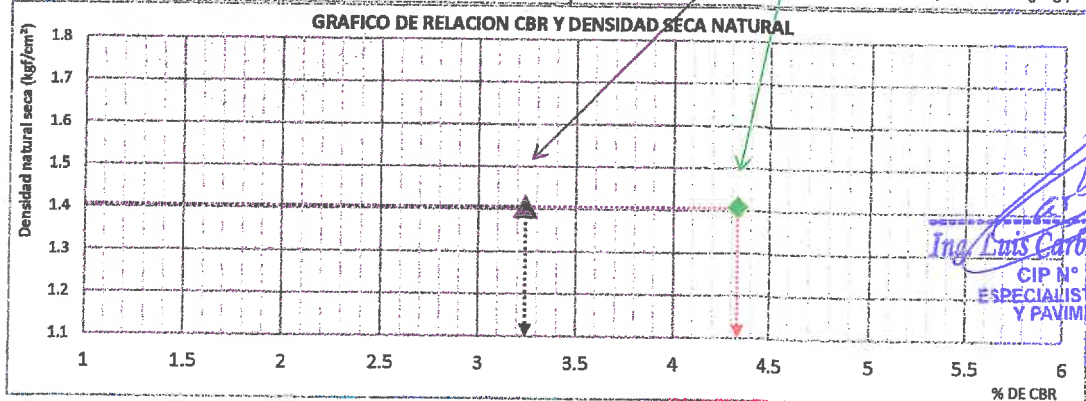
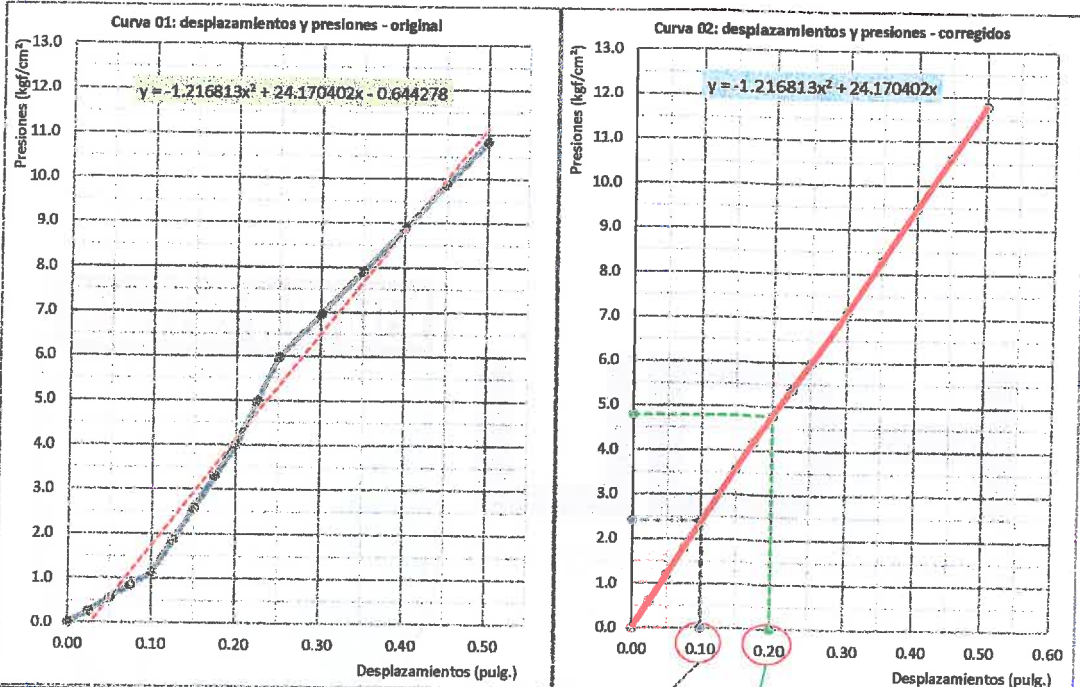
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.40	3.41 %	0.10 pulg.	1.41 g/cm ³	3 %
0.20	5.08	3.9	4.79	4.56 %	0.20 pulg.	1.41 g/cm ³	4 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 05
Profundidad de ensayo:	0.15 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+335
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368455 m	ESTE 8904344 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+335, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.70 cm	Fracción grueso	840.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5588.00 g	Fracción fino:	2142.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1674.00 g	% fracción fina	71.83 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	28.17 %
	Volumen del hoyo (V).	1726.91 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3805.00 g
	Peso bandeja. (g)	823.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2982.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	930.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	827.00 g
	Peso de la tara.	111.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.39 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.73 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.51 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.51 g/cm³	Observaciones. Material grueso (28.17 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.80 kN/m³	
	1509.20 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	80 %
Agua controlado compactado:	375.12 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	76 %


Ing. Luis Carbajal Barbojal
 CIP N° 28533
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 05
Profundidad de ensayo:	0.15 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+335
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368455 m	ESTE 8904344 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+335, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.51 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.39 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	0.8	2.5	0.12	0.34	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	1.5	5.8	0.28	0.70		
0.075	1.91	1.47	2.3	9.0	0.44	1.07		
0.100	2.54	1.95	3.0	12.3	0.60	1.46		
0.125	3.18	2.44	5.0	21.0	1.03	1.87		
0.150	3.81	2.93	7.0	29.8	1.46	2.30		
0.175	4.45	3.42	9.0	38.5	1.88	2.74		
0.200	5.08	3.91	11.0	47.2	2.31	3.20		
0.225	5.72	4.40	15.57	67.1	3.29	3.67		
0.250	6.35	4.88	20.1	87.0	4.26	4.16		
0.300	7.62	5.86	24.7	107.0	5.24	5.20		
0.350	8.89	6.84	29.3	126.9	6.21	6.30		
0.400	10.16	7.82	33.9	146.8	7.19	7.48		
0.450	11.43	8.79	38.4	166.7	8.16	8.72		
0.500	12.70	9.77	43.0	186.6	9.14	10.02		

Ing. Lyds Carbajal Carbajal
EIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe
E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

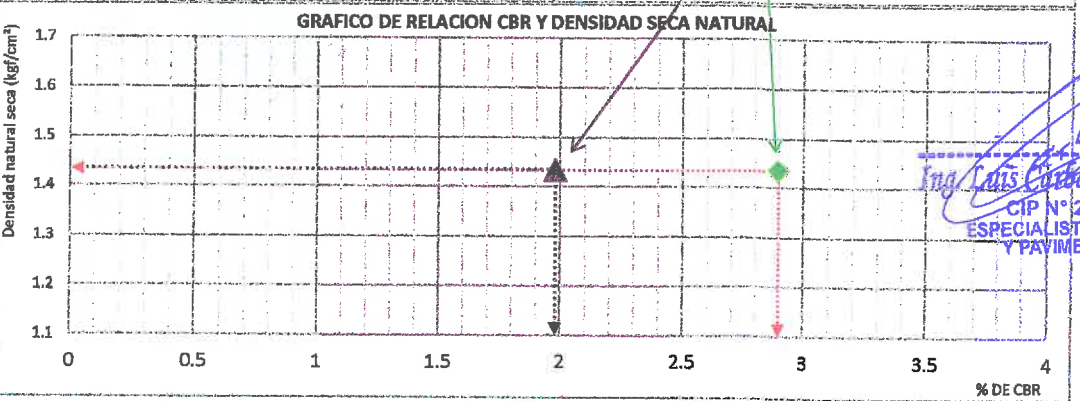
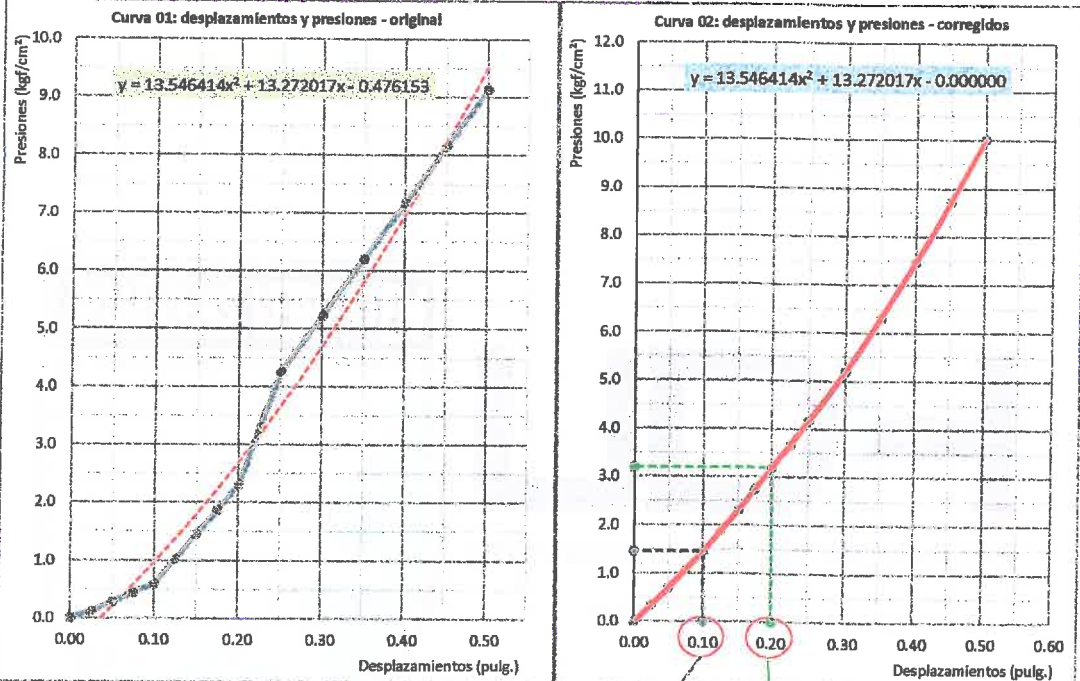
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	1.46	2.08 %	0.10 pulg.	1.43 g/cm³	2 %
0.20	5.08	3.9	3.20	3.05 %	0.20 pulg.	1.43 g/cm³	3 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO CONO DE ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 06
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelol (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+335
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368456 m	ESTE 8904342 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+335, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	880.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5577.00 g	Fracción fino:	2117.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1634.00 g	% fracción fina	70.64 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	29.36 %
	Volumen del hoyo (V).	1748.25 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3781.00 g
	Peso bandeja. (g)	784.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2997.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	920.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	817.00 g
	Peso de la tara.	117.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.71 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.71 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.49 g/cm ³

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.49 g/cm ³	Material grueso (29.36 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.60 kN/m ³ 1488.80 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	383.29 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 06
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+335
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368456 m	ESTE 8904342 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+335, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.49 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.71 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kg/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.3	4.7	0.23	0.54	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	2.5	10.1	0.50	1.08		
0.075	1.91	1.47	3.8	15.6	0.76	1.62		
0.100	2.54	1.95	5.0	21.0	1.03	2.17		
0.125	3.18	2.44	8.0	34.1	1.67	2.72		
0.150	3.81	2.93	11.0	47.2	2.31	3.28		
0.175	4.45	3.42	14.0	60.3	2.95	3.85		
0.200	5.08	3.91	17.0	73.4	3.59	4.41		
0.225	5.72	4.40	21.71	93.9	4.60	4.98		
0.250	6.35	4.88	26.4	114.4	5.60	5.56		
0.300	7.62	5.86	31.1	135.0	6.61	6.72		
0.350	8.89	6.84	35.9	155.5	7.61	7.91		
0.400	10.16	7.82	40.6	176.0	8.62	9.11		
0.450	11.43	8.79	45.3	196.6	9.62	10.32		
0.500	12.70	9.77	50.0	217.1	10.63	11.56		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

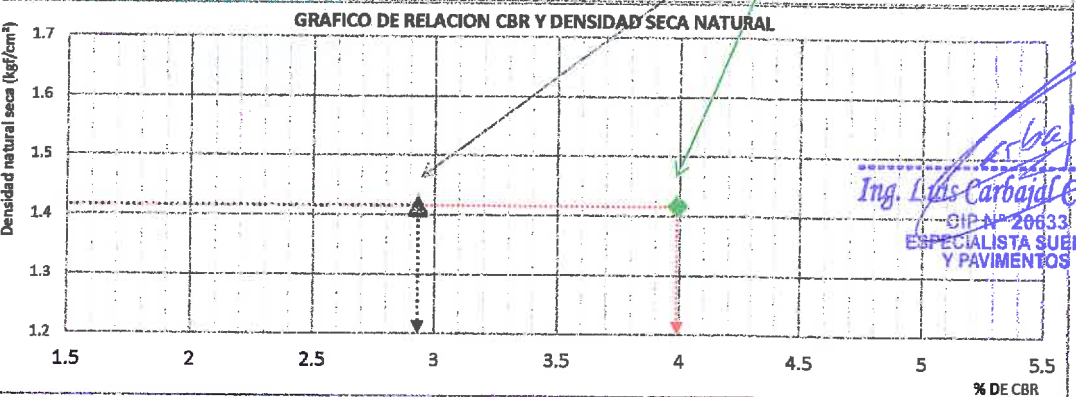
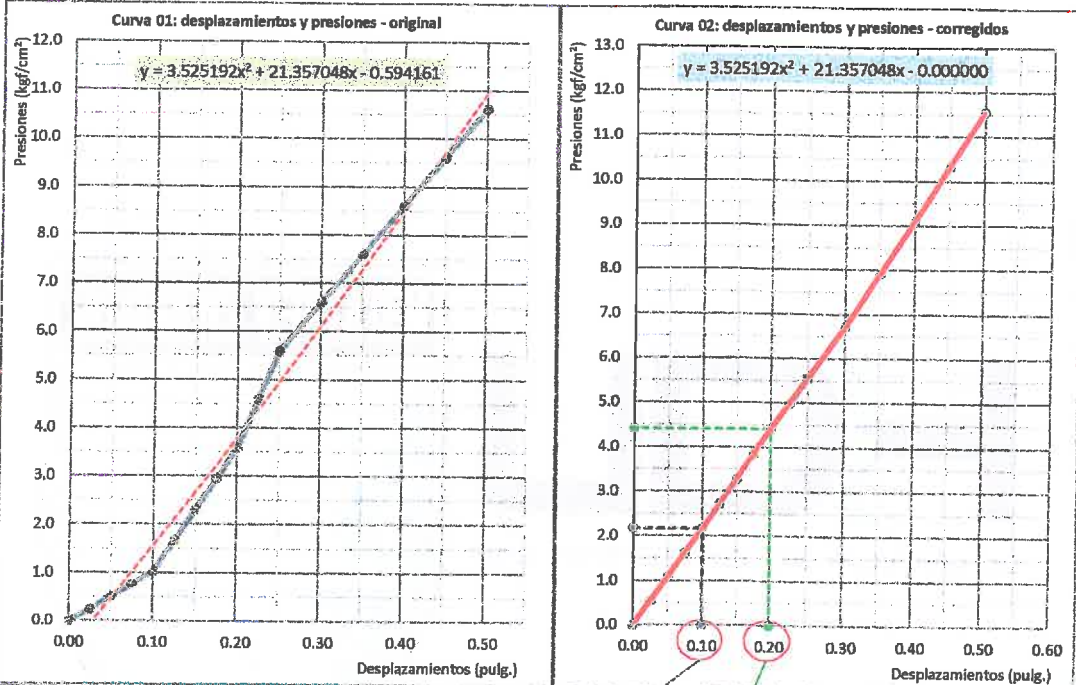
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 GIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.17	3.08 %	0.10 pulg.	1.42 g/cm³	3 %
0.20	5.08	3.9	4.41	4.20 %	0.20 pulg.	1.42 g/cm³	4 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 07
Profundidad de ensayo:	0.14 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+340
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368457 m	ESTE 8904347 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+340, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

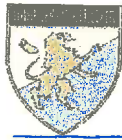
5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fracción grueso	600.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5587.00 g	Fracción fino:	2395.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1651.00 g	% fracción fina	79.97 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	20.03 %
Volumen del hoyo (V).	1743.10 cm³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 SIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3757.00 g
	Peso bandeja. (g)	762.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2995.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1005.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	891.00 g
	Peso de la tara.	127.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.92 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.72 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.50 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.50 g/cm ³	Observaciones. Material grueso (20.03 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.70 kN/m ³	
	1499.00 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	390.14 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20053
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 07
Profundidad de ensayo:	0.14 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+340
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368457 m	ESTE 8904347 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+340, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

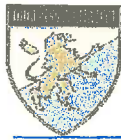
Densidad seca natural:	1.50 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.92 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	2.0	7.9	0.39	0.52	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	4.0	16.7	0.82	1.04		
0.075	1.91	1.47	6.0	25.4	1.24	1.56		
0.100	2.54	1.95	8.0	34.1	1.67	2.07		
0.125	3.18	2.44	10.3	43.9	2.15	2.57		
0.150	3.81	2.93	12.5	53.7	2.63	3.07		
0.175	4.45	3.42	14.8	63.5	3.11	3.56		
0.200	5.08	3.91	17.0	73.4	3.59	4.05		
0.225	5.72	4.40	20.71	89.5	4.38	4.54		
0.250	6.35	4.88	24.4	105.7	5.18	5.01		
0.300	7.62	5.86	28.1	121.9	5.97	5.95		
0.350	8.89	6.84	31.9	138.1	6.76	6.87		
0.400	10.16	7.82	35.6	154.3	7.55	7.77		
0.450	11.43	8.79	39.3	170.4	8.34	8.65		
0.500	12.70	9.77	43.0	186.6	9.14	9.51		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapinacivil@udh.edu.pe
E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

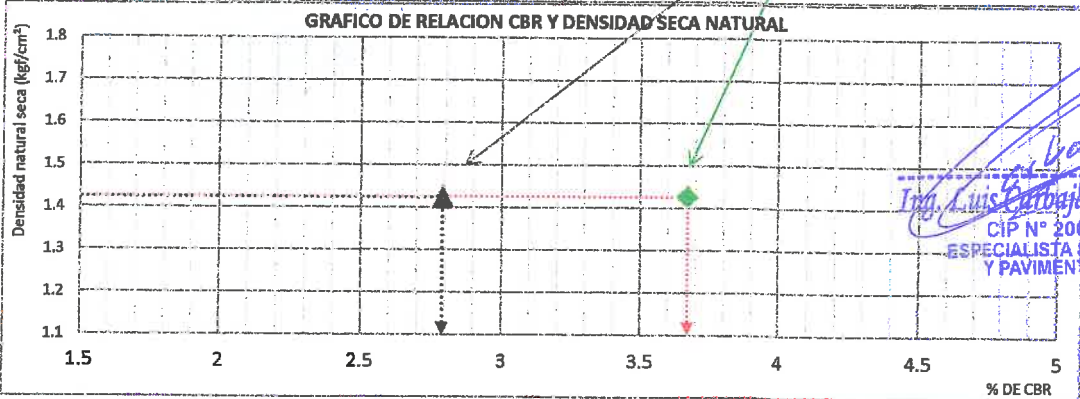
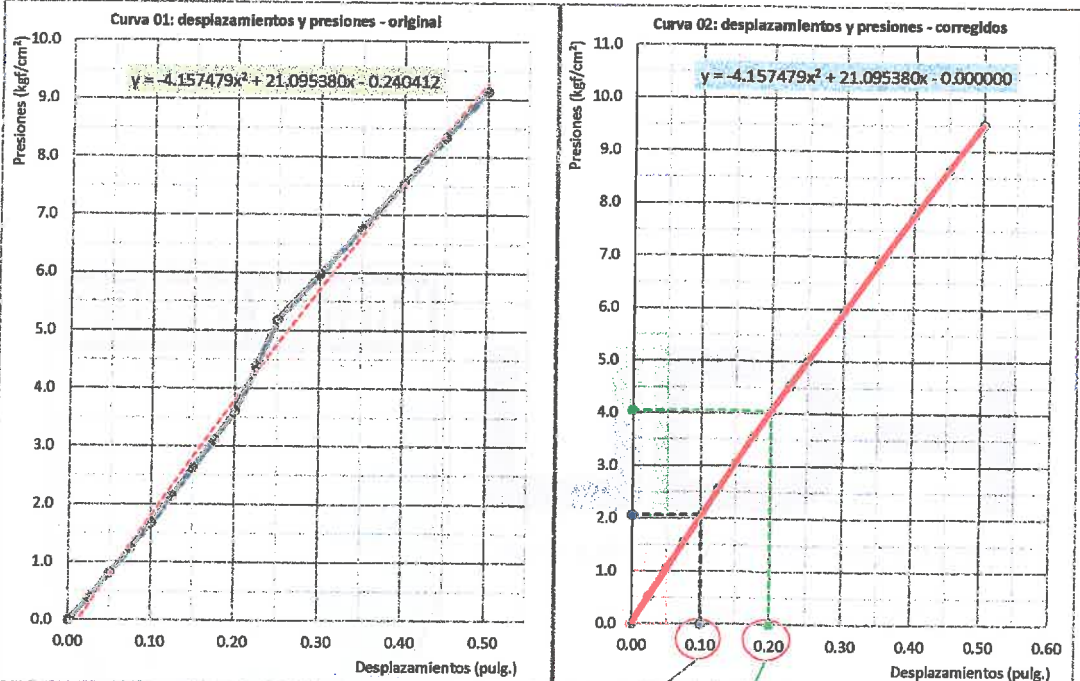
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ingeniero Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.07	2.94 %	0.10 pulg.	1.43 g/cm ³	3 %
0.20	5.08	3.9	4.05	3.86 %	0.20 pulg.	1.43 g/cm ³	4 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 08
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+340
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368460 m	ESTE 8904346 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+340, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.60 cm	Fracción grueso	692.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5472.00 g	Fracción fino:	2353.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1527.00 g	% fracción fina	77.27 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	22.73 %
	Volumen del hoyo (V).	1749.72 cm³		

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3807.00 g
	Peso bandeja. (g)	762.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	3045.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	739.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	657.00 g
	Peso de la tara.	97.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.64 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.74 g/cm ³
Densidad seco. (ρ_d).	1.52 g/cm ³	

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.52 g/cm³	Observaciones. Material grueso (22.73 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.90 kN/m³	
	1519.40 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	80 %
Agua controlado compactado:	389.44 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	76 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 08
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+340
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368460 m	ESTE 8904346 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+340, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.52 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.64 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	2.5	10.1	0.50	0.75	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	5.0	21.0	1.03	1.49		
0.075	1.91	1.47	7.5	31.9	1.56	2.21		
0.100	2.54	1.95	10.0	42.8	2.10	2.91		
0.125	3.18	2.44	13.5	58.1	2.84	3.60		
0.150	3.81	2.93	17.0	73.4	3.59	4.26		
0.175	4.45	3.42	20.5	88.6	4.34	4.91		
0.200	5.08	3.91	24.0	103.9	5.08	5.55		
0.225	5.72	4.40	28.14	121.9	5.97	6.16		
0.250	6.35	4.88	32.3	140.0	6.85	6.76		
0.300	7.62	5.86	36.4	158.0	7.73	7.90		
0.350	8.89	6.84	40.6	176.0	8.62	8.98		
0.400	10.16	7.82	44.7	194.1	9.50	9.98		
0.450	11.43	8.79	48.9	212.1	10.38	10.92		
0.500	12.70	9.77	53.0	230.1	11.27	11.78		

Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

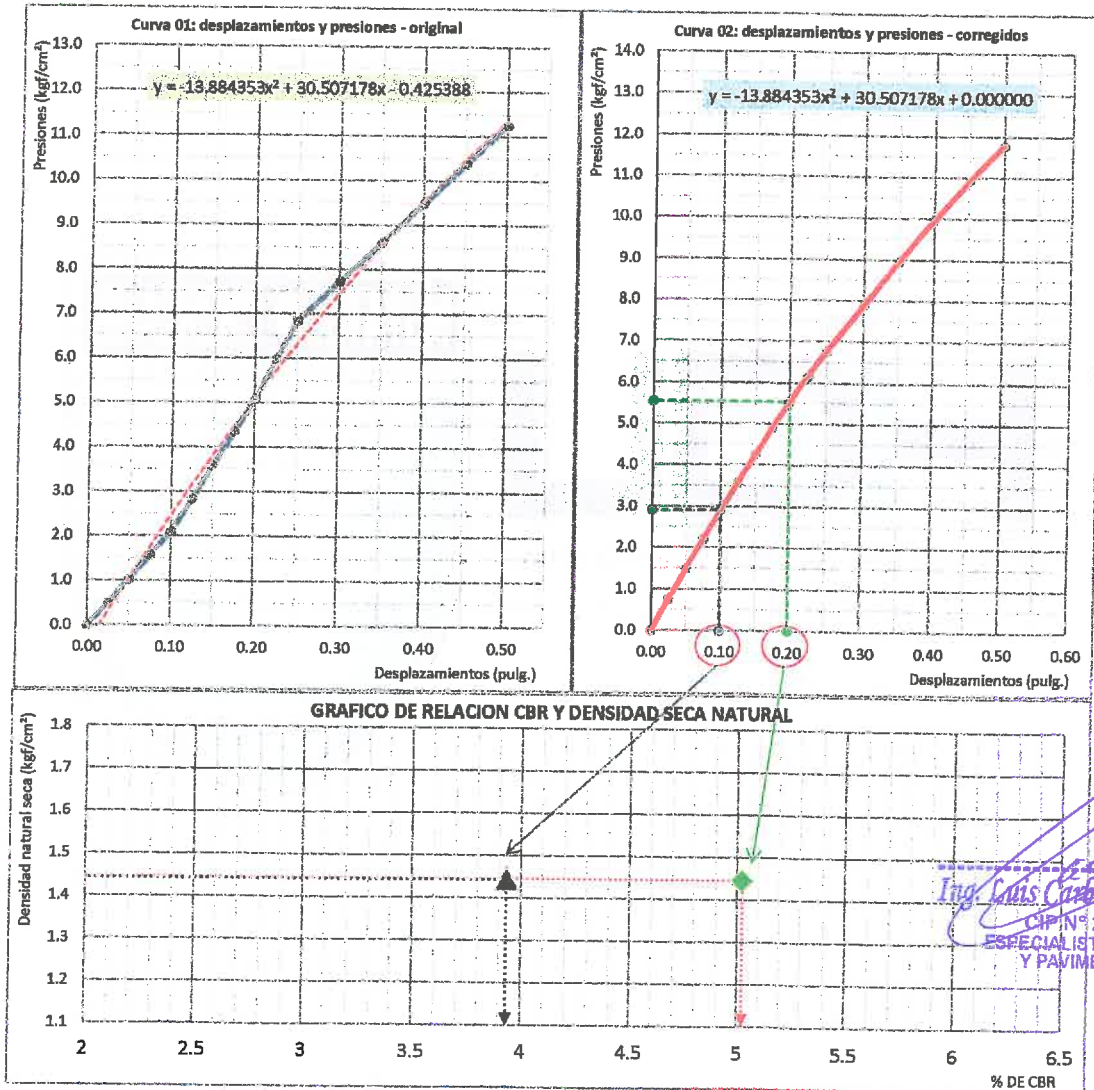
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.91	4.14 %	0.10 pulg.	1.44 g/cm ³	4 %
0.20	5.08	3.9	5.55	5.28 %	0.20 pulg.	1.44 g/cm ³	5 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.
- ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.
- AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.
- NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 09
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelol (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+340
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368461 m	ESTE 8904344 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+340, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2,00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	692.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M _s)	5505.00 g	Fracción fino:	2317.0 g.
	Peso cono + arena final. (M _d)	1545.00 g	% fracción fina	77.00 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	23.00 %
	Volumen del hoyo (V).	1760.76 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3759.00 g
	Peso bandeja. (g)	750.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	3009.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	920.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	819.00 g
	Peso de la tara.	113.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.31 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.71 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.50 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.50 g/cm³	Observaciones. Material grueso (23 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.70 kN/m²	
	1499.00 kgf/m²	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	377.84 g
A1 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20637
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 09
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+340
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368461 m	ESTE 8904344 m	msnm: 2175		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+340, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.50 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.31 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas:	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.7	6.5	0.32	0.58	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	3.4	13.8	0.68	1.16		
0.075	1.91	1.47	5.0	21.1	1.03	1.72		
0.100	2.54	1.95	6.7	28.4	1.39	2.28		
0.125	3.18	2.44	9.7	41.3	2.02	2.82		
0.150	3.81	2.93	12.6	54.2	2.65	3.35		
0.175	4.45	3.42	15.6	67.0	3.28	3.87		
0.200	5.08	3.91	18.5	79.9	3.91	4.39		
0.225	5.72	4.40	22.00	95.1	4.66	4.89		
0.250	6.35	4.88	25.5	110.4	5.40	5.38		
0.300	7.62	5.86	29.0	125.6	6.15	6.33		
0.350	8.89	6.84	32.5	140.9	6.90	7.24		
0.400	10.16	7.82	36.0	156.1	7.64	8.11		
0.450	11.43	8.79	39.5	171.4	8.39	8.94		
0.500	12.70	9.77	43.0	186.6	9.14	9.73		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

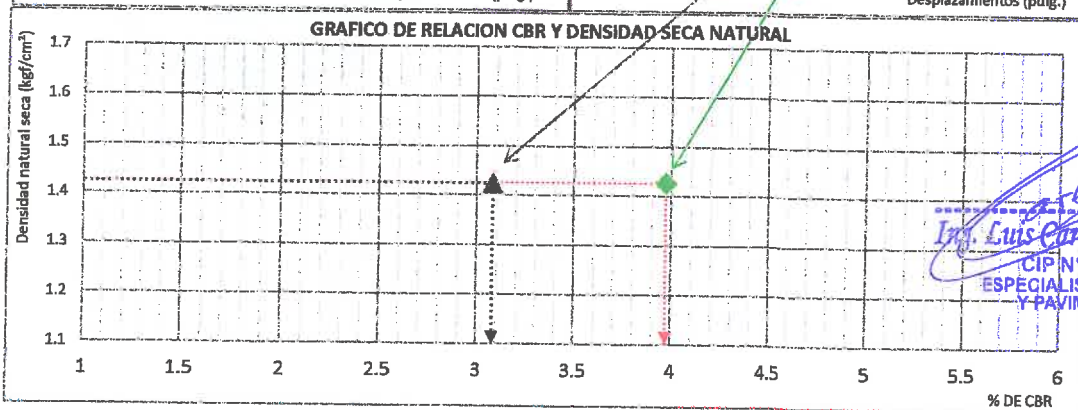
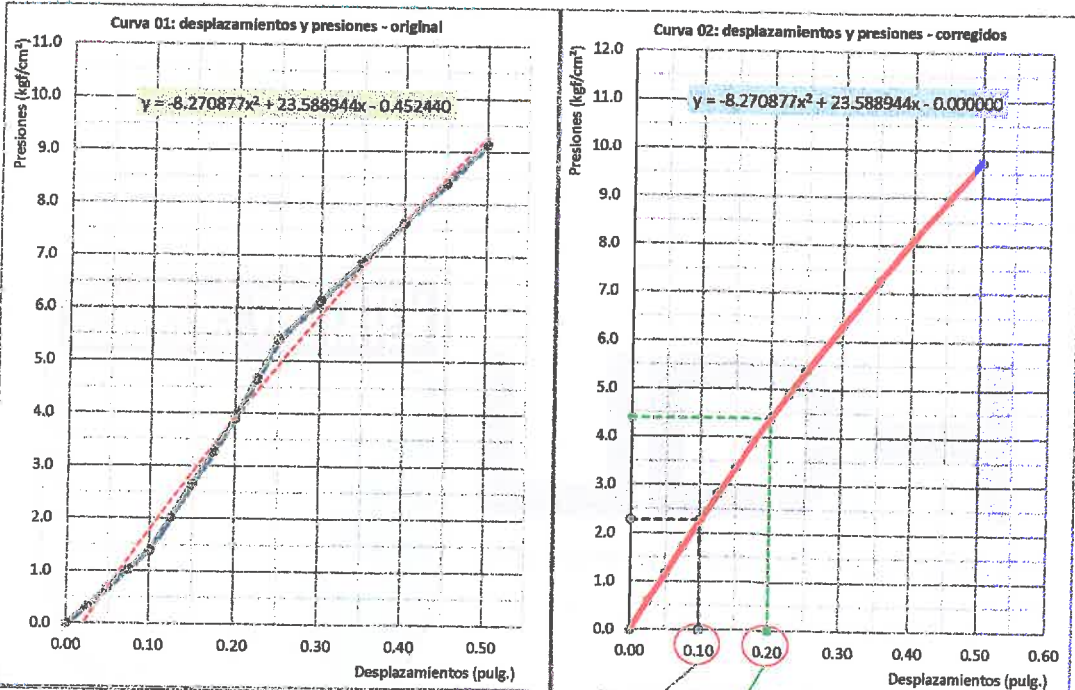
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.28	3.24 %	0.10 pulg.	1.43 g/cm³	3 %
0.20	5.08	3.9	4.39	4.18 %	0.20 pulg.	1.43 g/cm³	4 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 10
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+345
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368465 m	ESTE 8904351 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+345, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.00 cm	Fracción grueso	553.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	4883.00 g	Fracción fino:	2344.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	989.00 g	% fracción fina	80.91 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	19.09 %
	Volumen del hoyo (V).	1712.19 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3705.00 g
	Peso bandeja. (g)	808.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	2897.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	996.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	887.00 g
	Peso de la tara.	135.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.49 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.69 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.48 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.48 g/cm³	Observaciones. Material grueso (19.09 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.50 kN/m³	
	1478.60 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	78 %
Agua controlado compactado:	367.30 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	74 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

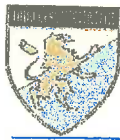
Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 10
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+345
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368465 m	ESTE 8904351 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+345, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.48 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.49 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.8	6.9	0.34	0.46	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	3.5	14.5	0.71	0.92		
0.075	1.91	1.47	5.3	22.1	1.08	1.38		
0.100	2.54	1.95	7.0	29.8	1.46	1.83		
0.125	3.18	2.44	9.0	38.5	1.88	2.29		
0.150	3.81	2.93	11.0	47.2	2.31	2.74		
0.175	4.45	3.42	13.0	55.9	2.74	3.19		
0.200	5.08	3.91	15.0	64.6	3.16	3.64		
0.225	5.72	4.40	18.59	80.3	3.93	4.09		
0.250	6.35	4.88	22.2	95.9	4.69	4.54		
0.300	7.62	5.86	25.8	111.5	5.46	5.42		
0.350	8.89	6.84	29.3	127.1	6.22	6.30		
0.400	10.16	7.82	32.9	142.8	6.99	7.18		
0.450	11.43	8.79	36.5	158.4	7.75	8.04		
0.500	12.70	9.77	40.1	174.0	8.52	8.90		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

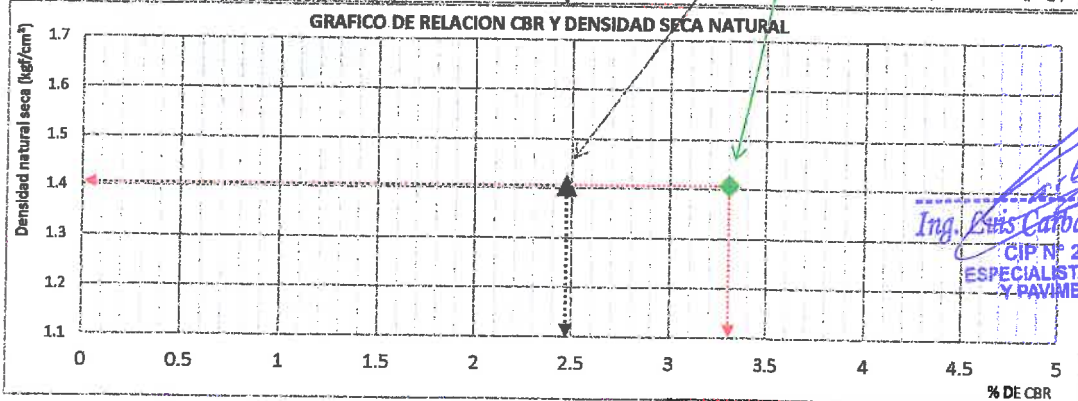
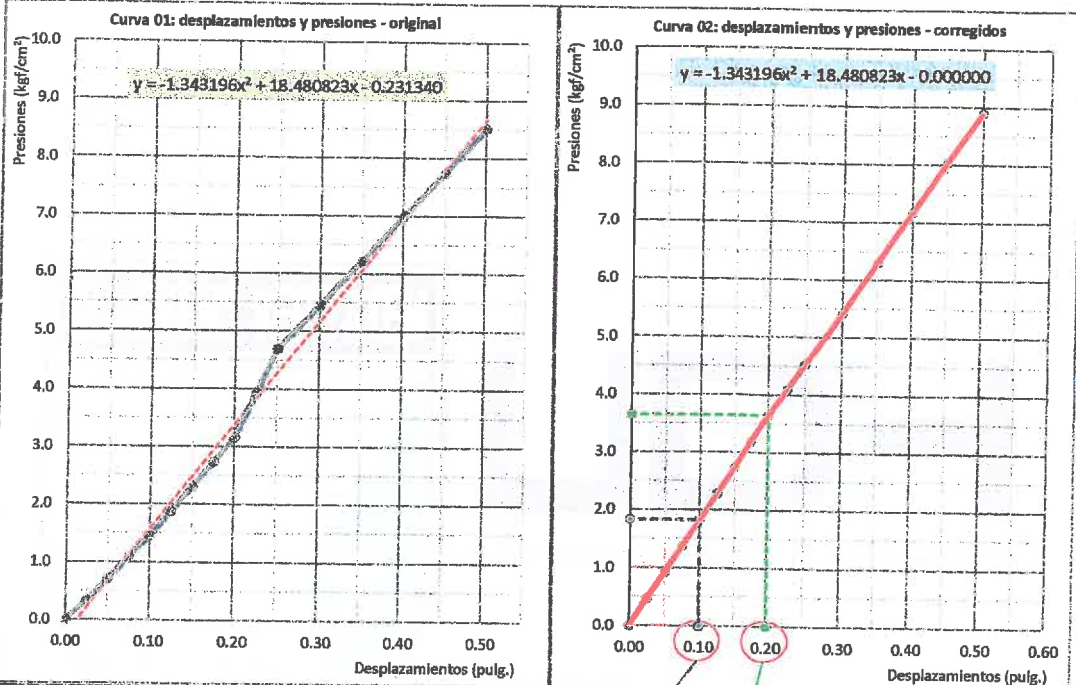
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	1.83	2.60 %	0.10 pulg.	1.41 g/cm³	2 %
0.20	5.08	3.9	3.64	3.47 %	0.20 pulg.	1.41 g/cm³	3 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 11
Profundidad de ensayo:	0.14 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+345
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368465 m	ESTE 8904349 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+345, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm ³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm ³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	204.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	4920.00 g	Fracción fino:	2838.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	973.00 g	% fracción fina	93.29 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	6.71 %
Volumen del hoyo (V).	1751.19 cm ³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: capingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3807.00 g
	Peso bandeja. (g)	765.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3042.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	999.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	887.00 g
	Peso de la tara.	120.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.60 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.74 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.52 g/cm³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.52 g/cm³	Observaciones. Material grueso (6.71 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.90 kN/m³	
	1519.40 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	80 %
Agua controlado compactado:	388.69 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	76 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 11
Profundidad de ensayo:	0.14 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+345
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368465 m	ESTE 8904349 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+345, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.52 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.60 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/mín.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg.		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (mín)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	1.5	5.8	0.28	0.43	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	3.0	12.3	0.60	0.87		
0.075	1.91	1.47	4.5	18.8	0.92	1.30		
0.100	2.54	1.95	6.0	25.4	1.24	1.73		
0.125	3.18	2.44	8.0	34.1	1.67	2.17		
0.150	3.81	2.93	10.0	42.8	2.10	2.60		
0.175	4.45	3.42	12.0	51.6	2.52	3.04		
0.200	5.08	3.91	14.0	60.3	2.95	3.48		
0.225	5.72	4.40	17.57	75.8	3.71	3.91		
0.250	6.35	4.88	21.1	91.4	4.47	4.35		
0.300	7.62	5.86	24.7	107.0	5.24	5.23		
0.350	8.89	6.84	28.3	122.5	6.00	6.11		
0.400	10.16	7.82	31.9	138.1	6.76	6.99		
0.450	11.43	8.79	35.4	153.6	7.52	7.87		
0.500	12.70	9.77	39.0	169.2	8.28	8.75		

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

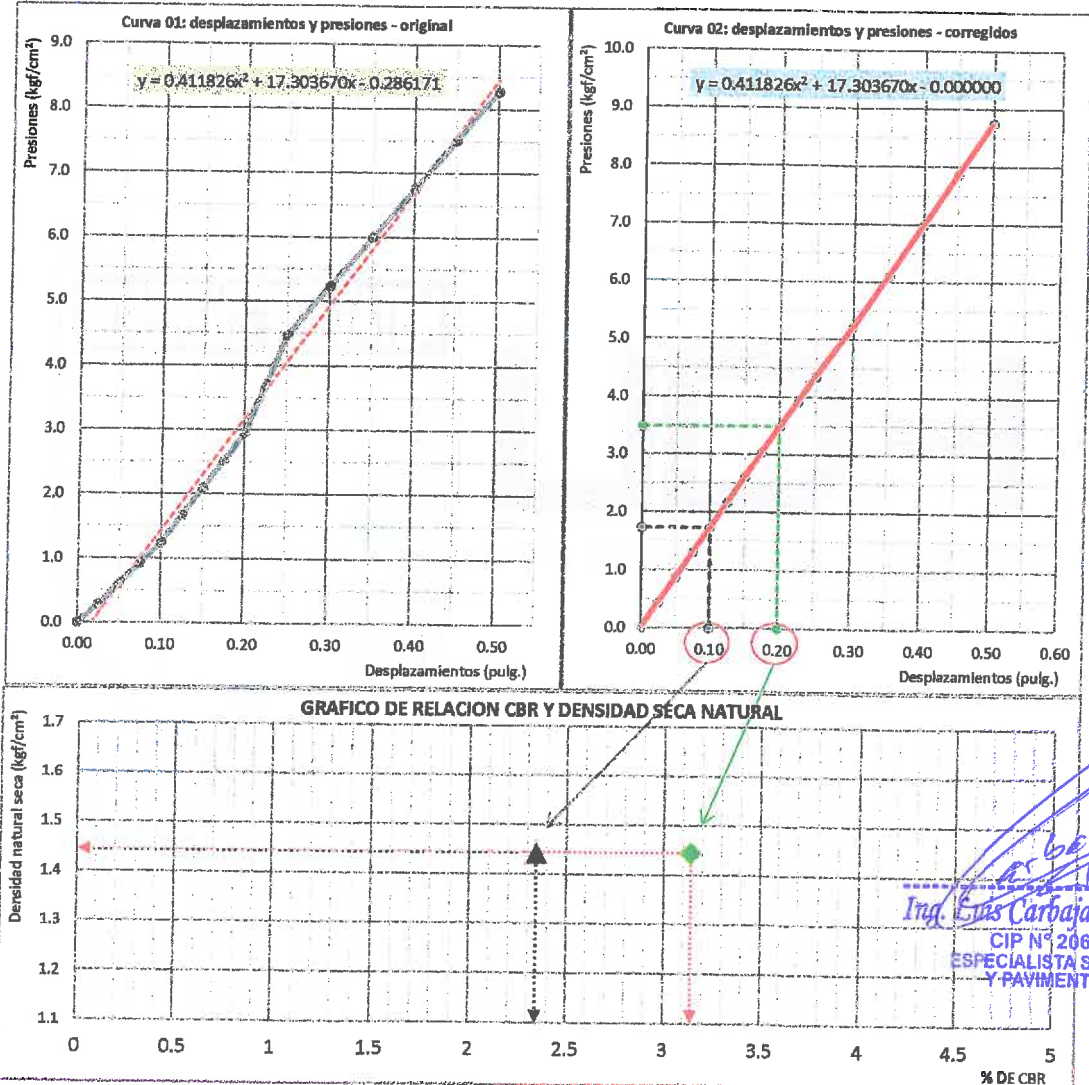
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

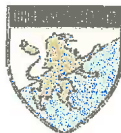
Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	1.73	2.46 %	0.10 pulg.	1.44 g/cm ³	2 %
0.20	5.08	3.9	3.48	3.31 %	0.20 pulg.	1.44 g/cm ³	3 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 12
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+345
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368467 m	ESTE 8904348 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+345, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2,00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación	
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		
	FRACCIONES		
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.30 cm	Fracción grueso 683.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	4888.00 g	Fracción fino: 2242.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	986.00 g	% fracción fina 76.65 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso 23.35 %
Volumen del hoyo (V).	1718.08 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe
E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3697.00 g
	Peso bandeja. (g)	772.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2925.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	940.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	835.00 g
	Peso de la tara.	117.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.62 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.70 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.49 g/cm ³

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.49 g/cm ³	Material grueso (23.35 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.60 kN/m ³	
	1488.80 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	374.36 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20833
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 12
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+345
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368467 m	ESTE 8904348 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+345, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.49 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.62 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	0.8	2.5	0.12	0.35	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	1.5	5.8	0.28	0.70		
0.075	1.91	1.47	2.3	9.0	0.44	1.04		
0.100	2.54	1.95	3.0	12.3	0.60	1.38		
0.125	3.18	2.44	5.0	21.0	1.03	1.72		
0.150	3.81	2.93	7.0	29.8	1.46	2.05		
0.175	4.45	3.42	9.0	38.5	1.88	2.37		
0.200	5.08	3.91	11.0	47.2	2.31	2.70		
0.225	5.72	4.40	13.29	57.2	2.80	3.02		
0.250	6.35	4.88	15.6	67.1	3.29	3.33		
0.300	7.62	5.86	17.9	77.1	3.77	3.95		
0.350	8.89	6.84	20.1	87.0	4.26	4.55		
0.400	10.16	7.82	22.4	97.0	4.75	5.13		
0.450	11.43	8.79	24.7	107.0	5.24	5.70		
0.500	12.70	9.77	27.0	116.9	5.72	6.25		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

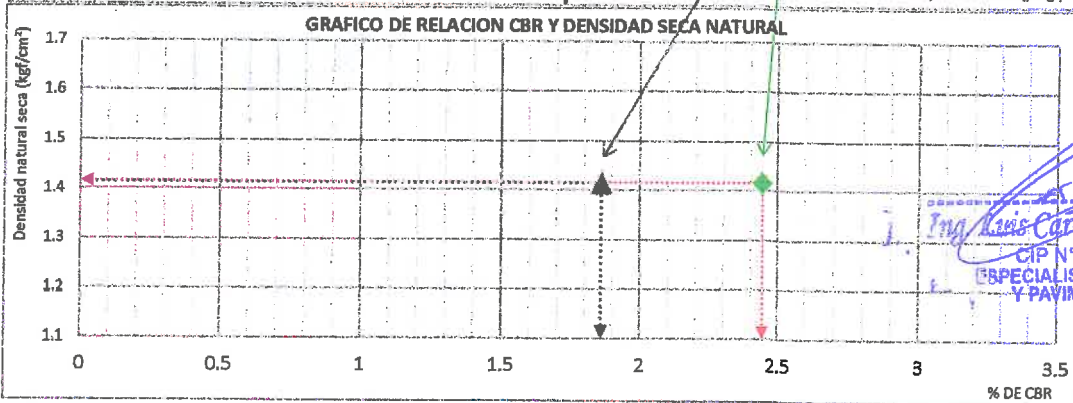
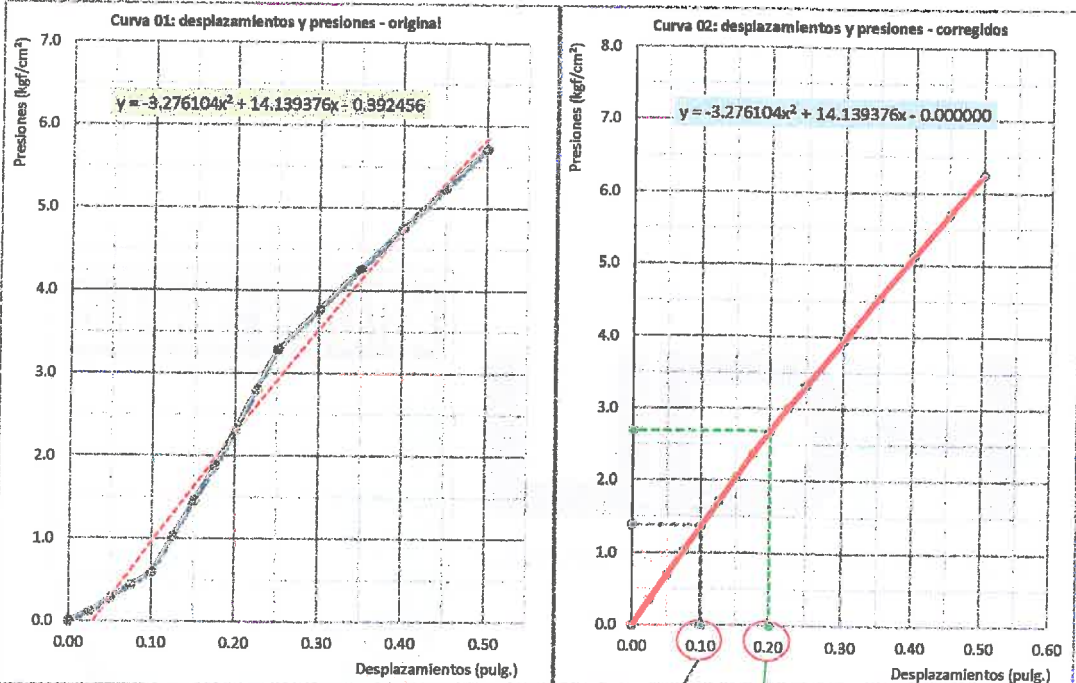
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



[Signature]
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	1.38	1.96 %	0.10 pulg.	1.42 g/cm ³	2 %
0.20	5.08	3.9	2.70	2.57 %	0.20 pulg.	1.42 g/cm ³	2 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 13
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+350
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368471 m	ESTE 8904356 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+350, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2.00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.60 cm	Fracción grueso	775.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5177.00 g	Fracción fina:	1923.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1481.00 g	% fracción fina	71.28 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	28.72 %
	Volumen del hoyo (V).	1566.48 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3525.00 g
	Peso bandeja. (g)	827.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2698.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	989.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	879.00 g
	Peso de la tara.	120.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.49 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.72 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.50 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.50 g/cm³	Observaciones. Material grueso (28.72 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.70 kN/m³	
	1499.00 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	79 %
Agua controlado compactado:	340.54 g
AI 95% AASHTO (finos > 12%):	75 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado In situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 13
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+350
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368471 m	ESTE 8904356 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+350, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.50 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.49 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	2.9	11.7	0.57	0.78	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	5.7	24.1	1.18	1.52		
0.075	1.91	1.47	8.6	36.5	1.79	2.24		
0.100	2.54	1.95	11.4	48.9	2.40	2.92		
0.125	3.18	2.44	14.7	63.4	3.11	3.57		
0.150	3.81	2.93	18.1	77.9	3.81	4.19		
0.175	4.45	3.42	21.4	92.4	4.52	4.78		
0.200	5.08	3.91	24.7	106.9	5.23	5.34		
0.225	5.72	4.40	27.51	119.2	5.83	5.86		
0.250	6.35	4.88	30.3	131.4	6.43	6.36		
0.300	7.62	5.86	33.1	143.7	7.03	7.25		
0.350	8.89	6.84	36.0	155.9	7.63	8.02		
0.400	10.16	7.82	38.8	168.2	8.23	8.67		
0.450	11.43	8.79	41.6	180.5	8.83	9.19		
0.500	12.70	9.77	44.4	192.7	9.43	9.58		

Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eaparquitectura@udh.edu.pe



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

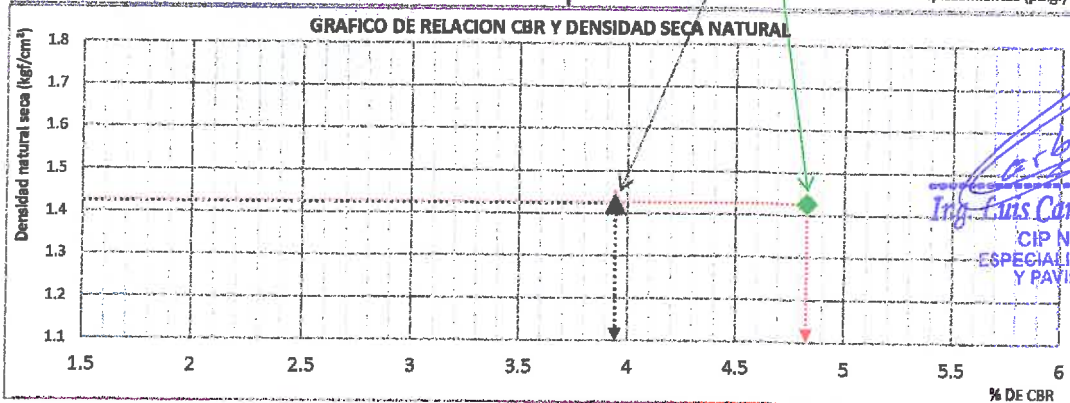
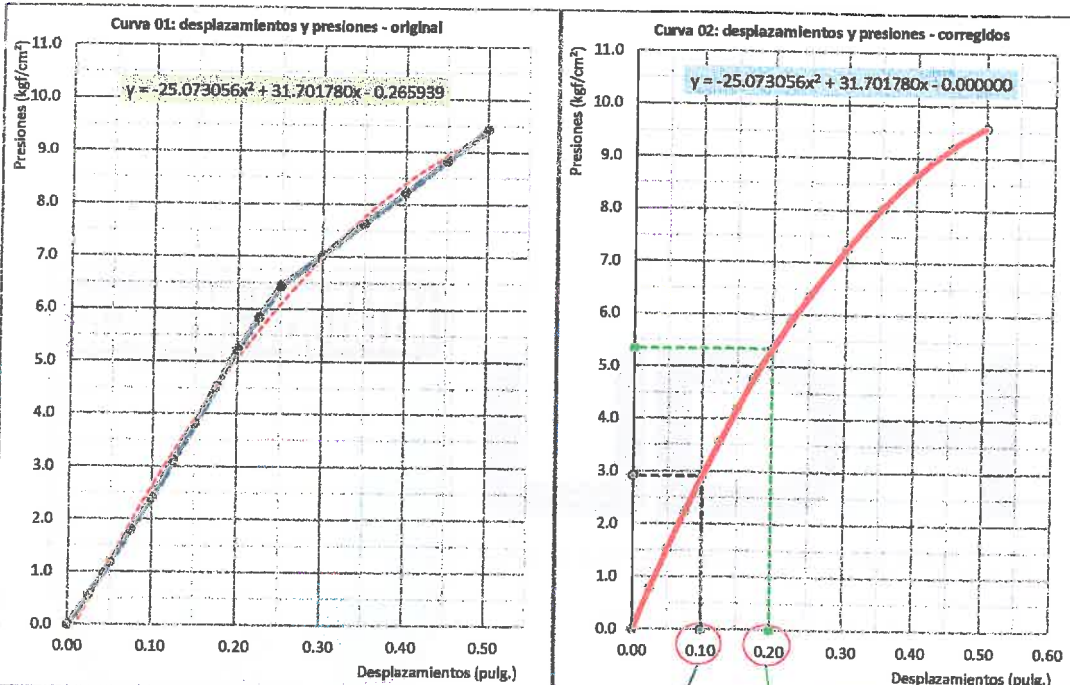
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	2.92	4.15 %	0.10 pulg.	1.43 g/cm³	4 %
0.20	5.08	3.9	5.34	5.08 %	0.20 pulg.	1.43 g/cm³	5 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 14
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+350
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368473 m	ESTE 8904354 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+350, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1587.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2,00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	769.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5180.00 g	Fracción fino:	1950.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1494.00 g	% fracción fina	71.72 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	28.28 %
Volumen del hoyo (V).	1559.12 cm³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: egpingcivil@udh.edu.pe

E-mail: egparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

ENSAYOS Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3542.00 g
	Peso bandeja. (g)	823.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2719.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	982.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	872.00 g
	Peso de la tara.	119.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.61 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.74 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.52 g/cm ³

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.52 g/cm ³	Material grueso (28.28 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.90 kN/m ³	
	1519.40 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	80 %
Agua controlado compactado:	346.20 g
AI 95% AASHTO (finos > 12%):	76 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 14
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+350
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368473 m	ESTE 8904354 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+350, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.52 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.61 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

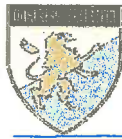
CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.0	16.7	0.82	1.00	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.0	34.1	1.67	1.96		
0.075	1.91	1.47	12.0	51.6	2.52	2.88		
0.100	2.54	1.95	16.0	69.0	3.38	3.76		
0.125	3.18	2.44	20.0	86.4	4.23	4.60		
0.150	3.81	2.93	24.0	103.9	5.08	5.40		
0.175	4.45	3.42	28.0	121.3	5.94	6.16		
0.200	5.08	3.91	32.0	138.7	6.79	6.88		
0.225	5.72	4.40	35.71	154.9	7.58	7.56		
0.250	6.35	4.88	39.4	171.1	8.37	8.20		
0.300	7.62	5.86	43.1	187.2	9.17	9.35		
0.350	8.89	6.84	46.9	203.4	9.96	10.35		
0.400	10.16	7.82	50.6	219.6	10.75	11.18		
0.450	11.43	8.79	54.3	235.7	11.54	11.86		
0.500	12.70	9.77	58.0	251.9	12.33	12.37		

Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

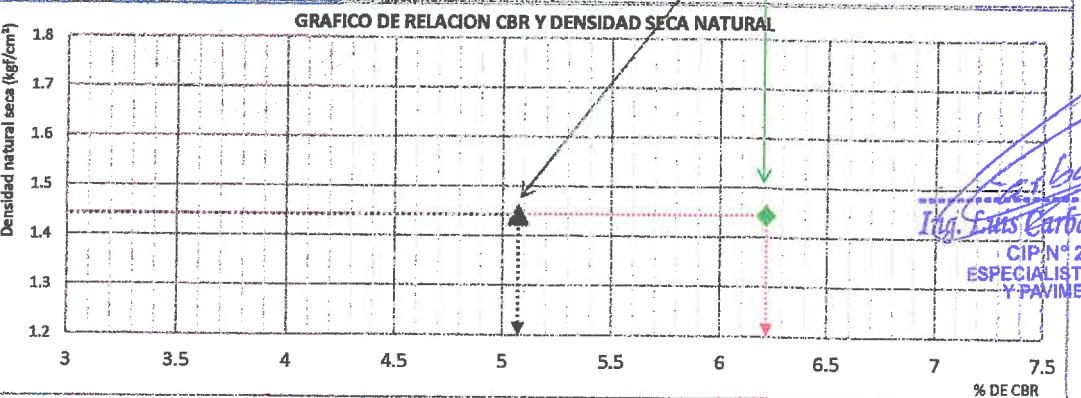
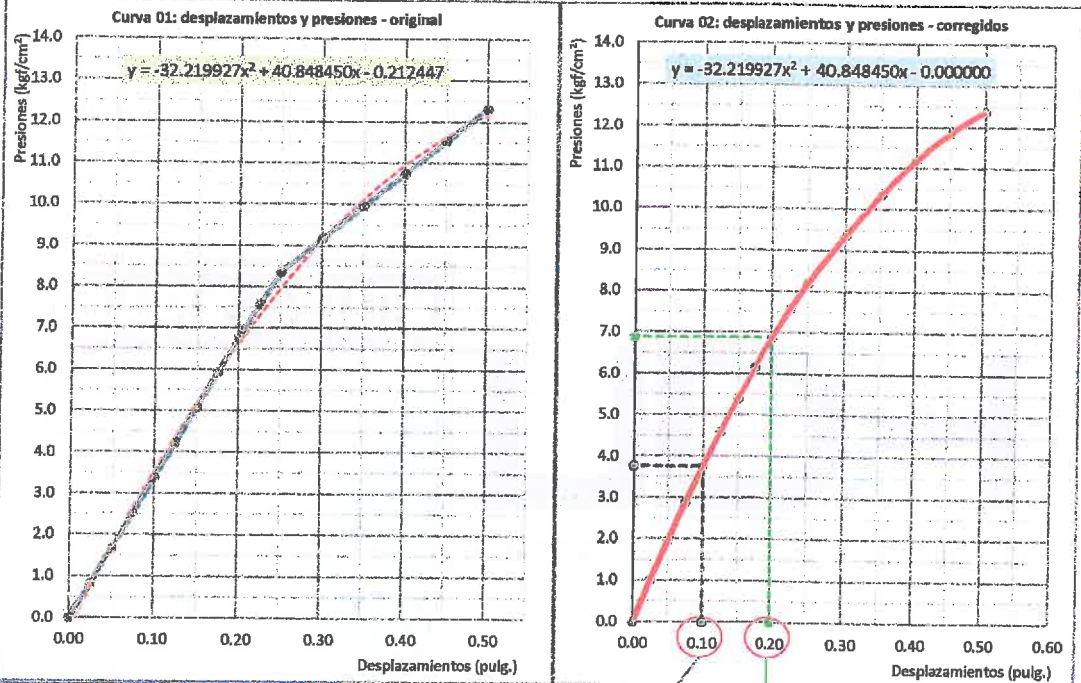
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	3.76	5.34 %	0.10 pulg.	1.44 g/cm ³	5 %
0.20	5.08	3.9	6.88	6.55 %	0.20 pulg.	1.44 g/cm ³	6 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

ENSAYOS Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO DE ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 15
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+350
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368474 m	ESTE 8904352 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+350, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89				
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	723.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5215.00 g	Fracción fino:	1899.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1581.00 g	% fracción fina	72.43 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	27.57 %
Volumen del hoyo (V).	1520.86 cm³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epaqcivil@udh.edu.pe
E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3437.00 g
	Peso bandeja. (g)	815.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2622.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	947.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	844.00 g
	Peso de la tara.	121.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	14.25 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	1.72 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.51 g/cm ³

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.51 g/cm ³	Material grueso (27.57 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	14.80 kN/m ³ 1509.20 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 g/cm ³
% COMPACTACIÓN NATURAL:	80 %
Agua controlado compactado:	327.16 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	76 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

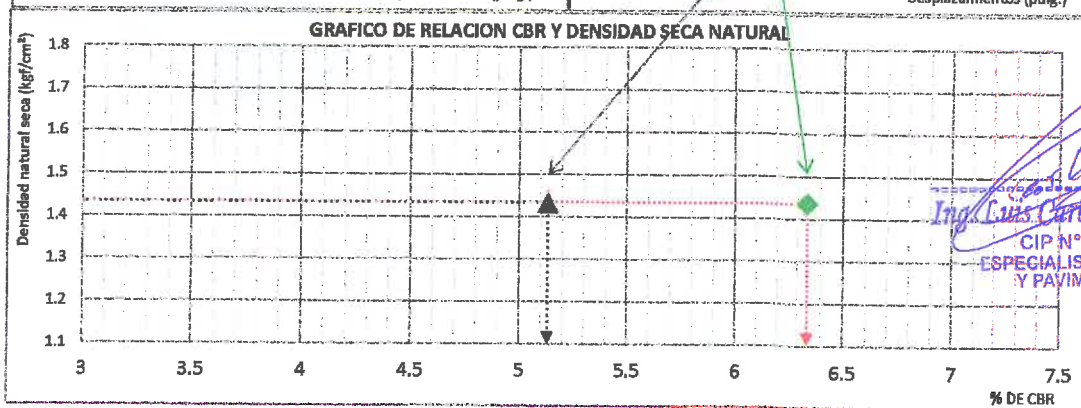
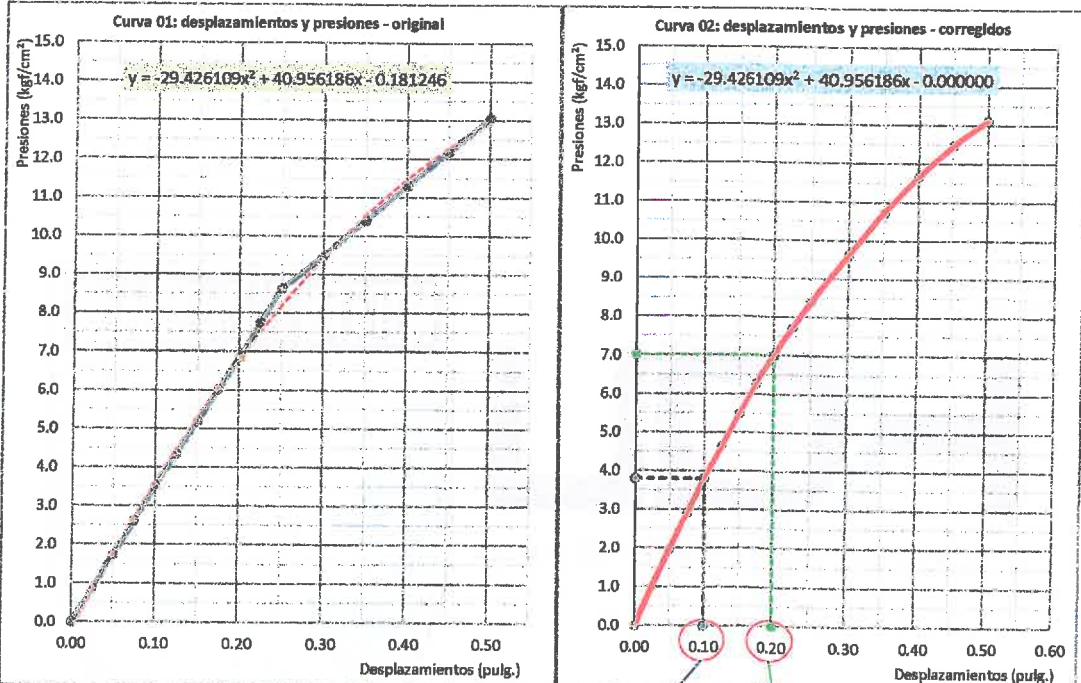
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	3.80	5.40 %	0.10 pulg.	1.43 g/cm ³	5 %
0.20	5.08	3.9	7.01	6.67 %	0.20 pulg.	1.43 g/cm ³	6 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado In situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	18/03/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 15
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+350
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368474 m	ESTE 8904352 m	msnm: 2176		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+350, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.51 g/cm ³	Contenido de humedad natural	14.25 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/mín.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.2	17.3	0.85	1.01	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.3	35.4	1.73	1.97		
0.075	1.91	1.47	12.5	53.5	2.62	2.91		
0.100	2.54	1.95	16.6	71.6	3.51	3.80		
0.125	3.18	2.44	20.5	88.7	4.34	4.66		
0.150	3.81	2.93	24.5	105.8	5.18	5.48		
0.175	4.45	3.42	28.4	122.9	6.02	6.27		
0.200	5.08	3.91	32.3	140.0	6.85	7.01		
0.225	5.72	4.40	36.47	158.2	7.74	7.73		
0.250	6.35	4.88	40.6	176.4	8.63	8.40		
0.300	7.62	5.86	44.8	194.5	9.52	9.64		
0.350	8.89	6.84	49.0	212.7	10.41	10.73		
0.400	10.16	7.82	53.2	230.8	11.30	11.67		
0.450	11.43	8.79	57.3	249.0	12.19	12.47		
0.500	12.70	9.77	61.5	267.1	13.08	13.12		


Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

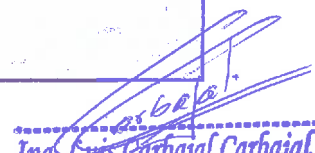
Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



DOSIFICACIÓN DE SAVIA ÓPTIMA


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



COMPACTACIÓN DE SUELOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

AASHTO T 180, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.

2.- Objeto:

Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco del suelo.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, balanza digital, moldes de proctor, martillos de compactación, cucharones, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203.00		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Característica físicas - mecánicas del suelo

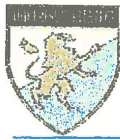
Participación en pesos de los granos del suelo	Cribas		Peso (g)	%	Método Comp.	Fracción gruesa	Fracción fino
	Retenido: 3" - 3/4"		2,754.0	3.59			
Retenido: 3/4" - 3/8"		1,017.0	1.33				
Retenido: 3/8" - N° 04		930.0	1.21				
Pasante: N° 04		71,935.0	93.87				
Pesos totales :		76,636.0	100				

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	5,897.00	6,093.00	6,213.00	6,192.40	6,013.80
Peso del cilindro	g	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00	4,179.00
Peso de la muestra húmedo	g	1,718.00	1,914.00	2,034.00	2,013.40	1,834.80
Volumen del molde	cm ³	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Densidad húmedo	g/cm ³	1.86	2.08	2.21	2.19	1.99
Densidad seca	g/cm ³	1.68	1.82	1.88	1.81	1.61
Peso unitario seco	kN/m³	16.48	17.85	18.44	17.75	15.79

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum.+recipiente.	g	544.30	652.70	669.50	557.80	621.60
Peso muestra seca +recipiente.	g	496.10	578.00	577.10	467.40	513.30
Peso recipiente.	g	46.20	38.30	39.20	37.60	56.70
Peso del agua.	g	48.20	74.70	92.40	90.40	108.30
Peso muestra seca.	g	449.90	539.70	537.90	429.80	456.60
Contenido de humedad.	%	10.71	13.84	17.18	21.03	23.72



COMPACTACIÓN DE SUELOS

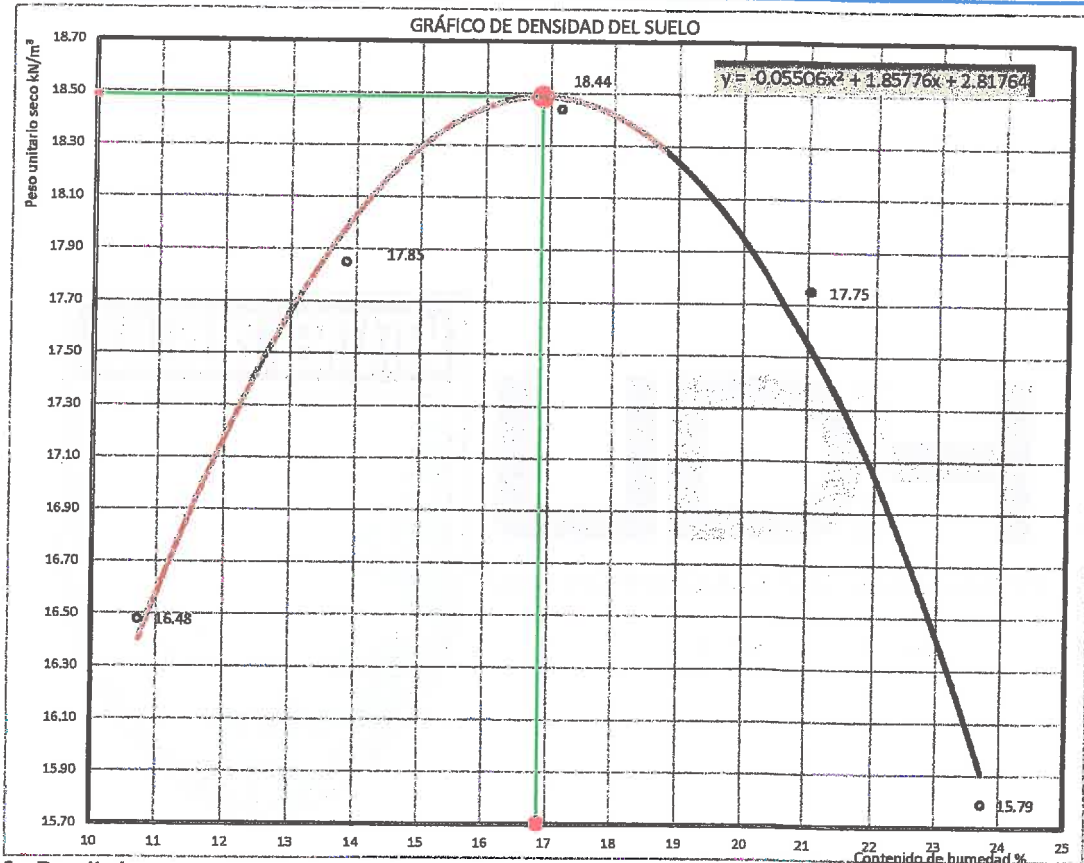
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.



6.- Resultados:

Peso unitario máxima seca:	18.49 kN/m³	Observaciones: COMPACTACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE (MÉTODO "A"), CON UNA PROPORCIÓN DE MATERIAL GRUESA DE 6 % Y MATERIAL FINO DE 94 %, RESULTANDO ESTE SUELO EL MÁS CRÍTICO DEBIDO A QUE SE OBTUVO UNA DENSIDAD MÁXIMA SECA MUCHO MENOR CON REFERENCIA A LOS DEMAS, LA CUAL SERÁ USADA COMO SUELO PATRÓN DE COMPARACIÓN.
Densidad máxima seca:	1.89 gr/cm³	
Humedad óptima:	16.90 %	
Agua de mezcla para la resistencia CBR :	675.20 cm³	

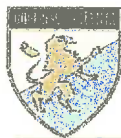
Participación de la savia de sábila en porcentaje del agua de mezcla para la resistencia CBR:

	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
SAVIA:	0.00 g	168.80 g	337.60 g	506.40 g	675.20 g
AGUA:	675.20 g	506.40 g	337.60 g	168.80 g	0.00 g
total:	675.20 g	675.20 g	675.20 g	675.20 g	675.20 g

Por cada porcentaje preparar 3 cantidades de suelo de:

6000 g	6000 g	6000 g	6000 g	6000 g
--------	--------	--------	--------	--------

Luis Carbajal Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 1883, (Standard Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory - Compacted Soils).

NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.

AASHTO T 193, Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.

2.- Objeto: Determinar la resistencia al esfuerzo a presiones en un suelo bajo condiciones saturadas y densidades controlados.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Prensa CBR, horno, bandejas, moldes, martillos de compactación.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm³
--	------------

savia de sábila	Porcentaje	0 %
	Volumen	0.00 cm³

Agua	Porcentaje	100 %
	Volumen	675.20 cm³

Método de compactación en el proctor:	A
---------------------------------------	---

Área presión prensa CBR:	20.43 cm²
--------------------------	-----------

Velocidad de carga:	1.27 mm/min.
Incremento de carga:	0.025 pulg.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R

Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa		Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso muestra + molde	g.	11,871.00	12,211.00	12,392.00	12,550.00	12,627.00	12,700.00
Peso molde	g.	7,990	7,990	8,015	8,015	8,019	8,019
Peso muestra húmedo	g.	3,881.00	4,221.00	4,377.00	4,535.00	4,608.00	4,681.00
Volumen del molde	cm³	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06
Densidad húmedo	g./cm³	1.83	1.99	2.06	2.14	2.17	2.20
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	g.	648.70	741.90	593.20	730.60	588.10	651.30
Peso muestra seca+recip.	g.	572.30	600.80	524.90	611.50	517.90	553.80
Peso recipiente	g.	66.00	71.00	68.20	66.10	65.60	66.10
Peso parte del agua	g.	76.4	141.1	68.3	119.1	70.2	97.5
Peso muestra seca	g.	506.3	529.8	456.7	545.4	452.3	487.7
Contenido de humedad	%	15.1	26.6	15.0	21.8	15.5	20.0
Densidad seca	g./cm³	1.59	1.57	1.79	1.75	1.88	1.84

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: ecapincivil@udh.edu.pe

E-mail: ecaparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

CONTROL DE EXPANSIÓN

Table with columns for ENSAYO DE SATURACIÓN - EXPANSIÓN, MOLDE - 10, MOLDE - 25, and MOLDE - 56. Rows include dates from 16/03/2018 to 20/03/2018 and summary rows for total variation and initial height.

COMPRESIÓN C.B.R

Table with columns for CONTROL DE LAS PRESIONES and MOLDE - 10, MOLDE - 25, MOLDE - 56. Rows show pressure data for various mold sizes and depths from 0.000 to 0.500.



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

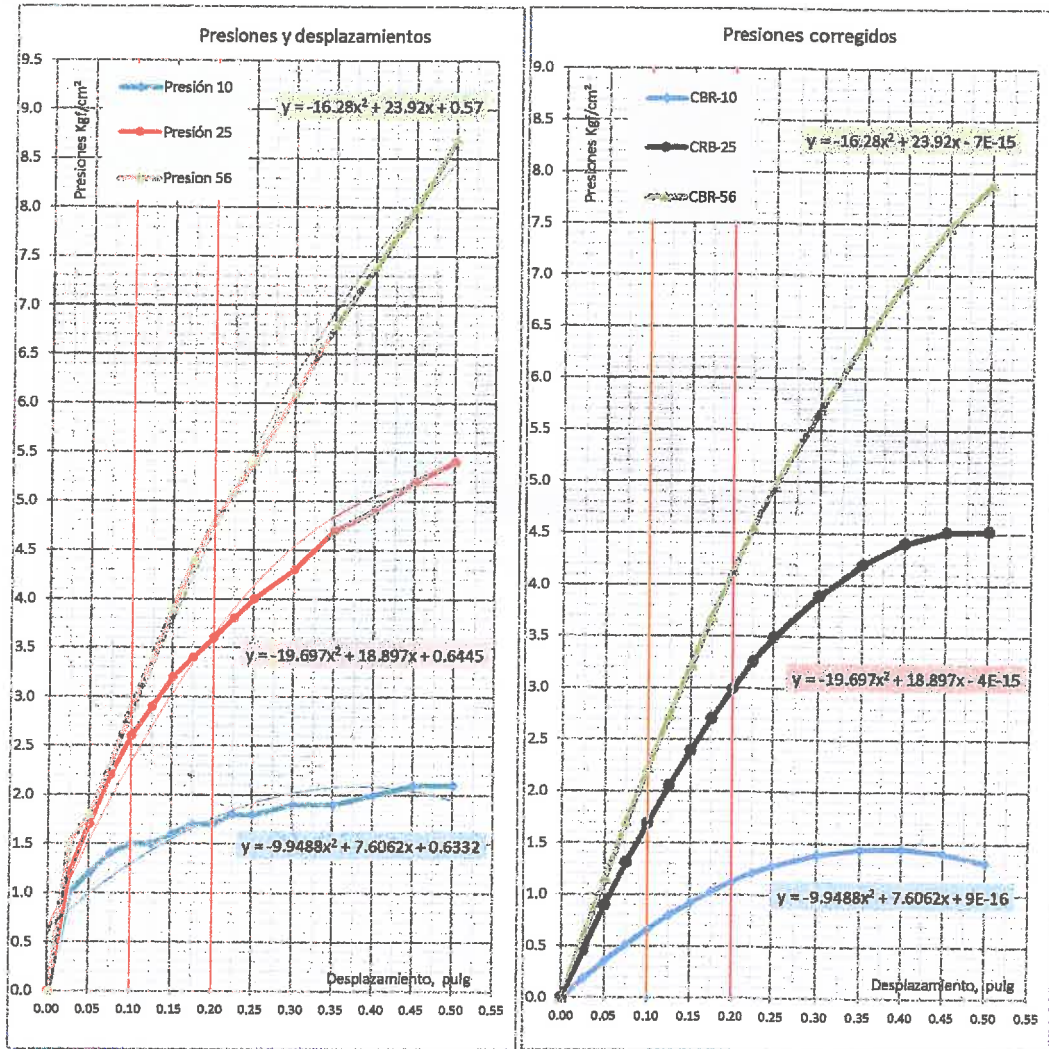
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

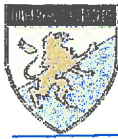
Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROLADO DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10		MOLDE - 25		MOLDE - 56	
			PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %
0.10	2.54	2.0	0.7	1	1.7	2.4	2.2	3.1
0.20	5.08	4.0	1.1	1	3.0	2.9	4.1	3.9

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

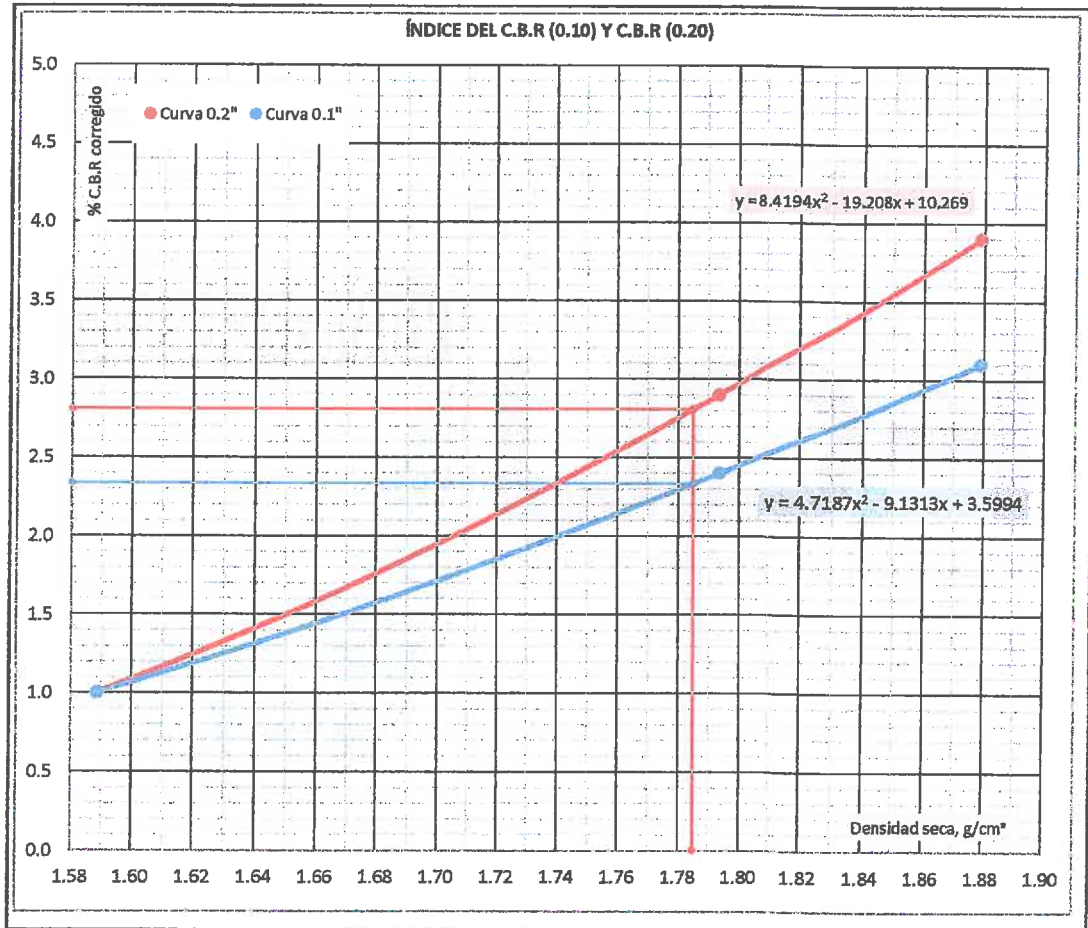
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.



Resultado a 0.10" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.88 gr/cm³
CBR:	3 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.78 gr/cm³
CBR:	2 %

Resultado a 0.20" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.88 gr/cm³
CBR:	4 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.78 gr/cm³
CBR:	3 %

Resultados al 100 % de CBR		
Penetración	CBR	Densidad alcanzado
En 0.20"	100%	-
En 0.10"	100%	-

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 1883, (Standard Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory - Compacted Soils).

NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.

AASHTO T 193, Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.

2.- Objeto: Determinar la resistencia al esfuerzo a presiones en un suelo bajo condiciones saturadas y densidades controlados.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Prensa CBR, horno, bandejas, moldes, martillos de compactación.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Análisis:

Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm³
--	------------

savia de sábila	Porcentaje	25 %
	Volumen	168.80 cm³

Agua	Porcentaje	75 %
	Volumen	506.40 cm³

Método de compactación en el proctor:	A
---------------------------------------	---

Área presión prensa CBR:	20.43 cm²
--------------------------	-----------

Velocidad de carga:	1.27 mm/min.
Incremento de carga:	0.025 pulg.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R

Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa		Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Condiciones de Prueba							
Peso muestra + molde	g.	11,757.00	12,121.00	12,333.00	12,521.00	12,599.00	12,704.00
Peso molde	g.	7,990	7,990	8,015	8,015	8,019	8,019
Peso muestra húmedo	g.	3,767.00	4,131.00	4,318.00	4,506.00	4,580.00	4,685.00
Volumen del molde	cm³	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06
Densidad húmedo	g./cm³	1.77	1.95	2.03	2.12	2.16	2.21
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recíp.	g.	620.10	725.80	710.10	664.80	641.40	654.40
Peso muestra seca+recíp.	g.	544.60	574.00	619.80	546.80	562.20	543.10
Peso recipiente	g.	68.30	65.70	65.80	71.00	65.60	65.60
Peso parte del agua	g.	75.5	151.8	90.3	118.0	79.2	111.3
Peso muestra seca	g.	476.3	508.3	554.0	475.8	496.6	477.5
Contenido de humedad	%	15.9	29.9	16.3	24.8	15.9	23.3
Densidad seca	g./cm³	1.53	1.50	1.75	1.70	1.86	1.79

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

CONTROL DE EXPANSIÓN

ENSAYO DE SATURACION - EXPANSIÓN			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56		
Fecha	Tiempo de control		Factor Dial:	0.010 mm		Factor Dial:	0.002 mm		Factor Dial:	0.010 mm	
			Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%
20/03/2018	05:01 p.m.	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
	05:31 p.m.	0.5 h	281.0	2.810	2.40	449.0	0.898	0.77	74.0	0.740	0.63
	06:01 p.m.	1.0 h	337.0	3.370	2.88	461.0	0.922	0.79	94.0	0.940	0.80
	08:01 p.m.	3.0 h	378.0	3.780	3.23	740.0	1.480	1.26	133.0	1.330	1.14
	11:01 p.m.	6.0 h	411.0	4.110	3.51	1048.0	2.096	1.79	160.0	1.600	1.37
21/03/2018	05:01 a.m.	12.0 h	446.0	4.460	3.81	1391.0	2.782	2.38	190.0	1.900	1.62
	05:01 p.m.	24.0 h	450.0	4.500	3.85	1480.0	2.960	2.53	210.0	2.100	1.79
22/03/2018	05:01 p.m.	48.0 h	455.0	4.550	3.89	1620.0	3.240	2.77	250.0	2.500	2.14
23/03/2018	05:01 p.m.	72.0 h	600.0	6.000	5.13	1760.0	3.520	3.01	270.0	2.700	2.31
24/03/2018	05:01 p.m.	96.0 h	622.0	6.22	5.32	2176.0	4.352	3.72	305.0	3.050	2.61
Variación total		mm	6.22	5.32 %		4.35	3.72 %		3.05	2.61 %	
Altura inicial		mm	117.0			117.0			117.0		

COMPRESIÓN C.B.R

CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10				MOLDE - 25				MOLDE - 56			
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)	
				Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	2.0	25.5	1.2	0.6	4.8	37.2	1.8	1.3	9.8	58.4	2.9	2.6
0.050	1.27	1.0	4.0	34.0	1.7	1.3	9.5	57.3	2.8	2.6	19.5	99.8	4.9	5.2
0.075	1.91	1.5	6.0	42.5	2.1	1.9	14.3	77.5	3.8	3.9	29.3	141.3	6.9	7.7
0.100	2.54	2.0	8.0	51.0	2.5	2.5	19.0	97.7	4.8	5.1	39.0	182.7	8.9	10.3
0.125	3.18	2.5	10.8	62.6	3.1	3.1	24.5	121.1	5.9	6.4	50.3	230.5	11.3	12.9
0.150	3.81	3.0	13.5	74.3	3.6	3.7	30.0	144.4	7.1	7.6	61.5	278.3	13.6	15.4
0.175	4.45	3.5	16.3	86.0	4.2	4.2	35.5	167.8	8.2	8.9	72.8	326.1	16.0	18.0
0.200	5.08	4.0	19.0	97.7	4.8	4.8	41.0	191.2	9.4	10.1	84.0	373.9	18.3	20.5
0.225	5.72	4.5	23.0	114.7	5.6	5.3	50.7	232.4	11.4	11.3	104.9	462.5	22.6	23.0
0.250	6.35	5.0	27.0	131.7	6.4	5.8	60.4	273.7	13.4	12.5	125.7	551.1	27.0	25.5
0.300	7.62	6.0	31.0	148.7	7.3	6.9	70.1	315.0	15.4	14.9	146.6	639.7	31.3	30.5
0.350	8.89	7.0	35.0	165.7	8.1	7.8	79.9	356.3	17.4	17.2	167.4	728.3	35.7	35.5
0.400	10.16	8.0	39.0	182.7	8.9	8.8	89.6	397.5	19.5	19.5	188.3	817.0	40.0	40.4
0.450	11.43	9.0	43.0	199.7	9.8	9.6	99.3	438.8	21.5	21.7	209.1	905.6	44.3	45.3
0.500	12.70	10.0	47.0	216.7	10.6	10.5	109.0	480.1	23.5	23.9	230.0	994.2	48.7	50.2



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

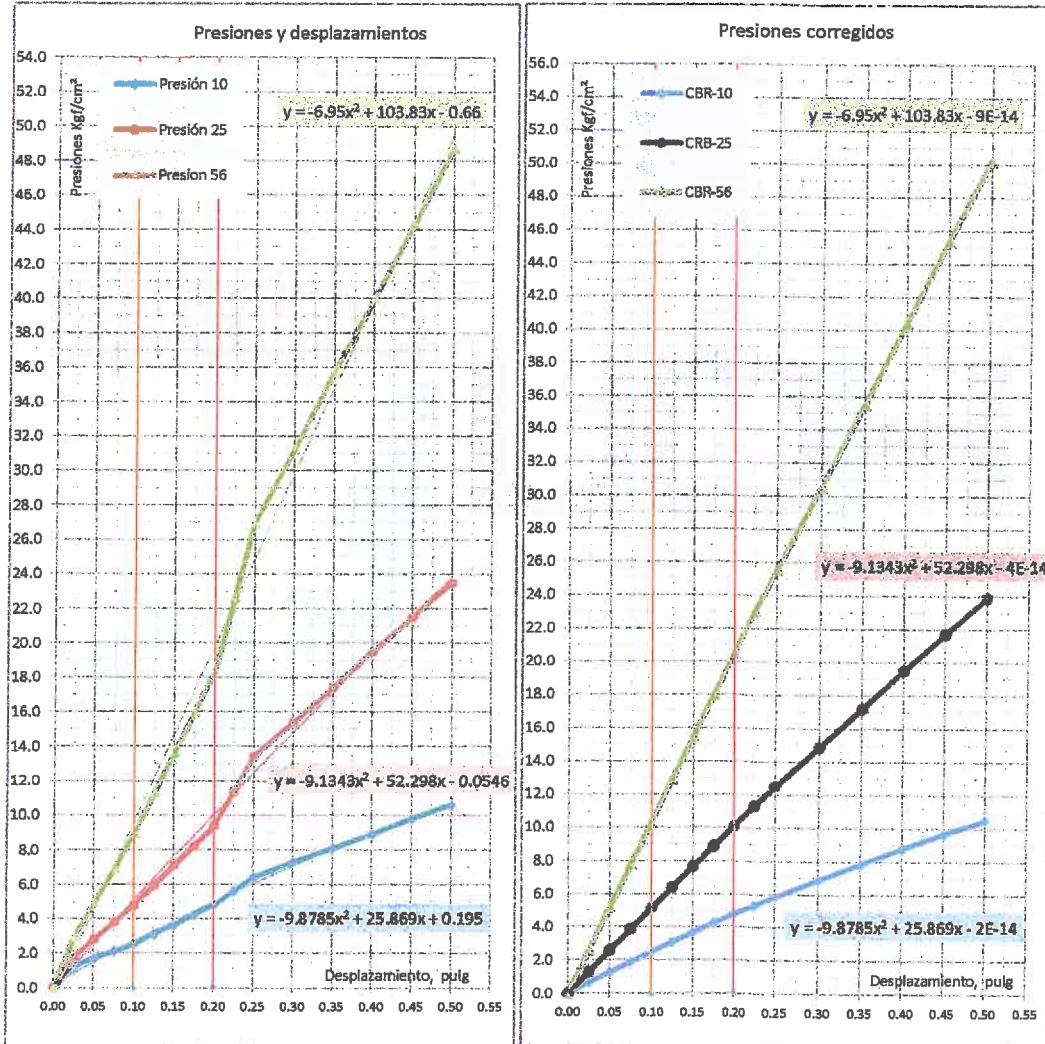
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROLADO DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10		MOLDE - 25		MOLDE - 56	
			PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Corregido	CBR	Corregido	CBR	Corregido	CBR
			kgf/cm ²	%	kgf/cm ²	%	kgf/cm ²	%
0.10	2.54	2.0	2.5	3.6	5.1	7.2	10.3	14.6
0.20	5.08	4.0	4.8	4.6	10.1	9.6	20.5	19.5

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

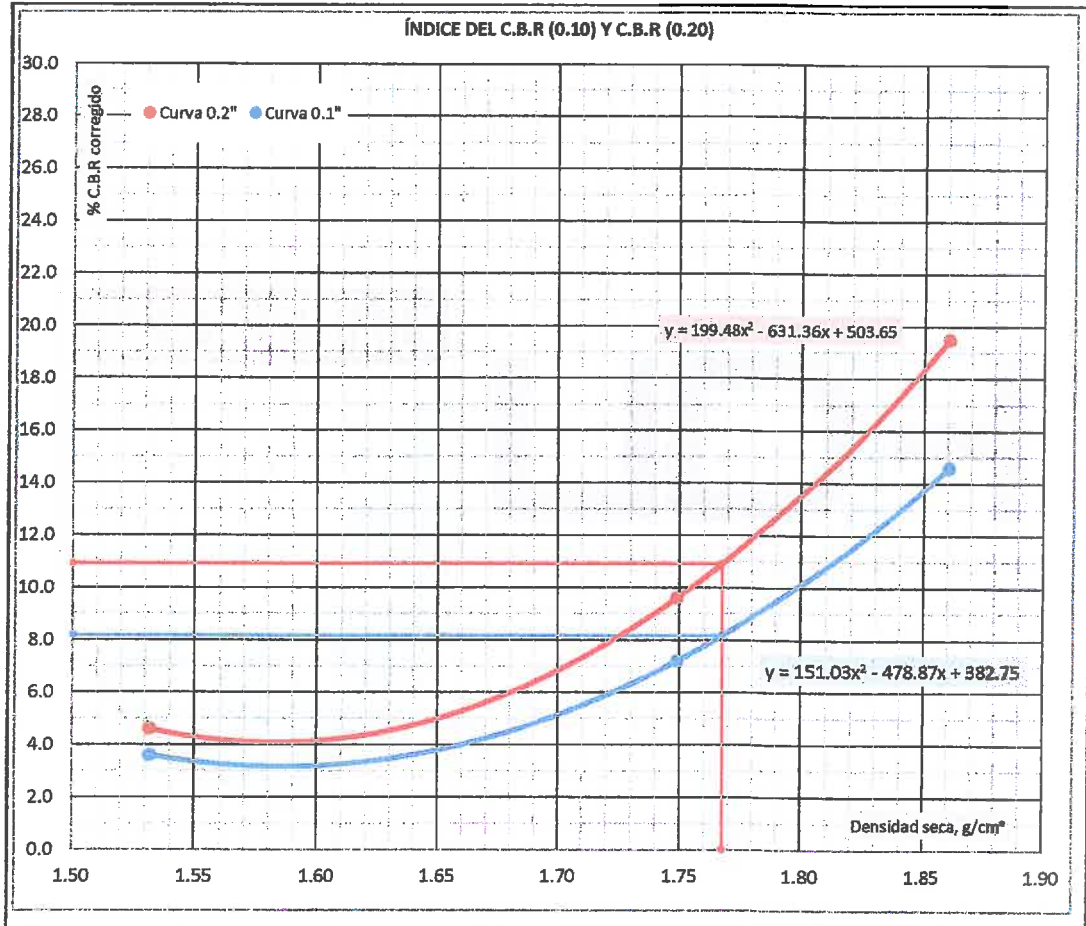
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.



Resultado a 0.10" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.86 gr/cm³
CBR:	15 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.77 gr/cm³
CBR:	8 %

Resultado a 0.20" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.86 gr/cm³
CBR:	19 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.77 gr/cm³
CBR:	11 %

Resultados al 100 % de CBR		
Penetración	CBR	Densidad alcanzado
En 0.20"	100%	-
En 0.10"	100%	-

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 1883, (Standard Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory - Compacted Soils).
- NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.
- AASHTO T 193, Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.

2.- Objeto:

Determinar la resistencia al esfuerzo a presiones en un suelo bajo condiciones saturadas y densidades controlados.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Prensa CBR, horno, bandejas, moldes, martillos de compactación.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m		msnm: 2203	18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Analisis:

Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm³
--	------------

savía de sábila	Porcentaje	50 %
	Volumen	337.60 cm³

Agua	Porcentaje	50 %
	Volumen	337.60 cm³

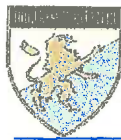
Método de compactación en el proctor:	A
---------------------------------------	---

Área presión prensa CBR:	20.43 cm²
--------------------------	-----------

Velocidad de carga:	1.27 mm/min.
Incremento de carga:	0.025 pulg.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R

Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa		Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Condiciones de Prueba							
Peso muestra + molde	g.	11,789.00	12,136.00	12,300.00	12,527.00	12,624.00	12,720.00
Peso molde	g.	7,990	7,990	8,015	8,015	8,019	8,019
Peso muestra húmedo	g.	3,799.00	4,146.00	4,285.00	4,512.00	4,605.00	4,701.00
Volumen del molde	cm³	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06
Densidad húmedo	g./cm³	1.79	1.95	2.02	2.13	2.17	2.21
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	g.	693.00	714.00	722.50	766.40	708.50	790.10
Peso muestra seca+recip.	g.	608.50	594.50	634.40	640.00	624.80	677.80
Peso recipiente	g.	66.10	66.00	66.40	66.10	68.20	68.20
Peso parte del agua	g.	84.5	119.5	88.1	126.4	83.7	112.3
Peso muestra seca	g.	542.4	528.5	568.0	573.9	556.6	609.6
Contenido de humedad	%	15.6	22.6	15.5	22.0	15.0	18.4
Densidad seca	g./cm³	1.55	1.59	1.75	1.74	1.89	1.87



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tests: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

CONTROL DE EXPANSIÓN

ENSAYO DE SATURACION - EXPANSIÓN			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56		
Fecha	Tiempo de control		Factor Dial:	0.010 mm		Factor Dial:	0.002 mm		Factor Dial:	0.010 mm	
			Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%
25/03/2018	12:57 p.m.	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
	01:27 p.m.	0.5 h	137.0	1.370	1.17	510.0	1.020	0.87	32.5	0.325	0.28
	01:57 p.m.	1.0 h	159.0	1.590	1.36	661.0	1.322	1.13	90.0	0.900	0.77
	03:57 p.m.	3.0 h	211.0	2.110	1.80	840.0	1.680	1.44	100.0	1.000	0.85
	08:57 p.m.	6.0 h	278.0	2.780	2.38	1048.0	2.096	1.79	130.0	1.300	1.11
26/03/2018	12:57 a.m.	12.0 h	346.0	3.460	2.96	1191.0	2.382	2.04	160.0	1.600	1.37
	12:57 p.m.	24.0 h	350.0	3.500	2.99	1380.0	2.760	2.36	180.0	1.800	1.54
27/03/2018	12:57 p.m.	48.0 h	354.0	3.540	3.03	1549.0	3.098	2.65	205.0	2.050	1.75
28/03/2018	12:57 p.m.	72.0 h	357.0	3.570	3.05	1718.0	3.436	2.94	225.0	2.250	1.92
29/03/2018	12:57 p.m.	96.0 h	552.0	5.52	4.72	1825.0	3.650	3.12	234.0	2.340	2.00
Variación total			mm	5.52		3.65		2.34		2.00 %	
Altura inicial			mm	117.0		117.0		117.0		117.0	

COMPRESIÓN C.B.R

CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10				MOLDE - 25				MOLDE - 56			
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)	
				Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	2.3	26.5	1.3	0.7	5.0	38.2	1.9	1.5	10.8	62.6	3.1	3.1
0.050	1.27	1.0	4.5	36.1	1.8	1.3	10.0	59.5	2.9	2.9	21.5	108.3	5.3	6.2
0.075	1.91	1.5	6.8	45.7	2.2	1.9	15.0	80.7	4.0	4.3	32.3	154.0	7.5	9.2
0.100	2.54	2.0	9.0	55.2	2.7	2.6	20.0	101.9	5.0	5.7	43.0	199.7	9.8	12.1
0.125	3.18	2.5	11.8	66.9	3.3	3.1	26.5	129.6	6.3	7.0	57.3	260.2	12.7	15.0
0.150	3.81	3.0	14.5	78.6	3.8	3.7	33.0	157.2	7.7	8.4	71.5	320.8	15.7	17.8
0.175	4.45	3.5	17.3	90.3	4.4	4.3	39.5	184.8	9.0	9.6	85.8	381.3	18.7	20.5
0.200	5.08	4.0	20.0	101.9	5.0	4.8	46.0	212.4	10.4	10.9	100.0	441.9	21.6	23.2
0.225	5.72	4.5	23.4	116.5	5.7	5.3	55.0	250.7	12.3	12.1	118.6	520.8	25.5	25.8
0.250	6.35	5.0	26.9	131.1	6.4	5.8	64.0	288.9	14.1	13.4	137.1	599.7	29.4	28.3
0.300	7.62	6.0	30.3	145.7	7.1	6.7	73.0	327.1	16.0	15.7	155.7	678.6	33.2	33.2
0.350	8.89	7.0	33.7	160.2	7.8	7.6	82.0	365.4	17.9	17.9	174.3	757.5	37.1	37.8
0.400	10.16	8.0	37.1	174.8	8.6	8.4	91.0	403.6	19.8	20.0	192.9	836.4	40.9	42.1
0.450	11.43	9.0	40.6	189.4	9.3	9.1	100.0	441.9	21.6	22.0	211.4	915.3	44.8	46.2
0.500	12.70	10.0	44.0	203.9	10.0	9.7	109.0	480.1	23.5	23.9	230.0	994.2	48.7	50.1

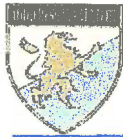
Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

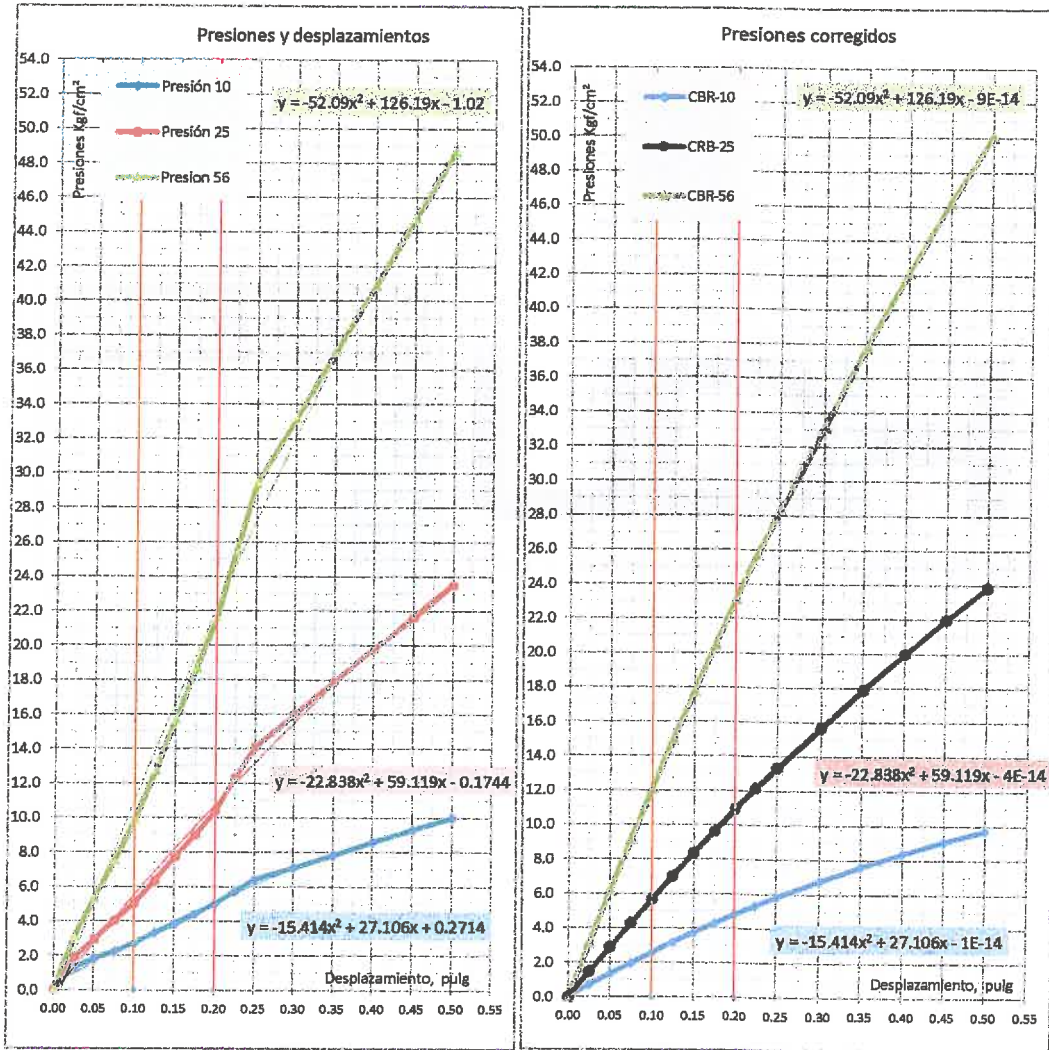
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROLADO DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10		MOLDE - 25		MOLDE - 56	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiem po (min)	PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
			Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %
0.10	2.54	2.0	2.6	3.7	5.7	8.1	12.1	17.2
0.20	5.08	4.0	4.8	4.6	10.9	10.4	23.2	22.1

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

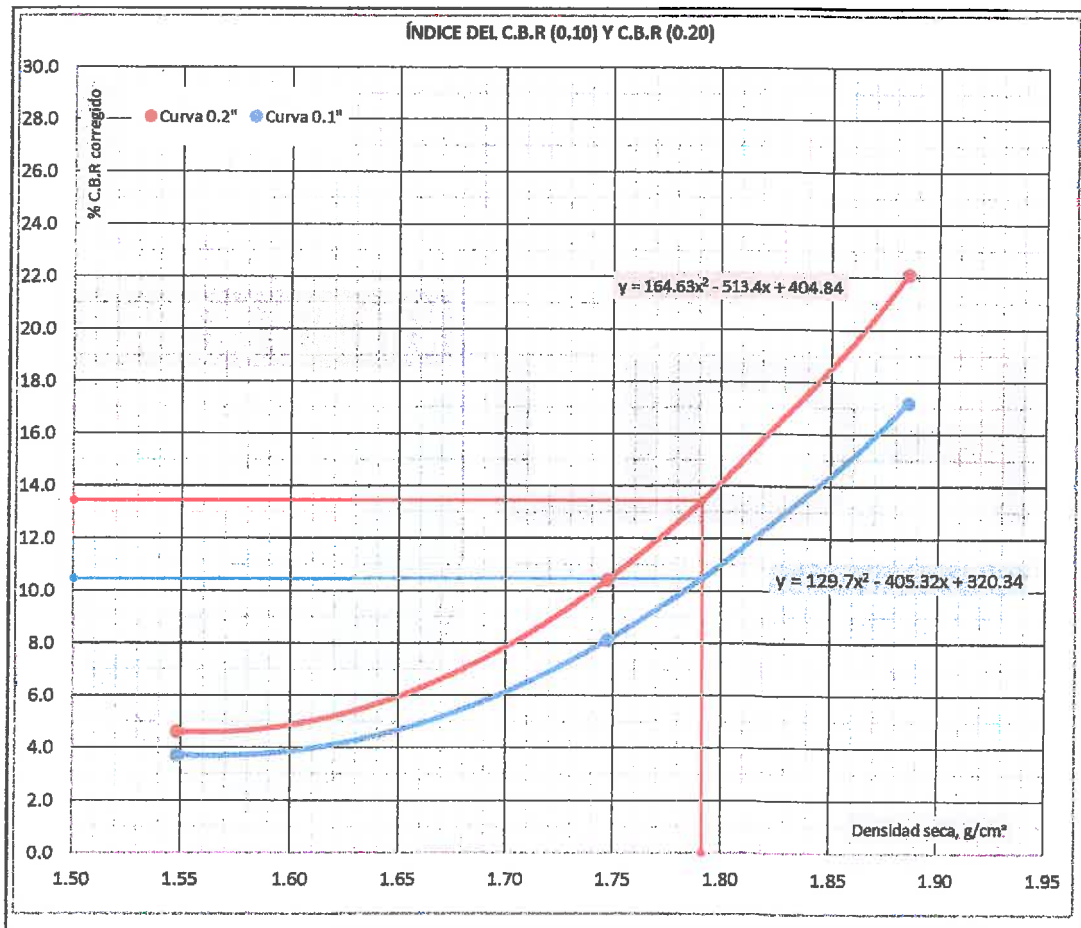
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.



Resultado a 0.10" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.89 gr/cm³
CBR:	17 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.79 gr/cm³
CBR:	10 %

Resultado a 0.20" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.89 gr/cm³
CBR:	22 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.79 gr/cm³
CBR:	13 %

Resultados al 100 % de CBR		
Penetración	CBR	Densidad alcanzado
En 0.20"	100%	-
En 0.10"	100%	-

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 1883, (Standard Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory - Compacted Soils).
- NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.
- AASHTO T 193, Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.

2.- Objeto: Determinar la resistencia al esfuerzo a presiones en un suelo bajo condiciones saturadas y densidades controlados.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Prensa CBR, horno, bandejas, moldes, martillos de compactación.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Analisis:

Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm³
--	------------

savia de sábila	Porcentaje	75 %
	Volumen	506.40 cm³

Agua	Porcentaje	25 %
	Volumen	168.80 cm³

Método de compactación en el proctor:	A
---------------------------------------	---

Área presión prensa CBR:	20.43 cm²
--------------------------	-----------

Velocidad de carga:	1.27 mm/min.
Incremento de carga:	0.025 pulg.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R

Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa		Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Condiciones de Prueba							
Peso muestra + molde	g.	11,771.00	12,130.00	12,262.00	12,485.00	12,640.00	12,783.00
Peso molde	g.	7,990	7,990	8,015	8,015	8,019	8,019
Peso muestra húmedo	g.	3,781.00	4,140.00	4,247.00	4,470.00	4,621.00	4,764.00
Volumen del molde	cm³	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06
Densidad húmedo	g./cm³	1.78	1.95	2.00	2.11	2.18	2.24
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	g.	727.10	732.30	724.10	803.90	707.60	714.30
Peso muestra seca+recip.	g.	657.80	616.20	654.50	695.80	635.00	625.30
Peso recipiente	g.	71.10	65.60	65.60	65.50	65.50	70.90
Peso parte del agua	g.	69.3	116.1	69.6	108.1	72.6	89.0
Peso muestra seca	g.	586.7	550.6	588.9	630.3	569.5	554.4
Contenido de humedad	%	11.8	21.1	11.8	17.2	12.7	16.1
Densidad seca	g./cm³	1.59	1.61	1.79	1.80	1.93	1.93



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

CONTROL DE EXPANSIÓN

ENSAYO DE SATURACIÓN - EXPANSIÓN			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56		
Fecha	Tiempo de control		Factor Dial:	0.010 mm		Factor Dial:	0.002 mm		Factor Dial:	0.010 mm	
	Lect. Dial	mm	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%
29/03/2018	01:10 p.m.	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
	01:40 p.m.	0.5 h	55.0	0.550	0.47	165.0	0.330	0.28	30.0	0.300	0.26
	02:10 p.m.	1.0 h	70.0	0.700	0.60	219.0	0.438	0.37	60.0	0.600	0.51
	04:10 p.m.	3.0 h	85.0	0.850	0.73	415.0	0.830	0.71	95.0	0.950	0.81
	07:10 p.m.	6.0 h	113.0	1.130	0.97	648.0	1.296	1.11	115.0	1.150	0.98
30/03/2018	01:10 a.m.	12.0 h	216.0	2.160	1.85	891.0	1.782	1.52	140.0	1.400	1.20
	01:10 p.m.	24.0 h	319.0	3.190	2.73	1080.5	2.161	1.85	160.0	1.600	1.37
31/03/2018	01:10 p.m.	48.0 h	425.0	4.250	3.63	1289.0	2.578	2.20	180.0	1.800	1.54
01/04/2018	01:10 p.m.	72.0 h	585.0	5.850	5.00	1495.0	2.990	2.56	195.0	1.950	1.67
02/04/2018	01:10 p.m.	96.0 h	530.0	5.30	4.53	1750.0	3.500	2.99	215.0	2.150	1.84
Variación total			mm	5.30		3.50			2.15		
Altura inicial			mm	117.0	4.53 %	117.0	2.99 %		117.0	1.84 %	

COMPRESIÓN C.B.R

CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10				MOLDE - 25				MOLDE - 56			
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)	
			Kgf	Original	Corregido	Kgf	Original	Corregido	Kgf	Original	Corregido			
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	2.3	26.5	1.3	0.8	5.3	39.3	1.9	1.6	11.0	63.7	3.1	3.2
0.050	1.27	1.0	4.5	36.1	1.8	1.5	10.5	61.6	3.0	3.1	22.0	110.4	5.4	6.3
0.075	1.91	1.5	6.8	45.7	2.2	2.3	15.8	83.9	4.1	4.6	33.0	157.2	7.7	9.4
0.100	2.54	2.0	9.0	55.2	2.7	3.0	21.0	106.2	5.2	6.1	44.0	203.9	10.0	12.4
0.125	3.18	2.5	12.5	70.1	3.4	3.6	28.0	135.9	6.7	7.5	58.5	265.5	13.0	15.4
0.150	3.81	3.0	16.0	85.0	4.2	4.3	35.0	165.7	8.1	8.9	73.0	327.1	16.0	18.3
0.175	4.45	3.5	19.5	99.8	4.9	4.9	42.0	195.4	9.6	10.3	87.5	388.7	19.0	21.2
0.200	5.08	4.0	23.0	114.7	5.6	5.5	49.0	225.2	11.0	11.6	102.0	450.3	22.0	24.0
0.225	5.72	4.5	26.7	130.5	6.4	6.1	56.6	265.8	13.0	13.0	122.7	538.4	26.4	26.8
0.250	6.35	5.0	30.4	146.3	7.2	6.7	68.1	306.5	15.0	14.2	143.4	626.4	30.7	29.5
0.300	7.62	6.0	34.1	162.0	7.9	7.7	77.7	347.2	17.0	16.7	164.1	714.4	35.0	34.8
0.350	8.89	7.0	37.9	177.8	8.7	8.6	87.3	387.8	19.0	19.1	184.9	802.4	39.3	39.9
0.400	10.16	8.0	41.6	193.6	9.5	9.5	96.9	428.5	21.0	21.3	205.6	890.4	43.6	44.8
0.450	11.43	9.0	45.3	209.4	10.2	10.2	106.4	469.2	23.0	23.5	226.3	978.4	47.9	49.4
0.500	12.70	10.0	49.0	225.2	11.0	10.9	116.0	509.8	25.0	25.5	247.0	1066.4	52.2	53.9



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

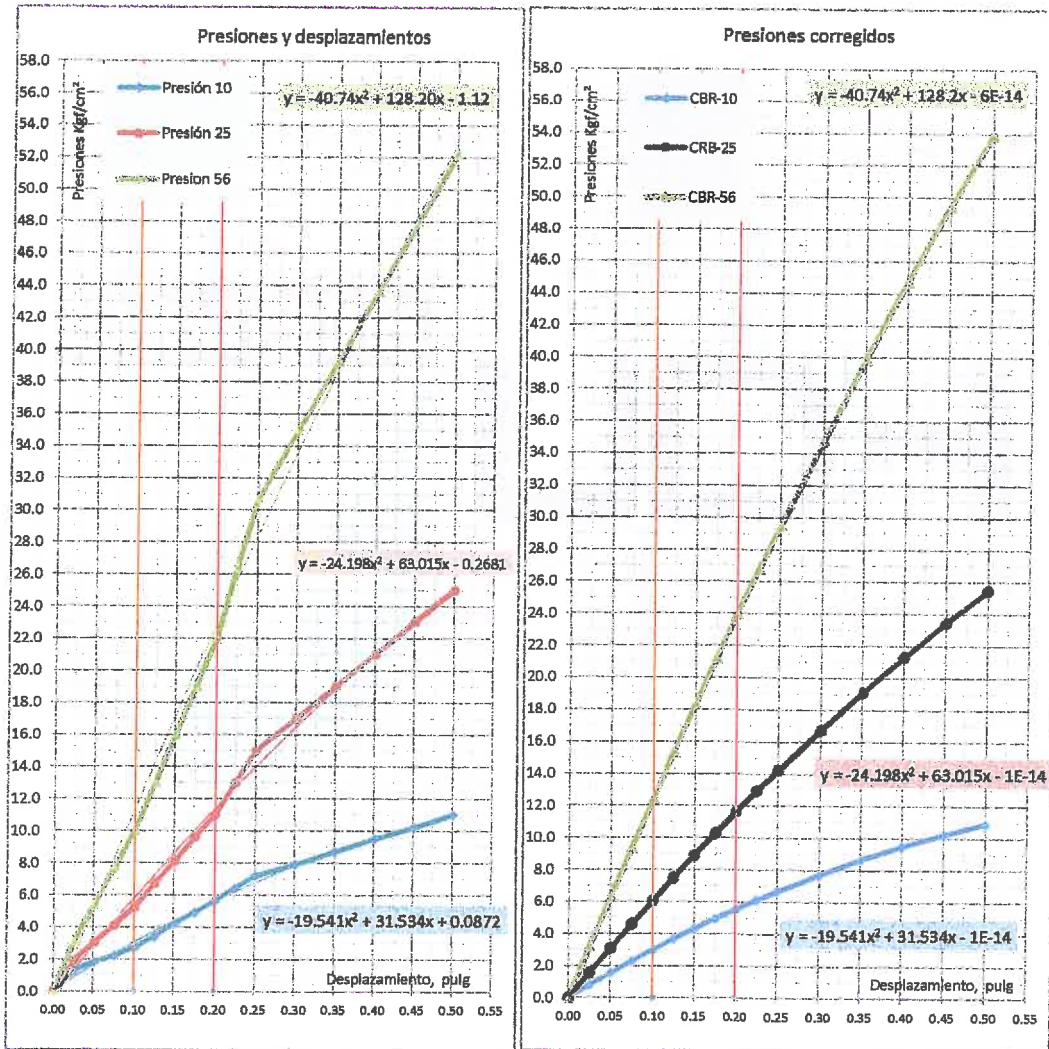
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROLADO DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10		MOLDE - 25		MOLDE - 56	
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
			Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %
0.10	2.54	2.0	3.0	4.3	6.1	8.7	12.4	17.6
0.20	5.08	4.0	5.5	5.2	11.6	11	24.0	22.9

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

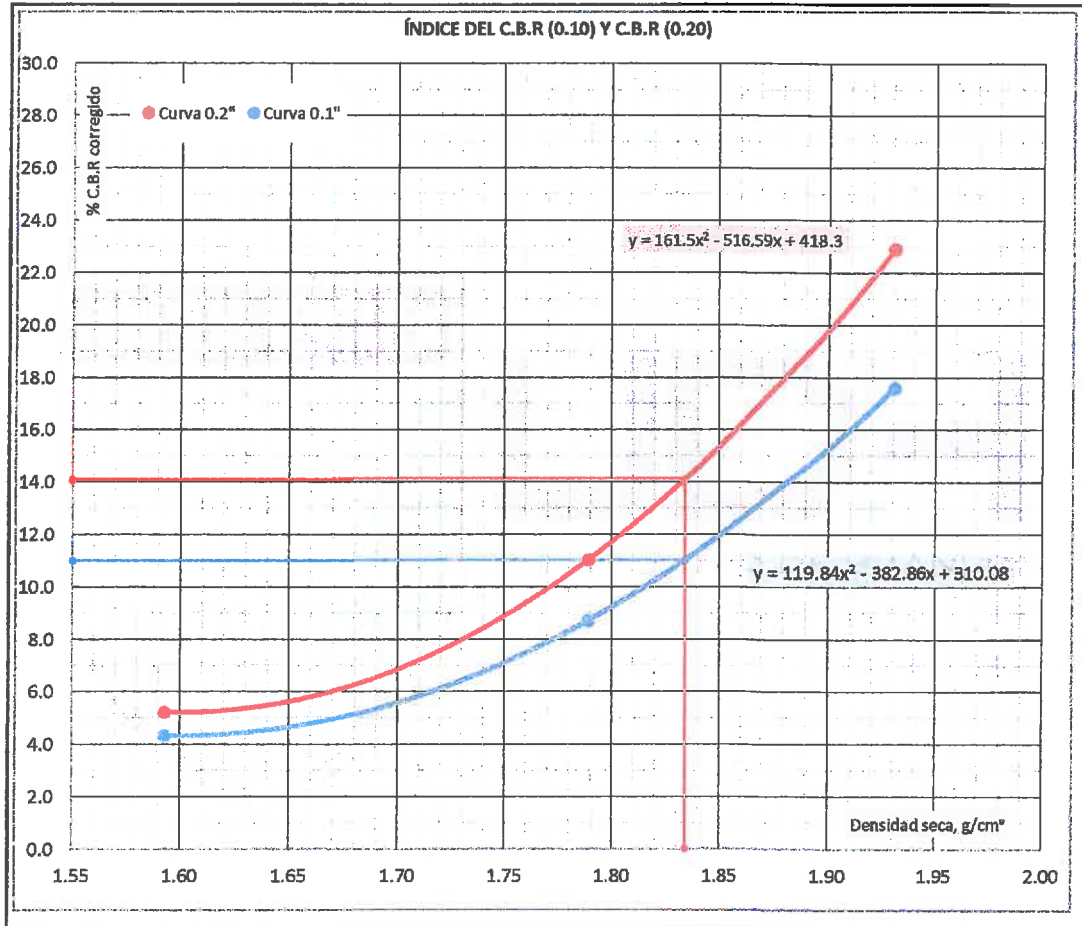
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.



Resultado a 0.10" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.93 gr/cm³
CBR:	18 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.83 gr/cm³
CBR:	11 %

Resultado a 0.20" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.93 gr/cm³
CBR:	23 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.83 gr/cm³
CBR:	14 %

Resultados al 100 % de CBR		
Penetración	CBR	Densidad alcanzado
En 0.20"	100%	-
En 0.10"	100%	-

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 28633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 1883, (Standard Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory - Compacted Soils).
 NTP 339.145, Método de prueba estándar para CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory – compacted.
 AASHTO T 193, Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.

2.- Objeto:

Determinar la resistencia al esfuerzo a presiones en un suelo bajo condiciones saturadas y densidades controlados.

3.- Materiales:

Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Prensa CBR, horno, bandejas, moldes, martillos de compactación.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	24/01/2018	Tipo de muestra:	Mab.	Calicata: N°	C - 04
Profundidad de muestreo:	1.50 m	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 368755 m	NORTE: 8904305 m	msnm: 2203		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+750, CALICATA REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Analisis:

Agua de mezcla para la resistencia CBR, según proctor modificado :	675.20 cm³
--	------------

savia de sábila	Porcentaje	100 %
	Volumen	675.20 cm³

Agua	Porcentaje	0 %
	Volumen	0.00 cm³

Método de compactación en el proctor:	A
---------------------------------------	---

Área presión prensa CBR:	20.43 cm²
--------------------------	-----------

Velocidad de carga:	1.27 mm/min.
Incremento de carga:	0.025 pulg.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R

Mediciones	Und.	Molde - 10 golpes por capa		Molde - 25 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Condiciones de Prueba							
Peso muestra + molde	g.	11,571.00	11,986.00	12,396.00	12,530.00	12,708.00	12,818.00
Peso molde	g.	7,990	7,990	8,015	8,015	8,019	8,019
Peso muestra húmedo	g.	3,581.00	3,996.00	4,381.00	4,515.00	4,689.00	4,799.00
Volumen del molde	cm³	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06	2,123.06
Densidad húmedo	g./cm³	1.69	1.88	2.06	2.13	2.21	2.26
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	g.	731.30	743.70	797.50	698.00	702.30	815.00
Peso muestra seca+recip.	g.	659.70	613.60	709.00	613.20	634.10	722.20
Peso recipiente	g.	65.90	58.10	66.10	57.20	66.20	58.90
Peso parte del agua	g.	71.6	130.1	88.5	84.8	68.2	92.8
Peso muestra seca	g.	593.8	555.5	642.9	556.0	567.9	663.3
Contenido de humedad	%	12.1	23.4	13.8	15.3	12.0	14.0
Densidad seca	g./cm³	1.51	1.53	1.81	1.85	1.97	1.98



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

CONTROL DE EXPANSIÓN

ENSAYO DE SATURACIÓN - EXPANSIÓN			MOLDE - 10			MOLDE - 25			MOLDE - 56		
Fecha	Tiempo de control		Factor Dial:	0.010 mm		Factor Dial:	0.002 mm		Factor Dial:	0.010 mm	
			Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%
02/04/2018	01:10 p.m.	0.0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
	01:40 p.m.	0.5 h	40.0	0.400	0.34	22.0	0.044	0.04	36.0	0.360	0.31
	02:10 p.m.	1.0 h	15.5	0.155	0.13	160.0	0.320	0.27	40.0	0.400	0.34
	04:10 p.m.	3.0 h	185.0	1.850	1.58	315.0	0.630	0.54	60.0	0.600	0.51
	07:10 p.m.	6.0 h	295.0	2.950	2.52	548.0	1.096	0.94	80.0	0.800	0.68
03/04/2018	01:10 a.m.	12.0 h	250.0	2.500	2.14	791.0	1.582	1.35	100.0	1.000	0.85
	01:10 p.m.	24.0 h	340.0	3.400	2.91	1080.5	2.161	1.85	130.0	1.300	1.11
04/04/2018	01:10 p.m.	48.0 h	400.0	4.000	3.42	1498.0	2.996	2.56	160.0	1.600	1.37
05/04/2018	01:10 p.m.	72.0 h	450.0	4.500	3.85	1606.0	3.212	2.75	170.0	1.700	1.45
06/04/2018	01:10 p.m.	96.0 h	489.0	4.89	4.18	1515.0	3.030	2.59	180.0	1.800	1.54
Variación total		mm	4.89	4.18 %		3.03	2.59 %		1.80	1.54 %	
Altura inicial		mm	117.0			117.0			117.0		

COMPRESIÓN C.B.R

CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10				MOLDE - 25				MOLDE - 56				
1 Pulgadas	25.40 mm	Tiempo (min)	Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		Lect. dial	Fuerza	Presiones (Kgf/cm ²)		
				Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido		Kgf	Original	Corregido	
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	2.5	27.6	1.4	0.8	6.5	44.6	2.2	1.5	14.0	76.5	3.7	3.6	
0.050	1.27	1.0	5.0	38.2	1.9	1.5	13.0	72.2	3.5	3.0	28.0	135.9	6.7	7.0	
0.075	1.91	1.5	7.5	48.8	2.4	2.2	19.5	99.8	4.9	4.5	42.0	195.4	9.6	10.4	
0.100	2.54	2.0	10.0	59.5	2.9	2.9	28.0	127.4	6.2	5.9	56.0	254.9	12.5	13.7	
0.125	3.18	2.5	13.3	73.3	3.6	3.6	31.8	151.9	7.4	7.4	70.8	317.6	15.5	16.9	
0.150	3.81	3.0	16.5	87.1	4.3	4.2	37.5	176.3	8.6	8.7	85.5	380.2	18.6	20.0	
0.175	4.45	3.5	19.8	100.9	4.9	4.8	43.3	200.7	9.8	10.1	100.3	442.9	21.7	23.0	
0.200	5.08	4.0	23.0	114.7	5.6	5.4	49.0	225.2	11.0	11.4	115.0	505.6	24.7	25.9	
0.225	5.72	4.5	26.4	129.3	6.3	5.9	58.7	266.4	13.0	12.7	134.3	587.5	28.8	28.7	
0.250	6.35	5.0	29.9	143.8	7.0	6.5	68.4	307.7	15.1	14.0	153.6	669.5	32.8	31.4	
0.300	7.62	6.0	33.3	158.4	7.8	7.4	78.1	349.0	17.1	16.4	172.9	751.4	36.8	36.5	
0.350	8.89	7.0	36.7	173.0	8.5	8.3	87.9	390.3	19.1	18.7	192.1	833.3	40.8	41.3	
0.400	10.16	8.0	40.1	187.5	9.2	9.1	97.6	431.5	21.1	20.9	211.4	915.3	44.8	45.7	
0.450	11.43	9.0	43.6	202.1	9.9	9.8	107.3	472.8	23.1	23.0	230.7	997.2	48.8	49.7	
0.500	12.70	10.0	47.0	216.7	10.6	10.3	117.0	514.1	25.2	25.0	250.0	1079.2	52.8	53.3	



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

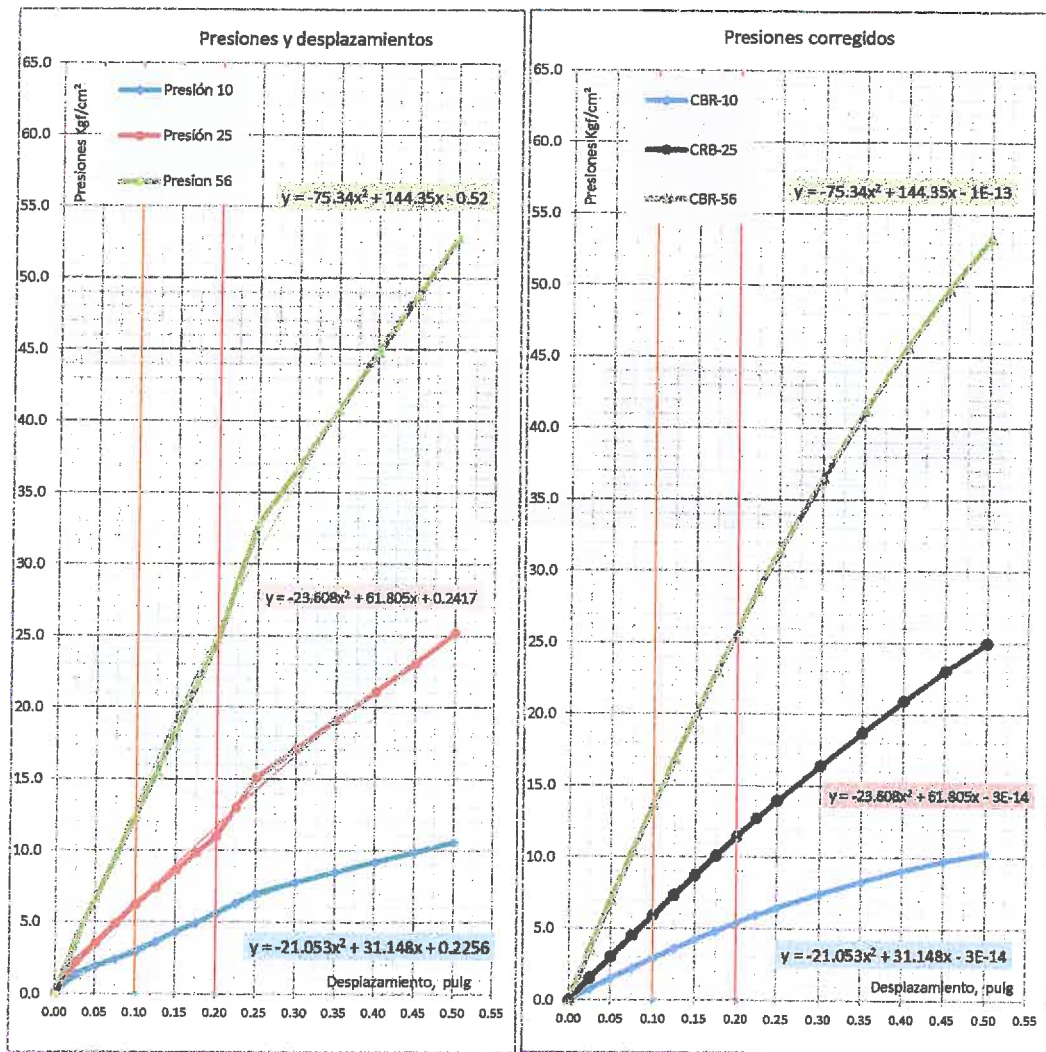
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROLADO DE LAS PRESIONES			MOLDE - 10		MOLDE - 25		MOLDE - 56	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiem po (min)	PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
			Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %
0.10	2.54	2.0	2.9	4.1	5.9	8.4	13.7	19.5
0.20	5.08	4.0	5.4	5.1	11.4	10.9	25.9	24.7

Ing. Lys Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

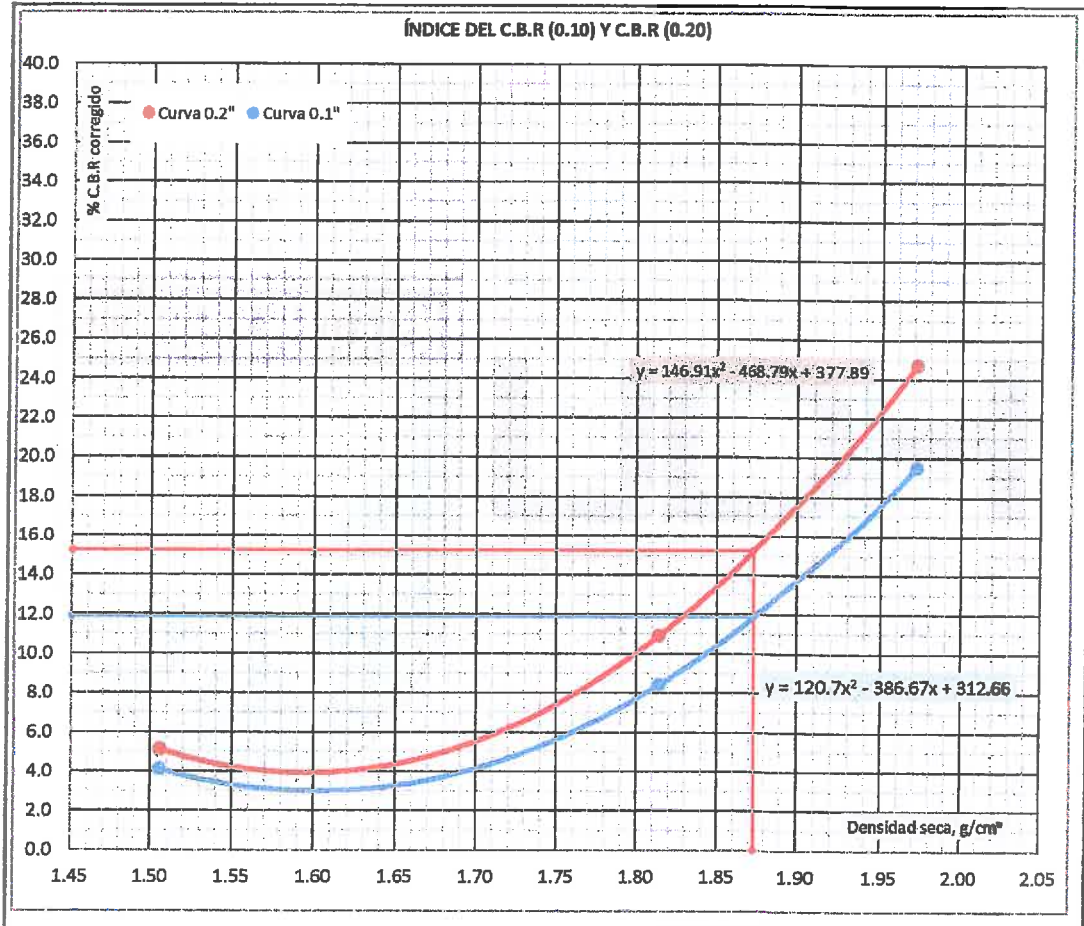
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.



Resultado a 0.10" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.97 gr/cm³
CBR:	20 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.87 gr/cm³
CBR:	12 %

Resultado a 0.20" de resistencia a penetración	
Al 100 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.97 gr/cm³
CBR:	25 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	1.87 gr/cm³
CBR:	15 %

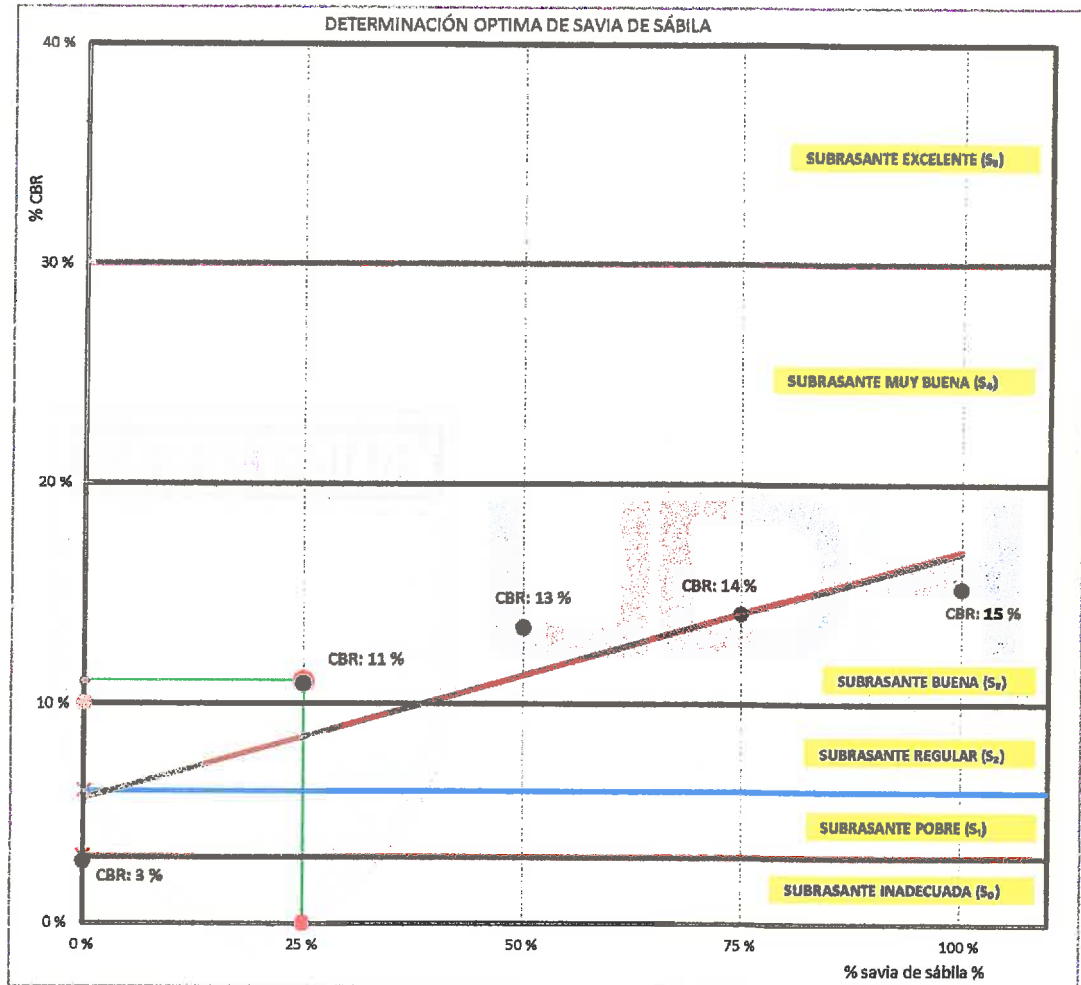
Resultados al 100 % de CBR		
Penetración	CBR	Densidad alcanzado
En 0.20"	100%	-
En 0.10"	100%	-

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



PORCENTAJE DE SAVIA OPTIMA

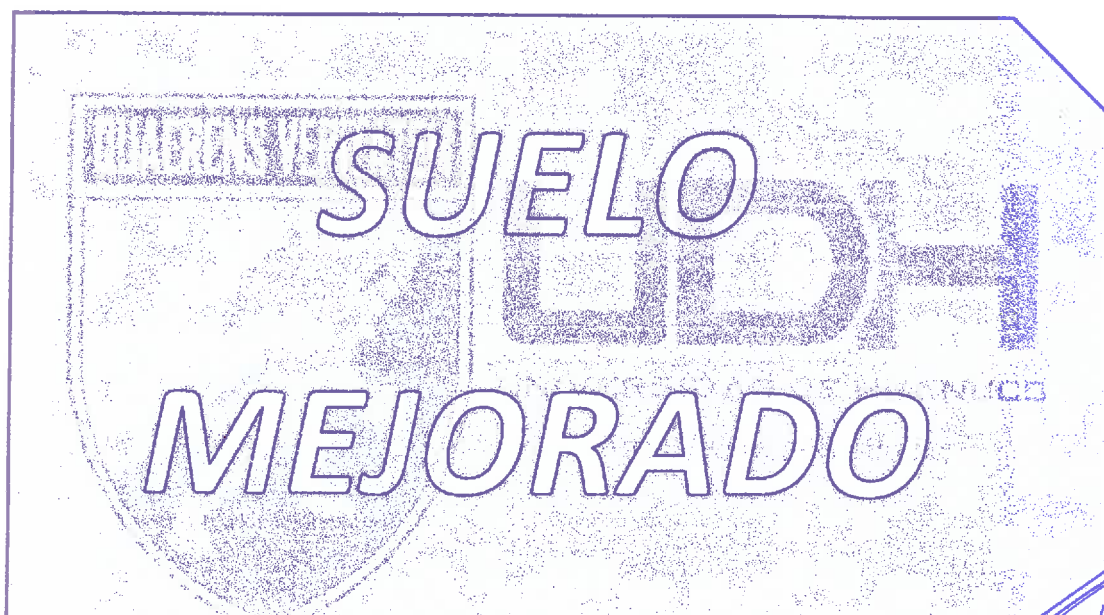
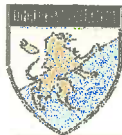
Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
CBR	%	3	11	13	14	15
% SAVIA	%	0	25	50	75	100



Resultados:

CBR max.	11 %
% Savia óptima:	25 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MECÁNICO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

AASHTO T 27, Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

NTP 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.

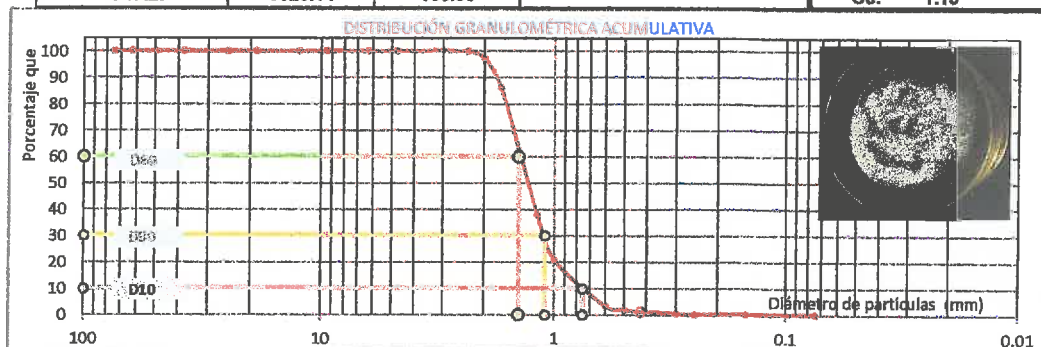
2.- Objetivo: Calibrar la arena a usar para densidades de campo por el método cono de arena.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, arena limpia, horno, bandejas.

4.- Análisis: Calibración de arena, primer instrumento.

Peso natural + bandeja:	4450.00 g.	Peso muestra seco:	3627.00 g.
Peso natural seco + bandeja:	4447.00 g.	Peso contenido agua:	3.00 g.
Peso bandeja:	820.00 g.	% de humedad:	0.1 %

Cribas	Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	Información resultados
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	Peso muestra lavado seco: 3620.14 g.
2.1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	100.00	
1.1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	100.00	D ₆₀ : 1.42 D ₃₀ : 1.10 D ₁₀ : 0.75
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	Error mecánico < 3% + 6.86 g. 0.19 %
1/4"	6.300	0.00	0.00	100.00	
# 04	4.750	0.00	0.00	100.00	Tamaño máximo nominal 1.70
# 08	2.360	4.86	0.13	99.87	
# 10	2.000	101.56	2.81	97.06	
# 12	1.700	391.00	10.80	86.26	
# 16	1.180	1747.00	48.26	62.00	Coeficiente uniformidad Cu: 1.88
# 18	1.000	621.00	17.15	79.15	
# 30	0.600	637.00	17.60	96.75	Coeficiente concavidad Cc: 1.13
# 35	0.500	51.00	1.41	98.16	
# 40	0.425	26.08	0.72	98.88	Cazoleta: 0.20
# 50	0.300	29.75	0.82	99.70	
# 60	0.250	8.14	0.22	99.92	Lavado: 0.00
# 100	0.150	2.09	0.06	99.98	
# 200	0.075	0.46	0.01	99.99	Total bandeja: 0.20
TOTAL:		3620.14	100.00		



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinqcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 01
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+230
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368372 m	ESTE 8904288 m	mshn: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+230, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2.00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2.00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.60 cm	Fracción grueso	838.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5541.00 g	Fracción fina:	2380.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1907.00 g	% fracción fina	73.96 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	26.04 %
	Volumen del hoyo (V).	1520.86 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4016.00 g
	Peso bandeja. (g)	798.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	3218.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	981.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	852.00 g
	Peso de la tara.	97.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.09 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.12 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.81 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo encontrado en obra:	1.81 g/cm³	Observaciones. Material grueso (26.04 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo encontrado en obra:	17.80 kN/m³	
	1815.10 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 g/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	96 %
Agua controlado compactado:	470.34 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	91 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, díales de deformación.

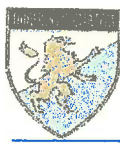
4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 01
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+230
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368372 m	ESTE 8904288 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+230, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.81 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.09 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	5.3	22.1	1.08	1.98	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	10.5	45.0	2.20	3.91		
0.075	1.91	1.47	15.8	67.9	3.32	5.79		
0.100	2.54	1.95	21.0	90.8	4.44	7.62		
0.125	3.18	2.44	31.3	135.4	6.63	9.39		
0.150	3.81	2.93	41.5	180.1	8.82	11.11		
0.175	4.45	3.42	51.8	224.7	11.00	12.77		
0.200	5.08	3.91	62.0	269.3	13.18	14.39		
0.225	5.72	4.40	71.86	312.2	15.28	15.95		
0.250	6.35	4.88	81.7	355.0	17.38	17.46		
0.300	7.62	5.86	91.6	397.8	19.47	20.32		
0.350	8.89	6.84	101.4	440.6	21.57	22.97		
0.400	10.16	7.82	111.3	483.4	23.66	25.41		
0.450	11.43	8.79	121.1	526.2	25.76	27.64		
0.500	12.70	9.77	131.0	568.9	27.85	29.66		



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 02
Profundidad de ensayo:	0.08 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+230
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368373 m	ESTE 8904287 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+230, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	803.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5564.00 g	Fracción fino:	2582.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1838.00 g	% fracción fina	76.28 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	23.72 %
	Volumen del hoyo (V).	1588.56 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 02
Profundidad de ensayo:	0.08 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+230
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368373 m	ESTE 8904287 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+230, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.83 g/cm ³	Contenido de humedad natural	16.39 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kg/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	5.0	21.0	1.03	2.06	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	10.0	42.8	2.10	4.06		
0.075	1.91	1.47	15.0	64.6	3.16	6.00		
0.100	2.54	1.95	20.0	86.4	4.23	7.88		
0.125	3.18	2.44	31.0	134.4	6.58	9.71		
0.150	3.81	2.93	42.0	182.3	8.92	11.47		
0.175	4.45	3.42	53.0	230.1	11.27	13.18		
0.200	5.08	3.91	64.0	278.0	13.61	14.83		
0.225	5.72	4.40	73.71	320.2	15.68	16.42		
0.250	6.35	4.88	83.4	362.5	17.74	17.95		
0.300	7.62	5.86	93.1	404.7	19.81	20.85		
0.350	8.89	6.84	102.9	446.8	21.87	23.50		
0.400	10.16	7.82	112.6	489.0	23.94	25.93		
0.450	11.43	8.79	122.3	531.1	26.00	28.12		
0.500	12.70	9.77	132.0	573.3	28.06	30.08		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

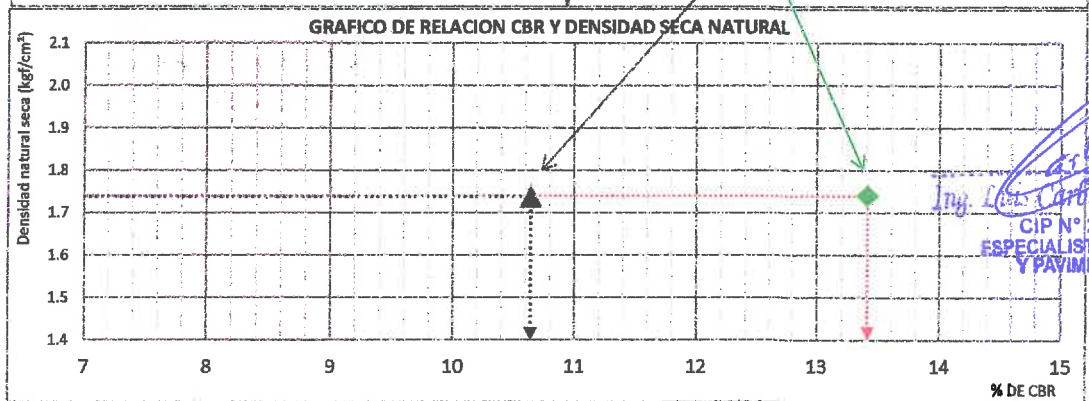
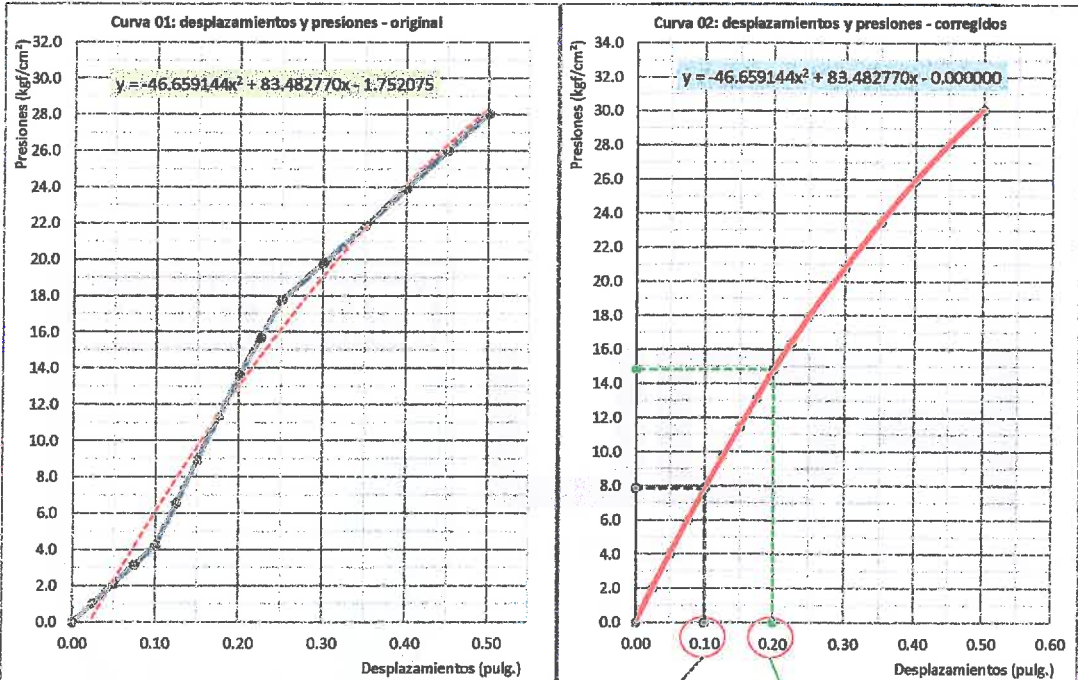
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

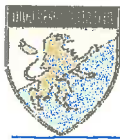
Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Esp. Espiritu Huaman
Ing. Leon Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	7.88	11.20 %	0.10 pulg.	1.74 g/cm ³	11 %
0.20	5.08	3.9	14.83	14.12 %	0.20 pulg.	1.74 g/cm ³	13 %

**DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO**

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil In Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 03
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+230
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368374 m	ESTE 8904285 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+230, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	8,458.0	6,595.0	6,583.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm ³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm ³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	806.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5418.00 g	Fracción fino:	2452.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1795.00 g	% fracción fina	75.26 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	24.74 %
	Volumen del hoyo (V).	1512.76 cm ³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CORRECCIÓN DE JORDI EMPLEANDO APLNA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4000.00 g
	Peso bandeja. (g)	742.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3258.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1041.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	906.00 g
	Peso de la tara.	113.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.02 %
	DENSIDADES PRESENTES	
Densidad húmedo. (ρ_w).	2.15 g/cm ³	
Densidad seco. (ρ_d).	1.84 g/cm ³	

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo encontrado en obra:	1.84 g/cm ³	Material grueso (24.74 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo encontrado en obra:	18.00 kN/m ³ 1835.50 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	97 %
Agua controlado compactado:	473.86 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	92 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 03
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+230
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368374 m	ESTE 8904285 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+230, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.84 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.02 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.8	19.9	0.98	1.82	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	9.5	40.7	1.99	3.60		
0.075	1.91	1.47	14.3	61.4	3.00	5.34		
0.100	2.54	1.95	19.0	82.1	4.02	7.05		
0.125	3.18	2.44	28.5	123.5	6.04	8.72		
0.150	3.81	2.93	38.0	164.8	8.07	10.35		
0.175	4.45	3.42	47.5	206.2	10.09	11.95		
0.200	5.08	3.91	57.0	247.5	12.12	13.51		
0.225	5.72	4.40	67.29	292.3	14.31	15.03		
0.250	6.35	4.88	77.6	337.0	16.50	16.51		
0.300	7.62	5.86	87.9	381.7	18.68	19.37		
0.350	8.89	6.84	98.1	426.4	20.87	22.08		
0.400	10.16	7.82	108.4	471.0	23.06	24.64		
0.450	11.43	8.79	118.7	515.6	25.24	27.06		
0.500	12.70	9.77	129.0	560.3	27.43	29.32		

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epaqcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

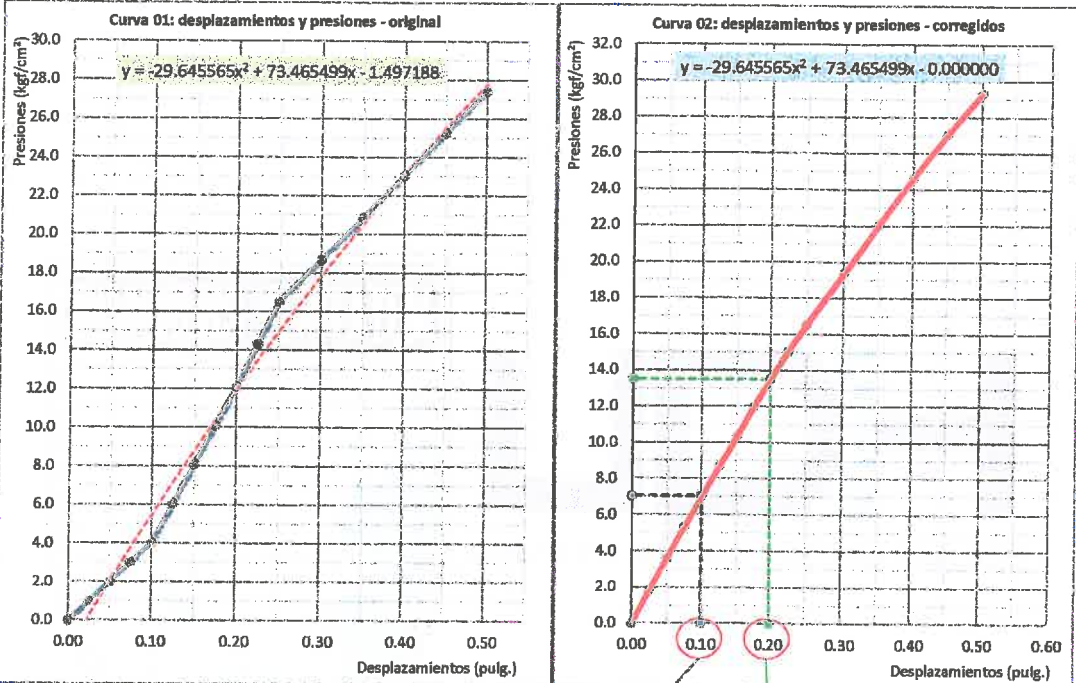
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	7.05	10.02 %	0.10 pulg.	1.75 g/cm³	10 %
0.20	5.08	3.9	13.51	12.86 %	0.20 pulg.	1.75 g/cm³	12 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.
- ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.
- AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.
- NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 04
Profundidad de ensayo:	0.09 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+235
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368377 m	ESTE 8904291 m.	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+235, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

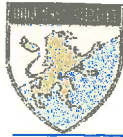
5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2,00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fracción grueso	745.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5373.00 g	Fracción fino:	2609.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1643.00 g	% fracción fina	77.79 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	22.21 %
Volumen del hoyo (V).	1591.50 cm³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4143.00 g
	Peso bandeja. (g)	789.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3354.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1215.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1053.00 g
	Peso de la tara.	119.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.34 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.11 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.80 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.80 g/cm³	Observaciones. Material grueso (22.21 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.70 kN/m³	
	1804.90 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	95 %
Agua controlado compactado:	496.88 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	90 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS





RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 04
Profundidad de ensayo:	0.09 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+235
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368377 m	ESTE 8904291 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+235, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.80 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.34 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.3	17.8	0.87	1.48	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.5	36.3	1.78	2.95		
0.075	1.91	1.47	12.8	54.8	2.68	4.41		
0.100	2.54	1.95	17.0	73.4	3.59	5.85		
0.125	3.18	2.44	24.5	106.0	5.19	7.28		
0.150	3.81	2.93	32.0	138.7	6.79	8.69		
0.175	4.45	3.42	39.5	171.4	8.39	10.09		
0.200	5.08	3.91	47.0	204.0	9.99	11.47		
0.225	5.72	4.40	57.29	248.8	12.18	12.84		
0.250	6.35	4.88	67.6	293.5	14.37	14.20		
0.300	7.62	5.86	77.9	338.2	16.56	16.87		
0.350	8.89	6.84	88.1	382.9	18.75	19.48		
0.400	10.16	7.82	98.4	427.6	20.93	22.03		
0.450	11.43	8.79	108.7	472.3	23.12	24.53		
0.500	12.70	9.77	119.0	516.9	25.30	26.97		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

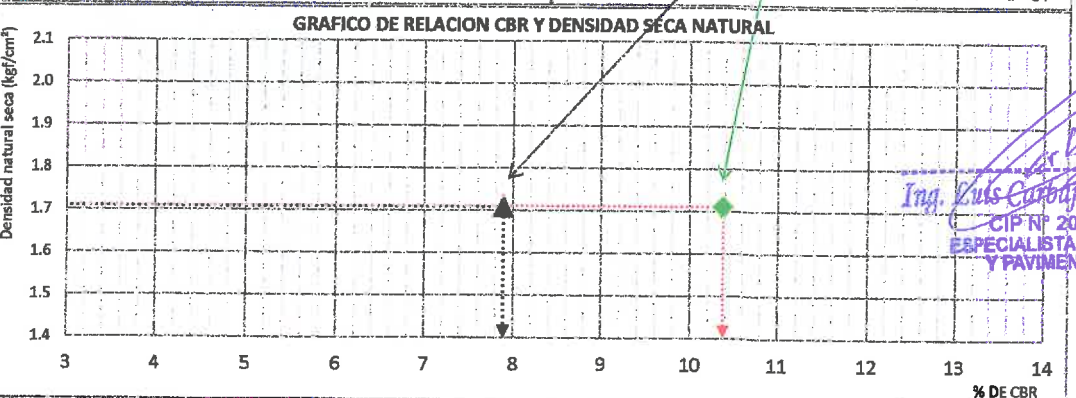
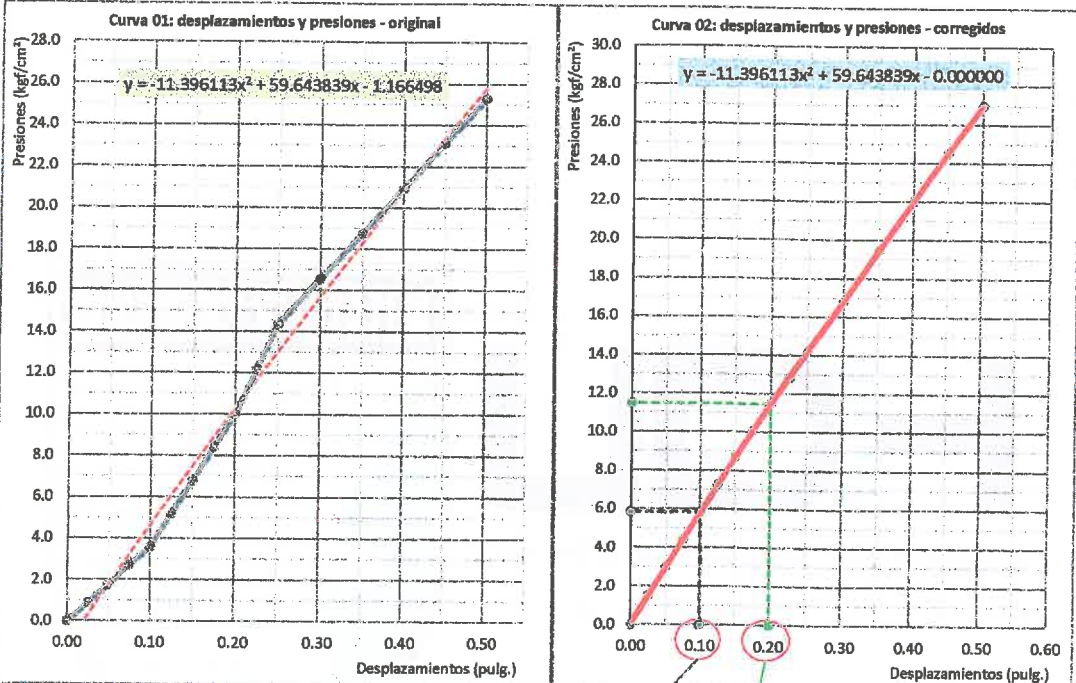
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	5.85	8.31 %	0.10 pulg.	1.71 g/cm ³	8 %
0.20	5.08	3.9	11.47	10.92 %	0.20 pulg.	1.71 g/cm ³	10 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 05
Profundidad de ensayo:	0.07 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+235
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368378 m	ESTE 8904289 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+235, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	8,458.0	8,595.0	8,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2.00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.358 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.70 cm	Fracción grueso	786.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5562.00 g	Fracción fino:	2575.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1893.00 g	% fracción fina	76.61 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	23.39 %
	Volumen del hoyo (V).	1546.61 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

EL OBJETO DE LA PRUEBA PATAO ES DETERMINAR LA DENSIDAD DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO NA.

Tests: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4165.00 g
	Peso bandeja. (g)	804.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	3361.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1028.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	894.00 g
	Peso de la tara.	127.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.47 %
	DENSIDADES PRESENTES	
Densidad húmedo. (ρ_w).	2.17 g/cm ³	
Densidad seco. (ρ_d).	1.85 g/cm ³	

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.85 g/cm ³	Material grueso (23.39 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	18.10 kN/m ³	
	1845.70 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	98 %
Agua controlado compactado:	499.88 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	93 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20683
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils In Place).
- NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto:

Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales:

Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 05
Profundidad de ensayo:	0.07 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+235
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368378 m	ESTE 8904289 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+235, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.85 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.47 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.9	20.5	1.00	1.51	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	9.8	41.7	2.04	2.99		
0.075	1.91	1.47	14.6	63.0	3.08	4.46		
0.100	2.54	1.95	19.5	84.2	4.12	5.91		
0.125	3.18	2.44	26.6	115.3	5.64	7.35		
0.150	3.81	2.93	33.8	146.3	7.16	8.76		
0.175	4.45	3.42	40.9	177.4	8.68	10.16		
0.200	5.08	3.91	48.0	208.4	10.20	11.54		
0.225	5.72	4.40	58.14	252.5	12.36	12.90		
0.250	6.35	4.88	68.3	296.6	14.52	14.24		
0.300	7.62	5.86	78.4	340.7	16.68	16.87		
0.350	8.89	6.84	88.6	384.8	18.84	19.43		
0.400	10.16	7.82	98.7	428.8	20.99	21.91		
0.450	11.43	8.79	108.9	472.9	23.15	24.33		
0.500	12.70	9.77	119.0	516.9	25.30	26.67		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

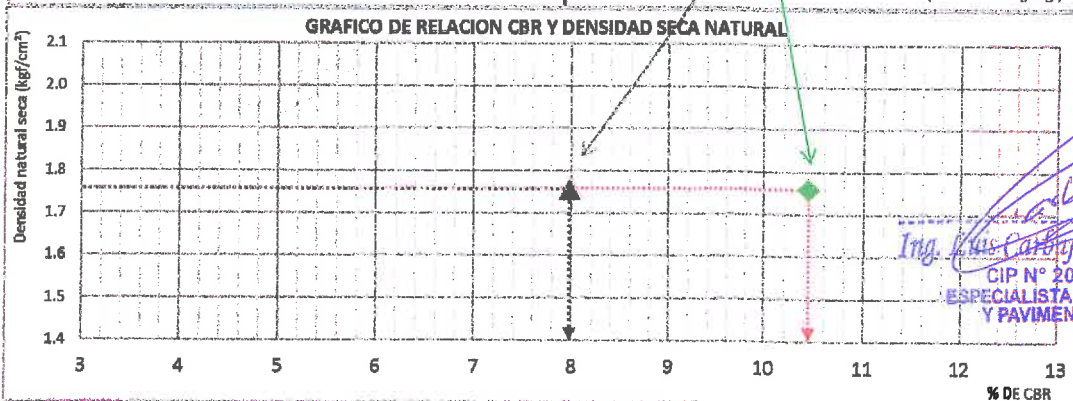
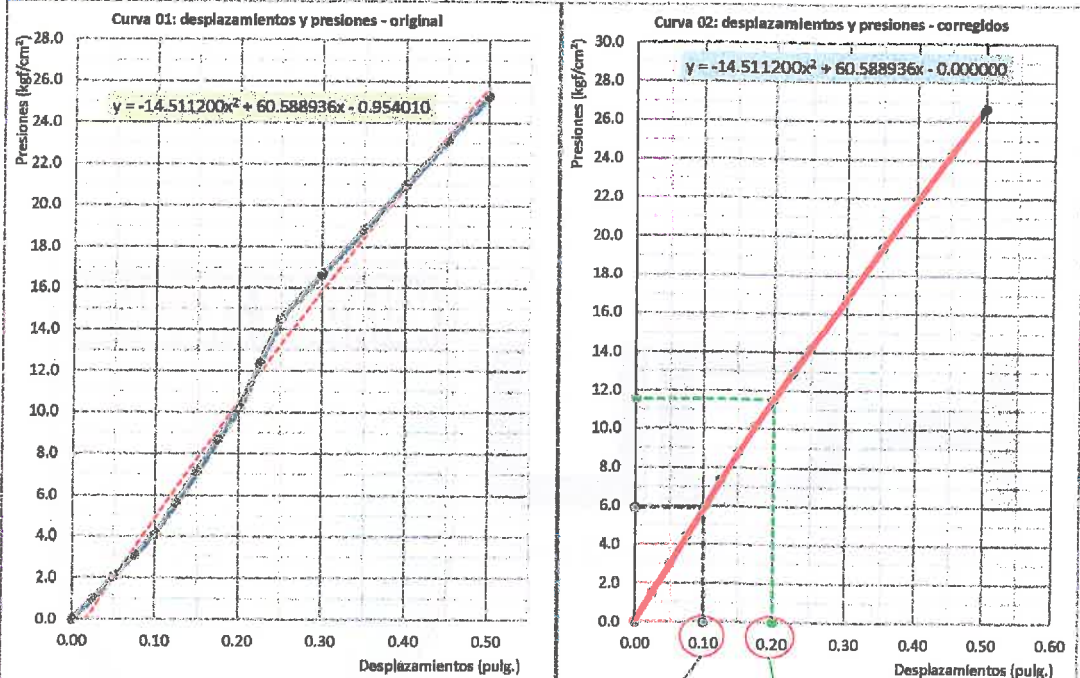
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Corchujal Corchujal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	5.91	8.40 %	0.10 pulg.	1.76 g/cm ³	8 %
0.20	5.08	3.9	11.54	10.99 %	0.20 pulg.	1.76 g/cm ³	10 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 06
Profundidad de ensayo:	0.09 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+235
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368379 m	ESTE 8904288 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+235, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1587.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.60 cm	Fracción grueso	719.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5598.00 g	Fracción fino:	2749.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1810.00 g	% fracción fina	79.27 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	20.73 %
	Volumen del hoyo (V).	1634.19 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4273.00 g
	Peso bandeja. (g)	805.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3468.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	801.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	700.00 g
	Peso de la tara.	108.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.06 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.12 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.81 g/cm ³

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.81 g/cm ³	Material grueso (20.73 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.80 kN/m ³	
	1815.10 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 g/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	96 %
Agua controlado compactado:	504.64 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	91 %


 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 06
Profundidad de ensayo:	0.09 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+235
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368379 m	ESTE 8904288 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+235, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.81 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.06 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.1	17.0	0.83	1.57	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.2	34.8	1.70	3.12		
0.075	1.91	1.47	12.2	52.5	2.57	4.64		
0.100	2.54	1.95	16.3	70.3	3.44	6.15		
0.125	3.18	2.44	24.6	106.3	5.20	7.64		
0.150	3.81	2.93	32.8	142.2	6.96	9.11		
0.175	4.45	3.42	41.1	178.1	8.72	10.56		
0.200	5.08	3.91	49.3	214.0	10.48	11.99		
0.225	5.72	4.40	59.54	258.6	12.66	13.40		
0.250	6.35	4.88	69.8	303.2	14.84	14.79		
0.300	7.62	5.86	80.0	347.7	17.02	17.51		
0.350	8.89	6.84	90.3	392.2	19.20	20.15		
0.400	10.16	7.82	100.5	436.7	21.38	22.71		
0.450	11.43	8.79	110.8	481.1	23.55	25.20		
0.500	12.70	9.77	121.0	525.6	25.73	27.60		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

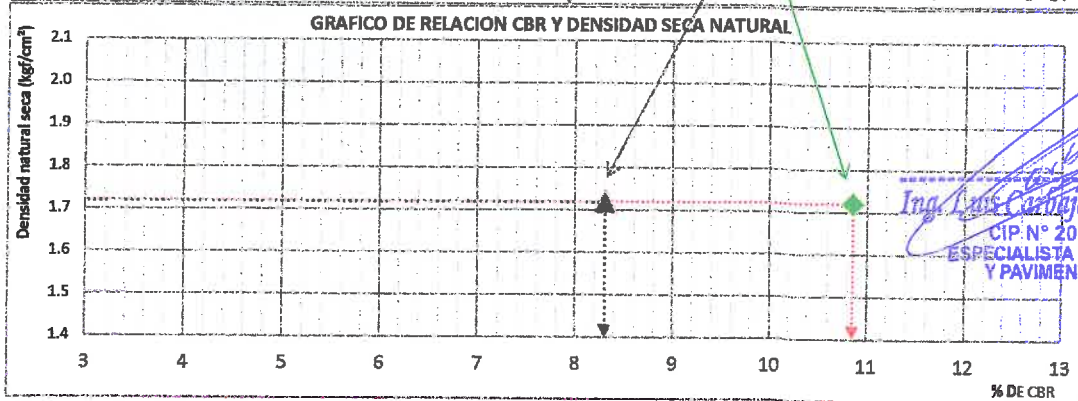
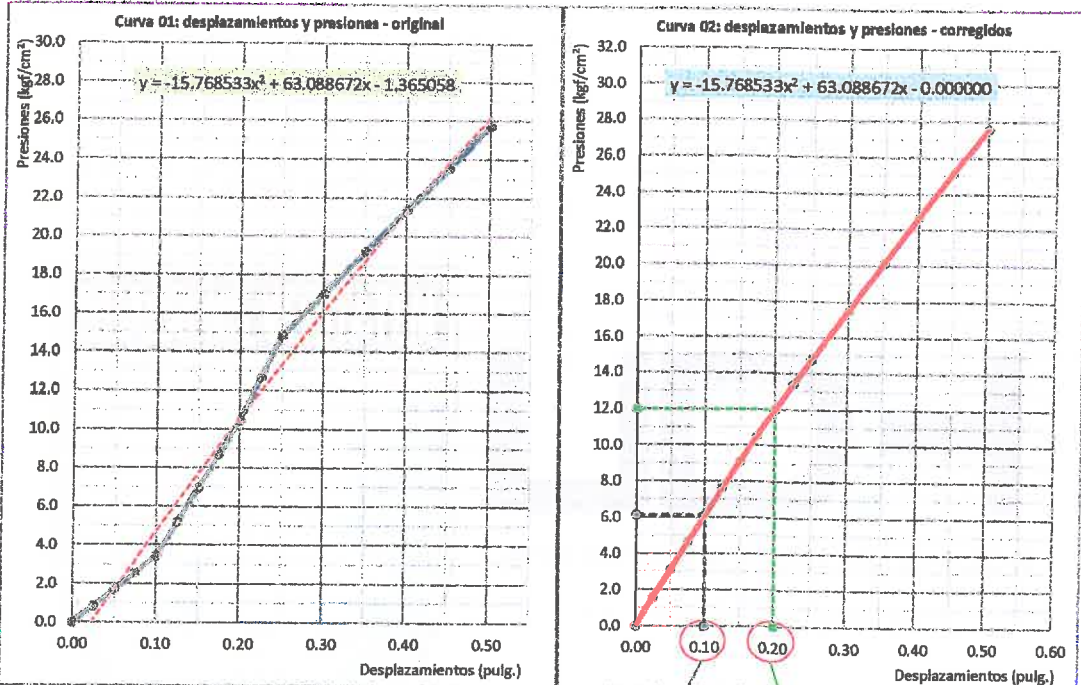
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

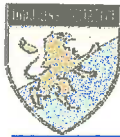
Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP: N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	6.15	8.74 %	0.10 pulg.	1.72 g/cm ³	8 %
0.20	5.08	3.9	11.99	11.42 %	0.20 pulg.	1.72 g/cm ³	11 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil In Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 07
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelol (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+240
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368382 m	ESTE 8904294 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+240, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.70 cm	Fracción grueso	600.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5618.00 g	Fracción fino:	2902.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1798.00 g	% fracción fina	82.87 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	17.13 %
	Volumen del hoyo (V).	1657.73 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4312.00 g
	Peso bandeja. (g)	810.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3502.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	905.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	794.00 g
	Peso de la tara.	127.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	16.64 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.11 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.81 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.81 g/cm³	Observaciones. Material grueso (17.13 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.80 kN/m³	
	1815.10 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	96 %
Agua controlado compactado:	499.33 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	91 %

Luis Carbajal Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 07
Profundidad de ensayo:	0.12 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+240
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368382 m	ESTE 8904294 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+240, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.81 g/cm ³	Contenido de humedad natural	16.64 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.3	17.8	0.87	1.59	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.5	36.3	1.78	3.15		
0.075	1.91	1.47	12.8	54.8	2.68	4.69		
0.100	2.54	1.95	17.0	73.4	3.59	6.21		
0.125	3.18	2.44	25.3	109.3	5.35	7.70		
0.150	3.81	2.93	33.5	145.2	7.11	9.16		
0.175	4.45	3.42	41.8	181.2	8.87	10.60		
0.200	5.08	3.91	50.0	217.1	10.63	12.02		
0.225	5.72	4.40	59.86	260.0	12.73	13.41		
0.250	6.35	4.88	69.7	302.8	14.82	14.77		
0.300	7.62	5.86	79.6	345.7	16.92	17.43		
0.350	8.89	6.84	89.4	388.5	19.02	19.98		
0.400	10.16	7.82	99.3	431.3	21.11	22.44		
0.450	11.43	8.79	109.1	474.1	23.21	24.79		
0.500	12.70	9.77	119.0	516.9	25.30	27.05		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

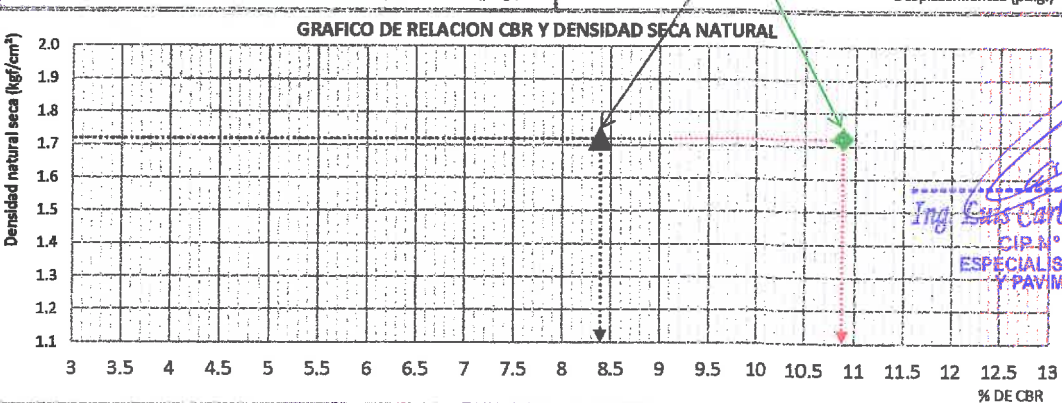
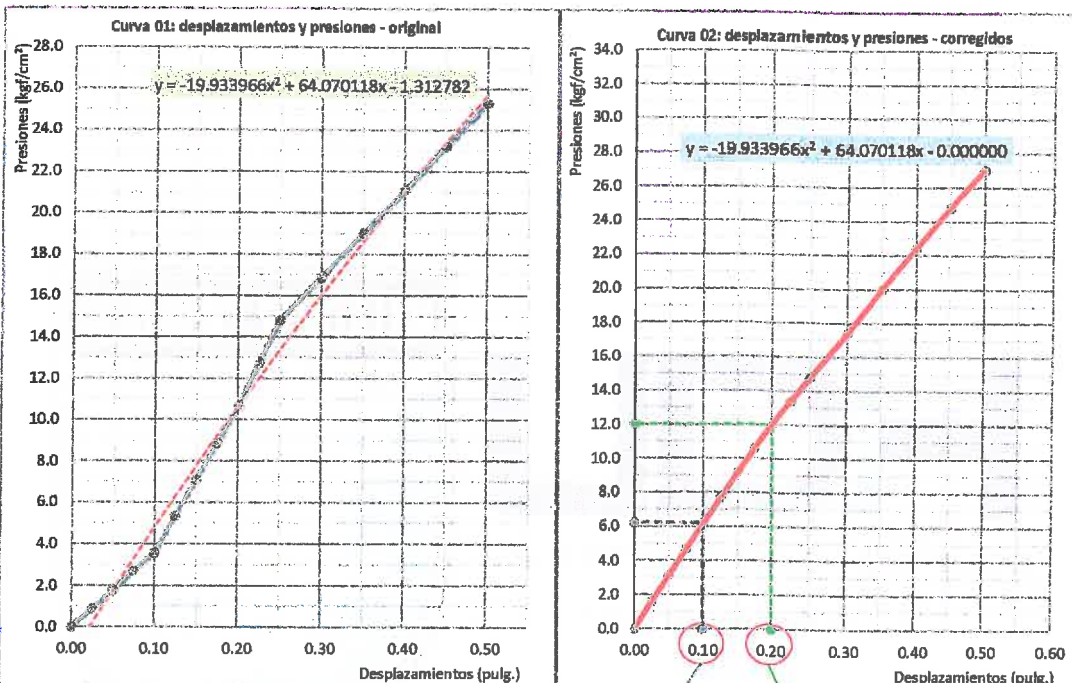
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

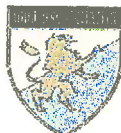
Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	6.21	8.83 %	0.10 pulg.	1.72 g/cm ³	8 %
0.20	5.08	3.9	12.02	11.44 %	0.20 pulg.	1.72 g/cm ³	11 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 08
Profundidad de ensayo:	0.08 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+240
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368382 m	ESTE 8904292 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+240, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fracción grueso	692.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5372.00 g	Fracción fino:	2463.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1827.00 g	% fracción fina	78.07 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	21.93 %
Volumen del hoyo (V).	1455.36 cm³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe
E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

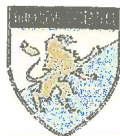
Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3907.00 g
	Peso bandeja. (g)	752.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3155.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	735.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	641.00 g
	Peso de la tara.	97.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.28 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.17 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.85 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.85 g/cm³	Observaciones. Material grueso (21.93 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	18.10 kN/m³	
	1845.70 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	98 %
Agua controlado compactado:	465.23 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	93 %

Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABIJA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 08
Profundidad de ensayo:	0.08 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+240
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368382 m	ESTE 8904292 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+240, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.85 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.28 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.5	18.8	0.92	1.79	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	9.0	38.5	1.88	3.54		
0.075	1.91	1.47	13.5	58.1	2.84	5.25		
0.100	2.54	1.95	18.0	77.7	3.80	6.91		
0.125	3.18	2.44	27.5	119.1	5.83	8.53		
0.150	3.81	2.93	37.0	160.5	7.86	10.11		
0.175	4.45	3.42	46.5	201.8	9.88	11.64		
0.200	5.08	3.91	56.0	243.2	11.90	13.12		
0.225	5.72	4.40	65.29	283.6	13.88	14.57		
0.250	6.35	4.88	74.6	324.0	15.86	15.97		
0.300	7.62	5.86	83.9	364.3	17.83	18.64		
0.350	8.89	6.84	93.1	404.7	19.81	21.13		
0.400	10.16	7.82	102.4	445.0	21.78	23.45		
0.450	11.43	8.79	111.7	485.3	23.76	25.59		
0.500	12.70	9.77	121.0	525.6	25.73	27.56		

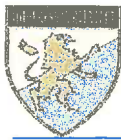
Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epaqcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

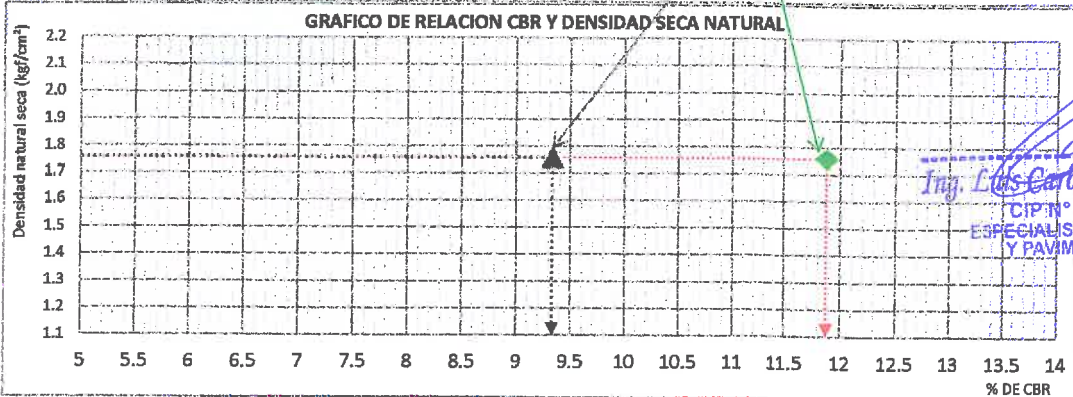
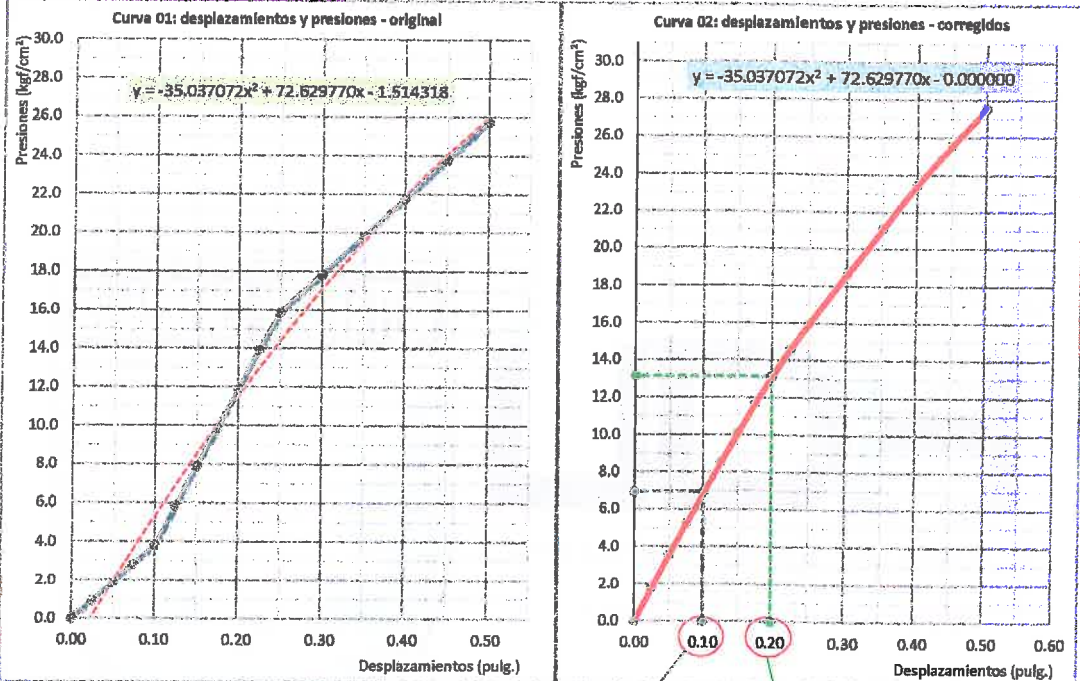
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	6.91	9.82 %	0.10 pulg.	1.76 g/cm ³	9 %
0.20	5.08	3.9	13.12	12.49 %	0.20 pulg.	1.76 g/cm ³	12 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 09
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7 - 6 (12)	Km:	4+240
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	ESTE 8904291 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+240, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1567.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2.00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fración grueso	692.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5415.00 g	Fración fino:	2727.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1645.00 g	% fracción fina	79.76 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	20.24 %
	Volumen del hoyo (V).	1620.94 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4169.00 g
	Peso bandeja. (g)	750.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3419.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1120.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	973.00 g
	Peso de la tara.	113.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.09 %
	DENSIDADES PRESENTES	
Densidad húmedo. (ρ_w).	2.11 g/cm ³	
Densidad seco. (ρ_d).	1.80 g/cm ³	

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.80 g/cm ³	Material grueso (20.24 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.70 kN/m ³	
	1804.90 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	95 %
Agua controlado compactado:	498.72 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	90 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 09
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+240
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368383 m	ESTE 8904291 m	msnm: 2171		.18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGÁ, KM 4+240, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.80 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.09 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.0	16.6	0.81	1.74	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.0	33.9	1.66	3.43		
0.075	1.91	1.47	11.9	51.2	2.51	5.08		
0.100	2.54	1.95	15.9	68.6	3.36	6.69		
0.125	3.18	2.44	25.4	110.1	5.39	8.25		
0.150	3.81	2.93	35.0	151.6	7.42	9.77		
0.175	4.45	3.42	44.5	193.0	9.45	11.24		
0.200	5.08	3.91	54.0	234.5	11.48	12.67		
0.225	5.72	4.40	62.71	272.4	13.33	14.06		
0.250	6.35	4.88	71.4	310.3	15.19	15.40		
0.300	7.62	5.86	80.1	348.2	17.04	17.94		
0.350	8.89	6.84	88.9	386.0	18.90	20.32		
0.400	10.16	7.82	97.6	423.9	20.75	22.51		
0.450	11.43	8.79	106.3	461.7	22.60	24.53		
0.500	12.70	9.77	115.0	499.5	24.45	26.37		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

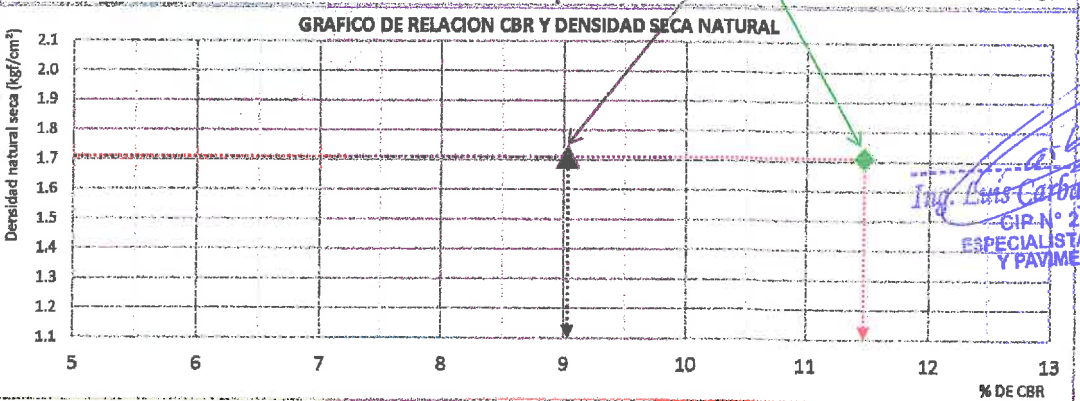
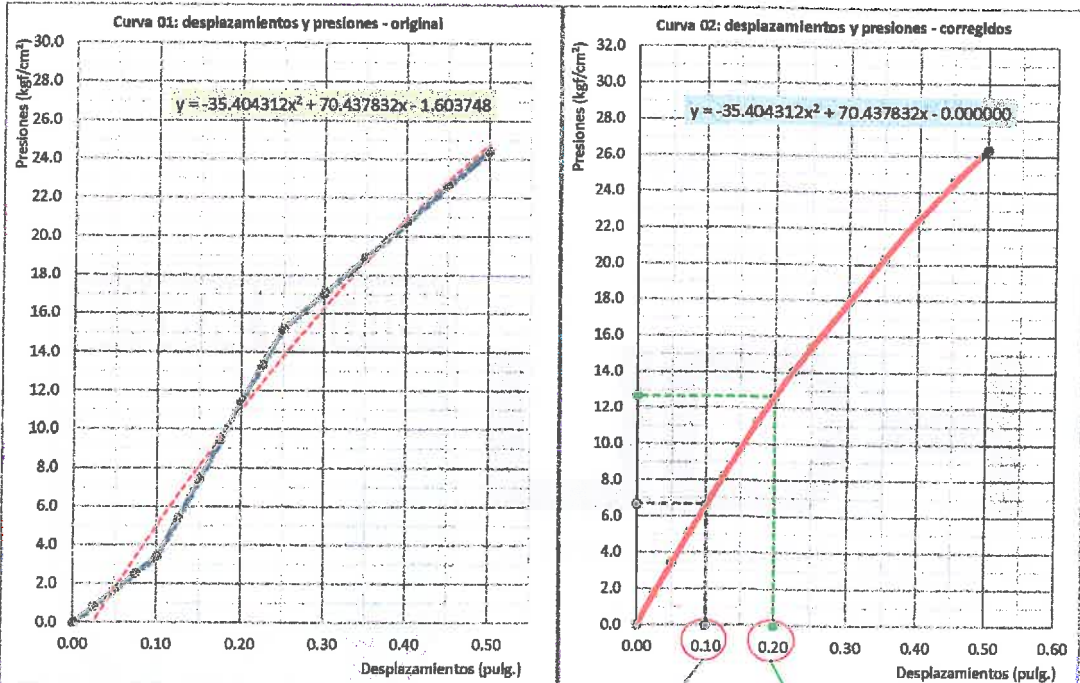
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	6.69	9.51 %	0.10 pulg.	1.71 g/cm ³	9 %
0.20	5.08	3.9	12.67	12.06 %	0.20 pulg.	1.71 g/cm ³	11 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 10
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+245
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368385 m	ESTE 8904297 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+245, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1667.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	553.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	4987.00 g	Fracción fino:	1854.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1872.00 g	% fracción fina	77.03 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	22.97 %
	Volumen del hoyo (V).	1138.93 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

METODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	3215.00 g
	Peso bandeja. (g)	808.00 g
	Peso del suelo humedo total.	2407.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1321.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1148.00 g
	Peso de la tara.	135.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.08 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.11 g/cm ³
Densidad seco. (ρ_d).	1.81 g/cm ³	

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.81 g/cm³	Observaciones. Material grueso (22.97 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.80 kN/m³	
	1815.10 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	96 %
Agua controlado compactado:	352.06 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	91 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS





RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 10
Profundidad de ensayo:	0.13 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+245
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368385 m	ESTE 8904297 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+245, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.81 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.08 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.0	16.7	0.82	1.52	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.0	34.1	1.67	3.02		
0.075	1.91	1.47	12.0	51.6	2.52	4.48		
0.100	2.54	1.95	16.0	69.0	3.38	5.92		
0.125	3.18	2.44	24.0	103.6	5.07	7.33		
0.150	3.81	2.93	31.9	138.3	6.77	8.71		
0.175	4.45	3.42	39.9	172.9	8.46	10.06		
0.200	5.08	3.91	47.8	207.5	10.16	11.38		
0.225	5.72	4.40	56.69	246.2	12.05	12.67		
0.250	6.35	4.88	65.6	284.8	13.94	13.94		
0.300	7.62	5.86	74.5	323.5	15.83	16.38		
0.350	8.89	6.84	83.3	362.1	17.72	18.71		
0.400	10.16	7.82	92.2	400.7	19.61	20.93		
0.450	11.43	8.79	101.1	439.3	21.50	23.03		
0.500	12.70	9.77	110.0	477.8	23.39	25.01		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

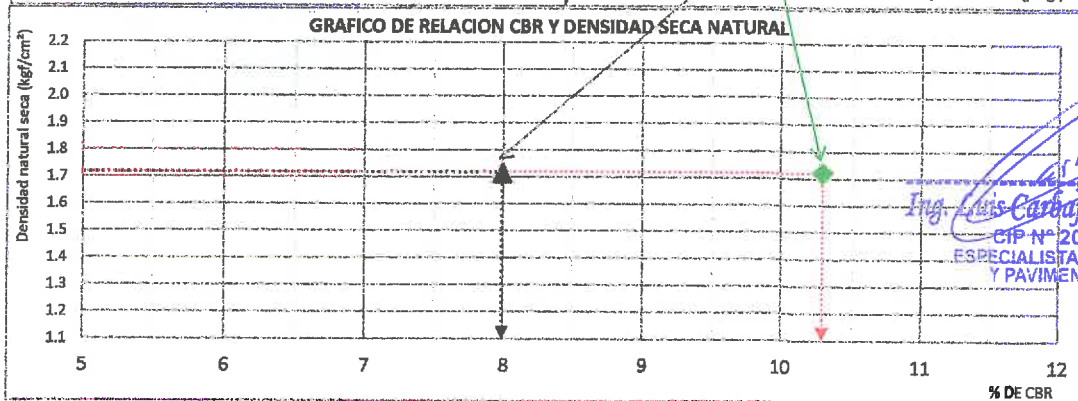
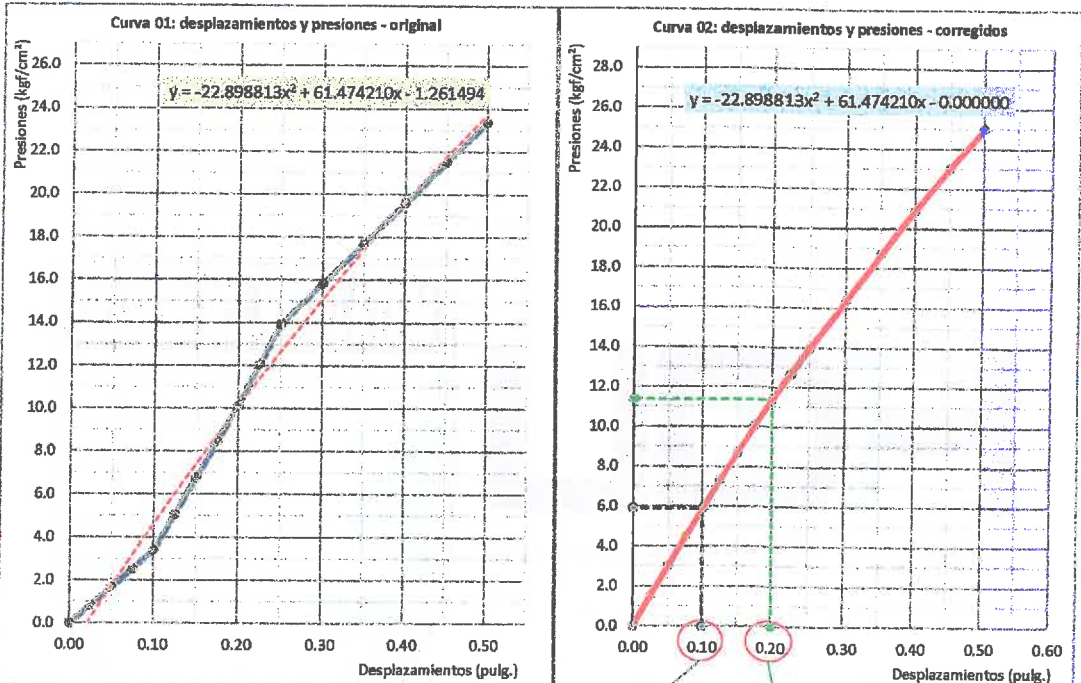
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	5.92	8.41 %	0.10 pulg.	1.72 g/cm³	8 %
0.20	5.08	3.9	11.38	10.83 %	0.20 pulg.	1.72 g/cm³	10 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil In Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 11
Profundidad de ensayo:	0.08 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+245
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368386 m	ESTE 8904295 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+245, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1687.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fracción grueso	851.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5120.00 g	Fracción fina:	2364.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1511.00 g	% fracción fina	73.53 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	26.47 %
	Volumen del hoyo (V).	1502.46 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4017.00 g
	Peso bandeja. (g)	802.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3215.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	1300.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	1129.00 g
	Peso de la tara.	120.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	16.95 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.14 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.83 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.83 g/cm³	Observaciones. Material grueso (26.47 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.90 kN/m³	
	1825.30 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	97 %
Agua controlado compactado:	465.97 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	92 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 11
Profundidad de ensayo:	0.08 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+245
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368386 m	ESTE 8904295 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+245, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.83 g/cm ³	Contenido de humedad natural	16.95 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	3.0	12.3	0.60	1.27	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	6.0	25.4	1.24	2.54		
0.075	1.91	1.47	9.0	38.5	1.88	3.80		
0.100	2.54	1.95	12.0	51.6	2.52	5.04		
0.125	3.18	2.44	19.0	82.1	4.02	6.28		
0.150	3.81	2.93	26.0	112.6	5.51	7.51		
0.175	4.45	3.42	33.0	143.1	7.00	8.73		
0.200	5.08	3.91	40.0	173.6	8.50	9.93		
0.225	5.72	4.40	49.00	212.7	10.41	11.13		
0.250	6.35	4.88	58.0	251.9	12.33	12.32		
0.300	7.62	5.86	67.0	291.0	14.25	14.67		
0.350	8.89	6.84	76.0	330.2	16.16	16.99		
0.400	10.16	7.82	85.0	369.3	18.08	19.26		
0.450	11.43	8.79	94.0	408.4	19.99	21.50		
0.500	12.70	9.77	103.0	447.5	21.90	23.70		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

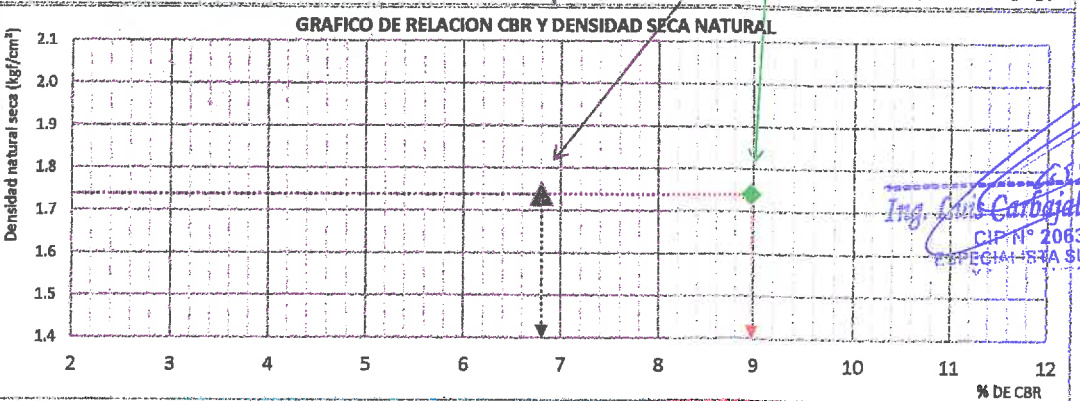
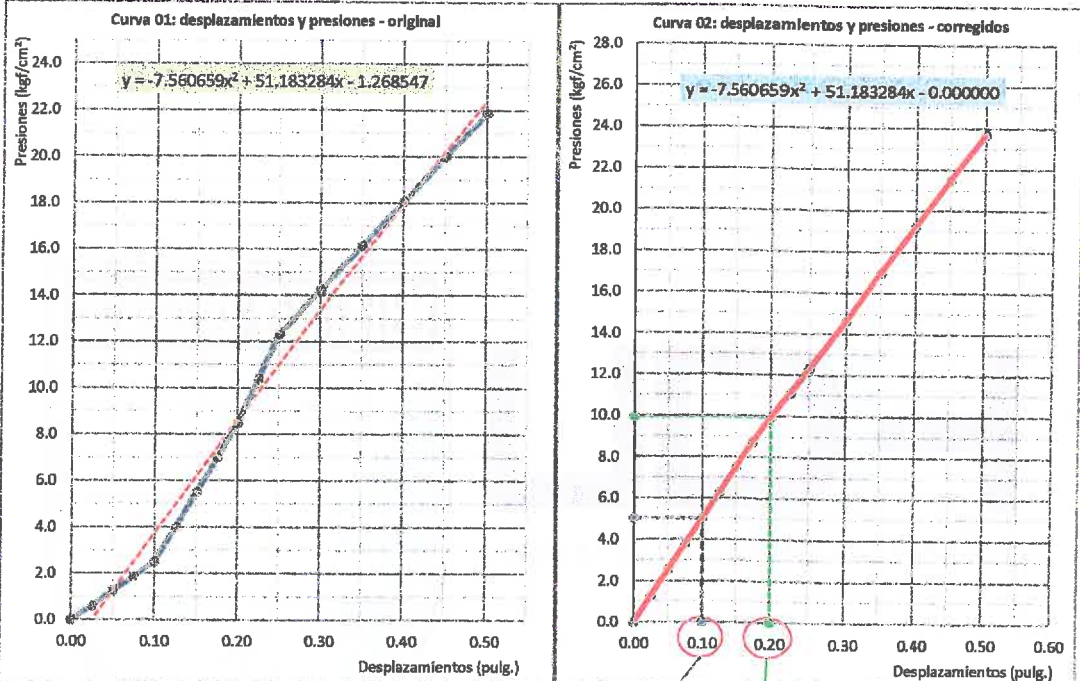
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Carlos Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	5.04	7.16 %	0.10 pulg.	1.74 g/cm ³	7 %
0.20	5.08	3.9	9.93	9.45 %	0.20 pulg.	1.74 g/cm ³	9 %

**DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO****MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.****Tesis:** MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.**Ubicación:** CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.**Tesista:** BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.**Fecha:** ABRIL DEL 2018.**1.- Referencia:**

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.**3.- Materiales:** Cono de arena N°01. (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.**4.- Datos de ensayo:**

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 12
Profundidad de ensayo:	0.11 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+245
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368387 m	ESTE 8904293 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+245, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

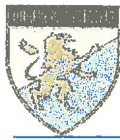
5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.				Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena promedio.	1567,33 g		
Error +- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Cu < 2,00:	1.88		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³						

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	FRACCIONES			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	711.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5139.00 g	Fracción fino:	2516.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1488.00 g	% fracción fina	77.97 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	22.03 %
Volumen del hoyo (V).	1533.37 cm³			

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4044.00 g
	Peso bandeja. (g)	817.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3227.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	993.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	868.00 g
	Peso de la tara.	117.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	16.64 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.10 g/cm ³
	Densidad seco. (ρ_d).	1.80 g/cm ³

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.80 g/cm³	Observaciones. Material grueso (22.03 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.70 kN/m³	
	1804.90 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	95 %
Agua controlado compactado:	459.40 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	90 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CID N° 28533
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y FUNDAMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).
 NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 12
Profundidad de ensayo:	0.11 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+245
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368387 m	ESTE 8904293 m	msnm: 2171		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+245, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.80 g/cm ³	Contenido de humedad natural	16.64 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas:	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	3.2	13.1	0.64	1.31	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	6.4	26.9	1.32	2.61		
0.075	1.91	1.47	9.5	40.8	2.00	3.90		
0.100	2.54	1.95	12.7	54.6	2.67	5.17		
0.125	3.18	2.44	19.8	85.7	4.19	6.44		
0.150	3.81	2.93	27.0	116.7	5.71	7.69		
0.175	4.45	3.42	34.1	147.7	7.23	8.93		
0.200	5.08	3.91	41.2	178.8	8.75	10.15		
0.225	5.72	4.40	50.20	218.0	10.67	11.37		
0.250	6.35	4.88	59.2	257.1	12.59	12.57		
0.300	7.62	5.86	68.2	296.3	14.50	14.94		
0.350	8.89	6.84	77.2	335.4	16.42	17.26		
0.400	10.16	7.82	86.2	374.5	18.33	19.53		
0.450	11.43	8.79	95.2	413.6	20.25	21.75		
0.500	12.70	9.77	104.2	452.7	22.16	23.92		

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú
 E-mail: epingcivil@udh.edu.pe
 E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

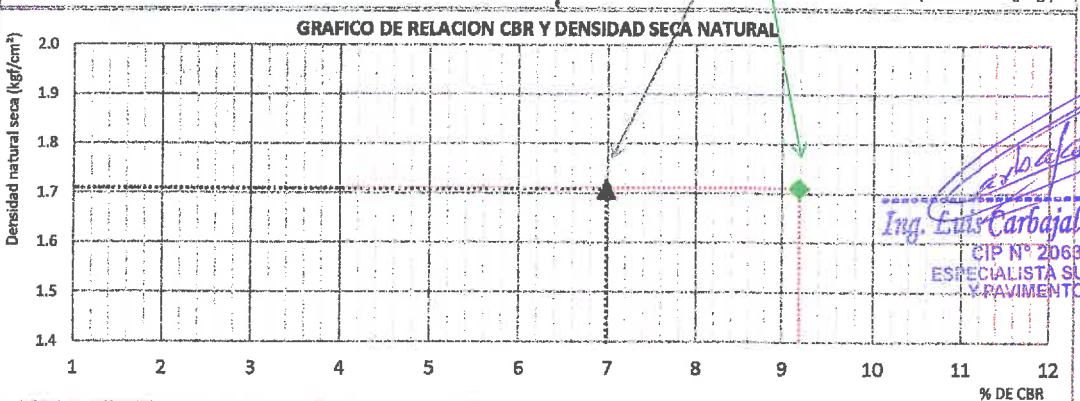
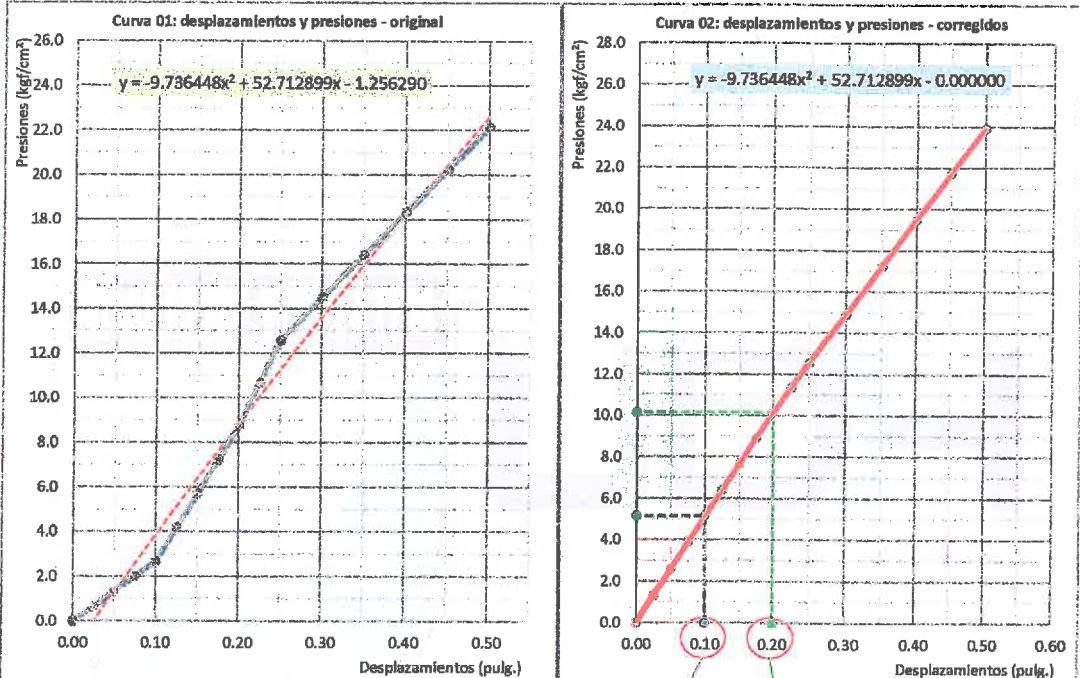
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Carbajal
Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm ²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm ³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	5.17	7.35 %	0.10 pulg.	1.71 g/cm ³	7 %
0.20	5.08	3.9	10.15	9.66 %	0.20 pulg.	1.71 g/cm ³	9 %



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 13
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7-6 (12)	Km:	4+250
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368390 m	ESTE 8904300 m	msnm: 2172		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Mediciones.							
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1587.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.			
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.50 cm	Fracción grueso	738.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5541.00 g	Fracción fino:	2728.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1793.00 g	% fracción fina	78.71 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	21.29 %
	Volumen del hoyo (V).	1604.75 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

ESTUDIO DE LA DENSIDAD DE LOS SUELOS EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL SUELO HÚMEDO TOTAL.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4259.00 g
	Peso bandeja. (g)	793.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	3466.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	835.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	729.00 g
	Peso de la tara.	113.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.21 %
	DENSIDADES PRESENTES	
Densidad húmedo. (ρ_w).	2.16 g/cm ³	
Densidad seco. (ρ_d).	1.84 g/cm ³	

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.84 g/cm ³	Material grueso (21.29 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	18.00 kN/m ³	
	1835.50 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	97 %
Agua controlado compactado:	508.10 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	92 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 13
Profundidad de ensayo:	0.10 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+250
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368390 m	ESTE 8904300 m	msnm: 2172		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, ENSAYO REALIZADO AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.84 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.21 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.3	17.9	0.87	1.60	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	8.6	36.5	1.79	3.18		
0.075	1.91	1.47	12.8	55.2	2.70	4.75		
0.100	2.54	1.95	17.1	73.8	3.61	6.29		
0.125	3.18	2.44	25.5	110.2	5.39	7.81		
0.150	3.81	2.93	33.8	146.6	7.17	9.30		
0.175	4.45	3.42	42.2	182.9	8.95	10.78		
0.200	5.08	3.91	50.5	219.3	10.73	12.24		
0.225	5.72	4.40	60.91	264.6	12.95	13.67		
0.250	6.35	4.88	71.3	309.9	15.17	15.09		
0.300	7.62	5.86	81.7	355.1	17.38	17.86		
0.350	8.89	6.84	92.2	400.4	19.60	20.54		
0.400	10.16	7.82	102.6	445.6	21.81	23.14		
0.450	11.43	8.79	113.0	490.8	24.03	25.66		
0.500	12.70	9.77	123.4	536.0	26.24	28.09		



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

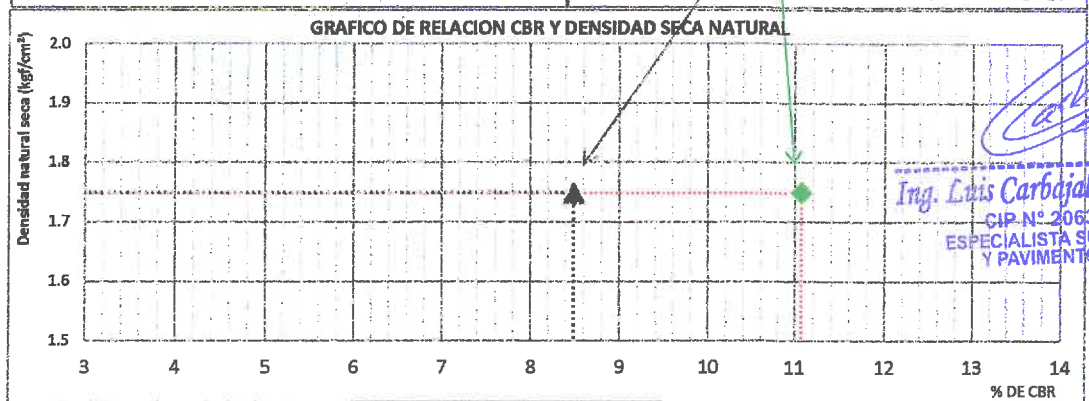
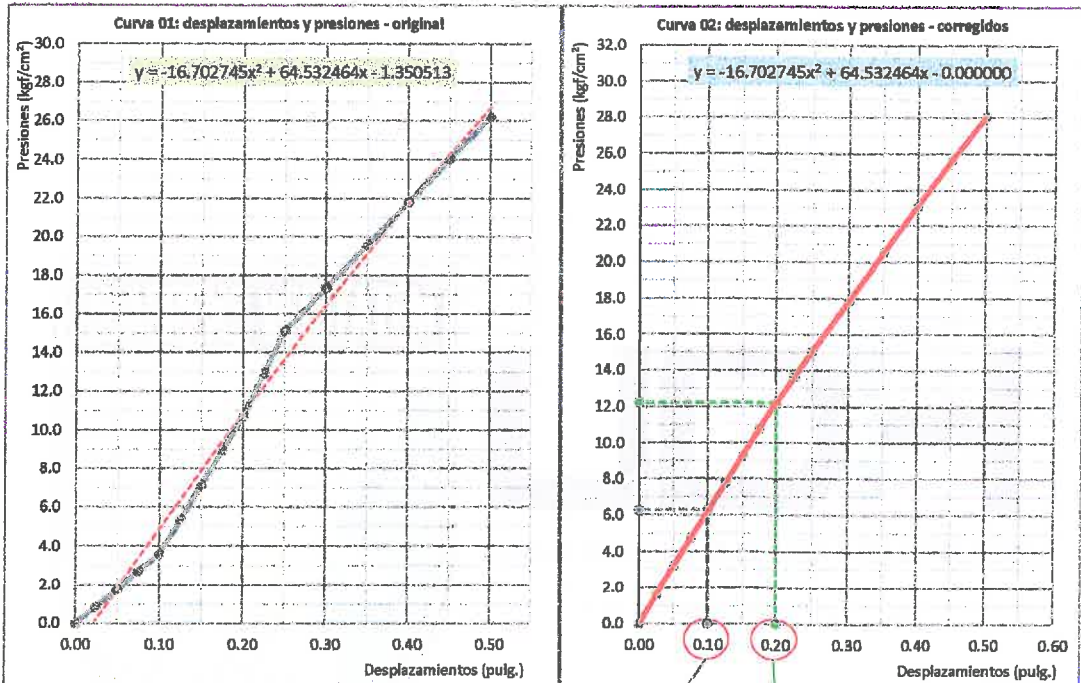
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

5.- Resultados:



CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R	
25.40 mm	2.0	6.29	8.94 %	0.10 pulg.	1.75 g/cm³	8 %	
0.10	2.54	12.24	11.65 %	0.20 pulg.	1.75 g/cm³	11 %	



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 14
Profundidad de ensayo:	0.09 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+250
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368391 m	ESTE 8904299 m	msnm: 2172		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,593.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1587.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.61			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.60 cm	Fracción grueso	744.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5418.00 g	Fracción fino:	2642.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1746.00 g	% fracción fina	78.03 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	21.97 %
	Volumen del hoyo (V).	1548.82 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO

MÉTODO DE PRUEBA PARA DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4128.00 g
	Peso bandeja. (g)	742.00 g
	Peso del suelo humedo total.	3386.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	945.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	824.00 g
	Peso de la tara.	122.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.24 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.19 g/cm ³
Densidad seco. (ρ_d).	1.86 g/cm ³	

7.- Resultados:

		Observaciones.
Densidad seco máximo natural:	1.86 g/cm ³	Material grueso (21.97 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	18.20 kN/m ³	
	1855.90 kgf/m ³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 g/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	98 %
Agua controlado compactado:	496.55 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	93 %

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 14
Profundidad de ensayo:	0.09 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+250
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368391 m	ESTE 8904299 m	msnm: 2172		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, ENSAYO REALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.86 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.24 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	4.5	18.8	0.92	1.79	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	9.0	38.5	1.88	3.55		
0.075	1.91	1.47	13.5	58.1	2.84	5.28		
0.100	2.54	1.95	18.0	77.7	3.80	6.96		
0.125	3.18	2.44	27.5	119.2	5.84	8.62		
0.150	3.81	2.93	37.1	160.7	7.87	10.23		
0.175	4.45	3.42	46.6	202.2	9.90	11.81		
0.200	5.08	3.91	56.1	243.6	11.93	13.36		
0.225	5.72	4.40	66.34	288.2	14.11	14.87		
0.250	6.35	4.88	76.6	332.7	16.29	16.35		
0.300	7.62	5.86	86.8	377.2	18.47	19.19		
0.350	8.89	6.84	97.1	421.7	20.64	21.89		
0.400	10.16	7.82	107.3	466.2	22.82	24.45		
0.450	11.43	8.79	117.6	510.6	25.00	26.87		
0.500	12.70	9.77	127.8	555.0	27.17	29.15		

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal

CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

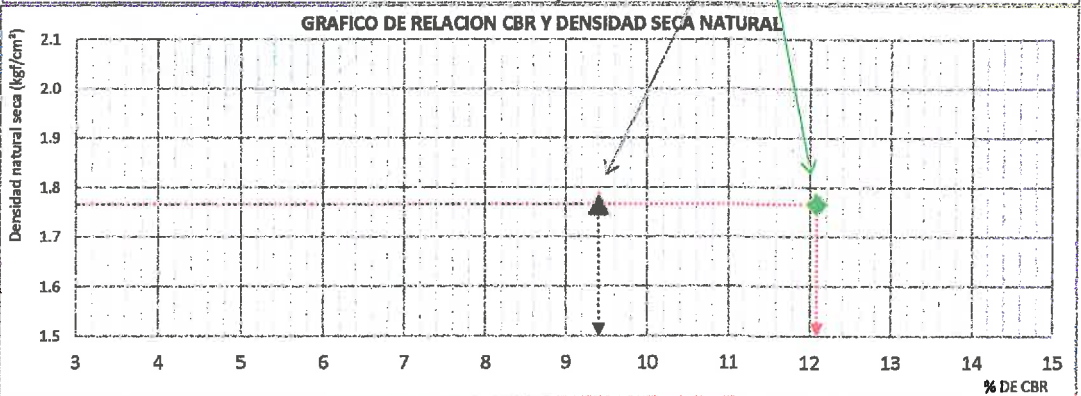
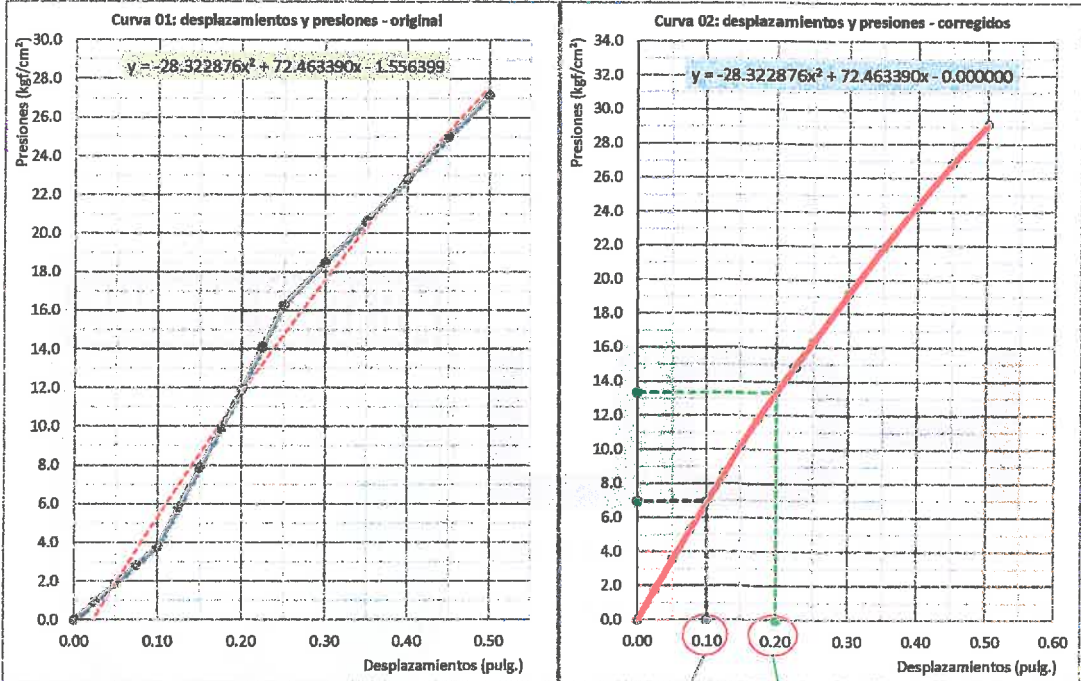
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	6.96	9.89 %	0.10 pulg.	1.77 g/cm³	9 %
0.20	5.08	3.9	13.36	12.72 %	0.20 pulg.	1.77 g/cm³	12 %

**DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO**

DENSIDADES Y PESOS UNITARIOS DEL SUELO EN CAMPO POR EL MÉTODO DE CONO EMPLEANDO ARENA.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

ASTM D2216, Método para determinar el contenido de humedad en el laboratorio, de suelos, rocas, o mezclas de agregado de los suelos.

AASHTO T 191, Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method.

NTP 339.143, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.

2.- Objetivo: Determinar la densidad óptima en la obra para fines de resistencia en suelos mejorados.

3.- Materiales: Cono de arena N°01 (calibrado 23/01/2018), arena calibrada, balanza digital, bandejas, horno, cincel, brocha, GPS.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CONO - 15
Profundidad de ensayo:	0.11 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A-7 - 6 (12)	Km:	4+250
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368392 m	ESTE 8904297 m	msnm: 2172		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Calibraciones:

Calibración densidad:	Método (A)			Calibración de la arena en el cono			
	E - 01	E - 02	E - 03	Número de ensayos.	C - 01	C - 02	C - 03
Peso molde + arena (g).	5,527.0	5,517.0	5,471.0	Masa inicial.	6,458.0	6,595.0	6,583.0
Peso molde (g).	1,683.0	1,683.0	1,683.0	Masa final.	4,886.0	5,010.0	5,048.0
Peso de arena (g).	3,844.0	3,834.0	3,788.0	Masa arena en cono.	1,572.0	1,585.0	1,545.0
Error +/- <= 1.0%	-0.58	-0.31	0.89	Masa arena promedio.	1587.33 g		
Peso promedio arena. (g):	3,822.00			Cu < 2,00:	1.88		
Volumen molde (cm³).	2,812.81			Tamaño máximo < 2,00 mm (# 10).	1.70		
DENSIDAD SUELTA ARENA:	1.359 g/cm³			% pasa N° 60 (250 um) < 3%	0.08 %		

6.- Prueba de campo:

Objeto	Prueba	% de participación		
Volumen del hoyo de prueba	VOLUMEN OCUPADO POR EL SUELO.		FRACCIONES	
	Altura del hoyo (espesor del relleno)	10.40 cm	Fracción grueso	745.0 g.
	Peso cono + arena inicial. (M ₃)	5587.00 g	Fracción fino:	2549.0 g.
	Peso cono + arena final. (M ₄)	1915.00 g	% fracción fina	77.38 %
	Peso del cono.	719.00 g	% fracción grueso	22.62 %
	Volumen del hoyo (V).	1548.82 cm³		

Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS

**DENSIDAD DEL SUELO COMPACTADO EN CAMPO**

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

Densidad presente en el terreno	MASA HÚMEDO TOTAL	
	Peso muestra total natural + bandeja. (g)	4075.00 g
	Peso bandeja. (g)	781.00 g
	Peso del suelo húmedo total.	3294.00 g
	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	Peso del suelo húmedo representativo + tara.	992.00 g
	Peso del suelo seco representativo + tara.	862.00 g
	Peso de la tara.	103.00 g
	Contenido de humedad. (%w):	17.13 %
	DENSIDADES PRESENTES	
	Densidad húmedo. (ρ_w).	2.13 g/cm ³
Densidad seco. (ρ_d).	1.82 g/cm ³	

7.- Resultados:

Densidad seco máximo natural:	1.82 g/cm³	Observaciones. Material grueso (22.62 %), retenido en el tamiz 4.75 mm, es menor al 40%, por lo tanto no requiere corrección por tamaños mayores.
Peso unitario seco máximo natural:	17.80 kN/m³	
	1815.10 kgf/m³	

Densidad máxima (proctor):	1.890 gr/cm ³
% COMPACTACIÓN MEJORADO:	96 %
Agua controlado compactado:	482.81 g
Al 95% AASHTO (finos > 12%):	91 %


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils In Place).

NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos.

2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.

3.- Materiales: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.

4.- Datos de ensayo:

Fecha de ensayo:	23/04/2018	Tipo de suelo (SUCS):	CL	Prueba:	CBR - 15
Profundidad de ensayo:	0.11 m	Tipo de suelo (AASHTO):	A - 7 - 6 (12)	Km:	4+250
Coordenadas geodésicas:	ESTE 368392 m	ESTE 8904297 m	msnm: 2172		18 L
Localización:	TRAMO LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 4+250, ENSAYO REALIZADO AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA CARRETERA.				

5.- Control del ensayo:

Densidad seca natural:	1.82 g/cm ³	Contenido de humedad natural	17.13 %	Área presión prensa CBR:	20.43 cm ²
Método empleado:	NTP 339.143 (ASTM D 1556)	Método empleado:	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	Velocidad de carga:	1.30 mm/min.

CONTROL DE LAS PRESIONES			CALCULOS DE PRESIONES				Factores de calibración del anillo de carga:	
Incremento de carga:	0.025 pulg..		Fuerza obtenido.		Presiones (Kgf/cm ²)		Ax ² + Bx + C (lbf)	
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Lectura dial	Kgf	Original	Corregido	A:	-0.00022787
0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	B:	9.61748975
0.025	0.64	0.49	5.1	21.6	1.06	1.97	C:	-1.71934654
0.050	1.27	0.98	10.3	43.9	2.15	3.88		
0.075	1.91	1.47	15.4	66.3	3.24	5.75		
0.100	2.54	1.95	20.5	88.6	4.34	7.56		
0.125	3.18	2.44	30.8	133.3	6.52	9.32		
0.150	3.81	2.93	41.0	177.9	8.71	11.04		
0.175	4.45	3.42	51.3	222.5	10.89	12.70		
0.200	5.08	3.91	61.5	267.1	13.08	14.30		
0.225	5.72	4.40	71.36	310.0	15.17	15.86		
0.250	6.35	4.88	81.2	352.8	17.27	17.36		
0.300	7.62	5.86	91.1	395.7	19.37	20.22		
0.350	8.89	6.84	100.9	438.5	21.46	22.87		
0.400	10.16	7.82	110.8	481.2	23.56	25.32		
0.450	11.43	8.79	120.6	524.0	25.65	27.56		
0.500	12.70	9.77	130.5	566.8	27.74	29.59		

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe

E-mail: eparquitectura@udh.edu.pe

Ing. Luis Carbajal Carbajal

GIP Nº 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

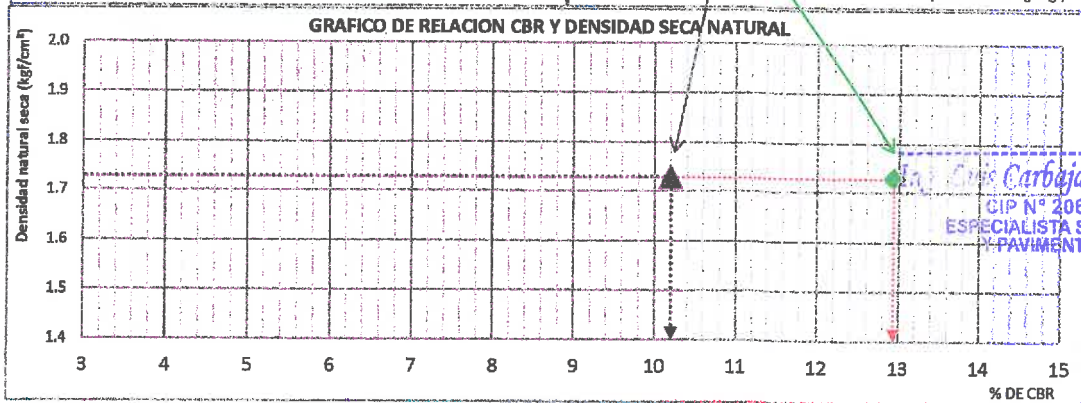
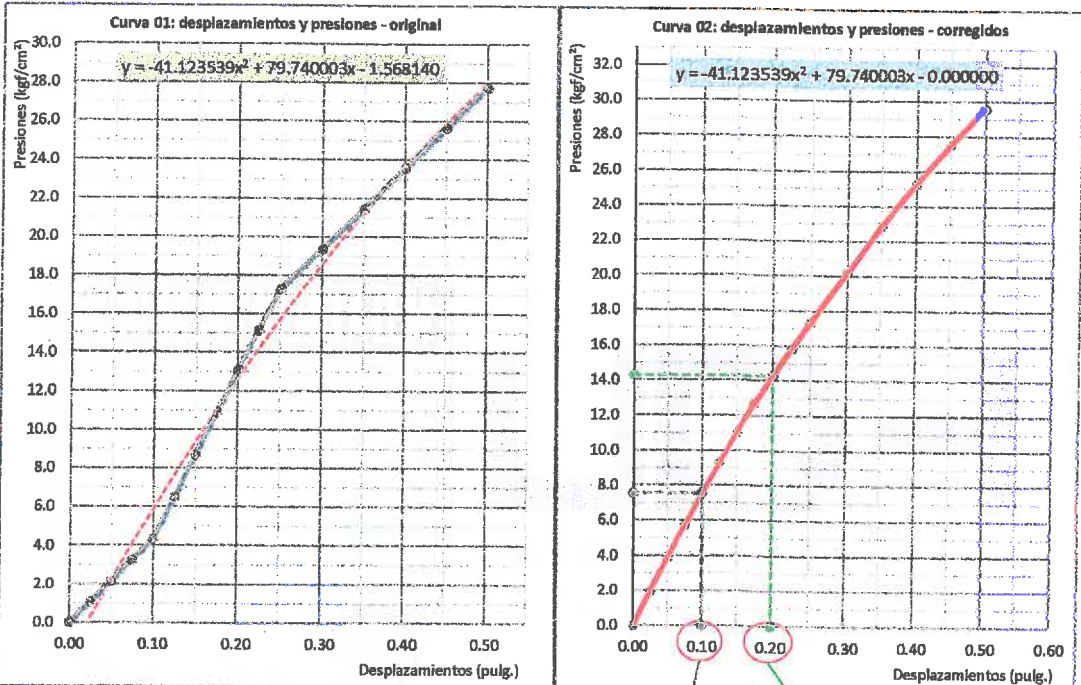
Tesis: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación: CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista: BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha: ABRIL DEL 2018.

6.- Resultados:



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONTROL DE LAS PRESIONES			VALOR DE LAS PRESIONES Y DE LA RELACION DE SOPORTE.		Resultado de resistencia a penetración al 95 % de la densidad seca natural		
1 Pulgadas :	25.40 mm	Tiempo (min)	Resistencia corregido (Kgf/cm²)	Valor de la relación: CBR (%)	A penetración de:	Densidad seca natural (g/cm³)	% C.B.R
0.10	2.54	2.0	7.56	10.74 %	0.10 pulg.	1.73 g/cm³	10 %
0.20	5.08	3.9	14.30	13.62 %	0.20 pulg.	1.73 g/cm³	13 %



EVALUACIÓN DE LA EXPANSIÓN

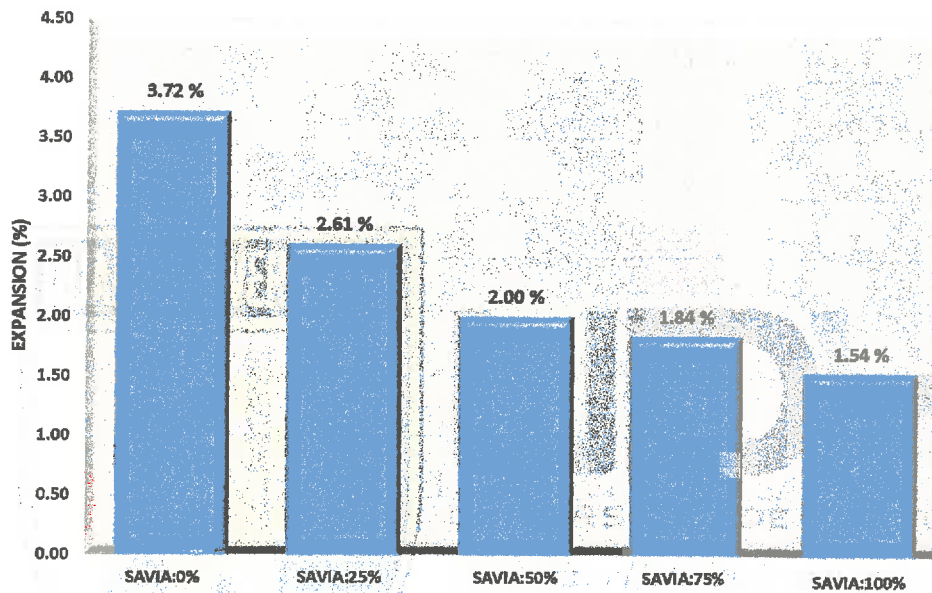

Ing. *Luis Carbajal Carbajal*
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



EVALUACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Descripción	Und.	Prueba: 1	Prueba: 2	Prueba: 3	Prueba: 4	Prueba: 5
SAVIA	%	0	25	50	75	100
CBR	%	3	11	13	14	15
EXPANSION (Altura inicial: 117 mm)	%	3.72	2.61	2.00	1.84	1.54
	mm	4.35	3.05	2.34	2.15	1.80

COMPARACIÓN DE LA EXPANSIÓN CON PORCENTAJES DE SAVIA DE SÁBILA



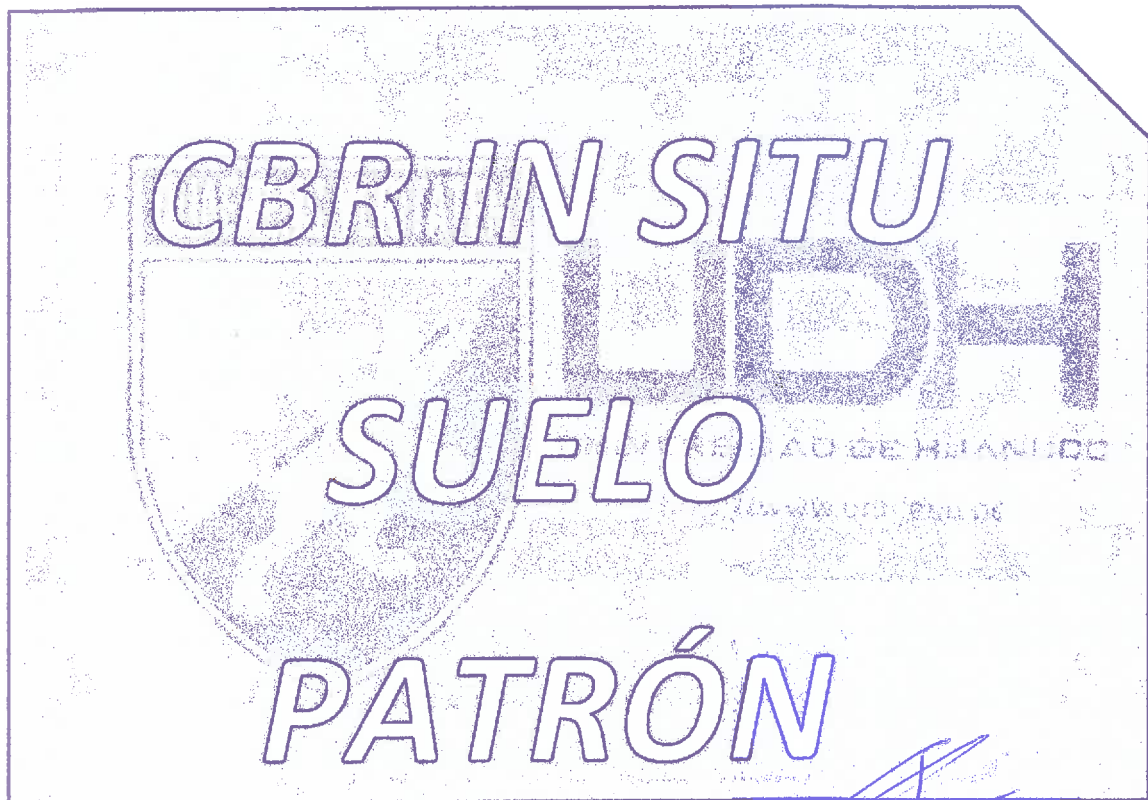
MUESTRAS CON PORCENTAJES DE SAVIA DE SAVILA


Ing. Luis Carbajal Carbajal
C.R. N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



PROCESAMIENTO ESTADISTICO


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS




Ing. ~~Luis~~ Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABELLA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).
 NTP 339.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación-Valor Soporte) de suelos.
2.- Objeto: Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.
3.- Equipos: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.
4.- Análisis:

RESISTENCIA DEL SUELO NATURAL IN SITU

Evaluación	Nº ENSAYO	Fecha de ensayo	Km	TIPO DE SUELO		Humedad natural (%)	Densidad seca natural, &d (g/cm³)	Densidad seca máxima, &max (g/cm³)	Grado de compactación (%)	Densidad seca natural al 95% de &d (g/cm³)	CBR (%)
				SIUCS	AASHTO						
SUBRASANTE SUELO NATURAL	CBR P-01	18/03/2017	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	14.32 %	1.49 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.42 g/cm³	5
	CBR P-02	18/03/2017	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	14.41 %	1.50 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.43 g/cm³	6
	CBR P-03	18/03/2017	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	14.20 %	1.48 gr/cm³	1.89 g/cm³	78 %	1.41 g/cm³	5
	CBR P-04	18/03/2017	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	14.33 %	1.48 gr/cm³	1.89 g/cm³	78 %	1.41 g/cm³	4
	CBR P-05	18/03/2017	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	14.39 %	1.51 gr/cm³	1.89 g/cm³	80 %	1.43 g/cm³	3
	CBR P-06	18/03/2017	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	14.71 %	1.49 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.42 g/cm³	4
	CBR P-07	18/03/2017	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	14.92 %	1.50 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.43 g/cm³	4
	CBR P-08	18/03/2017	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	14.64 %	1.52 gr/cm³	1.89 g/cm³	80 %	1.44 g/cm³	5
	CBR P-09	18/03/2017	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	14.31 %	1.50 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.43 g/cm³	4
	CBR P-10	18/03/2017	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	14.49 %	1.48 gr/cm³	1.89 g/cm³	78 %	1.41 g/cm³	3
	CBR P-11	18/03/2017	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	14.60 %	1.52 gr/cm³	1.89 g/cm³	80 %	1.44 g/cm³	3
	CBR P-12	18/03/2017	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	14.62 %	1.49 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.42 g/cm³	2
	CBR P-13	18/03/2017	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	14.49 %	1.50 gr/cm³	1.89 g/cm³	79 %	1.43 g/cm³	5
	CBR P-14	18/03/2017	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	14.61 %	1.52 gr/cm³	1.89 g/cm³	80 %	1.44 g/cm³	6
	CBR P-15	18/03/2017	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	14.25 %	1.51 gr/cm³	1.89 g/cm³	80 %	1.43 g/cm³	6



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

4.1.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Ensayos, (n)	15 unid	
Rango, (R) (CBR max - CBR min)	4.00 %	
Número de Intervalos, (K) K redondeado	4.91 5	
Amplitud, (A)	0.80 %	
Fórmulas:		
$R = CBR_{max} - CBR_{min}$	$K = 1 + 3.322 * \log(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	4.27 %
Mediana, (Me)	4.30 %
Moda, (Mo)	4.40 %
Varianza, (σ^2)	0.91
Desviación Estándar, (σ)	0.95 %
Coefficiente de Variación, (C.V.)	22.25 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.0947
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$
$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	
FÓRMULAS	

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[2.00	2.80 >	2.40	1	0.0667	1	2.40	3.50
2	[2.80	3.60 >	3.20	3	0.2000	4	9.60	3.43
3	[3.60	4.40 >	4.00	4	0.2667	8	16.00	0.29
4	[4.40	5.20 >	4.80	4	0.2667	12	19.20	1.12
5	[5.20	6.00]	5.60	3	0.2000	15	16.80	5.31
				Σ = 15	1		64.00	13.65

Leyenda:

- n = Tamaño de la Muestra
- K = Nº Intervalos
- Li = Limite Inferior
- Ls = Limite Superior
- xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

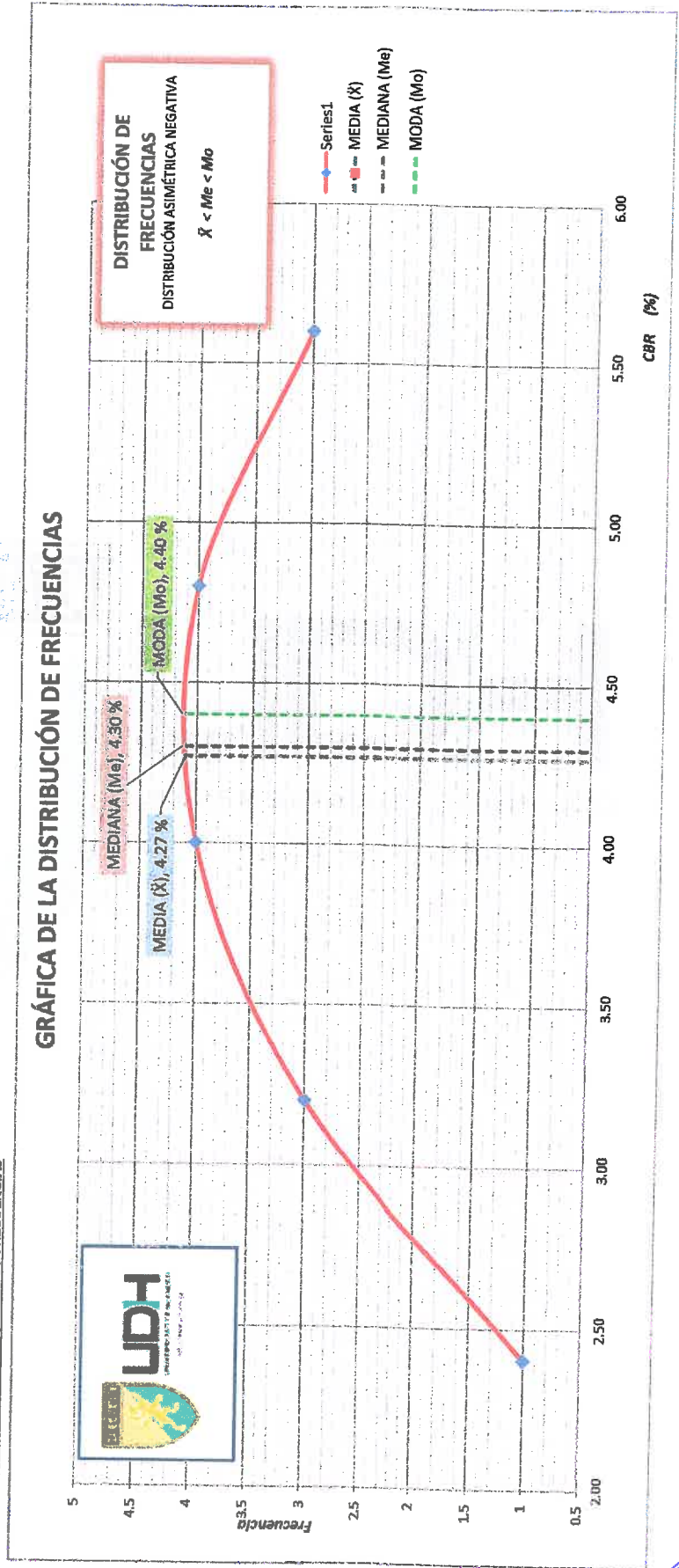


RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis :	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesisista :	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLUITHS.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesisista : BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHIS.

Fecha : MARZO DEL 2018.

4.2.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº ENSAYO	CBR (%)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
CBR P-12	1	0.045789
CBR P-05	2	0.241313
CBR P-05	3	0.241313
CBR P-05	4	0.241313
CBR P-04	5	0.419939
CBR P-04	6	0.419939
CBR P-04	7	0.419939
CBR P-04	8	0.419939
CBR P-01	9	0.241313
CBR P-01	10	0.241313
CBR P-01	11	0.241313
CBR P-01	12	0.241313
CBR P-02	13	0.045789
CBR P-02	14	0.045789
CBR P-02	15	0.045789

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5 %
	α/2
ZONA DE RECHAZO	Z+ CRÍTICO (2.5 %)
	Z- CRÍTICO (2.5 %)
MARGEN DE ERROR	0.48 %
	4.48 %
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR
	LÍMITE INFERIOR
	3.52 % ≤ μ ≤ 4.48 %

INTERPRETACIÓN:

Se está un 95% seguro de que la Capacidad de Soporte (CBR) de los 15 ensayos (CBR IN SITU) van a estar dentro del intervalo que va desde 3.52 % a 4.48 %.

FÓRMULAS

$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Ing. Esp. Aníbal Carvajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Tesista : BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

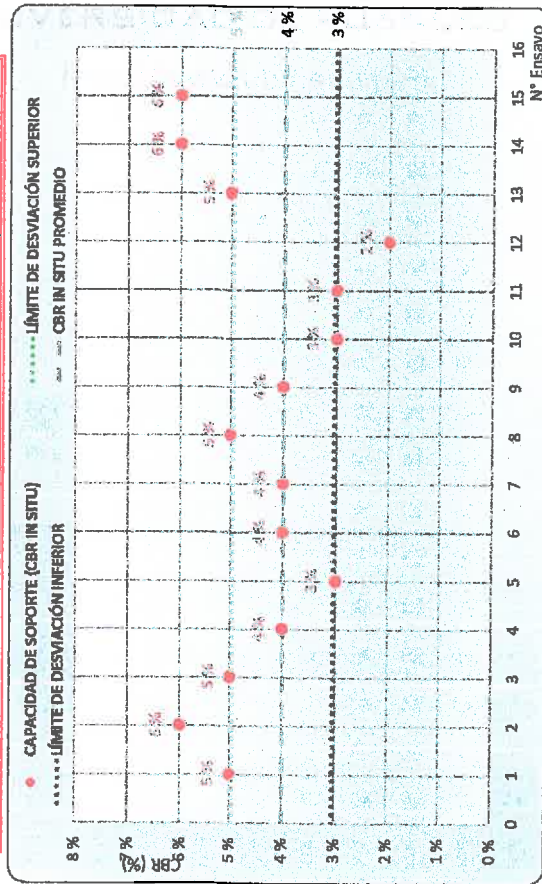
Fecha : MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Capacidad de soporte - CBR, promedio muestral (Media, \bar{X})	4 %
Desviación estándar, σ	0.95 %
Capacidad de soporte característico a la penetración (poblacional)	3 %
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	23.75 %

CONDICION SUBRASANTE SEGÚN MANUAL MTC - SUELOS Y PAVIMENTOS

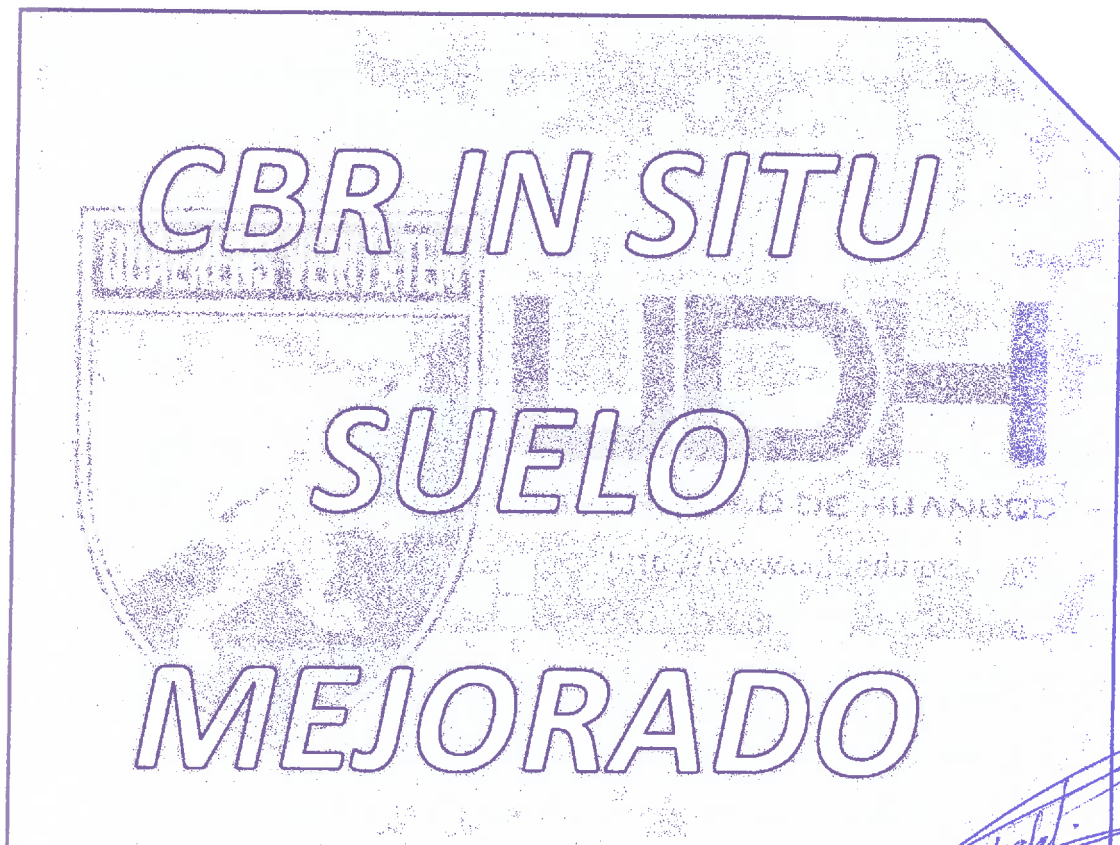
Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante, suelos con CBR \geq 6%.	VERIFICACIÓN		RESUMEN
	Capacidad de soporte - CBR	CATEGORÍA SUBRASANTE	
3 %	Subrasante Pobre (S_1)	Se requiere estabilización de suelos de la subrasante en un espesor mínimo de 0.60 m, debajo del nivel superior de la subrasante.	
No Cumple			



CATEGORÍA DE LA SUBRASANTE



Carbajal
 Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis :	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista :	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM D - 4429, (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place).
- 2.- Objeto: NTP 399.175, Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos. Determinar la resistencia del suelo frente a esfuerzo de presiones en condiciones naturales en el campo.
- 3.- Equipos: Equipo CBR de campo, horno, bandejas de humedad, cronometro, nivel de burbuja de agua, diales de deformación.
- 4.- Análisis:

RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO IN SITU APLICANDO SAVIA DE SABILO 25%

Evaluación	Nº ENSAYO	Fecha de ensayo	Km	TIPO DE SUELO		Humedad natural (%)	Densidad seca natural, ρ_d (g/cm³)	Densidad seca máxima, ρ_{max} (g/cm³)	Grado de compactación (%)	Densidad natural al 95% de ρ_d (g/cm³)	CBR (%)
				SUCS	AASHTO						
SUBRASANTE SUELO MEJORADO CON SAVIA DE SABILO	CBR M-01	23/04/2017	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	17.09 %	1.81 gr/cm³	1.89 g/cm³	96 %	1.72 g/cm³	13 %
	CBR M-02	23/04/2017	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	16.39 %	1.83 gr/cm³	1.89 g/cm³	97 %	1.74 g/cm³	13 %
	CBR M-03	23/04/2017	4+330	CL	A - 7 - 6 (12)	17.02 %	1.84 gr/cm³	1.89 g/cm³	97 %	1.75 g/cm³	12 %
	CBR M-04	23/04/2017	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	17.34 %	1.80 gr/cm³	1.89 g/cm³	95 %	1.71 g/cm³	10 %
	CBR M-05	23/04/2017	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	17.47 %	1.85 gr/cm³	1.89 g/cm³	98 %	1.76 g/cm³	10 %
	CBR M-06	23/04/2017	4+335	CL	A - 7 - 6 (12)	17.06 %	1.81 gr/cm³	1.89 g/cm³	96 %	1.72 g/cm³	11 %
	CBR M-07	23/04/2017	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	16.64 %	1.81 gr/cm³	1.89 g/cm³	96 %	1.72 g/cm³	11 %
	CBR M-08	23/04/2017	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	17.28 %	1.85 gr/cm³	1.89 g/cm³	98 %	1.76 g/cm³	12 %
	CBR M-09	23/04/2017	4+340	CL	A - 7 - 6 (12)	17.09 %	1.80 gr/cm³	1.89 g/cm³	95 %	1.71 g/cm³	11 %
	CBR M-10	23/04/2017	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	17.08 %	1.81 gr/cm³	1.89 g/cm³	96 %	1.72 g/cm³	10 %
	CBR M-11	23/04/2017	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	16.95 %	1.83 gr/cm³	1.89 g/cm³	97 %	1.74 g/cm³	9 %
	CBR M-12	23/04/2017	4+345	CL	A - 7 - 6 (12)	16.64 %	1.80 gr/cm³	1.89 g/cm³	95 %	1.71 g/cm³	9 %
	CBR M-13	23/04/2017	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	17.21 %	1.84 gr/cm³	1.89 g/cm³	97 %	1.75 g/cm³	11 %
	CBR M-14	23/04/2017	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	17.24 %	1.86 gr/cm³	1.89 g/cm³	98 %	1.77 g/cm³	12 %
	CBR M-15	23/04/2017	4+350	CL	A - 7 - 6 (12)	17.13 %	1.82 gr/cm³	1.89 g/cm³	96 %	1.73 g/cm³	13 %

Ing. Luis Celso Carvajal
 CIP: 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis:	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación:	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista:	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

4.1.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Ensayos, (n)	15 unid
Rango, (R) (CBR max - CBR min)	4.00 %
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	0.80 %
Fórmulas:	
$R = CBR_{max} - CBR_{min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	11.11 %
Mediana, (Me)	11.10 %
Moda, (Mo)	11.00 %
Varianza, (σ^2)	1.10
Desviación Estándar, (σ)	1.05 %
Coefficiente de Variación, (C.V.)	9.45 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.0286

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$
$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	F	xi*fi	(xi-X) ² *fi
	Li	Ls					
1	[9.00	9.80 >	9.40	2	0.1333	2	5.85
2	[9.80	10.60 >	10.20	3	0.2000	5	2.48
3	[10.60	11.40 >	11.00	4	0.2667	9	0.05
4	[11.40	12.20 >	11.80	3	0.2000	12	1.43
5	[12.20	13.00]	12.60	3	0.2000	15	6.66
				Σ = 15	1	166.60	16.47

Leyenda:

- n = Tamaño de la Muestra
- K = Nº Intervalos
- Li = Limite inferior
- Ls = Limite Superior
- xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

Ing. Luis Carbajal Carbajal

CIP Nº 20603
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

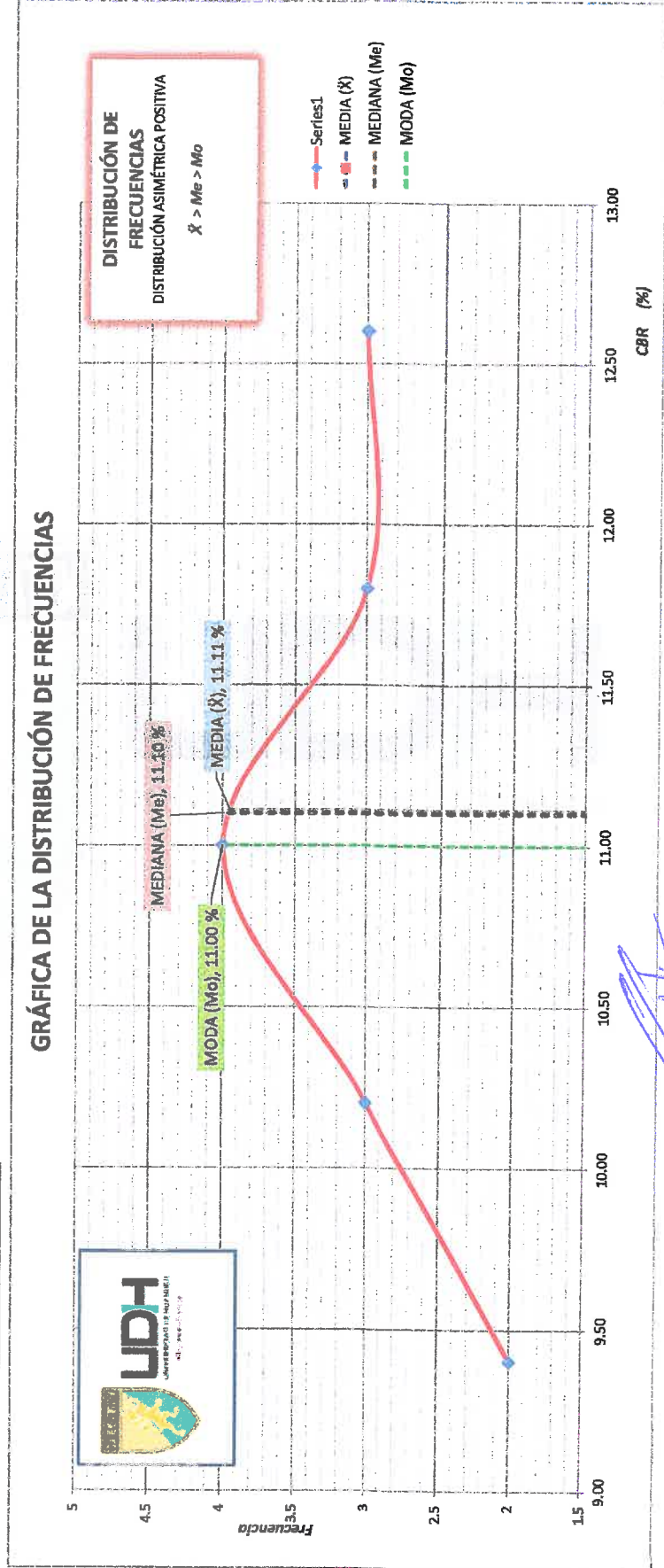
MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.

Ubicación : CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.

Testista : BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.

Fecha : MARZO DEL 2018.

4.1.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Ing. Luis Corrojal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis :	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesisista :	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.2.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº ENSAYO	CBR (%)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
CBR M-11	1 9.00	0.061928
CBR M-11	2 9.00	0.061928
CBR M-04	3 10.00	0.241414
CBR M-04	4 10.00	0.241414
CBR M-04	5 10.00	0.241414
CBR M-06	6 11.00	0.379945
CBR M-06	7 11.00	0.379945
CBR M-06	8 11.00	0.379945
CBR M-06	9 11.00	0.379945
CBR M-03	10 12.00	0.241414
CBR M-03	11 12.00	0.241414
CBR M-03	12 12.00	0.241414
CBR M-01	13 13.00	0.061928
CBR M-01	14 13.00	0.061928
CBR M-01	15 13.00	0.061928

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15
NIVEL DE CONFIANZA (1- α)	95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5 %
	2.5 %
ZONA DE RECHAZO	$\alpha/2$
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)
	Z- CRÍTICO (2.5 %)
MARGEN DE ERROR	1.96
	-1.96
	0.53 %
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR
	LÍMITE INFERIOR
	11.53 %
	10.47 %
	10.47 % $\leq \mu \leq$ 11.53 %

INTERPRETACIÓN:

Se está un 95% seguro de que la Capacidad de Soporte (CBR) de los 15 ensayos (CBR IN SITU) van a estar dentro del intervalo que va desde 10.47 % a 11.53 %.

Ing. Luis Cardujal Cardujal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

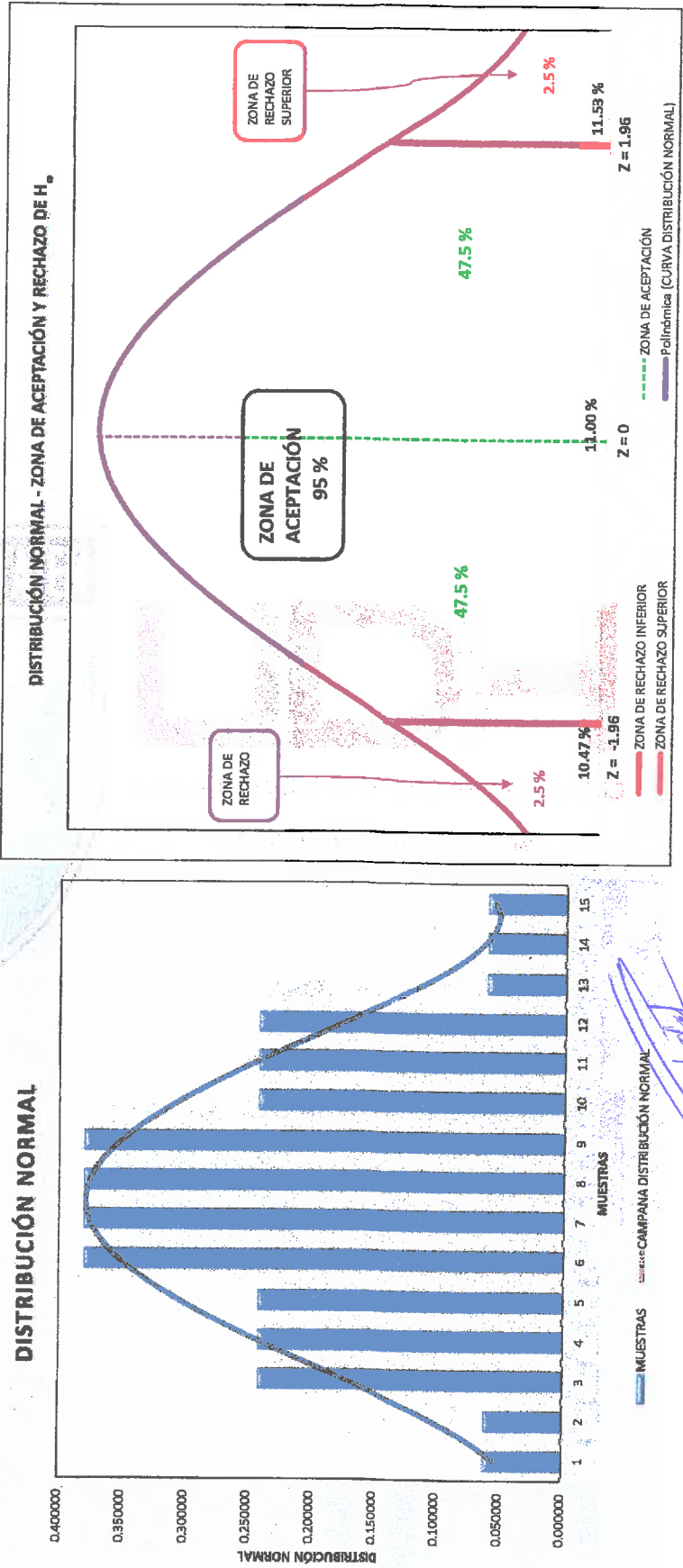


RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis :	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista :	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANVELA MARLITHS.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.2.1.- GRÁFICOS



Ing. Luis Carbajal Carvajal
 GIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS



RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

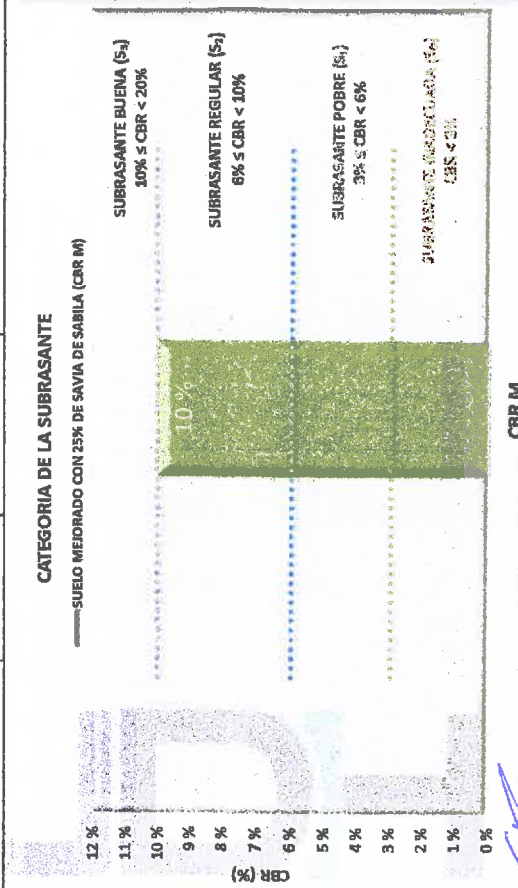
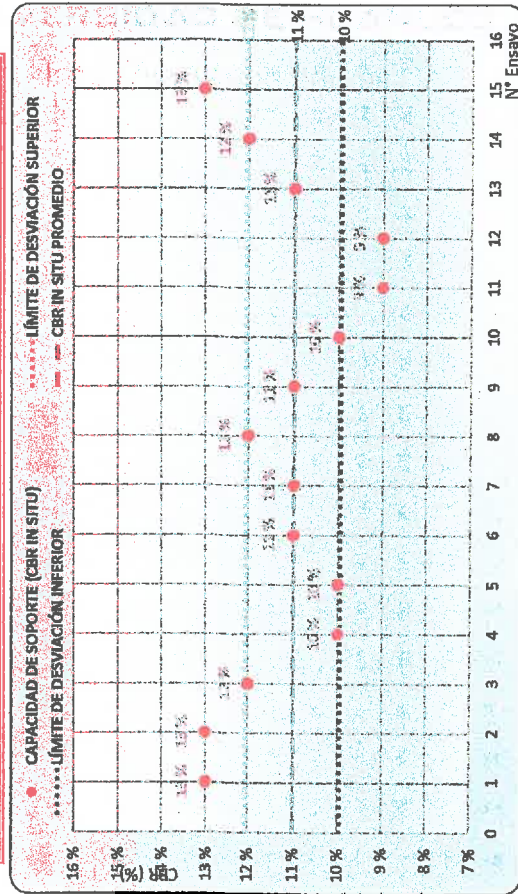
Tesis :	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista :	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Capacidad de soporte - CBR, promedio muestral (Media, \bar{x})	11 %
Desviación estandar, σ	1.05 %
Capacidad de soporte característico a la penetración (poblacional)	10 %
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	9.55 %

CONDICION SUBRASANTE SEGUN MANUAL MTC - SUELOS Y PAVIMENTOS

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante, suelos con CBR \geq 6%.	VERIFICACIÓN		RESUMEN No requiere estabilización de suelos de subrasante, ya que cumple con los parámetros para ser utilizados como suelos para subrasante.
	Capacidad de soporte - CBR	CATEGORIA SUBRASANTE	
Cumple	10 %	Subrasante Buena (S_B)	



Ing. Luis Carbajal Carbajal
 CIP N° 20633
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



COMPARACIÓN DE RESULTADOS


Ing. Luis Carbajal Carbajal
CIP N° 20633
ESPECIALISTA SUELOS
Y PAVIMENTOS



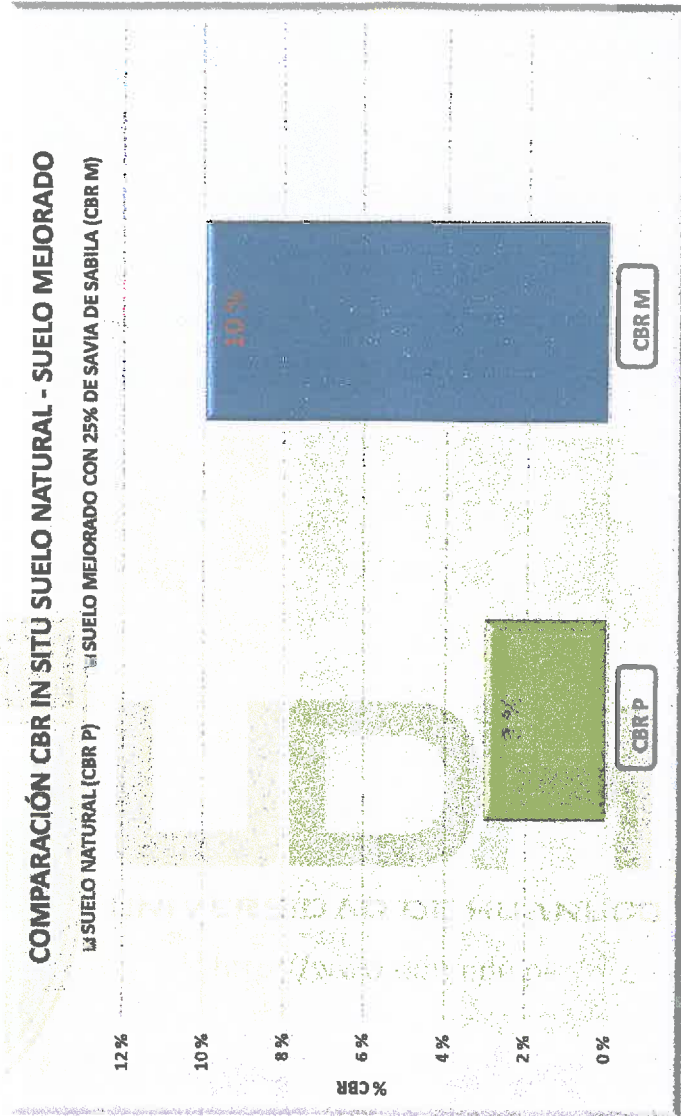
RESISTENCIA DEL SUELO MEJORADO (CBR) IN SITU

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS EN EL CAMPO

Tesis :	MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.
Ubicación :	CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA.
Tesista :	BACH. ESPIRITU HUAMAN, ANYELA MARLITHS.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

1.- Cuadro de resumen y gráfica de comparación:

	SUELO NATURAL (CBR P)	SUELO MEJORADO CON 25% DE SAVIA DE SABILA (CBR M)
CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR IN SITU (%)	3 %	10 %
Desviación estándar, σ	0.95 %	1.05 %



Ing. Luis Carbajal Centofal
 CIP N° 20632
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

2.- Cuadro categoría de la subrasante y gráfica de comparación:

COMPARACIÓN Y CATEGORÍA DEL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE



Categorías de la subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	3% ≤ CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	30% ≤ CBR

Ing. *Luis Carrión-Cerdón*
 CIP N° 29638
 ESPECIALISTA SUELOS
 Y PAVIMENTOS

CONDICION DE SUBRASANTE SEGÚN MANUAL MTC - SUELOS Y PAVIMENTOS

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante, suelos con CBR ≥ 6%.

RESULTADO CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO SIN MEJORAR (CBR P)

CBR	CATEGORIA SUBRASANTE	RESUMEN
3 %	Subrasante Pobre (S ₁)	NO CUMPLE, se requiere estabilización de suelos de la subrasante en un espesor mínimo de 0.60 m, debajo del nivel superior de la subrasante.

RESULTADO CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO MEJORADO CON SAVIA DE SABILA (CBR M)

CBR	CATEGORIA SUBRASANTE	RESUMEN
10 %	Subrasante Buena (S ₂)	SI CUMPLE, no requiere estabilización de suelos de subrasante, ya que cumple con los parámetros para ser utilizados como suelos para subrasante.



ANEXO N°8: PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFIA N° 01

Excavación de la calicata N°1 , km 4+000, realizado a cada 250 m en la carretera la Esperanza-Malcongá, Matamarca.



FOTOGRAFIA N° 02

Excavación de la calicata N°1 , km 4+250, realizado a cada 250 m en la carretera la Esperanza-Malcongá, Matamarca.



FOTOGRAFIA N° 03

Excavación de la calicata N°3 , km 4+500, realizado a cada 250 m en la carretera la Esperanza-Malcongá, Matamarca.



FOTOGRAFIA N° 04

Excavación de la calicata N°4 , km 4+750, realizado a cada 250 m en la carretera la Esperanza-Malcongá, Matamarca.



FOTOGRAFIA N° 05

Excavación de la calicata N°5, km 5+000, realizado a cada 250 m en la carretera la Esperanza-Malconga, Matamarca.



FOTOGRAFIA N° 06

Toma de muestra inalterada en tubos pvc con diámetro de 4" sellados con la parafina.



FOTOGRAFIA N° 07

forma adecuada de la toma de muestra inalterada en tubos pvc con diámetro de 4" sellados con la parafina.



FOTOGRAFIA N° 08

Toma de muestra alterada en costales de 50kg para su respectivo ensayo en el laboratorio.



FOTOGRAFIA N° 09

Realización de los ensayos de laboratorio, puesta de muestra en el laboratorio y el cuarteo (NTP 339.089).



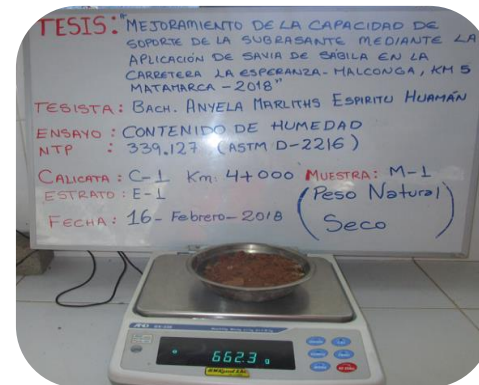
FOTOGRAFIA N° 10

Pesado de la muestra obtenida en campo para realizar el ensayo del contenido de humedad (NTP 339.127).



FOTOGRAFIA N° 11

Puesta de muestra en el horno para realizr el ensayo de contenido de humedad natural(NTP 339.127).



FOTOGRAFIA N° 12

Pesado de la muestra una vez que se sacó del horno en el cual estuvo 24 horas a 110°C, para obtener el contenido de humedad.



FOTOGRAFIA N° 13

Se está realizando el ensayo de peso volumétrico (NTP 339.139) con la vacija volumétrica, sin varillar.



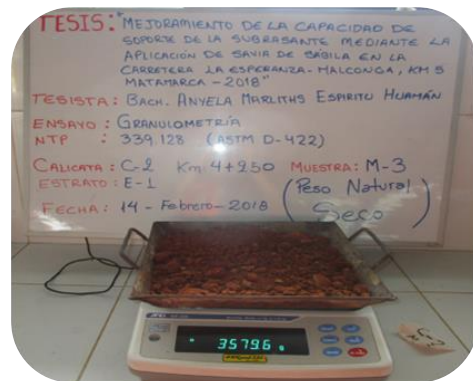
FOTOGRAFIA N° 14

Se ve la forma en cómo se debe llenar la muestra de suelo en la vacija volumétrica para el ensayo de peso volumétrico (NTP. 339.139).



FOTOGRAFIA N° 15

Obtención del peso final para la realización del ensayo de peso volumétrico (NTP 339.139) pero varillado.



FOTOGRAFIA N° 16

Pesado de la muestra de suelo para realizar el análisis granulométrico (NTP.339.128), realizado con la muestra seca.



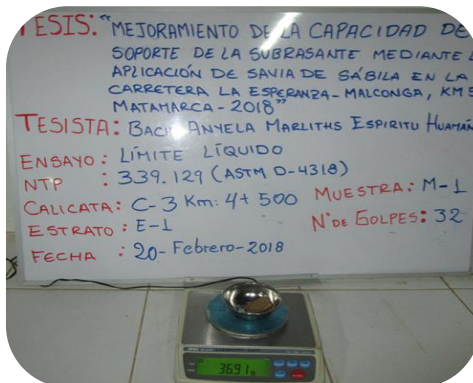
FOTOGRAFIA N° 17

Obtención del análisis granulométrico (NTP. 339.128) de la muestra de suelo en estudio se obtuvieron los resultados que se muestran.



FOTOGRAFIA N° 18

Se muestra la realización del ensayo de límite líquido (NTP. 339.129) de la muestra de suelo en estudio con la copa casa grande con la cantidad de golpes dados en norma.



FOTOGRAFIA N° 19

Pesado de la muestra de suelo saturado para el ensayo de límite líquido (NTP. 339.129) para luego ponerlo en horno.



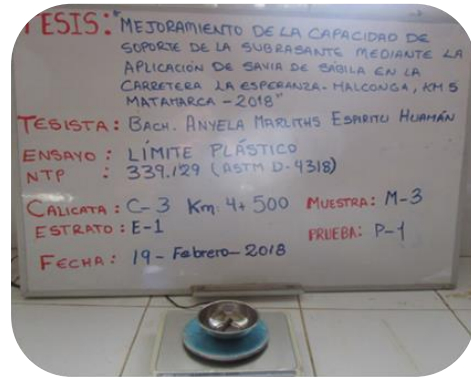
FOTOGRAFIA N° 20

Puesta de las muestras obtenidas del ensayo del límite plástico (NTP. 339.129), puesta en pequeñas cazolitas.



FOTOGRAFIA N° 21

Realización del ensayo del índice de plasticidad (NTP. 339.1229), realizado saturando el suelo y luego haciendo rollos con un diámetro de 3mm y con un largo de 6cm, en un vidrio poroso.



FOTOGRAFIA N° 22

Luego de ellos se procede al pesado de los rollos obtenidos del ensayo del índice de plasticidad (NTP. 339.129), las cuales se colocan en pequeñas taras.



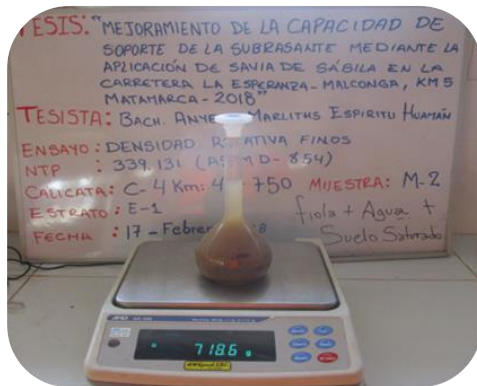
FOTOGRAFIA N° 23

Puesta de todos los ensayos obtenidos del índice de plasticidad (NTP. 339.129) en un horno para realizar el secado respectivo la cual es a 24 horas a 110°C.



FOTOGRAFIA N° 24

Se puede observar el pesado de la muestra de suelos para realizar el ensayo de la densidad relativa de fino (NTP. 339.131).



FOTOGRAFIA N° 25

Se observa el proceso del ensayo de la densidad relativa de finos (NTP. 339.131) con agua destilada en una fiola como se observa.



FOTOGRAFIA N° 26

Se realiza el ensayo de la densidad relativa de finos (NTP. 339.131) en el cual se puede observar su baño María.



FOTOGRAFIA N° 27

Realización del ensayo de la densidad relativa de gruesos (NTP 400.021), de un suelo saturado a 24 horas.



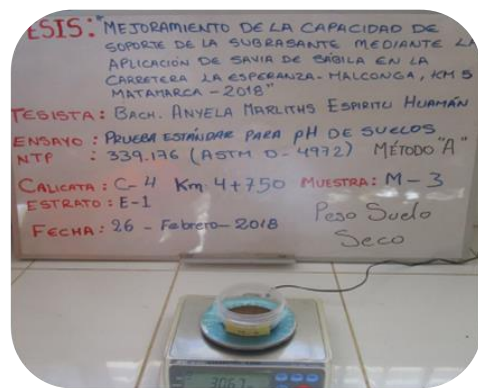
FOTOGRAFIA N° 28

Pesado del material para el ensayo de densidad relativa de gruesos (NTP 400.021) con una saturación con agua destilada.



FOTOGRAFIA N° 29

Pesado de la muestra de suelo despues de haber realizado la saturación respectiva para el ensayo de densidad relativa de gruesos(NTP 400.021).



FOTOGRAFIA N° 30

Pesado de la muestra de suelo para la prueba estándar para ph de suelos "método A" (NTP 339.176)



FOTOGRAFIA N° 31

Obtención de los resultados finales de la prueba estándar para ph de suelos "método A".



FOTOGRAFIA N° 32

Preparacion de las muestras de suelo para la realización del ensayo de compactación de suelos (NTP 339.141).



FOTOGRAFIA N° 33

Realización del ensayo de compactación de suelos (NTP 339.141) en un molde de compactación haciendo los respectivos copes con el pizón.



FOTOGRAFIA N° 34

Pesado de la muestra cuando se culminó la compactación del suelo (NTP 339.141) ero con todo el molde.



FOTOGRAFIA N° 35

Realización del saturado de muestra agua + savia de sábila para la compactacion del CBR en laboratorio (NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 36

Embolsado de muestra saturada para obtener una humedad homogénea por 24 horas (NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 37

Pesado de la muestra compactada que se realizó para el ensayo de CBR en laboratorio (NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 38

Se observa las muestras compactadas antes de la sumersion para el control de expansion.



FOTOGRAFIA N° 39

Se sumerge las muestras compactadas a un recipiente con agua para controlar la expansion durante 4 dias (NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 40

Se procede a realizar la penetracion en la prensa CBR (NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 41

Se controla el contenido de humedad de la muestra saturada despues de la penetracion(NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 42

Se muestra los tres moldes compactados de 10,25 y56 golpes respectivamente del ensayo de CBRen laboratorio (NTP 339.145).



FOTOGRAFIA N° 43

Se muestra la intervenciión en campo de la carretera analizada.



FOTOGRAFIA N° 44

Regado inicial con la dosificación de agua y savia de sabela.



FOTOGRAFIA N° 45

Saturación del suelo de la capa subrasante para su posterior compactación.



FOTOGRAFIA N° 46

Se visualiza el suelo humedecido.



FOTOGRAFIA N° 47

Nivelación con motoniveladora .



FOTOGRAFIA N° 48

Rastraje para el mezclado del materia que onfora la subrasante.



FOTOGRAFIA N° 49
Segunda capa de saturación.



FOTOGRAFIA N° 50
Nivelado de segunda capa.



FOTOGRAFIA N° 51
Compactado con rodillo.



FOTOGRAFIA N° 52
se muestra el suelo casi nivelado
para ser compactado.



FOTOGRAFIA N° 53

Se muestra el compactado casi final de la subrasante.



FOTOGRAFIA N° 54

Visualización final del tramo analizado.



FOTOGRAFIA N° 55

Realización de ensayo CBR in situ del suelo patron (NTP 339.169).



FOTOGRAFIA N° 56

Ensayo CBR in situ del suelo mejorado (NTP 339.169).



FOTOGRAFIA N° 57

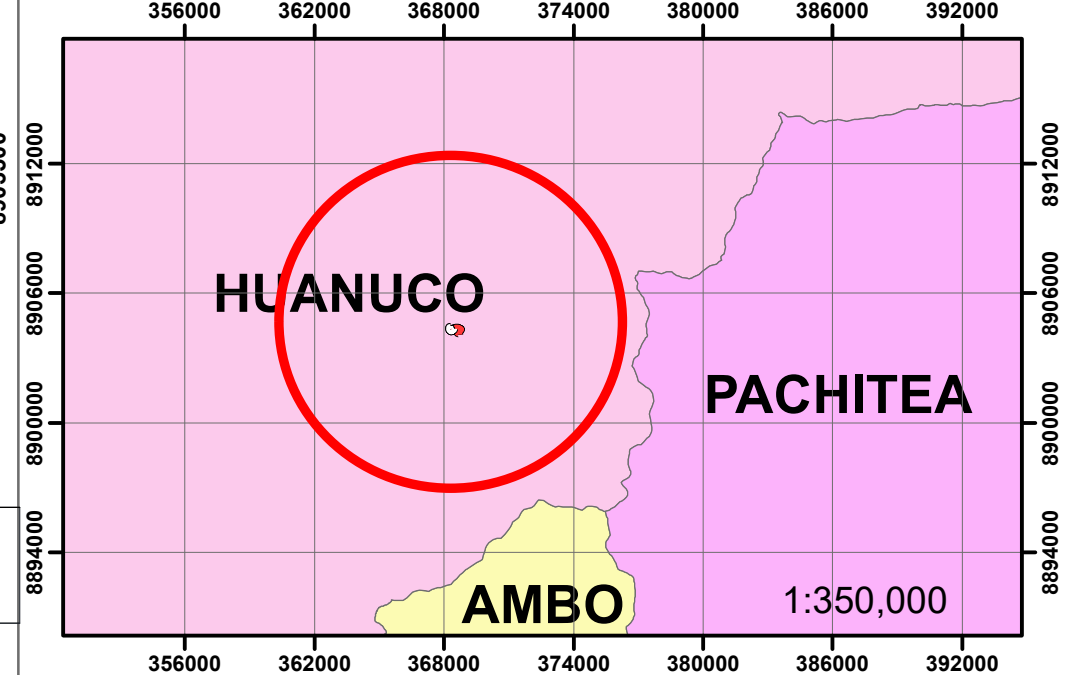
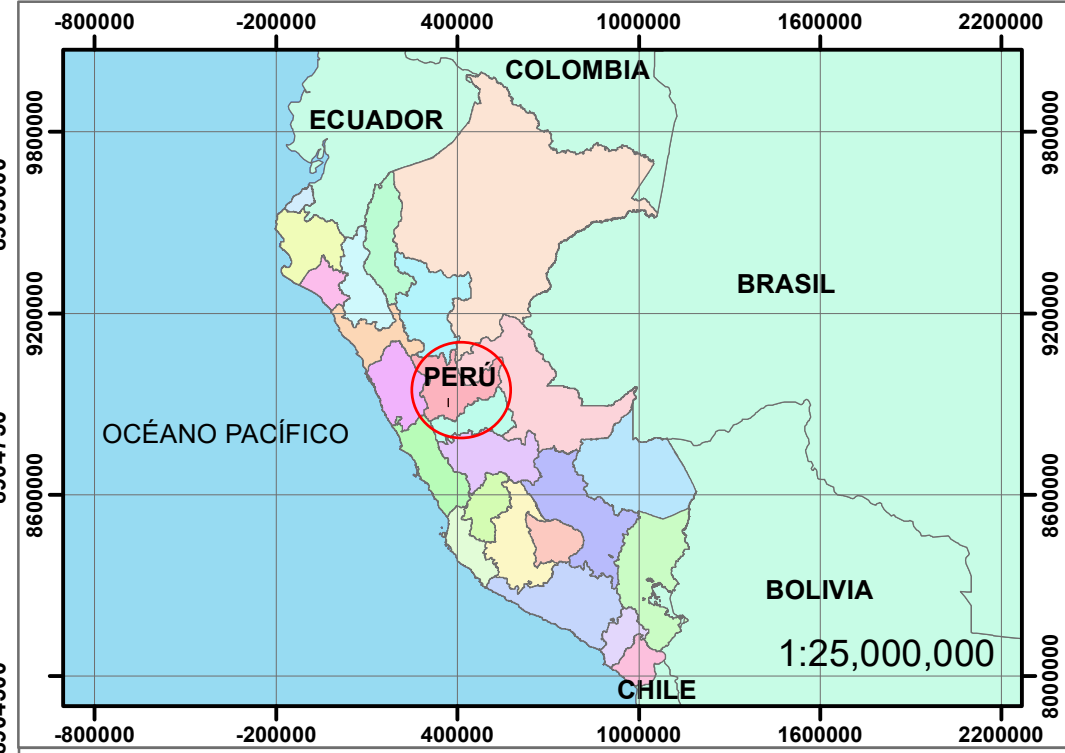
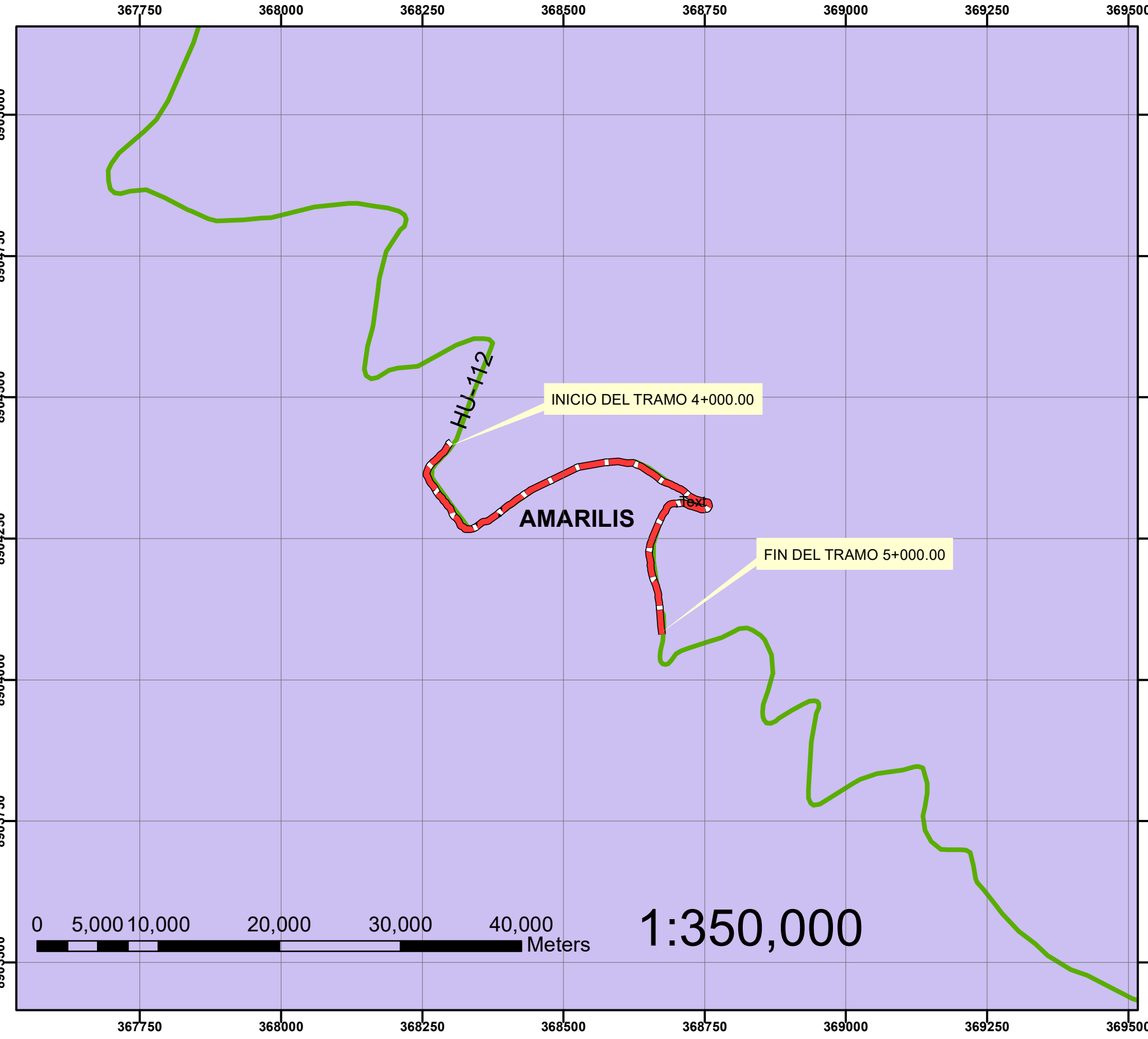
Se observa la penetración del pistón al suelo que tuvo una rofundidad de 1" aproximadamente.



FOTOGRAFIA N° 58

Ensayo de densidad de campo (NTP 339.143).

ANEXO N°7: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



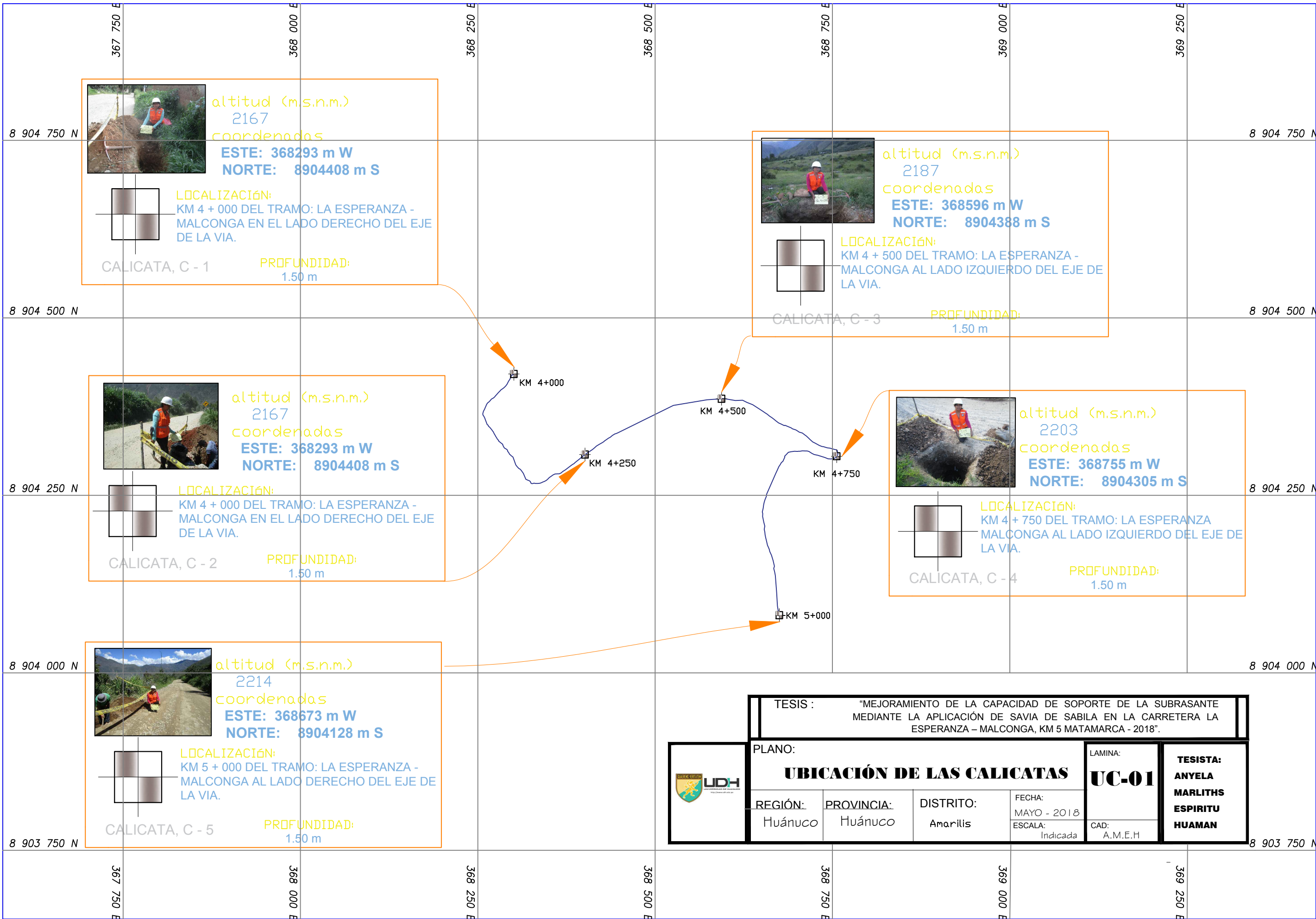
TESIS:
 "MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018"

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E. A. P. INGENIERIA CIVIL
 BACH. ANYELA M. ESPIRITU HUAMAN

PLANO UBICACION Y LOCALIZACION

DEPARTAMENTO :	HUANUCO	ESCALA :	INDICADA	CODIGO :	UL-01
PROVINCIA :	HUANUCO	FECHA :	MAYO - 2018		
DISTRITO :	AMARILIS				
LOCALIDAD :	CASERIO MATAMARCA				

**ANEXO N°8: PLANO DE UBICACIÓN DE LAS CALICATAS Y
PUNTOS INTERVENIDOS**




 altitud (m.s.n.m.)
 2167
 coordenadas
ESTE: 368293 m W
NORTE: 8904408 m S
LOCALIZACIÓN:
 KM 4 + 000 DEL TRAMO: LA ESPERANZA - MALCONGA EN EL LADO DERECHO DEL EJE DE LA VIA.
CALICATA, C - 1 **PROFUNDIDAD:**
 1.50 m


 altitud (m.s.n.m.)
 2187
 coordenadas
ESTE: 368596 m W
NORTE: 8904388 m S
LOCALIZACIÓN:
 KM 4 + 500 DEL TRAMO: LA ESPERANZA - MALCONGA AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA VIA.
CALICATA, C - 3 **PROFUNDIDAD:**
 1.50 m


 altitud (m.s.n.m.)
 2167
 coordenadas
ESTE: 368293 m W
NORTE: 8904408 m S
LOCALIZACIÓN:
 KM 4 + 000 DEL TRAMO: LA ESPERANZA - MALCONGA EN EL LADO DERECHO DEL EJE DE LA VIA.
CALICATA, C - 2 **PROFUNDIDAD:**
 1.50 m


 altitud (m.s.n.m.)
 2203
 coordenadas
ESTE: 368755 m W
NORTE: 8904305 m S
LOCALIZACIÓN:
 KM 4 + 750 DEL TRAMO: LA ESPERANZA MALCONGA AL LADO IZQUIERDO DEL EJE DE LA VIA.
CALICATA, C - 4 **PROFUNDIDAD:**
 1.50 m


 altitud (m.s.n.m.)
 2214
 coordenadas
ESTE: 368673 m W
NORTE: 8904128 m S
LOCALIZACIÓN:
 KM 5 + 000 DEL TRAMO: LA ESPERANZA - MALCONGA AL LADO DERECHO DEL EJE DE LA VIA.
CALICATA, C - 5 **PROFUNDIDAD:**
 1.50 m

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILA EN LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018".



PLANO:
UBICACIÓN DE LAS CALICATAS

REGIÓN: Huánuco	PROVINCIA: Huánuco	DISTRITO: Amarilis	FECHA: MAYO - 2018
			ESCALA: Indicada

LAMINA:
UC-01

TESISTA:
ANYELA MARLITHS ESPIRITU HUAMAN

CAD: A.M.E.H
