UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL – HUANCAVELICA

TESIS

"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA – PLAZAPATA – 2019"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GEOTECNIA Y TRANSPORTES

PRESENTADO POR:

Bach. QUINTO RODRÍGUEZ, Erik Danny

Bach. JORGE HUAMANI, Pablo Cristian

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA, PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditórium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 17 días del mes de diciembre del año 2019, a horas 12:00 m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **Ing. Carlos GASPAR PACO (PRESIDENTE), Arq..Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (SECRETARIO), M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES (VOCAL),** designados con Resolución de Decano N° 093-2019-FCI-UNH, de fecha 30 de mayo del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación de la tesis titulada: "EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA-2019", presentado por los Bachilleres **Erik Danny QUINTO RODRÍGUEZ y Pablo Cristian JORGE HUAMANI,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **M.Sc. Hugo Rubén LUJAN JERI** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizada la evaluación a horas..1:20 pm..; se invitó a los sustentantes y al público presente abandonar el recinto para luego pasar a la deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Erik Danny QUINTO RODRÍGUEZ

APROBADO [X] POR ...UNANIMIDAD.....

DESAPROBADO [ ]

Pablo Cristian JORGE HUAMANI

APROBADO [X] POR ...UNANIMIDAD.....

DESAPROBADO [ ]

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

V° B° Decano

TÍTULO

"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA – PLAZAPATA – 2019"

AUTORES

BACH. ERIK DANNY QUINTO RODRÍGUEZ

BACH. PABLO CRISTIAN JORGE HUAMANI

ASESOR

M.Sc. HUGO RUBÉN LUJAN JERI

A nuestros padres por el apoyo incondicional y el regalo invaluable de la vida, por los principios y valores enseñados que rigen el desarrollo y desenlace de nuestras vidas.

Los autores

AGRADECIMIENTOS

A Dios por sus bendiciones y poder permitirnos gozar de salud y bienestar, para alcanzar nuestras metas y aspiraciones.

A nuestros padres y familiares que han sido parte fundamental de la realización de este trabajo, que siempre nos brindan su apoyo para no claudicar y poder conseguir una meta más en la vida.

A nuestro asesor, M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jeri, por su capacitación, su tiempo dedicado y las valiosas aportaciones para realizar este trabajo.

A nuestros jurados Ing. Carlos Gaspar Paco, Arq. Abdón Dante Olivera Quintanilla, M.Sc. Marco Antonio López Barrantes y Mg. Jorge Luis Ortega Vargas, por sus conocimientos compartidos, tiempo y confianza depositada para la realización de la tesis.

A la Universidad Nacional de Huancavelica, por darnos la oportunidad de desarrollarnos académicamente, por brindarnos todo lo necesario para nuestra formación profesional.

ÍNDICE

RESUMEN ..... **X**
ABSTRACT ..... **XI**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **XII**
ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... **XIII**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XIV**
INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO I **2**
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **2**
1.1. Descripción del problema 2
1.2. Formulación del problema 4
1.2.1. Problema general 4
1.2.2. Problemas específicos 4
1.3. Objetivos 5
1.3.1. Objetivo general 5
1.3.2. Objetivos específicos 5
1.4. Justificación 5
1.5. Limitaciones 6
CAPÍTULO II **7**
MARCO TEÓRICO **7**
2.1. Antecedentes 7
2.1.1. A nivel internacional 7
2.1.2. A nivel nacional 11
2.1.3. A nivel regional 15
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación 17
2.2.1. Pavimento 17
2.2.2. Sobrecarga del suelo 19
2.3. Bases conceptuales 27
2.3.1. Valor de Soporte de California (C.B.R.) 27
2.3.2. Suelo 51
2.4. Definición de términos 54

2.5. Hipótesis 54
2.5.1. Hipótesis general 54
2.5.2. Hipótesis específicas 55
2.6. Variables 55
2.6.1. Definición conceptual de la variable 55
2.6.2. Definición operacional de la variable 55
2.7. Operacionalización de la variable 56
CAPÍTULO III 57
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 57
3.1. Ámbito temporal y espacial 57
3.2. Tipo de investigación 57
3.3. Nivel de investigación 57
3.4. Población, muestra y muestreo 58
3.5. Instrumentos y técnicas para recolección de datos 59
3.4.1 Técnicas 59
3.4.2 Instrumentos 59
3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos 60
3.6.1. Plan de recolección 60
3.6.2. Procesamiento de datos 62
CAPÍTULO IV 63
PRESENTACION DE RESULTADOS 63
4.1. Análisis de información 63
4.2.1. Análisis de ruta de estudio 63
4.2.2. Efecto de la sobrecarga en el CBR del pavimento de afirmado 79
4.2. Prueba de hipótesis 89
4.2.3. Hipótesis general 90
4.2.4. Hipótesis especifica 1 91
4.2.5. Hipótesis especifica 2 92
4.2.6. Hipótesis especifica 3 93
4.3. Discusión de resultados 94
4.2.7. Identificación del efecto de carga vehicular en el CBR del pavimento afirmado 94

Conclusiones **96**
Recomendaciones **97**
Referencias bibliográficas **98**
Apendice **101**

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se pretende conocer los efectos que produce la sobrecarga vehicular en el CBR del suelo de la carretera. Los pavimentos en el Perú se diseñan de acuerdo a los vehículos que transitan por ella, asimismo por la configuración de su eje, en donde las cargas máximas vienen establecidas, conforme a la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley No 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre; y la Ley No 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; (Normas legales). Sin embargo, se sabe que los vehículos pesados circulan con cierta sobrecarga, de esta manera tiene efectos sobre al CBR de diseño con que se realizó el pavimento afirmado.

Los resultados de CBR en laboratorio tanto en calicatas y cantera, fueron procesados para verificar que la sobrecarga vehicular pesada produce efectos, además que este pavimento no ha sido diseñado acorde al peso, ya que el IMDA, viene en aumento, por lo que actualmente la carretera no se encuentra construida acorde a lo que se ciñe en la Norma, es por esto que se ve el deterioro, bacheo y muchos otros aspectos que impiden un tránsito normal de los vehículos.

Después de realizado los ensayos y acorde a la norma MTC E132 para canteras tiene que tener un mínimo valor de CBR de diseño de 40%, por lo que la única cantera que cumple es la cantera – 05, asimismo solo se presenta tres calicatas que superan el 20 %.

Palabras clave: CBR – IMDA – afirmado – ensayo.

ABSTRACT

This research paper aims to know the effects of vehicular overload on the road floor CBR. The pavements in Peru are designed according to the vehicles that pass through it, also by the configuration of its axis, where the maximum loads are established, in accordance with Law No. 29158, Organic Law of the Executive Power; Law No. 27181, General Law of Transportation and Land Transit; and Law No. 29370, Law on Organization and Functions of the Ministry of Transportation and Communications; (Laws). However, it is known that heavy vehicles circulate with some overload, in this way it has effects on the design CBR with which the affirmed pavement was made.

The results of CBR in laboratory in both calicatas and quarry, were processed to verify that the heavy vehicle overload produces effects, in addition that this pavement has not been designed according to the weight, since the IMDA, is increasing, so currently the Road is not built according to what is contained in the Standard, which is why deterioration, bumpy and many other aspects that prevent normal vehicle traffic are seen.

After performing the tests and according to the MTC E132 standard for quarries it must have a minimum design CBR value of 40%, so the only quarry that meets is the quarry - 05, also only three calicatas are presented that exceed 20%

Keywords: CBR - IMDA - affirmed - essay

.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de comportamiento del suelo. 21
Tabla 2. Valor de carga para diferentes valores de penetración y carga unitaria patrón. .. 29
Tabla 3. Compactación de muestras para distintas energías. 30
Tabla 4. Asignación del suelo según el valor de CBR. 30
Tabla 5. Lectura para distintas penetraciones. 45
Tabla 6. Características de la muestra patrón. 49
Tabla 7 Operacionalización de variables 56
Tabla 8. Estación y tramo de carretera. 66
Tabla 9. Factor de corrección estacional. 68
Tabla 10. Factores de distribución direccional y de carril. 68
Tabla 11. Tráfico vehicular en dos sentidos por día, aplicando el factor de corrección. 69
Tabla 12. IMDA por estación. 69
Tabla 13. IMD en dos sentidos E-01 70
Tabla 14. Factores de eje equivalente y ESAL, tramo: Huancavelica - Plazapata. 77
Tabla 15. Clasificación de suelos para canteras y calicatas. 80
Tabla 16. Índice de plasticidad, limite líquido y límite plástico. 81
Tabla 17. Proctor modificado. 81
Tabla 18. Ensayos de CBR a los 12 golpes. 82
Tabla 19. Ensayos de CBR a los 25 golpes. 83
Tabla 20. Ensayos de CBR a los 56 golpes. 85
Tabla 21. Valores de CBR de diseño al 95%. 86
Tabla 22. Cálculo del espesor de acuerdo a la ecuación de NAASRA empleando el CBR de diseño. 88
Tabla 23. Análisis de varianza (hipótesis general) 90
Tabla 24. Parámetros (Hipótesis general). 90
Tabla 25. Análisis de varianza (hipótesis específica 1). 91
Tabla 26. Parámetros (hipótesis especifica 01). 91
Tabla 27. Análisis de varianza (hipótesis específica 1). 92
Tabla 28. Parámetros (hipótesis especifica 01). 92
Tabla 29. Análisis de varianza (hipótesis especifica 3). 93
Tabla 30. Parámetros (hipótesis especifica 03). 94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. IMD semanal. 71
Gráfico 2.Día con mayor tráfico. 71
Gráfico 3.Día con menor tráfico. 71
Gráfico 4. Tráfico Horario del día más cargado. 72
Gráfico 5. CBR a 0.1" y 0.2" de las muestras sin estabilizar – 12 golpes. 83
Gráfico 6. CBR a 0.1" y 0.2" de las muestras sin estabilizar – 25 Golpes. Fuente: Elaboración propia. 84
Gráfico 7. CBR a 0.1" y 0.2" de las muestras sin estabilizar – 56 Golpes. Fuente: Elaboración Propia. 86
Gráfico 8. CBR con porcentajes de compactación de 100% y 95% de las muestras. 87
Gráfico 9. Espesores de acuerdo a CBR de diseño en las calicatas y Canteras. 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1. Vehículo ligero. 23
Figure 2. Vehículo pesado. 24
Figure 3. Pesos y medidas de vehículos pesados. 25
Figura 4. Curva Penetración vs Esfuerzo de CBR de CBR. 31
Figura 5. Curvas de diseño para distintos grados de saturación. 33
Figure 6. Pisón de compactación 37
Figura 7. Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio. 44
Figure 8. Tramo: Huancavelica - Plazapata. 65

INTRODUCCIÓN

En las carreteras tanto nacionales, departamentales y vecinales, es necesario conocer el material para el diseño de pavimentos ya sea flexible, rígido y afirmados, más aún importa en gran medida realizar ensayos a los materiales, como determinar el valor de relación de soporte de (CBR), en vista que este valor es un indicador que determina el esfuerzo cortante o de punzonamiento en bases, subases o subrasantes. Este ensayo fue creado por el departamento de carreteras de California en plena segunda guerra mundial (1930), lo que posteriormente fue empleado por gran parte del mundo como un método estándar. En nuestro país los métodos de diseño de pavimentos comúnmente usados son los del método de PCA y AASHTO, en donde requiere que se realice el ensayo para determinar el valor de CBR.

Este ensayo suele ser evaluado en laboratorio. En la caracterización del material de base se emplea el CBR de laboratorio, con muestras recopiladas en campo remoldeadas y sometidas a condiciones saturadas por 4 días (ASTM, 2007), por lo que supone aproximadamente una semana de duración para obtener los resultados. De acuerdo al manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito 2008, para obtener el número de CBR, se requiere realizar un ensayo cada 2 km como máximo y son necesarios 6 valores de CBR, para que se pueda caracterizar el suelo, en ese sentido es necesario también tomar en cuenta que la cantidad de muestras se ve influenciadas de acuerdo a cómo varia el terreno, la longitud, importancia del proyecto, recursos económicos y técnicos, asimismo el valor del CBR es el promedio de tres especímenes ensayados NTP 339.145-1999. En donde en la ciudad de Huancavelica, los costos para realizar los ensayos, se encuentran entre 200 y 250 soles (UNH), más allá del costo, en la presente investigación se determinó el CBR para cada calicata y cantera a lo largo de la tramo en estudio para poder determinar el efecto de la sobrecarga vehicular que se someterá la muestra de suelos y de esta manera se podrá especificar y efectuar el CBR para distintos proyectos, además se verificó si en este tramo el pavimento afirmado se realizó de acuerdo a lo que demanda la carretera.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la antigüedad no había un método o metodologías para poder obtener valores que ayuden a mejorar el pavimento, es así que a lo largo de los años, y específicamente en 1925, aparece el ensayo del valor de soporte (CBR), posteriormente tomado en cuenta en estándares norteamericanos ASTM (American Standars for Testing and Materials), asimismo desde 1964 aparece la ASTM D 1883, la cual es la norma para obtener el CBR en el laboratorio y también la ASTM D4429, en donde ayudaba poder realizarse el ensayo de campo, es así que se fue extendiendo y aceptando alrededor del mundo, más aun por el bajo costo para el diseño de pavimentos. (Sánchez, 2012).

Los tránsitos de vehículos pesados sobre los pavimentos, cada vez han ido en aumento, por lo que el control de dichas sobrecargas vehiculares se toma en cuenta muy poco, a pesar de que es fundamental, que los camiones, circulan con sobrecargas pesadas, lo que inciden y generan reducción de la vida útil del pavimento, al estar sometidas a cargas que no fueron consideradas en el diseño. No ha sido estudiado formalmente el efecto de las sobrecargas vehiculares tanto en el deterioro de pavimentos como en el diseño, por lo que es necesario aplicar medidas que permitan atenuar dichos impactos que afectan al pavimento.

Es necesario tomar en cuenta, que a lo largo del tiempo, las carreteras han sido y son un medio de comunicación para personas, mercancías, entre otros; haciendo que nuestro entorno sea más globalizado, es por eso que es necesario tomar en cuenta que estas carreteras permitan realizar circulaciones seguras, fluidas y cómodas, haciendo que el transporte sea de un costo razonable, de lo contrario si se presentan problemas en el pavimento pues generarán un mayor costo de desplazamiento de un punto a otro, por ende el objetivo de las carreteras estaría afectada en el progreso y desarrollo del pueblo.

Es así que es necesario tomar en cuenta la calidad del material con la que cuenta la carretera, por lo que un parámetro que nos permitiera lograr tal efecto, es cuánto incide en el afirmado la sobrecarga vehicular pesada, más aún, teniendo parámetros superiores a los que nos orienta a poder cumplir las normativas establecidas hasta la fecha en nuestro país, para que de esta manera se pueda realizar obras de infraestructura vial con una mejor serviciabilidad a la población y desarrollar proyectos realizando ensayos de CBR de acuerdo a lo que requiera o demanden.

En el Perú para poder diseñar pavimentos tomaron en cuenta las normativas AASHTO 93 Y PCA, para los cuales necesariamente se requería el valor de CBR es por eso que tomaron esta medida y actualmente es muy empleado para diseñar pavimento, es así que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones promulgó normativas para realizar este ensayo como es la norma MTC E-132 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

En el norte de nuestro país se observan carreteras que presentan suelos demasiado desfavorables, conformadas por arcillas con baja plasticidad y arenas arcillosas, siendo el valor de soporte (CBR) muy baja. Es así que estos suelos en épocas de sequía son transitados con regularidad, cuando se presenta la época de lluvias y más aún hay un nulo mantenimiento de las carreteras, esto hace que la resistencia de la plataforma de vía disminuya su resistencia, presentando a la postre baches profundos y superficiales, los cuales dificulta el tránsito, esto genera incomodidad en la población de la zona, ya que incrementa el costo de transporte.

Es poco visto y poco popular en las carreteras emplear y tomar importancia, al CBR (Californian Bearing Ratio), pueden ser, por que la mayor parte de las vías tienen bajo volumen de tránsito, asimismo al diseñar el pavimento no se han tomado en cuenta para ciertos vehículos pesado y más aún, no se disponen con los equipos necesarios para hallar el valor de CBR, que pueden ser por las condiciones topográficas o se emplea en pocas cantidades no muy representativas.

Es por eso que en nuestra región no se realiza la pruebas de CBR adecuadamente ni tampoco se toma en cuenta qué tipo de cargas actuarán sobre una carretera específica, lo que genera un deficiente caracterización geotécnica de la carretera, a la postre genera un inadecuado diseño del pavimento, justamente esto sucede actualmente en la carreta nacional PE-26, y específicamente en el tramo: Huancavelica - Plazapata, en donde se presenta el bacheo, grietas longitudinales y gritas de borde, que han sido ocasionadas posiblemente por la fatiga del pavimento debido al aumento de transitabilidad de los vehículos pesados y por la inestabilidad de la base o capas interiores, por la baja compactación y la selección inadecuada del tipo de material para esta carretera. Todo ello llevando consigo la incomodidad de transitabilidad de los vehículos por parte de la población, así como de los conductores. Además, al paso del tiempo, los vehículos pesados fueron en constante aumento lo que generó, deterioro de mayor celeridad en estos pavimentos por lo que es necesario proponer un CBR adecuado para vehículos de las características que se presentan.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto del tipo de material del CBR del suelo por sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019?
- ¿Cuál es el efecto del grado de compactación del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019?
- ¿Cuál es el efecto del CBR del suelo por el Índice Medio Diario Anual de la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del tipo de material del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.
- Determinar el efecto del grado de compactación del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.
- Determinar el efecto del CBR del suelo por el índice Medio Diario Anual de la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

1.4. Justificación

En la región de Huancavelica y específicamente en el tramo Huancavelica – Plazapata, cada año va en constante aumento el índice medio diario anual de vehículos pesados, los cuales generan un deterioro rápido del pavimento, además esto se ve reflejado por la presencia de bacheos, grietas longitudinales y grietas de borde, esto se ve porque, no se cuenta con un CBR adecuado o de baja calidad para estos vehículos pesados. Todo esto genera incomodidad de transitabilidad de los vehículos por parte de la población y conductores. Es por esto que se tiene en cuenta el estudio de esta vía de modo que se pueda verificar el CBR en varios puntos del tramo para poder verificarlos, y si estos no cumplen con las normativas poder proponer un material con CBR adecuado para este tramo.

Verificar que los parámetros de la carretera actual no se encuentran diseñados de acuerdo a lo que demandan las normativas de nuestro país, además se pueda verificar que el material de sub rasante no es adecuado para los vehículos pesados que transitan y no está construido de manera correcta (inadecuada compactación y selección incorrecta del material de compactación).

Esta investigación se realiza porque la carretera presenta un estado ineficiente que perjudica a la población en el transporte mercantil y turístico, de esta manera no beneficia a la población huancavelicana y del Perú que siempre desea realizar transitabilidad cómoda, fluida y de bajo costo.

1.5. Limitaciones

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el tramo: Huancavelica – Plazapata, los resultados obtenidos son válidos únicamente para este tramo, en vista que las características de los materiales obtenidos además del Índice Medio Diario Anual, corresponden únicamente a esta zona de estudio. Por otro parte, la estructura de la investigación podrá servir para elaborar investigaciones en otras zonas de propio ámbito de influencia y empleando sus propias carteritas que se puedan obtener de los materiales e índice medio diario anual de vehículos pesados en otra zona.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Torres, Sandoval & Zambrano (2008); realizaron la investigación con el tema: "Auscultación y análisis del deterioro del pavimento de la Av. Centenario (Calle 13), entre la av. Caracas hasta la carretera 46, costado norte calzada mixta en la ciudad de Bogotá, para determinar las implicaciones de la correlación del CBR módulo resiliente en su durabilidad". Para optar el grado de ingenieros civiles en la Universidad del Salle, realizado en la ciudad de Bogotá, Colombia. El objetivo principal de la investigación fue: verificar el nivel de deterioro del pavimento en el carril de diseño para el carril mixto, asimismo analizar cuanto incide la correlación empleada en diseños que se empelan actualmente. Los objetivos específicos fueron: 1) Determinar resultados de la auscultación visual en la verificación del deterioro presente en el pavimento.2) Verificar los parámetros presentes empleados en diseños de pavimentos en la actualidad. 3) Comparar y verificar el diseño presentado con la estructura que presentan los pavimentos en la actualidad. Metodología: La investigación es no experimental porque solo se limita a observar a más no alterar o manipular las variables. Las conclusiones fueron: 1) Se tomó una tasa de crecimiento de 4% para todos los tipos de vehículos. 2) Los valores de CBR para el primer sector fue 2.84% y para el segundo sector fue 2.01 %, por lo que el CBR en estos sectores son bajos para el pavimento. 3) Los módulos resilientes obtenidos tienen valores entre 20 y 40 Mpa, lo que significan que la recuperación al deformarse es baja lo que tienden a deformarse con mayor celeridad. 4) El diseño tomado de las tres alternativas nos muestra que es viable emplear el método AASHTO.

Mora y Rodríguez (2017); desarrollaron la investigación con el tema: "Análisis del efecto del silicato de sodio en bases granulares para contrarrestar la pérdida de

capacidad de soporte por efecto de la saturación". Para optar el grado académico de Tecnólogo en Construcciones Civiles en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en la ciudad de Bogotá, Colombia. El objetivo de la investigación fue: evaluar el porcentaje de dosificación de silicato de sodio necesario para aminorar la pérdida de capacidad de soporte de cualquier base granular tipo BG-25. Los objetivos secundarios fueron: 1) Caracterizar el suelo de acuerdo a la norma de ensayo INVIAS *INV* – E – 123 – 07. 2) Adicionar distinto porcentaje de volumen de silicato de a una muestra de base granular tipo INVIAS BG-25 en la notificación de característica. 3) Evaluar y diagnosticar datos que corresponden a la base granular empleando silicato de sodio con ensayos de CBR y proctor modificado método C. Metodología: la investigación es del tipo comparativo, experimental. Las conclusiones fueron: 1) Los suelos presentan una base de gradación fina BG-25 de acuerdo a la clasificación granulométrica de la NORMA INVIAS 2012. 2) Luego de adicionar silicato de sodio a las muestras de base granular y realizar el CBR se verificó que hubo un incremento de capacidad de soporte en las dosificaciones del 23%, 46% y 69%. 3) Se verificó que el agua según permanece esta incrementa la compactación al adicionar el silicato de sodio a la muestra, ya que aporta mayor viscosidad a diferencia del agua, emitiendo una película de agua la cual retrasa la evaporación del fluido. 4) La muestra que se observó en la base granular que contiene silicato de sodio entre 23-46% en estado saturado es superior a la capacidad de soporte de una muestra sin estabilizar en estado seco.

Puentes (2018); elaboró la investigación con el tema: "Correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de CBR de campo y el ensayo de resistencia a la penetración estándar SPT en condiciones normales, en suelos cohesivos localidad de Suba ciudad de Bogotá D.C.", para optar el grado de ingeniero civil en la universidad distrital Francisco José de Caldas, desarrollado en la ciudad de Bogotá, Colombia. El objetivo principal fue: evaluar la correlación que se presenta entre el ensayo de resistencia a la penetración estándar SPT y el ensayo CBR de campo, en suelos del tipo CH, CL ubicado en Suba, en la ciudad de Bogotá D.C. Los objetivos específicos fueron: 1) Diagnosticar el programa de exploración del subsuelos y ensayos de laboratorio, de modo que se pueda establecer las

características mecánicas y físicas los cuales conforman la estratigrafía del suelo. 2) Realizar la correlación entre la información obtenida al ejecutar la toma de muestras de CBR in situ y el ensayo de resistencia de penetración estándar. 3) Identificar correlaciones de acuerdo a los resultados de los ensayos para obtener curvas. 4) Graficar y tabular el análisis estadístico, conjuntamente con los ensayos obtenidos de laboratorio. Metodología: tipo de investigación correlacional, se empleó el método de la regresión, la cual consistió en las distribuciones bidimensionales siguiendo cierta dependencia estadística. Se empleó la técnica de regresión y correlacional. Resultados: los valores de CBR se ajustan a la regresión lineal: y=0.0956x+0.1686; tomado la variable, la cual es el SPT, asimismo se obtienen del método de ensayo de resistencia a la penetración estándar y con los valores propuestos por el autor muestran una diferencia de: 1.551 (%). Las conclusiones fueron: 1) El comportamiento adecuado del suelo cohesivo se representa mediante la siguiente ecuación: CBR (%)=1.505 ln SPT – 0.712. 2) Al encontrarse un coeficiente de correlación R2= b 0.7204 significa que no es viable, para suelos cohesivos CH. 3) Se verificó que se presenta un error típico de 0.088 para la ecuación polinómica y logarítmica de 0.082; teniendo una desviación estándar de 0.422 y de 0.395 respectivamente. 4) De acuerdo a los métodos estadísticos y matemáticos con la ecuación encontrada para estimar el CBR estas no coinciden y no se ajusta al tipo de suelo estudiado.

Acosta & Villarraga (2018); desarrollaron la investigación con el tema: "Análisis del comportamiento de las propiedades mecánicas de un suelo cohesivo y posible uso como material de terraplén; cuando se modifica su composición granulométrica usando escoria de alto horno", para optar el grado académico de ingenieros civiles en la universidad distrital Francisco José de Caldas, realizado en la ciudad de Bogotá, Colombia. El objetivo principal fue: verificar la variación de las propiedades mecánicas presentes en el suelo al modificar la granulometría empleando escoria de alto horno en distintas proporciones; también poder realizar la dosificación óptima para el uso como material de terraplén, de acuerdo las especificaciones técnicas INVIAS. Los objetivos específicos fueron: 1) Verificar los índices de resistencia y propiedades mecánicas, en suelo fino en estado inicial,

asimismo cuando parte de su granulometría se puede reemplazar con escoria de alto horno. 2) Identificar la diferencia de resultados que se presentan tanto en muestras modificadas y muestras en estado inicial. 3) Realizar la evaluación del índice de resistencia y las propiedades mecánicas de acuerdo a la cantidad de escoria utilizada. 4) Verificar la dosificación que mejor resulta en donde interviene el suelo de acuerdo al requerimiento del artículo 220-13 de las especificaciones técnicas de INVIAS, material de terraplén. 5) Evaluar la pertinencia y viabilidad del material modificado con escoria de alto horno con el terraplén. Metodología: tipo experimental ya que se manipulará las variables. Se empleó equipo de laboratorio para caracterizar los materiales. Las conclusiones fueron: 1) El material se clasificó como arcilla de baja plasticidad con un índice de resistencia del 2%, lo cual señala que es menor a lo señalado en las especificaciones técnicas en el uso de material de terraplén. 2) Se comprobó que la escoria de horno puede mejorar las características del material del suelo tanto para ser empleado como terraplén y para el índice de resistencia. 3) Cuando se adhieren 10% de escoria al suelo de estudio esto puede presentar CBR óptimo para terraplenes de acuerdo a las especificaciones técnicas de INVIAS. 4) Al realizar un análisis en cuenta al sistema de clasificación SUCS y AASHTO, se verifica que el material fino supera el 30 % cuando la escoria aumenta a 30% de esta manera tendrá un comportamiento cohesivo. 5) La escoria por ser un material clasificado como grava pobremente gradada hace que altere la caracterización granulometría del suelo fino sin modificar el comportamiento cohesivo del suelo.

Rivera (2013); desarrollo la investigación con el tema: “Correlación del valor de soporte de california (C.B.R) con la resistencia a la compresión inconfinada y la plasticidad del suelo”, para optar el grado académico de Ingeniero civil en la Universidad del Salle, elaborado en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. El objetivo principal fue: identificar la correlación del valor de soporte de california (CBR) del suelo con la resistencia a la compresión inconfinada y límites de consistencia. Los objetivos específicos fueron: 1) Determinar las variables que intervienen en el ensayo para realizar a correlación. 2) Realizar un análisis comparativo acerca de cómo influye la plasticidad en el CBR obtenidos para el suelo

fino, en estado saturado y humedad natural. Metodología: tipo correlacional las muestras fueron extraídas del Valle de Cauca (Yumbo, Palmira, Calendaría, Florida, Jamundí, entre otros), se estimó extraer 38 muestras, se empleó equipos y herramientas como la prensa manual, equipo de compresión inconfinada, equipo de comprensión CBR, cazuela de Casagrande, ranurador, horno, pesa, tamices, pie de rey, deformimetros, pesas para molde CBR, herramientas menores como tanques, cronometro y recipientes. Conclusiones: 1) Se estima que el valor de CBR en estado natural posee una adecuada correlación con respecto a la correlación inconfinada, realizando un modelo estadístico con un coeficiente de correlación de 91.1% y coeficiente de determinación de R2=82.4%. 2) en estado natural el valor de CBR no tiene relación con el índice de plasticidad y el limite líquido. 3) se estimó que la comprensibilidad y el tipo de suelo no influyen en la determinación del valor del CBR con respecto a la comprensión inconfinada. 4) Se observó que la compresión inconfinada guarda relación con el CBR en estado saturado, aunque menor que cuando se encuentra en estado natural (Coeficiente de correlación igual a 82% y R2=66.3). 5) con respeto al CBR, el coeficiente de determinación bajo un 16.1% donde se observa que el agua afecta la correlación de CBR con la compresión inconfinada.

2.1.2. A nivel nacional

Martínez (2015), desarrolló la investigación con el tema: "Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos", para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma, desarrollado en la ciudad de Lima, Perú. El objetivo principal en la investigación fue: evaluar el impacto que produce la sobrecarga por eje de los vehículos pesados provocado sobre la estructura del pavimento en el Perú y el control en donde nos permita tomar medidas correctivas para preservar nuestras carreteras. De la misma manera los objetivos específicos fueron: 1) Realizar pesajes por eje en la Carretera Ático – Puente Camiara, a cierta muestra que represente los vehículos pesados tomando la configuración de ejes. 2) desarrollar los factores camión de vehículos pesados para la ruta de estudio. 3) evaluar los pesajes y cargas de acuerdo a las

normas legales en nuestro país. En la metodología ese empleó cinco fases principales como: información existente, establecimiento de ruta, estudio de campo, análisis de resultado y productos. Las conclusiones fueron: 1) El factor camión normalmente influye en el daño que provoca en la estructura del pavimento cuando pasa un vehículo determinado. Por lo que hace que se convierta en un elemento determinante cuando se procede a diseñar un pavimento, en donde se verá expuesto en toda su vida útil. 2) Los resultados muestran que los factores empelados no son representativos en los vehículos, ya que estos factores son excedidos en gran medida por los distintos vehículos. 3) En la estación Montalvo el 37 % de vehículos se encontraron sobrecargados, asimismo en la estación Camaná este valor asciende a 58%. En la estación Montalvo se encontró que el 14% de los ejes simples duales exceden el peso límite de 11000 kg. Mientras que los ejes también se representan en el 17 % superando los 18000kg.

Cabezas (2017), Efectuó su investigación con el título "Mayor holgura del porcentaje de caras fracturadas para la obtención del CBR óptimo en la base granular de la carretera Panamericana norte km 176.5 – 178 Lima", para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, realizado en la ciudad de Lima, Perú. Donde tuvo como objetivo primordial describir métodos que ayuden a mejorar los suelos blandos presentes bajo terraplenes. Se tomará en cuenta principalmente método de drene verticales, precarga y columnas de grava, en vista que estos métodos son los más empleados. Cabe mencionar también que se tuvo como objetivos secundarios: 1) Explayar en cuanto al empleo de procedimientos en la mejora del suelo blando empleado método de drenes verticales, precarga y columnas de grava. se emplearán métodos convencionales de cálculo y el de los elementos finitos. 2) Realizar una guía práctica y de sencillo entendimiento para diseñar métodos de mejora de terreno para suelos blandos en terraplenes. 3) Dar a conocer acerca de métodos que puedan mejorar los suelos blandos en terraplenes en el Perú, en donde se observa que aún no se emplea, además estos métodos se pueden emplear en proyectos viales para su ejecución en suelos de la selva, asimismo aportar en la minería para la construcción de terraplenes encima de relaves. Se empleó un diseño simplificado de un terraplén

sobre un suelo blando con un análisis sin drenaje con cierta estabilidad en la construcción dada en un cierto tiempo, asimismo se realizó un análisis con drenaje a largo plazo después de aplicar la consolidación.

Cavana (2017); desarrollo la investigación con el tema: "Mejoramiento de la Relación de Soporte (CBR) al Adicionar El Estabilizante Químico Cal a la Sub – Rasante De La Carretera No Pavimentada De Bajo Tránsito Paria – Wilcahuain, Huaraz, 2018", para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, realizado en la ciudad de Huaraz, Perú. La investigación tuvo como objetivo principal: analizar la Relación de Soporte de California (CBR) al adherir el estabilizante químico cal a la sub rasante de la vía afirmada de poco transito Paria – Wilcahuain, Huaraz, 2017. Asimismo, los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar las características mecánicas – físicas de la vía afirmada Paria – Wilcahuain. 2) calcular el valor de CBR de suelo de la sub rasante de la vía afirmada Paria – Wilcahuain luego de adicionar el estabilizante químico cal. 3) Proponer una mejora para el tratamiento de cal-suelo. Metodología: tipo cuantitativa, nivel descriptivo, nivel experimental. La población estuvo conformada por la vía afirmada Paria-Wilcahuain, siendo la muestra el tramo sierra hermosa-CP. Curhuaz (prog. 0+000-2+207.498). las técnicas empleadas fueron: levantamiento topográfico, calicatas y estudio de mecánica de suelos; los instrumentos fueron: el equipo topográfico, herramientas manuales y laboratorio de suelos. La capacidad de soporte (CBR) incremento al adicionar el estabilizante químico cal, en promedio el contenido de humedad de la vía firmada es de 7.56%. para la calicata C-1 en el primer tramo pasa la malla 200 el 32.0%, para el segundo tramo pasa 51.4% y para el tercer tramo pasa 56.8%, del mismo modo para C-3 la plasticidad en promedio presenta mayor plasticidad con un valor de 10.48%. las conclusiones fueron: 1) Al realizar los ensayos respectivos de las tres exploraciones realizadas se verificó que predominan los tipos de suelo: SC (A-2-4) y CL (A-4), también se observó que el CBR DE C-1 fue 3.5%, de C-2 10% y de C-3 fue 8%. 2) Se comprobó que para estabilizar la sub rasante es necesario emplear la cal hidratada, dándonos mejor característica mecánica y mayor resistencia con respeto al suelo virgen. 3) el costo para estabilizar un m2 de suelo SC con cal hidratada es de S/. 56.30 y para un suelo

CL es de S/ 14.90 el m2. 4)al emplear estabilizante químico cal, esta tendera a aumentar la resistencia del suelo, asimismo garantizara una adecuada durabilidad a la subrasante.

Sucapuca (2017); desarrolló la investigación con el tema: "Estudio De Suelos Y Canteras Para El Mejoramiento Y Construcción De La Carretera Ayo - Huambo, Provincia De Castilla Y Caylloma, Tramo Ayo - Canco, Subtramo Km. 9+600 A Km. 13+849.64, Arequipa", para optar el grado académico de Ingeniero Geólogo en la Universidad de San Agustín de Arequipa, elaborado en la ciudad de Arequipa, Perú. El objetivo principal en la investigación fue: analizar que la capa de afirmada y de la rasante de la vía Ayo – Canco, cumplan con las especificaciones técnicas donde se garantice la comunicación y estabilidad, para aprovechar los márgenes del rio en la fuente de trabajo. Los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar y excavar calicatas cada 500 metros, cuando se toma muestras y realizando ensayos correspondientes. 2) Analizar las canteras y fuente de agua, sirviendo soporte en el dónde tiene que ver la construcción. Metodología: realizar una investigación de campo, laboratorio y gabinete. Las conclusiones fueron: 1) el estudio topográfico nos muestra que la longitud de la carretera es de 4 km con 249 m. 2) El CBR para el afirmado es 42%, tomando al 95% de la densidad máxima. 3) No se presentó nivel freático a la profundidad explorada. 4) Las canteras propuestas cumplen con las especificaciones técnicas para el afirmado propuesto. 5) Las fuentes de agua propuestas para el proceso constructivo de la carretera son adecuadas.

Cuadros (2017); efectuó su investigación con el tema: "Mejoramiento De Las Propiedades Físico -Mecánicas De A Subrasante En Una Vía Afirmada De La Red Vial Departamental De La Región Junín Mediante La Estabilización Química Con Óxido De Calcio – 2016", para optar el grado académico de ingeniera civil en la Universidad Alas Peruanas, desarrollado en la ciudad de Huancayo, Perú. El objetivo principal en la investigación fue: evaluar cómo influye la estabilización química adhiriendo diversa cantidad de óxido de calcio para el mejoramiento mecánicos – físicos de la subrasante en la carretera no pavimentada de la red vías departamental de la región Junín. Los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar el

porcentaje óptimo de óxido de calcio adhiriendo distintas proporciones, en la mejora de sus propiedades mecánico – físico de la subrasante en la carretera no pavimentada de la red vía departamental de la región Junín. 2) Evaluar y comparar costos de estabilización física de la subrasante de acuerdo al método de combinación de suelos y estabilización química de óxido de calcio. Metodología: el método general fue científico, tipo aplicada-tecnológica, nivel descriptivo-explicativo, diseño experimental, enfoque cuantitativo; la población estuvo conformada por la carretera departamental: JU-108, tramo C.P. Pariahuanca-C.P. Ojaro, siendo la longitud de 10.436 Km. La muestra estuvo conformada por 04 calicatas. Los resultados muestran que C-1 pertenece al grupo CL, C-2 pertenece al grupo CL, C-3 al grupo CL, C-4 al grupo CL, también se muestra que el CBR de C-1 es 4.85%, para C-2 es 5.33%, para C-3 es 5.79% y para C-4 es 6.20%. las conclusiones fueron: 1) se comprobó que al adherir oxido de calcio a la subrasante esta influye positivamente en las propiedades físico mecánicas, en vista que logra reducir el índice plástico y aumentar el valor del valor de Soporte (CBR), del suelo estabilizado con respecto al suelo natural. 2) Al adherir oxido de calcio en porcentajes de 1%, 3%, 5% y 7%, se logra mejorar las propiedades del suelo de subrasante de estudio. Al evaluar los costos de la estabilización física por combinación de suelos y estabilización química con oxido de calcio, esta resulta reducirse en 44.41% de costos, lo cual nos muestra mejor ventaja económica al emplear el óxido de calcio como estabilizante químico frente al método clásico de estabilización física por combinación de suelos.

2.1.3. A nivel regional

Coronilla (2016); Desarrollo la investigación teniendo como tema "Estabilización de Suelos Cohesivos Por Medio De Aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en palian -Huancayo - Junín." para optar el grado el título profesional en Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, España. En la investigación el objetivo principal fue: medir la influencia del aditivo Eco Road 2000 en propiedades de los suelos cohesivos ubicado en la zona: Palian –Huancayo- Junín. Los objetivos secundarios fueron los siguientes: 1) Evaluar teniendo en cuenta distintas

dosificaciones si el dato patrón de las especificaciones técnicas del aditivo superan o no. 2) Demostrar cuanto influye en la resistencia (CBR) de los suelos que sean estabilizados con el aditivo. 3) Definir qué ventajas económicas se obtienen al aplicar el aditivo en suelos cohesivos en las zonas de Palian – Huancayo – Junín. Metodología: la investigación es del tipo explicativo, en vista que se demostró la eficacia en cuanto al empleo de aditivos para estabilizar suelos para pavimentos. El nivel de investigación es descriptivo, experimental y analítico. En cuanto al método de investigación se empleará como método general el método científico, ya que se emplearán técnicas y procedimientos que nos permitan obtener los objetivos., la población son 10 calicatas en Palian –Huancayo –Junín. La muestra son 10 calicatas; se emplearán técnicas de investigación como la recolección de datos identificando el material y tecnología empleado para la exploración del suelo y aplicación del aditivo, asimismo empleamos una revisión bibliográfica con formado por manuales técnicos, tesis realizadas estudios de suelos realizados en la zona de influencia. Se concluyó en: 1) al adicionar el aditivo Eco Road 200 se notaron cambios en la parte mecánica y física en cuento a los suelos naturales ya que el aditivo al acelerar el proceso de expansión y contracción hace que el suelo sea más estable. 2) Se observó que las calicatas: C-4, C-5, C-7, C-8 y C-10 presentaron mejor reacción al aditivo, en vista que presentaron un porcentaje de finos: 71.20%, 73.50%, 74.00%, 81.60%, 74.80%. 3) se verifico que la dosificación (1 litro por 15 m3) patrón planteada en las especificaciones técnicas superado por la dosificación 1lt/19m3 con un porcentaje 57%. 4) se observó que siete calicatas presentar un CBR superior al 40%, por tanto, cumple con el material de sub base, asimismo se obtuvieron los siguientes CBR en 3 calicatas: 38.55%, 36.10% y 21.70%, los cuales son mayores a 30% y cumplen para una sub rasante extraordinaria.

Aliaga (2017), elaboró la investigación con el tema: “Análisis Comparativo Del Material Para Base Y Sub Base De Las Canteras Umuto Y Sicaya En Pavimento Flexible De Subrasante De CBR Menor Al 10% Huancayo 2017”, para optar el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Alas Peruanas, realizado en la ciudad de Huancayo, Perú. El objetivo principal de la investigación fue: evaluar resultados del material para sub base y base de las canteras Sicaya y Umuto,

presentado en modelos de pavimentos que presenta un CBR menor a 10%. Los objetivos específicos fueron: 1) Identificar el cumplimiento de requisitos de calidad para base y sub base de las canteras de Sicaya y Umuto, para modela pavimentos flexibles de sub rasante menor al 10% del CBR. 2) Evaluar el desempeño estructural del material para sub base y sub base de las canteras de Sicaya y Umuto, para pavimentos flexibles se subrasante menor del 10 % de CBR. Metodología: tipo aplicada, nivel descriptivo, exploratorio y explicativo. Método inductivo, analítico, deductivo, sistemático y sistemático. Diseño de investigación tipo experimental, técnicas: observación directa, investigación experimental, los instrumentos fueron el formato de conteo vehicular; la población estuvo conformada por las canteras para base y sub base del valle del Mantaro de la región Junín, la muestra estuvo conformada por el material representativo de las canteras Sicaya y Umuto, para Sub base y base. Resultados: la carga que transmite la rueda simple, la carpeta asfáltica disminuye entre 75.1% y 16.6%, para pavimentos que se emplean de la cantera Umuto, del mismo modo para la cantera Sicaya, la carpeta asfáltica disminuye entre 774.3% y 15.5% de esfuerzos verticales. Las conclusiones fueron: 1) los resultados que se muestra con respecto a la cantera Sicaya posee y son mejores en el desempeño de la estructura del pavimento cumpliendo así la Norma CE.010, en el empleo para sub base. 2) Se muestra que la cantera Umuto cumple solo para el uso de sub base, teniendo un CBR de 74.90%, ya que para la base el mínimo valor es 80%; la cantera Sicaya se puede emplear como base y sub base, en vista el valor de CBR alcanza el 82.80%. 3) el material de la cantera Umuto en modelos de pavimentos flexibles para tipos de trafico Tp0 al Tp4 presentan esfuerzos verticales sobre la subrasante recomendado por CRR de Bélgica.

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Pavimento

2.2.1.1. Definición

El pavimento es considerado un elemento estructural que puede ser multicapa o monocapa, teniendo apoyo en toda la superficie, construido y

diseñado para soportar cargas móviles y/o estáticas, de acuerdo a un tiempo preestablecido, periodo en donde puede recibir cierto tratamiento tendiente a prolongar su vida de servicio. Se conforma de una o varias capas de calidades y espesores distintos colocados en el terreno preparado para soportarlo, tiene por su función más importante brindar una superficie, capaz de resistir al desgaste y suave a los deslizamientos, además de un cuerpo estable y permanente bajo acción de las cargas

Es la estructura en donde tiene la función de distribuir las cargas concentradas de las ruedas de los vehículos, de tal manera que el suelo o de subrasante, pueda soportar sin deformación o fallas excesivas. Las condiciones a cumplir del pavimento son una superficie lisa, no resbaladiza, capaz de resistir a la intemperie, para que finalmente pueda proteger el suelo de posibles pérdidas de sus propiedades, por efecto del frio, lluvias y el sol.

2.2.1.2. Características del Pavimento

Es necesario que el pavimento pueda reunir ciertas características para ejercer sus funciones, las cuales se nombran a continuación:

- Brindar resistencia a la acción de cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial aceptable a las velocidades previstas del tránsito.
- Brindar resistencia al desgaste abrasivo de los neumáticos o llantas.
- Debe brindar regularidad superficial, tanto transversal como longitudinalmente, permitiendo comodidad a los usuarios.
- Presentar un comportamiento acorde al sub drenaje y drenaje.
- Debe presentar un color adecuado (señalizaciones) evitando reflejos y deslumbramientos, con el fin de salvaguardar al usuario.

- El ruido generado entre las llantas contra el pavimento debe ser, tal que no pueda incomodar o perturbar el sentido auditivo del usuario.

2.2.1.3. Tipos de Pavimento

2.2.1.3.1. Pavimento Flexible

Este pavimento está conformado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente en dos capas rígidas, la sub-base y a base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas, dependiendo de necesidades singulares de la obra.

2.2.1.3.2. Pavimento de revestimiento granular (afirmado)

Este pavimento está conformado por una capa de afirmado la cual, que puede estar conformado por material granular y algunos aspectos constructivos, es así que para determinar el espesor de este afirmado y de acuerdo al método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), la cual relaciona el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones.

$$e = [219 - 211\ x\ (log10CBR) + 58\ x\ (log10CBR)^2]x\ log10\ x\ (\frac{Nrep}{120})$$

$donde$:

$e = espesor\ de\ la\ capa\ de\ afirmado\ en\ mm.$

$CBR = Valor\ de\ CBR\ \ de\ la\ subrasante.$

$Nrep = Numero\ de\ repeticiones\ de\ EE\ para\ el\ carril\ de\ diseño.$

2.2.2. Sobrecarga del suelo

Se sabe que se presentan fases del suelo que están relacionadas con las deformaciones del suelo sometido a fuerzas externas (edómetro), integrándose agua al efecto del comportamiento; definiéndose los limites, asimismo estudiándose las fases del suelo, tomado como una estructura trifásica, conformada por sólidos, aire y agua.

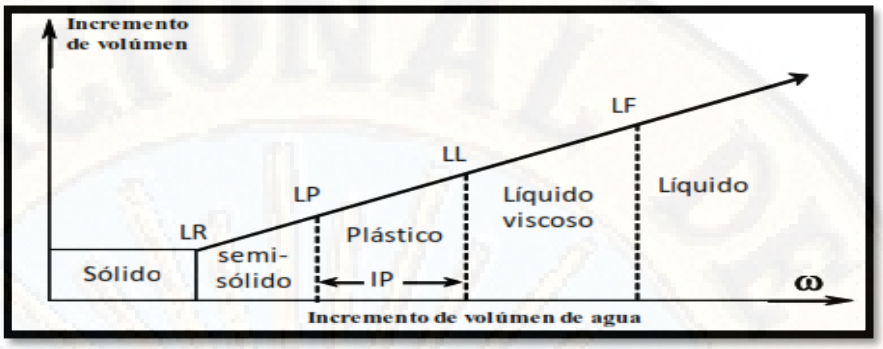


Figura 1. Fases del suelo.
Fuente: Manual de geología para ingenieros. (Duque Escobar, 2016, pág. 172).

Donde:

LF: Límite de fluidez.

LL y LP Limite Líquido y Límite plástico.

IP=LL-LP Rango de estado plástico.

LR: Limite de retracción.

Es necesario saber que el comportamiento el suelo expuesto a esfuerzos, no es el mismo cuando la intensidad y velocidad de la fuerza cambia. La consolidación muestra que, aquel suelo que responda rígidamente a una carga instantánea y súbita, tiende a responder de forma plástica, frente a una carga de largo plazo, en virtud del drenaje, el cual es controlado por la permeabilidad del suelo (Duque Escobar, 2016, pág. 172).

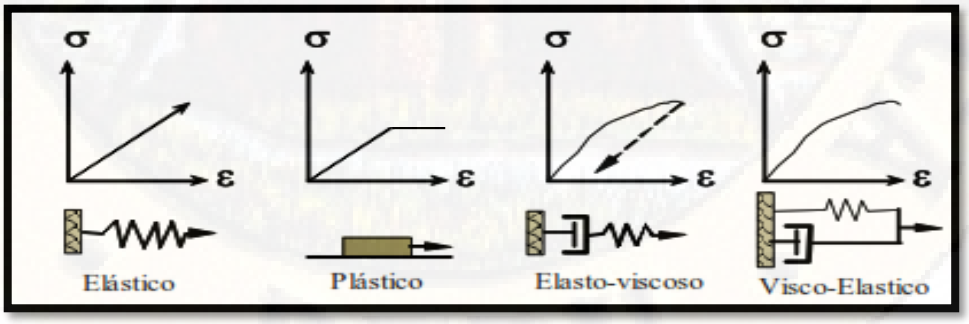


Figura 2. Curvas esfuerzo- deformación.

El suelo presenta dos posibilidades, en donde es floculada, como los suelos marinos presentando contacto borde-cara, con respecto a las fuerzas de atracción eléctrica, o dispersa en el punto que las partículas se muestran paralelas, ya que estas se repelen eléctricamente. Cuando se caga a un suelo, los desplazamientos por deformación de carga tienden a desplazar las partículas, además los enlaces electroquímicos suelen deshacerse, mostrando un contexto estructural en forma paralela.

El comportamiento mecánico se da en función de la estructura del suelo. El suelo floculado presenta alta resistencia, mayor permeabilidad y baja compresibilidad, en mayor medida gracias a las fuerzas electroquímicas entre las partículas (Duque Escobar, 2016, págs. 172-173).

Tabla 1. Factores de comportamiento del suelo.

SUELO	Factores de formación del suelo	Factores de comportamiento
Consolidado	Naturaleza de los sedimentos	Esfuerzos
	Método de transporte y sedimentación	Tiempo
	Naturaleza del medio de sedimentación	Agua
Compacto	Naturaleza del suelo	Entorno físico
	Energía y tipo de compactación	Perturbación
	Humedad de la muestra en obra	Medio y factores intrínsecos.

Fuente: Manual de Geología para ingenieros (Duque Escobar, 2016, pág. 173).

2.2.2.1. Criterios de sobrecarga que inciden en el pavimento

2.2.2.1.1. Vehículos

Lo que intervienen en un pavimento son los vehículos, pesos, dimensiones y demás características, encontradas en el reglamento Nacional de Vehículos.

El pavimento está afectado generalmente por las características físicos y la proporción de vehículos de diferentes tamaños que circulan por las carreteras. Por ello, es importante examinar todos los vehículos, establecer grupos y obtener el tamaño representativo dentro de cada grupo, para de esta manera ver como intervienen en el pavimento, generalmente estos vehículos son conocidos como vehículos de diseño.

Al seleccionar el vehículo de diseño se debe tener en cuenta la composición del tráfico que se presentara en la vía. Normalmente y cada vez va en aumento la participación de vehículos pesados que condicionan las características del proyecto de carretera. Por lo que el vehículo interviniente en el pavimento será el vehículo rígido (buses y/o camiones).

Vehículos ligeros:

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

- Ancho: 2.10 m.
- Largo: 5.80 m.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h: altura de los faros delanteros: 0.60 m.

- h1: altura de los ojos del conductor: 1.07 m.
- h2: altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h5: altura del techo de un automóvil: 1.30 m

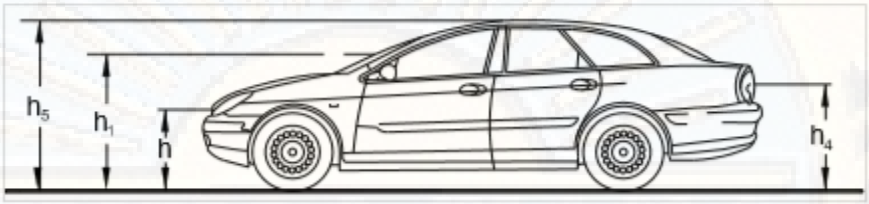


Figure 1. Vehículo ligero.
Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2018).

Vehículos pesados

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h: altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h3: altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h6: altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m.

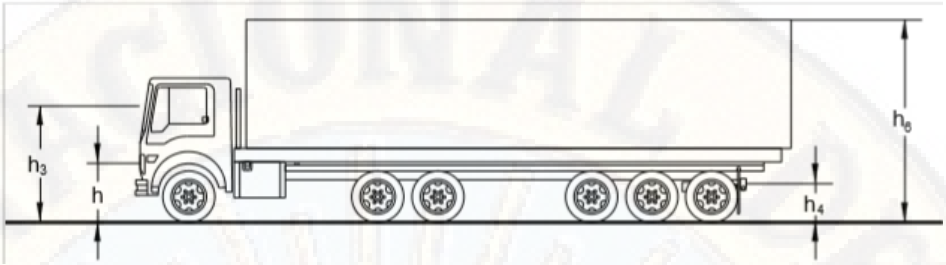
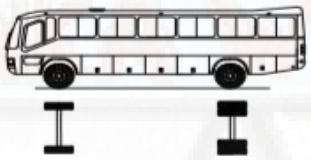
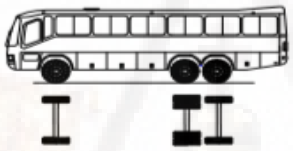
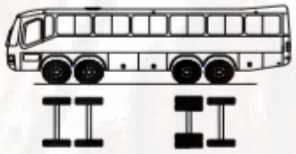


Figure 2. Vehículo pesado.
Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2018).

- **Pesos y medidas de vehículos**

Configu-ración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
B2		13,20	7	11	—	—	—	18
B3-1		14,00	7	16	—	—	—	23
B4-1		15,00	7+7[15]	16	—	—	—	30

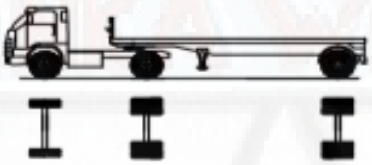
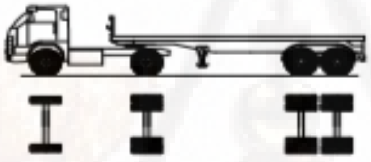
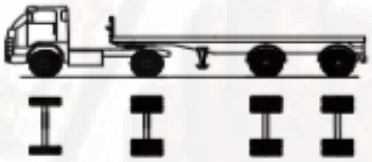
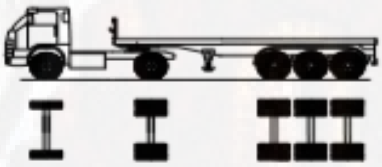
Configu-ración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
C2		12,30	7	11	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	25
C4		13,20	7	23[1]	—	—	—	30
8x4		13,20	7+7[1]	18	—	—	—	32
T2S1		20,50	7	11	11	—	—	29
T2S2		20,50	7	11	18	—	—	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	—	40
T2S3		20,50	7	11	25	—	—	43

Figure 3. Pesos y medidas de vehículos pesados.
Fuente: (Diario el Peruano, 2003)

2.2.2.1.2. Características de transito

Las características y el diseño de una carretera deben basarse, explícitamente, en la consideración de los volúmenes de tránsito y de las condiciones necesarias para circular por ella, con seguridad vial ya que esto le será útil durante el desarrollo de carreteras y planes de transporte, en el análisis del

comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de definición geométrica, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transportes. La financiación, la calidad de los terrenos, la disponibilidad de materiales, el costo del derecho de vía, y otros factores tienen una influencia importante en el diseño, sin embargo, el volumen de tránsito indica la necesidad de la mejora y afecta directamente a las características de diseño geométrico como son el número de carriles, anchos, alineaciones, etc. Conjuntamente con la selección del vehículo de proyecto, se debe tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía, obtenida sobre la base de estudio de tráfico y sus proyecciones que consideren el desarrollo futuro de la zona tributaria de la carretera y la utilización que tendrá cada tramo del proyecto vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2018, pág. 92).

- **Índice medio diario anual (IMDA)**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos. La IMDA (Intensidad Media Diaria Anual), también conocida por sus siglas en inglés AADT (Average Annual Daily Traffic), se utiliza fundamentalmente para el planeamiento: proyección de vías, programas de acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las

vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2018, pág. 92).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Valor de Soporte de California (C.B.R.)

2.3.1.1. Origen

El CBR se define como un método empleado para la evaluación de la calidad relativa del suelo en base, sub base y la subrasante de pavimentos. El método del CBR aprecio en el año 1929 específicamente fueron los ingenieros Porter y Stanton la propusieron en el Departamento de carreteras de California, es por eso que de ahí surge el nombre del método, California Bearing Ratio (CBR), en donde traducido al español significa Relación de Soporte California. Así también es necesario señalar que este método es conocido en algunos países como Valor Relativo Soporte (VRS). A partir de aquella fecha este método fue expandiéndose en su tanto en América como en Europa, por la practicidad de clasificar un suelo para el uso en la base o como sub rasante en construcciones de carreteras. En el transcurso de la segunda Guerra Mundial, el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos empleó este método para construir los aeropuertos. A partir de 1933 el CBR fue concebido para diseñar pavimentos flexibles empleado para la resistencia la corte. Ya desde 1964, surge la versión par laboratorio teniendo como nombre ASTM D 1883; asimismo para campo aparece la norma ASTM D 4429 promulgadas por la American Society for Testing and Materials (Sánchez, 2012).

2.3.1.2. Definición

Chang (2014) en su investigación menciona que el valor de CBR se obtiene al relacionar la carga unitaria (lb/pulg2, psi) necesaria para lograr cierta profundidad de penetración del pistón (19.4 cm2) todo esto en una muestra compactada de suelo, tomada a cierta densidad y humedad empleadas sobre una

carga unitaria patrón, todo esto requiere la misma profundidad de penetración en la muestra de material triturado.

El método de CBR cuando se aplica una carga sobre una superficie de contacto se desarrollan dos resistencias: la primera a compresión y la segunda al corte perimetral; lo que muestra este método es un indicador de resistencia al corte del suelo en condiciones húmedas y densidad controladas, obtenidas del ensayo de Proctor Modificado.

El método de CBR se puede realizar en el campo como en el laboratorio. En lo que respecta al ensayo de campo se realiza los ensayos de laboratorio, generalmente se empelan gráficos de contorno de densidad versus humedad; los cuales son llamado mapas de resistencia, en donde se ubica las regiones de densidad y humedad que cumplan con el nivel de respuesta que se requiere, en donde estén dentro de las regiones de aceptación (Sánchez, 2012). En lo que respecta a ensayos de laboratorio se realizan muestras compactadas y remoldeadas con contenidos de máxima densidad seca y humedad óptimo.

Primeramente, antes de valorar la resistencia a la penetración, las probetas logran saturar por un tiempo de 96 horas, para asimilar las condiciones de trabajo más desfavorables, de la misma manera para determinar su posible expansión. Se elaboran 3 probetas mínimamente, donde se realizan distintas energías de compactación los cuales se da a base de golpes con 56, 25 y golpes. El método de CBR se realiza en el laboratorio a base de 3 ensayos los cuales son: determinación de la resistencia a la penetración, determinación de la densidad y humedad y de terminación de las propiedades expansivas del material. la muestra a la cual se le aplicara este ensayo deberá contener material que pase necesariamente por el tamiz de 50 mm y haya material retenido en el tamiz de 20 mm, es recomendable que esta fracción no exceda del 20%.

Se toma cada muestra de suelo calculando dos valores de CBR, el primero a 0.1” de penetración, y el segundo a 0.2” de penetración. Si se da el caso que el valor obtenido a 0.1” sea menor que el 0.2”, entonces se tomará el valor

correspondiente a 0.1", ahora si el valor fuera a la inversa, vale decir que el valor de 0.1" sea mayor a 0.2", entonces se tendría que repetir el ensayo para aquella muestra. Es preciso mencionar también que si el valor de CBR a una penetración de 0.2" es ligeramente mayor que el obtenido de 0.1", entonces este último registro se toma como el valor del ensayo.

2.3.1.3. VALORES DE CARGA UNITARIA PARA EL CBR

Para calcular el CBR de un espécimen se toma como material de compactación la piedra chancada o triturada, vale decir que el CBR de esta tiene un valor de 100%. En donde el CBR de cualquier material se halla como una regla de tres simple, de manera directa:

$$\%CBR = \frac{Carga\ unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ unitaria\ patrón} * 100\%$$

Se puede mencionar que de la ecuación anterior mostrada anteriormente el CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón. Por lo que, en la práctica, se toma en cuenta los números enteros, como pueden ser 98, 45 y 3. Los valores de cargar que se pueden asignar para la ecuación anterior se muestran a continuación:

Tabla 2. Valor de carga para diferentes valores de penetración y carga unitaria patrón.

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRON	
mm	**Pulg.**	**MPa.**	**psi**
2.5	0.10	6.9	1,000
5.0	0.20	10.3	1,500
7.5	0.30	16.0	1,900
10.0	0.40	16.0	2,300
12.7	0.50	18.0	2,600

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil (Bowles, 1981, pág. 191)**.**

Generalmente el Valor de CBR trata de una relación de carga para una penetración de 2.5 mm. por otra parte, se debe tomar en cuenta que si el número CBR a una penetración de 5.0 mm. supera, entonces el ensayo se repetirá

(ordinariamente). Si se da el caso que se produjera un valor de CBR superior de 5.0 mm. de penetración, ese valor se aceptará como valor final de ensayo.

2.3.1.4. ENERGIA DE COMPACTACIÓN EN EL CBR

Los ensayos de suelos para determinar el valor de CBR, se realizan normalmente en muestras compactadas al contenido de humedad optima, en suelos específicos determinados, empelando el ensayo de compactación estándar. Seguidamente, se puede emplear los métodos 4 o 2 de las normas ASTM D698-70 o ASTM D1557-70 (en el molde de 15.5 cm de diámetro), las muestras se compactarán de acuerdo al empleo de distintas energías:

Tabla 3. Compactación de muestras para distintas energías.

METODO		GOLPES	CAPAS	PESO DEL MARTILLO
ASTM	2 (Suelos de grano fino)	56	3	24.5
D698-70	4 (Suelos de grano gruesos)	56	3	24.5
ASTM	2 (Suelos de grano fino)	56	5	44.5
D698-70	4 (Suelos de grano gruesos)	56	5	44.5

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil (Bowles, 1981, pág. 190)**.**

2.3.1.5. Clasificación de suelos para diseño de pavimentos

A continuación, se muestra la Asignación que se le brinda al suelo de subbase, base y subrasante de acuerdo al valor de CBR.

Tabla 4. Asignación del suelo según el valor de CBR.

CBR	Asignación	USO	SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	CH, MH	A5,A6, A7
3-7	Pobre – Regular	Subrasante	CH, MH	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Subrasante	CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base-Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil (Bowles, 1981, pág. 191)**.**

En la figura N° 01 se puede apreciar la curva de penetración esfuerzo, para poder hallar el CBR

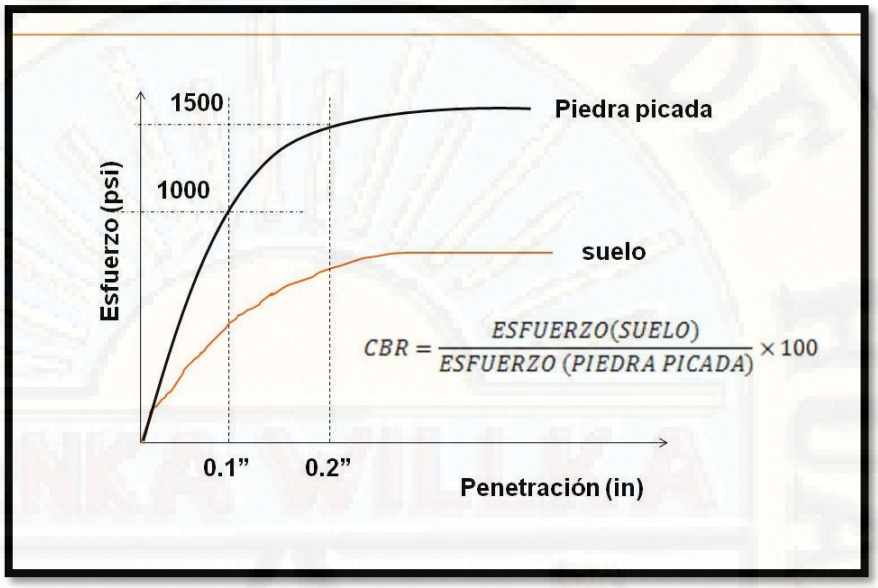


Figura 4. Curva penetración vs esfuerzo de CBR.
Fuente: ¿Qué es el CBR en un suelos? (Sánchez, 2012).

Los valores de CBR que se aproximan a 0% generalmente representan a suelos de baja calidad (vale decir que presenta una buena resistencia a mejor calidad) (Sánchez, 2012). Es preciso mencionar que el CBR se emplea omitiendo el porcentaje y de esta manera se presenta como entero.

El número CBR es importante para evaluar, así también como para diseñar pavimentos. Para evaluar el CBR (superficie de colocación de estructuras o en subrasante) en el lugar donde se fundará una estructura se emula en laboratorio, valores próximos al suelo en el lugar y de esta manera obtener el valor de CBR del suelo que es bueno de acuerdo a la Norma ASTM D 698-70. Asimismo, cuando se va a diseñar (en subbases y bases) en un suelo determinado (de un área de corte o préstamo) donde se quiere llegar es encontrar la combinación de condiciones óptimas de confinamiento, grado de saturación, etc., en donde se quiere lograr la resistencia para un material de relleno estructural, subbase o base. El número CBR de laboratorio, en condición saturada, posee limitaciones importantes ya que no es un parámetro geo mecánico; a pesar de estar asociado

a distintas correlaciones y método semiempiricos para diseñar pavimentos. Por otra parte, se le puede realizar una conversión en un módulo elástico asociándolo como un ensayo a escala o de placa. (Sánchez, 2012).

Es necesario señalar que la otra limitación es la condición de inmersión a 4 días en laboratorio, de modo que no es posible poder controlar el grado de saturación del suelo, en el sentido que al dejar escurrir el agua 15 minutos antes del ensayo, por lo que esto generara la succión de manera descontrolada, lo cual nos bridara resultados sesgados. En un principio no se verifica o mide que el ensayo sea realizado al 100% de saturación y al aumentar desproporcionadamente la succión del material, el resultado de la curva obtenida no será una curva de diseño formal. En cierto sentido los investigadores recomiendan elaborar curvas de diseño, de acuerdo al experimento factorial tomando en cuenta la variante de CBR de 15 puntos, y de esta manera analizar los resultados. Por otro lado, al ser complicado este análisis, nos mostrar que un mismo suelo pude tener distintos números de CBR como condiciones de ensayo se obtengan o de permutaciones que tengan factores en donde influyan en su resistencia.

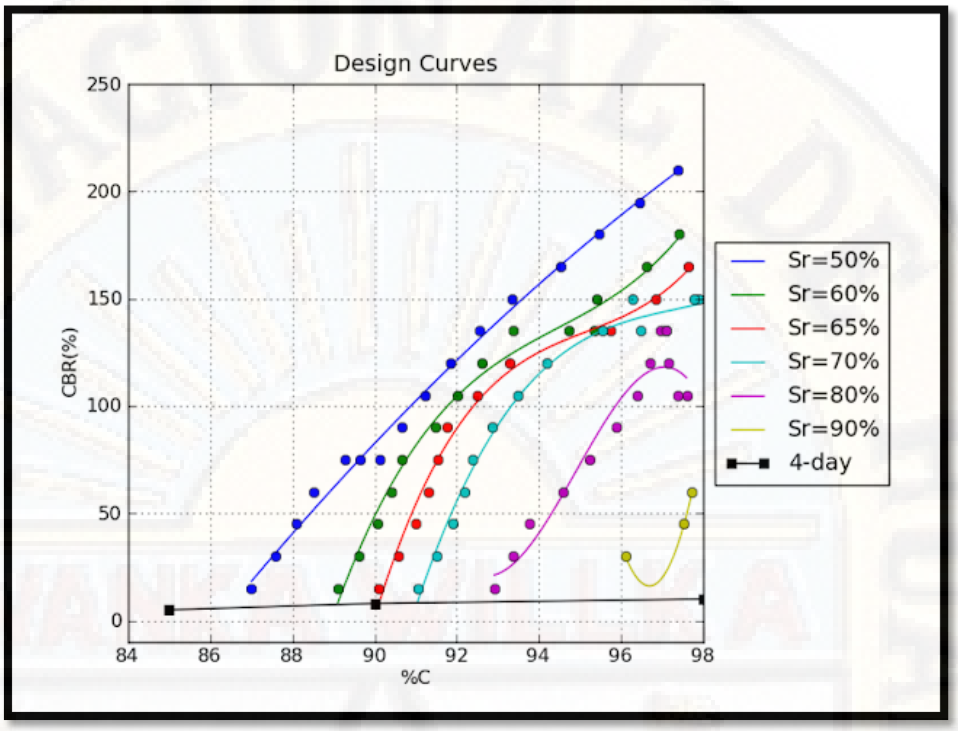


Figura 5. Curvas de diseño para distintos grados de saturación.
Fuente: ¿Qué es el CBR? (Sánchez, 2012).

2.3.1.5.1. El método CBR

Para poder hallar el número CBR se debe realiza en muestras compactadas, sobre el contenido óptimo de humedad para un suelo especifico, empleando el ensayo de compactación estándar o modificado.

Realizar el método CBR se requiere 3 ensayos, los cuales son:

- Determinación de humedad y densidad.
- Determinación de las propiedades expansivas del material.
- Determinación de la resistencia a la penetración.

Los suelos tienen un comportamiento de acuerdo al grado de saturación que presentan (alterado o inalterado) y las características y granulometría (poco plásticos, finos y granulares). Por lo tanto, para poder determinar el CBR se seguirá diferentes métodos según sean los casos.

2.3.1.5.2. Procedimiento para determinar el CBR de suelos (Laboratorio) remoldados siguiendo la Norma MTC E 132.

- Objeto

  Se procede a realizar la descripción para realizar el procedimiento de ensayo en donde se debe obtener un índice de resistencia del suelo, la cual es el valor de relación de soporte, donde es conocido como CBR (Californian Bearing Ratio). Para realizar el ensayo se debe tomar en cuenta que esto se realiza normalmente en una muestra preparada en el laboratorio en condiciones determinadas de densidad y humedad; sin embargo, también es posible poder realizar en forma análoga en muestra no alteradas tomadas del terreno.

- Finalidad y alcance

  Ese procedimiento para realizar este ensayo se usa para obtener la resistencia potencial de material de base, subbase y subrasanate, además de materiales reciclados para el uso en aeropuertos y pavimentos de vías de vía. Para obtener el valor de CBR en la prueba realizada a la muestra esta resultara luego de realizar distintos métodos de diseño de pavimento flexible.

  En lo que respecta a aplicaciones en donde el agua incide en la compactación en el número CBR es mínimo, como pueden ser: cuando sea permisible en efectos de diferenciación contenido de agua de compactación para realizar el diseño, o en materiales no-cohesivos de granos gruesos, el número CBR se obtendrá cuando se encuentre en un óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso seco unitario especificado suele ser de manera estándar el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de quien lo realiza.

  En aplicaciones en donde se desconoce el efecto del agua de compactación en el número CBR o donde se requiera explicar el efecto que

reduce, el CBR es determinado para un rango de contenido de agua, naturalmente el intervalo de contenido de agua permitido para realizar la compactación de campo por especificaciones de compactación de campo de quien lo realiza.

Existen criterio empleados para la preparación de especímenes de prueba de acuerdo a materiales cementantes, donde estos suelen recuperar resistencia en el tiempo, asimismo necesariamente deben estar afecto a una evaluación geotécnica de ingeniería. De acuerdo al personal que este dirigiendo, los materiales cementantes tienen que ser curados adecuadamente, hasta el punto de medirse las relaciones de soporte, las cuales representen las condiciones de servicio a largo plazo.

El índice es empleado para medir la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de capas de afirmado, subbase y base.

La manera operativa donde se logre referenciar los ensayos en la determinación de las relaciones de peso unitario – humedad, es empleando un equipo modificado.

- Referencias Normativas

  ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR of Laboratory-Compacted Soils.

- Equipo y materiales usados para la obtención del valor de CBR

  - **Equipos**

    1) Prensa equivalente a las empleadas para ensayo a la compresión, empleada en forzar la penetración de un pistón en la muestra. El pistón se reposa en el cabezal y sus características deben ser similar las especificadas en el numeral 7.

       El desplazamiento entre el cabezal y la base se ajusta a la velocidad uniforme de 1.27 mm. (0.05”) por minuto. La prensa y la

carga ajustada debe ser de 4.5 kN (10000 lbf) o más y a la mínima precisión debe ser de 44 N (10lbf) o menos.

2) Molde de metal cilíndrico, con una altura 152.4 mm ≠ 0.66 mm. (6≠0.026") con un diámetro interior y de 177.8 ≠ 0.46mm (7≠0.018") de altura, dado en un collar de metal suplementario de 50.8 mm. (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9.53 mm. (3/8") de espesor. Se debe tener en cuenta que las perforaciones no deben exceder de 1.6 mm. (28 1/16"), las cuales tienen que estar distanciadas de manera uniforme en la circunferencia interior del molde de diámetro. Los extremos del molde tienen que estar ajustada a la base.

3) Disco espaciador, en forma circular, de metal, con un diámetro exterior de 150.8 mm. (5 15/16"), y de espesor de 61.37≠0.127 mm. (0.005" ≠ 2.416), en el proceso de inserción como fondo falso durante la compactación en el molde cilíndrico.

4) Modo operativo de ensayo Proctor Modificado en modo operativo, como un piso de compactación (equipo modificado).

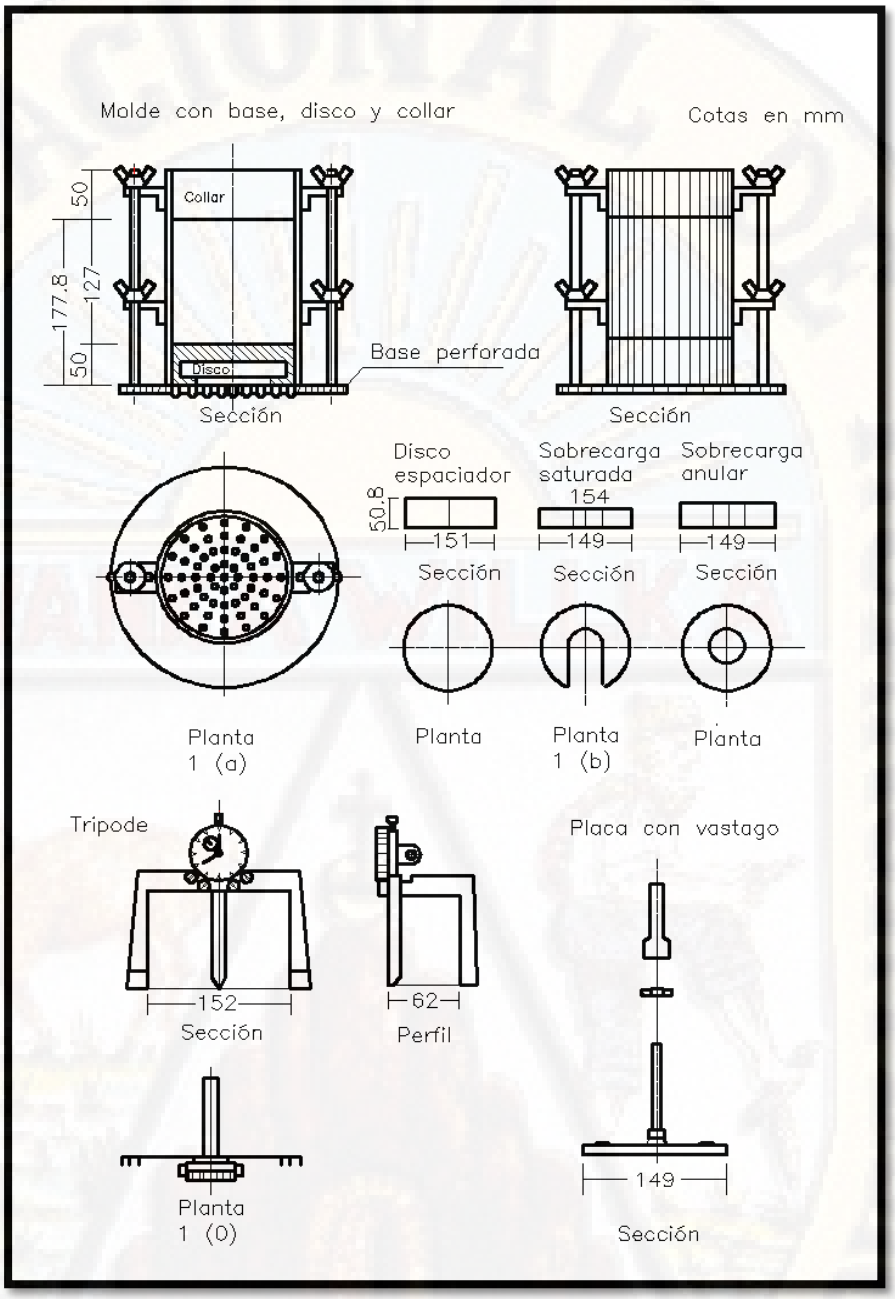


Figure 6. Pisón de compactación.
Fuente: Manual de ensayo de materiales (Ministerio de Tranportes y Comunicaciones, 2016)

5) Se mide con medidor expansivo constituido por:

- Placa metálica perforada, en cada molde, con un diámetro de 149.2 mm. (5 7/8”), en donde las perforaciones no tienen que ser mayores a 1.6 mm. (1/16”) de diámetro. Presenta un

vástago en el medio con un sistema de tornillo donde permite regular la altura.

- Un trípode en donde se pueda apoyar las patas en el borde del molde, que este bien sujeto y esté montado en el centro de un dial (deformímetro), donde la placa coincida con el vástago, en donde nos permita controlar su posición, midiendo conjuntamente la expansión, teniendo una aproximación de 0.025 mm (0.001”).

6) Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal en donde tienen una masa total de 4.54 ≠ 0.02 kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27 ≠ 0.02 kg. La pesa ranurada y anular deberán posee un diámetro de 5 15/16” a 5 7/8” (150.81 mm. a 149.23 mm.); adicional a poseer la pesa, anular un agujero central, con valor de diámetro de 2 1/8” (53.98 mm.).

7) Pistón para penetración, sección transversal circular metálico, con un diámetro de 49.63 ≠ 0.13 mm. (1.954 ≠ 0.005”), asimismo presenta un área de 19.35 cm2 (3 pulg2), con una longitud necesaria para desarrollar el ensayo de penetración con sobrecargas precisas, además jamás tiene que ser menor a 101.6 mm. (4”).

8) Dos diales con divisiones de lectura con 0.025 mm. (0.001”) y con recorrido mínimo de 25 mm. (1”), de los cuales uno de ellos provisto de una pieza donde permita acoplarse en la prensa para medir cuanto penetra en pistón en la muestra.

9) Se tiene que tener un tanque con la suficiente capacidad para la inmersión de los moldes de agua.

10) Se emplea la estufa, controlada termostáticamente, dispuesta a mantener una temperatura de 110 ≠ 5 °C.

11) Balanzas, una de 1000 gr y otra de 20 kg de capacidad con sensibilidades de 0.1 g y 1 g respectivamente.

12) Tamices a emplear son de: 50.50 mm. (2"), 19.05 mm. (3/4") y de 4.76 mm. (No 4).

13) Otros materiales a emplear son: mezclador, capsulas. cuarteador, espátulas, probetas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

- **MUESTRA**

1) Los especímenes y la muestra deberán ser preparadas para la compactación de acuerdo al procedimiento señalado en los métodos de prueba NTP339.142 o NTP 339.141, y para un molde de 152.4 mm. (6") de compactación, a excepción de lo siguiente:

   ✓ Si toda la muestra analizada pasa el tamiz ¾" (19 mm), toda la graduación tendrá que empelarse en la preparación de muestras a compactar sin modificarlas. Por otro lado, si se da el caso que haya material retenido en el tamiz ¾" (19mm), entonces este material será reemplazado y removido por una cantidad de material que pase el tamiz ¾" (19 mm) y este material sea retenido en el tamiz N° 4 sacado de la separación de porciones de la muestra mas no de otra manera empleada para ensayos.

- **PROCEDIMIENTO**

i. Se realiza el procedimiento hasta el punto que los valores de la relación de soporte, se toman a partir de especímenes de ensayo, luego de estos posean el mismo contenido de agua y peso unitario donde se pueda espesar del terreno. Generalmente, la humedad critica resulta cuando el material se encuentra saturado. De esta

manera, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. resalta que el ensayo del espécimen se debe realizar por cuatro días sumergido en el agua, confinados en el molde sobrecargado en un molde, con un peso de pavimentos actuante sobre el material.

ii. Preparación de la muestra: se realiza de acuerdo a lo señalado en las normas mencionadas (relación de humedad – peso unitario en los suelos, con equipos estándar o modificados). En el caso que si se presenta que más del 75% de muestra pase por el tamiz ¾" (19.1 mm.), se emplea para el ensayo el material que pase por mencionado tamiz. Por otro lado, cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz ¾" (19.1 mm) sobrepase un 25% de peso, entonces el material retenido en dicho tamiz será reemplazado por una proporción igual encontrada entre los tamices ¾" (19.1 mm) y N°4 (4.75 mm), obtenida tamizando otra muestra proporcionada.

Una vez preparada la muestra entonces se realiza el preparado tomando la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, adicionalmente se toma 5kg por cada molde CBR.

Se determina la densidad máxima y la humedad optima en medio del ensayo de compactación elegido. Se desarrolla el compactado tomando un número suficiente de especímenes, teniendo en cuenta la variación del contenido de agua, a fin de poder establecer el peso unitario máximo y la humedad óptima. Los especímenes serán preparados para distintas energías de compactación. Generalmente se emplean la energía inferior del proctor estándar, la energía del proctor estándar y la energía del proctor modificado. En ese sentido, se evaluará la relación de soporte con esos dos factores los cuales son los que afectan. Los resultados se grafican de acuerdo al agua versus el peso unitario.

Se obtendrá la humedad natural de la muestra poniéndolo en la estufa, de acuerdo a la Norma MTC E 108.

Una vez conocida la humedad natural del suelo, a continuación, se procederá a añadir agua que falte para alcanzar la humedad fijada para realizar el ensayo, normalmente la óptima determinada de acuerdo al ensayo de compactación elegido, también se mezcla con la muestra.

iii. Implementación de especímenes. Se pesa la base conjuntamente con el molde, colocándose el collar y el disco espaciador y en este un disco de papel de filtro grueso con el mismo diámetro.

Una vez empleado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ídem proctor modificado y estándar), sin embargo, empleando en cada molde la proporción de energía y agua (número de golpes y capas en cada capa) NECESARIAS PARA que el suelo presente la densidad y humedad deseadas. Normalmente se utiliza tres o nueve moldes para cada muestra, de acuerdo al suelo cohesivo o granular, con distintos grados de compactación. En suelos granulares, la prueba se realiza dando 12, 26 y 55 golpes en cada capa y con contenido óptimo de agua. Por otra parte, en suelos cohesivos es necesario valorar su comportamiento en intervalos amplios de humedades. Las curvas son desarrolladas en 12, 26 y 55 golpes en cada capa, con humedades distintas, para que de esta manera se pueda obtener curvas familiares donde muestren la relación de capacidad de soporte, peso específico y humedad.

NOTA 1. En este procedimiento queda demostrado como se obtienen el número CBR para el suelo colocado en un molde, con un valor de densidad y humedad. Por otra parte, en cada caso, el realizarse el ensayo se tiene que especificarse el número de

moldes a ensayar, así como el peso unitario y la humedad que se compactaran.

Cuando el espécimen se sumergirá, entonces se toma una porción de material entre 500 y 100 g (de acuerdo a si es fino o grava), antes y al final de la compactación, se determinan y mezclan la humedad del suelo de acuerdo con la norma MTC E 108. En el caso que, si la muestra no se sumerja, el espécimen se tomara del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, luego de realizar el ensayo de penetración. Para ello la muestra se saca y luego se rompe de la mitad.

Culminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un cuchillo o enrasador de hoja recta y bien resistente. Distintas depresiones producidas al eliminar partículas gruesas en el enrase, se rellenará sin gruesos y con material sobrante, estando esta comprimida por la espátula.

Luego de todo se desmonta el molde para luego montar de forma invertida, sin disco espaciador, poniendo un papel entre la base y el molde. Se pasa.

iv. Inmersión. Se procede a poner encima de la superficie de forma invertida la placa perforada con vástago, para que encima de esta se coloque los anillos necesarios para colocar una sobrecarga, de tal manera que se produzca una presión similar a la originada por todas las capas de materiales que estén sobre el suelo que no se ensaya, la pesa equivaldrá aproximadamente a los 2.27 kg. Se debe tener en cuenta que, para ningún caso, la sobrecarga será menor a 4.54 kg.

NOTA 1. A pesar de que no se presente instrucciones completas para poder determinar el espesor de las capas que se construirán

sobre el suelo que se ensaya, tanto por estimación o por cualquier método aproximado. Cada 15 cm (6”) de espesor de la estructura del pavimento la cual corresponde a 4.54 kg de sobrecarga.

Se procederá a tomar la primera lectura en la medición del hinchamiento poniendo el trípode de medida con sus patas en los bordes del molde, de tal manera que coincida el vástago con el dial junta y la placa perforada, se toma nota lectura la hora y el día. Luego se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada y a libre acceso al agua por la parte superior e inferior de la muestra. La probeta se encontrará en estas condiciones por 96 horas vale decir por cuatro días, teniendo en cuenta el nivel de agua tiene que permanecer constante. Tomar en cuenta también que el tiempo de inmersión puede ser más corto cuando el suelo es granular la cual logra saturarse de agua más rápidamente y si los resultados no estén afectos a las muestras de ensayo.

Culminado el procedimiento de inmersión, se reevalúa el deformímetro para verificar el hinchamiento. Más aún si es factible se puede dejar permanecer el trípode en su posición, sin moverlo en todo el periodo de inmersión; sin embargo, muchas veces es necesario se puede retirar luego de la primera lectura, marcando el posicionamiento de las patas en los bordes límites para que de esta manera se pueda repetir las lecturas sucesivas. La expansión es calculada con el porcentaje de la altura del espécimen.

Finalizado el periodo de inmersión se saca el molde del tanque, vertiéndose así el agua retenida en la parte superior, sosteniendo la sobrecarga y la placa firmemente en su posición. El molde se deja escurrir por 15 minutos en su posición normal, seguidamente se retira la placa perforada y la sobrecarga. A continuación, se pesa

y se procede a realizar el ensayo de penetración de acuerdo al procedimiento del numeral siguiente.

Es de suma importancia que no se exceda el tiempo que es indispensable, a partir de retirar la sobrecarga hasta volver a colocarlo en el ensayo de penetración.

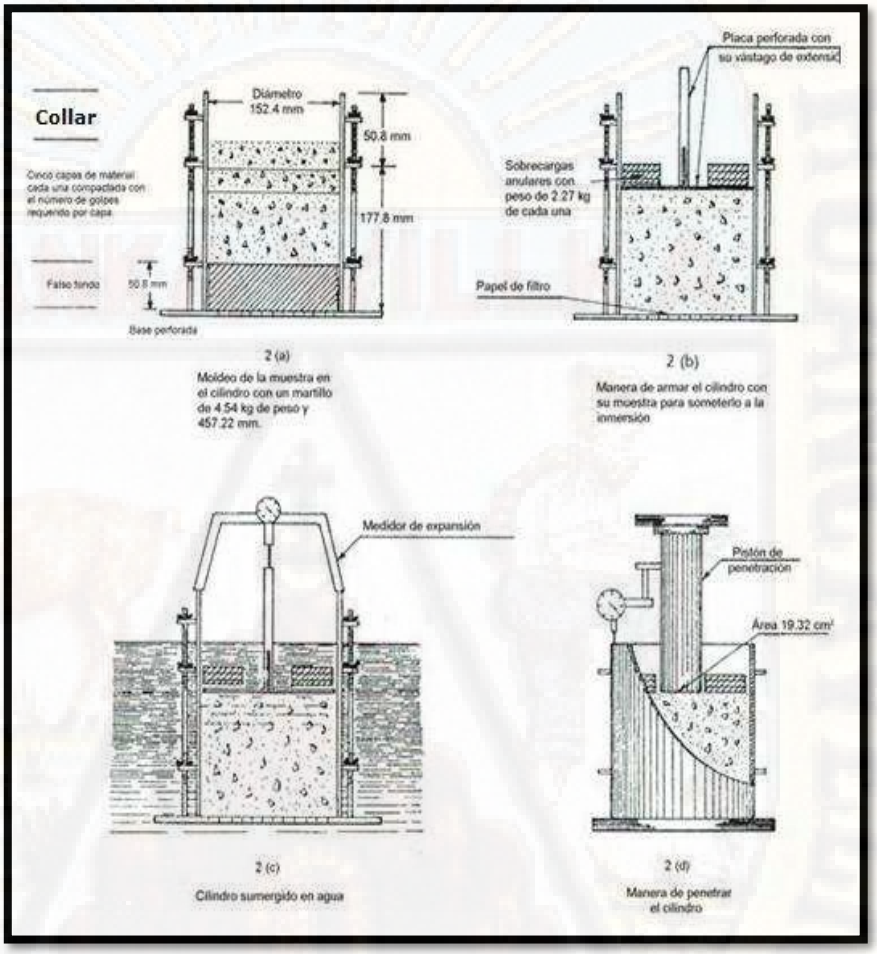


Figura 7. Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio. Fuente: Manuel de Ensayos de Laboratorio (Ministerio de Tranportes y Comunicaciones, 2016, pág. 257)

v. Penetración. Se coloca la sobrecarga suficiente, para producir la intensidad de carga equivalente a peso del pavimento (siendo ≠2.27 kg de aproximación) sin embargo no tiene que ser menor que 4.54 kg. Todo esto para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es preferible

asentar el pistón después de colocar la primera carga encima de la muestra, llevando el conjunto a prensa, seguidamente se coloca en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y se adiciona el resto de sobrecarga si se presentó inmersión, todo este proceso necesariamente hasta completar cuanto se empleó en ella. Se procede a medir el dial medidor de tal manera que se pueda medir la penetración del pistón, asimismo se aplica una carga con valor 5kg (50 N) de tal manera que se asiente el pistón. Inmediatamente se ponen en cero las agujas de los diales medidores, anillo dinamométrico, o cualquier otro dispositivo para medir la carga, también controlar la penetración. Es necesario poder apoyar el pistón con la muestra en el control de penetración, para que de esta manera no se vea afectada la lectura de penetración.

Aplicar la carga encima del pistón de penetración mediante el mecanismo o gato correspondiente de la prensa, siendo la velocidad de penetración uniforme de 0.05" (1.27mm) por minuto. Las prensas manuales no implementadas para trabajar a esta velocidad automáticamente se controlarán con un deformimetro de penetración y cronometro. Es importante anotar las cargas o penetraciones que se muestran a continuación:

Tabla 5. Lectura para distintas penetraciones.

Milímetros	Pulgadas
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150

5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (Ministerio de Tranportes y Comunicaciones, 2016)

Nota: se pueden realizar estas lecturas si se requieren obtener la curva, en tanto que no son indispensables.

Culminado todo el proceso anterior, se realiza el desmonte del molde, tomándose así la parte superior, en el lugar próximo a donde se realizó la penetración, una muestra para calcular la humedad de la muestra.

vi. PROCEDIMENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO EN MUESTRAS INALTERADAS.

Cuando se toma muestras inalteradas, el procedimiento es el siguiente:

a) La calicata a trabajar será de aproximadamente 0.80 x 0.80 m.

b) se procede a nivelar y colocar el molde en medio del área de trabajo. Se le adicionara al molde el anillo cortador.

c) Luego se excava levemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una capa delgada de suelo en el límite.

d) Poco a poco se clava el molde sobre el suelo, empleando herramientas apropiadas, hasta llenarla, este procedimiento se realiza tomando muestras inalteradas y describiendo de acuerdo a la Norma MTC E112. Se tiene que tomar en cuenta que la muestra no tiene que ser golpeadas, tanto el transporte y

trabajo en laboratorio como en el proceso de recuperación de campo.

e) Luego de tener el molde lleno, se realiza el parafinado de las caras, cuidando así de no ser golpeado, con cuidado trasladarlo al laboratorio. Cuando se esté a punto de realizar el ensayo se debe tener en cuenta que se debe quitar lo parafinado de las caras, luego con la ayuda del disco espaciador u la prensa, dejar un espacio vacío en el molde similar al del disco espaciador, enrasando el molde en el extremo posterior. Posteriormente se toma las muestras preparadas en el laboratorio. No es necesario realizar la penetración para dejar el espacio cuando se emplea el molde con una altura de 5" (127 mm), reemplazando a los 77.8 mm, además se monta el collar para empezar el ensayo de penetración.

- **CALCULOS E INFORME**

i. CALCULOS

Humedad de compactación. Para que el suelo con su humedad natural alcance la humedad prefijada se le debe añadir un tanto por ciento de agua, la cual se calcular de la siguiente manera:

$$\%\ de\ agua\ a\ añadir = \frac{H - h}{100 + h} x100$$

En donde:

H: Humedad prefijada

h: Humedad Natural

Densidad o peso unitario. El cálculo de densidad se realiza partiendo del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad,

siguiendo el mismo procedimiento del Proctor Normal y Modificado, para obtener la humedad optima y la densidad máxima.

Agua Absoluta. Para calcular el agua absorbida se puede realizar de dos maneras, la primera a partir de datos de humedad antes de la inmersión y luego de esta; el tanto por ciento de agua absorbido es la diferencia entre ambas. Por otro lado, se emplea la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se desarrolla el cálculo a partir del peso seco de la muestra, y el meso húmedo antes y después de la inmersión.

Los dos procedimientos realizados pueden coincidir o no, de acuerdo a la naturaleza del suelo permita poder absorber el agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En el último caso es necesario calcularse el agua absorbida para ambos procedimientos.

Presión de Penetración. Se evalúa la presión aplicada por el penetrómetro dibujándose la curva para obtener las presiones reales de penetración, partiendo de los datos de prueba; se ajusta el punto cero de la curva, esto para rectificar las irregularidades de la superficie, en donde efectúen la forma inicial de la curva.

Expansión. Es calculada este factor tomando en cuenta lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión. Este valor es referido en tanto porciento de acuerdo a la altura de muestra en el molde la cual tiene 5" (127 mm), se representa de la siguiente manera:

$$\%Expansion = \frac{L2 - L3}{127} x\ 100$$

Donde:

L1: lectura inicial en mm.

L2: Lectura final en mm.

Valor de relación de soporte (Valor resistente CBR). Es llamado en nuestro contexto como valor de soporte, la cual es el tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, sobre una determinada presión, con respecto a la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. La muestra patrón se caracteriza de la siguiente manera:

Tabla 6. Características de la muestra patrón.

Penetración		Presión		
mm	**Pulgadas**	**MN/m2**	**Kgf/cm2**	**Lb/plg2**
2.54	0.1	6.90	70.31	1.000
5.08	0.2	10.35	105.46	1.500

Fuente: Manual de ensayo de materiales (Ministerio de Tranportes y Comunicaciones, 2016, pág. 259).

El cálculo del índice CBR es de acuerdo al siguiente procedimiento:

a) Se dibuja una curva en la cual relacionen las penetraciones (abscisas) y las presiones (ordenadas), en donde se determina si la curva presenta un punto de inflexión. Si se da el caso en el cual no presenta el punto de inflexión entones se tomarán los valores correspondientes a 2.54 y 5.08 (0.1" y 0.2") de penetración. Ahora si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortara el eje de las abscisas en otro punto (o corregido), en donde se tome un nuevo origen para determinar las presiones que correspondan a 5.08 mm y 2.54 mm.

b) Una vez corregida la curva, de aquí se tomará valores de esfuerzo – penetración para los valores 5.08 mm y 2.54 mm, luego se calcularán los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo la corrección de los esfuerzos

corregidos por los esfuerzos de referencia 6.9 MPa (10001 lb/plg2) y 10.3 MPa (1500lb/plg2) respectivamente, también se multiplica por 100. El reporte de la relación de soporte para el suelo es generalmente la de 0.1" (2.54 mm) de penetración. Si se da el caso que la relación de soporte a 0.2" (5.08 mm) de penetración es mayor, entonces el ensayo se volverá a repetir. Si el ensayo repetido nos brinda un resultado similar, entonces la relación de soporte a emplear será para 0.2" (5.08 mm) de penetración.

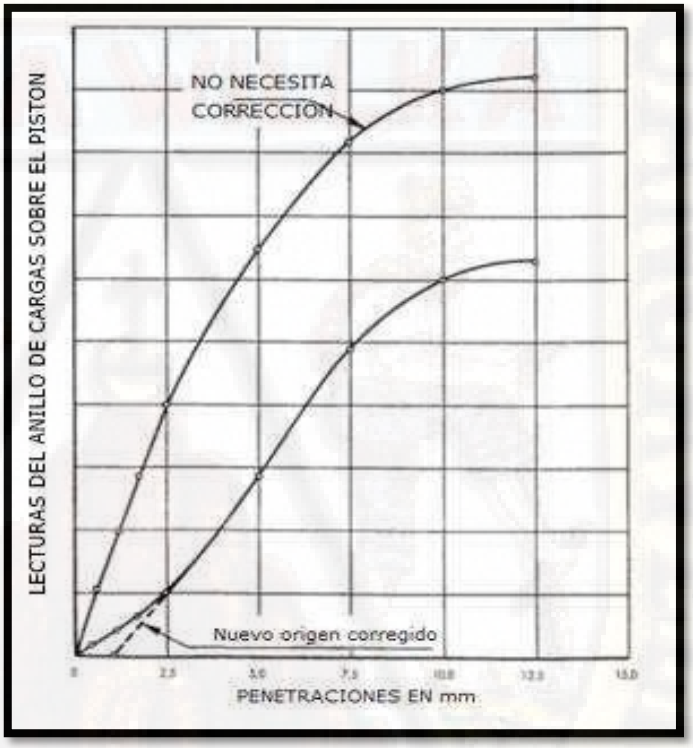


Figura 3. Curva para calcular el valor de CBR.
Fuente: Manual de ensayo de materiales (Ministerio de Tranportes y Comunicaciones, 2016, pág. 260).

ii. INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON:

Los resultados y datos de la prueba que se realizarán serán los siguiente:

- Método empleado para la compactación y preparación de los especímenes.
- Identificación y descripción de la muestra ensayada.
- Humedad cuando se fabrica el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de penetración y saturación.
- Expansión del espécimen.
- Humedad luego de la saturación.
- Densidad máxima y humedad optima determinados de acuerdo a la norma MTC E115.
- Curva penetración-presión.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.)

2.3.2. Suelo

El suelo es definido como el agregado de partículas, no sujeta a ninguna organización. Sin embargo, en realidad son un conjunto con propiedades y organización definida variando vectorialmente. Es conocido que en la dirección vertical las propiedades cambian más rápidamente que en la dirección horizontal. Es sabido que el suelo presenta un perfil siendo un hecho que se hace aplicaciones en abundancia. Para esta investigación el suelo se representa como el material terroso, partiendo del relleno de desperdicio, hasta areniscas cementadas parcialmente o suaves lutitas. Siendo excluidas de la definición de rocas metamórficas, ígneas o sanas y considerando también los depósitos sedimentarios, en donde no se ablanden o desintegren progresivamente por acción de la intemperie. Es necesario mencionar que el agua que contiene juega un papel fundamental en el comportamiento mecánico de los suelos, por lo que se debe considerar como parte integral del suelo (Badillo, 2005).

El principio general del Estudio de Suelos es que las capas más próximas a la superficie deben ser más resistentes y menos deformables de modo que los

esfuerzos de la presión de contacto sean transmitidos en un nivel menor a la capa inferior en cada caso. La transición brusca de rigideces produce la aparición de tensiones que resultan en perdida de contacto entre capas con el consiguiente riesgo de que se acumule agua y produzcan bombeo con el desplazamiento de las cargas en superficie.

2.3.2.1. Subrasante

Es la capa superficial de terreno natural. En la construcción de carreteras analizándolo hasta 0.45 m de espesor, por otro lado, para rehabilitación en los últimos 0.20 m.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0: Subrasante muy pobre CBR < 3%

S1: Subrasante pobre CBR = 3% - 5%

S2: Subrasante regular CBR = 6 - 10%

S3: Subrasante buena CBR = 11 - 19%

S4: Subrasante muy buena CBR > 20%

Se considerarán 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 colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización. La profundidad mínima especificada de esta capa figura en el catálogo de estructuras de capas granulares que se presenta más adelante. Igualmente se estabilizarán las zonas húmedas locales y áreas blandas. Sobre la subrasante natural se colocará una capa de arena de espesor 20cm mínimo y sobre ella, se añadirá una capa de espesor mínimo de 0.30m de material grueso rocoso o de piedras grandes.

La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una subrasante muy buena y buena; a 0.80 m cuando se trate de una subrasante regular; a 1.00 m cuando se trate de una

subrasante pobre y a 1.20 m cuando se trate de una subrasante muy pobre. En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Los subdrenes para proteger la capa del afirmado se proyectarán cuando la subrasante no esté constituida por material permeable y cuando las capas de rodadura no puedan drenar adecuadamente. Los subdrenes quese proyecten para interceptar filtraciones o para rebajar el nivel freático elevado, pueden utilizarse también para drenar el afirmado.

En zonas sobre los 3 500 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Sí la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1,20m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (0,30m – 0,45m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor indicado o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente, los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0,02mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0,02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0,02mm (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, págs. 131-132).

2.3.2.2. Estudio de calicatas

En el presente proyecto para el estudio de suelos se empleó el método de exploración mediante calicatas.

En el presente proyecto el pavimento existente tiene una capa de base gruesa que va a ser mejorada en un espesor en la parte superior para lograr una capa de base.

2.4. Definición de términos

a) **Inmersión.** Consiste en sumergir el material dentro de un preservante en determinado tiempo para que de esta manera la propiedades permanezcan constantes y protegidas (Civilgeek, 2011).

b) **Espécimen.** Es el ejemplar o muestra, generalmente es representativa de una clase de entidades u objetos. Se considera generalmente una representación de la población a la que pertenece (Educalingo, 2005).

c) **Densidad compactada húmeda**. Es la densidad de una muestra de suelo compactado, en donde se determina al dividir la masa húmeda entre el volumen.

d) **Esponjamiento**. Se considera al incremento del volumen que experimenta un suelo cuando se remueve de su estado natural.

e) **Estabilización de mecánica del suelo**. Es el mejoramiento de las propiedades mecánicas y físicas de un suelo empleando procedimientos mecánicos.

f) **Humedad óptima**. Esta expresado en porcentaje y muestra la humedad en donde el suelo sometido a cierta energía de compactación determinada presenta la máxima densidad (CMCS).

g) **Muestra de laboratorio**. Es la mínima cantidad de muestra o material necesario para realizar los ensayos de laboratorio que se requieran.

h) **Trabajabilidad**. Es considera a la propiedad en donde la muestra puede ser distribuida, elaborada, conformada y culminada.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

2.5.2. Hipótesis específicas

- El tipo de material del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.
- El grado de compactación del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.
- El Índice Medio Diario Anual produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

2.6. Variables

Variable independiente:

- CBR del suelo.

Variable dependiente:

- Sobrecarga vehicular.

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Las características mecánicas del suelo se obtendrán después de realizar el ensayo de valor relativo de soporte (CBR), la cual es una medida de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, en condiciones de densidad y humedad controladas cuidadosamente. Este valor de resistencia con respecto al régimen de cargas de repetición impuestas para el tránsito de uso.

La penetración por golpe sirve para obtener el valor de CBR o la resistencia al corte.

Es la carga de vehículos que afectan al pavimento tanto en su acelerado deterioro o en la vida útil del mismo.

2.6.2. Definición operacional de la variable

El ensayo de CBR se realiza con una muestra seleccionada en donde se calculará para 0.1” de penetración y 0.2” de penetración, asimismo se realizará para distintas sobrecargas, de esta manera se podrá especificar los resultados para

distintos casos que se presenten en los suelos de este tramo que se ha tomado en cuenta en la investigación.

2.7. Operacionalización de la variable

Tabla 7 Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento
CBR del suelo	Variable Independiente	Nos permite poder determinar la resistencia al corte del suelo en condiciones húmedas optimas, generalmente se usa para rellenos, o para el diseño de pavimentos.	Se realizará para dos tipos de penetración las cuales son para 0.1" y 0.2" en donde se analizará y especificaran para las distintas sobrecargas que estará expuesta el espécimen o muestra seleccionada.	Grado de compactación	Numero de golpes	• Guía de observación de Laboratorio (Evaluación de proctor modificado y CBR)
				Tipo de material del suelo	Tipo (AASHTO, SUCS, %)	• Guía de observación de laboratorio. (Formato de Evaluación de granulometría, Evaluación de proctor modificado y CBR).
Sobrecarga vehicular	Variable Dependiente	Es la carga de vehículos que afectan al pavimento tanto en su acelerado deterioro o en la vida útil del mismo.	Se tomaran en cuenta vehículos pesados, para verificar si el CBR que presenta actualmente la carretera es adecuado para el pavimento que se tiene.	IMDA (Índice Medio diario anual)	Unidad	Formato para control de tránsito.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

El ámbito de investigación estuvo conformado por la carretera nacional PE-26, específicamente en el tramo: Huancavelica- Plazapata, ubicado en la provincia Huancavelica, región Huancavelica.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada ya que se emplea conceptos ya establecidos y más aún se verifica la calidad de material (CBR) con la que se encuentra actualmente en el afirmado para soportar las cargas vehiculares pesadas y de acuerdo a estos resultados verificar y de esta manera se puede o no proponer un adecuado material para afirmado.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativo, ya que se encarga de buscar la causa – efecto de los hechos. En tal sentido, los estudios del nivel explicativo pueden ocuparse tanto de determinar las causas (investigación post-facto), así como de los efectos (investigación experimental), haciendo uso de la prueba de hipótesis. Sus conclusiones y resultados constituyeron el nivel profundo de conocimientos.

Diseño general:

Experimental.

Diseño específico:

Pre Experimental

GE: O X

G.E. Grupo experimental.

X: Variable independiente

O: Observación (Calicatas y Canteras)

3.4. Población, muestra y muestreo

Población

Según Fracica (1988), menciona que la población es “el conjunto de todos los elementos a las cuales se refiere la investigación, se puede definir también como el conjunto de todas las unidades del muestreo” (pág. 36).

Para Jany (1994), define a la población como “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia o bien, unidad de análisis” (pág. 48).

La población en la presente investigación estuvo conformada por la carretera nacional PE-26, en el tramo de Huancavelica - Plazapata.

Muestra

La muestra se considera una esencia, un subconjunto de la población. Se puede decir que es un subgrupo de elementos pertenecientes a un conjunto definido que representa las características de la población. En realidad, se emplea la muestra, en vista que a veces no es posible medir a toda la población, asimismo de esta manera se pretende verificar que el subconjunto pueda ser un reflejo de toda la población. La mayor parte de las muestras suelen ser representativas, entonces al hacer uso de términos aleatorios o de azar, hacen que el procedimiento sea mecánico guardando relación con la selección de unidades o empleando la probabilidad, sin embargo, no aclara el tipo de muestra ni el procedimiento del muestreo (Hernadez Sampieri, 2014, pág. 175).

La muestra en la investigación estuvo conformada por 06 calicatas (cada 4 Km) y 06 canteras (ya explotadas) en el tramo Huancavelica –Plazapata.

Muestreo

Según Hernández (2014) menciona que esta son dirigidas, en vista que suponen una selección enfocada de acuerdo a lo que demanda la investigación , puede ser empleada en investigaciones cualitativa o cuantitativas, asimismo de selección de muestras para un fin específico. Una ventaja de este muestreo es la utilidad que presenta cuando se realiza estudios que requieren no mucha representatividad, sino más bien una controlada y cuidadosa elección de casos que tienen cierta característica específica, del problema general.

Por lo tanto, la investigación presenta un muestreo no probabilístico intencional, en vista que se extrajeron las muestras de 6 calicatas definidas por los investigadores a cada 4 kilómetros, además se extrajeron muestras de 06 canteras ya explotadas dentro del tramo.

3.5. Instrumentos y técnicas para recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Observación

La técnica empleada en la investigación es la observación estructurada, ya que se manipularán los hechos observados. Además, nuestra investigación se realizará de acuerdo a las normativas, revistas, libros y otros documentos relacionados a la investigación. Asimismo se emplearan información del internet de esta manera se podrá obtener mejores resultados (Valderrama Mendoza, 2002, pág. 194).

3.4.2 Instrumentos

Son considerados los medios materiales empleados por el investigador en el almacenaje y recolección de información. Estos suelen ser formularios, pruebas de conocimientos o escala de actitudes, Likert, Guttman. De mismo modo también pueden ser listas de inventarios, chequeo, cuadernos de campo o formatos de recojo de información para ensayos de laboratorio. Es por eso que se deben

escoger coherentemente los instrumentos empleados en la variable dependiente e independiente.

En la investigación realizada se empleó la guía de observación en donde se almacenaron todas la información y los resultados que intervienen con el proyecto de investigación (Valderrama Mendoza, 2002, pág. 195).

Guía de observación (Formato de ensayos de proctor modificado y Valor de Soporte CBR)

Al realizar la investigación se puede o no emplear un formato, sin embargo, a veces, puede ser necesarios de modo que estos nos ayudaran a poder registrar las anotaciones descriptivas de la observación, además pueden ser interpretativas. De acuerdo se avance la inducción se pueden generar listados elementales que nos ayudaran a realizar muestra investigación, luego de poder analizar el estudio y que elementos intervienen, se proceden a diseñar ciertos formatos de observación (Hernadez Sampieri, 2014, pág. 402).

3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos

3.6.1. Plan de recolección

Para la recolección de datos de la presente investigación se realizaron de la siguiente manera:

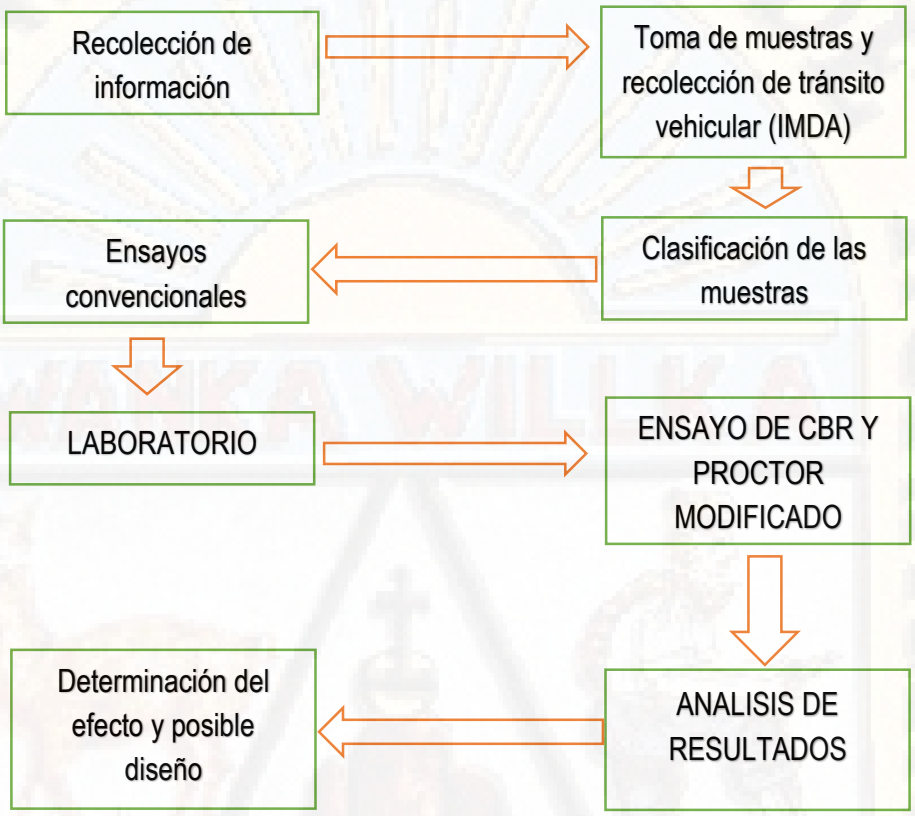
I. Reconocimiento del tramo y el lugar de estudio para desarrollar la presente investigación.

II. Se realizó la recolección de datos de índice medio diario anual para el tramo en estudio. Se realizará la recolección de las muestras que se tomaran a lo largo de la vía para las pruebas de laboratorio.

III. Se clasificó las distintas muestras recolectadas en el sitio. Con las muestras recolectadas en donde se realizaron las pruebas necesarias para realizar la clasificación.

IV. Se realizaron los ensayos de CBR, con los equipos necesarios.

V. Al finalizar se desarrolló el análisis de resultados para establecer, determinar y proponiendo un diseño adecuado para el pavimento en estudio.



3.6.2. Procesamiento de datos

3.6.2.1. Recolección de datos de tránsito y vehículos

Se recolectaron los datos de tránsito del índice medio diario anual, así como los vehículos pesados que transitan sobre este pavimento.

3.6.2.2. Toma de muestras

Se tomaron 06 calicatas y 06 canteras distribuidas a lo largo del tramo: Huancavelica – Plazapata. De esta manera se tendrá óptimos resultados que demanda la investigación.

3.6.2.3. Clasificación de muestras

En la investigación se realizaron la clasificación empleando las normas SUCS y AASHTO. Asimismo, se tomaron en cuenta que los suelos gruesos y finos se distinguen de acuerdo al material que pasa el tamiz #200, por tanto, se consideran partículas gruesas el suelo presenta un mayor de 50% y si el suelo presenta un menor de 50% entonces son considerados como finos.

3.6.2.4. Pruebas convencionales

Se procedió realizar las pruebas convencionales en donde se realizarán los ensayos de proctor y ensayo de Valor de soporte (CBR).

Se tabuló los datos mediante una hoja de cálculo de Excel donde se caracterizará la curva CBR de las diferentes muestras tomada la curva CBR será CBR vs Densidad Seca y Penetración vs Esfuerzo.

CAPÍTULO IV
PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.2.1. Análisis de ruta de estudio

El tráfico vehicular es considerado un importante factor al momento de diseñar los pavimentos, además es caracterizada por ser una variable temporal y espacial. De esta manera, se proyectará el tráfico durante la vida útil del pavimento es necesario tomar estudios o muestras que tengan la mayor certeza posible; siendo de vital importancia reducir el sesgo en los resultados.

En la obtención de resultados representativos es necesario considerar diferentes escenarios que pueden presentarse en el proceso del muestreo. Por esta razón, es importante estudiar la parte afectada por el tránsito y los indicadores los cuales pueden tener efectos en la variación de resultados en los Números de CBR, de un determinado pavimento. Por ejemplo, cuando se determina el pesaje de buses las principales variaciones son el tipo de bus y el número de pasajeros. El tipo de bus formal es dependiente del vehículo, asimismo cuando sea informal, se presenta mayor variabilidad como el conocido: bus camión. Esto afecta el tipo de eje y al peso propio del vehículo.

Además, cabe precisar que, si se consideran a los camiones, estos suelen verse afectados primordialmente de acuerdo a las temporadas. Vale decir, que de acuerdo a distintas épocas del año pueden transitar cierta cantidad de camiones por una determinada carretera, lo que contiene el camión puede tener variación de acuerdo al contenido que estos transportan.

4.2.1.1. Selección de ruta

Se presentaron limitaciones tanto temporales como los recursos acordes al proyecto, el muestreo se realizó solo en un tramo de la carretera nacional del Perú. En la selección de esta ruta se tomó las características de la carretera y los factores

del IMDA. Por lo que de esta manera se optó por tomar la carretera de pavimento afirmado con cierta cantidad de tráfico vehicular representativo y considerable.

Se realizó un conteo vehicular de la ruta, en donde en estos conteos se tomaron el número de IMDA aproximado que transitan por la ruta.

El IMDA de vehículos pesado se consideró como un factor determinante para seleccionar la ruta, la cual forma parte de este estudio, tomándose en cuenta una muestra muy significativa en el análisis, fue importante seleccionar esta ruta por ser nacional. Además, el modelo del vehículo influye o tiene efectos directos en el peso del mismo por lo que se visualizara la causa del efecto sobre el pavimento.

Realizando la obtención del IMDA de la ruta Huancavelica - Plazapata se tomó la información en el año 2019.

4.2.1.2. Tramo vial: Huancavelica – Plazapata

El tramo vial mencionado en anterioridad se ubica dentro de la carretera nacional, PE- .26 iniciándose en el distrito de Izcuchaca (Huancavelica) y recorre, Huando, Huancavelica, santa Inés, Castrovirreyna, Ticrapo, Pampano y Rumichaca. El tramo tomado en cuenta presenta una longitud de 23+653 KM y está conformada por pavimento de afirmado.

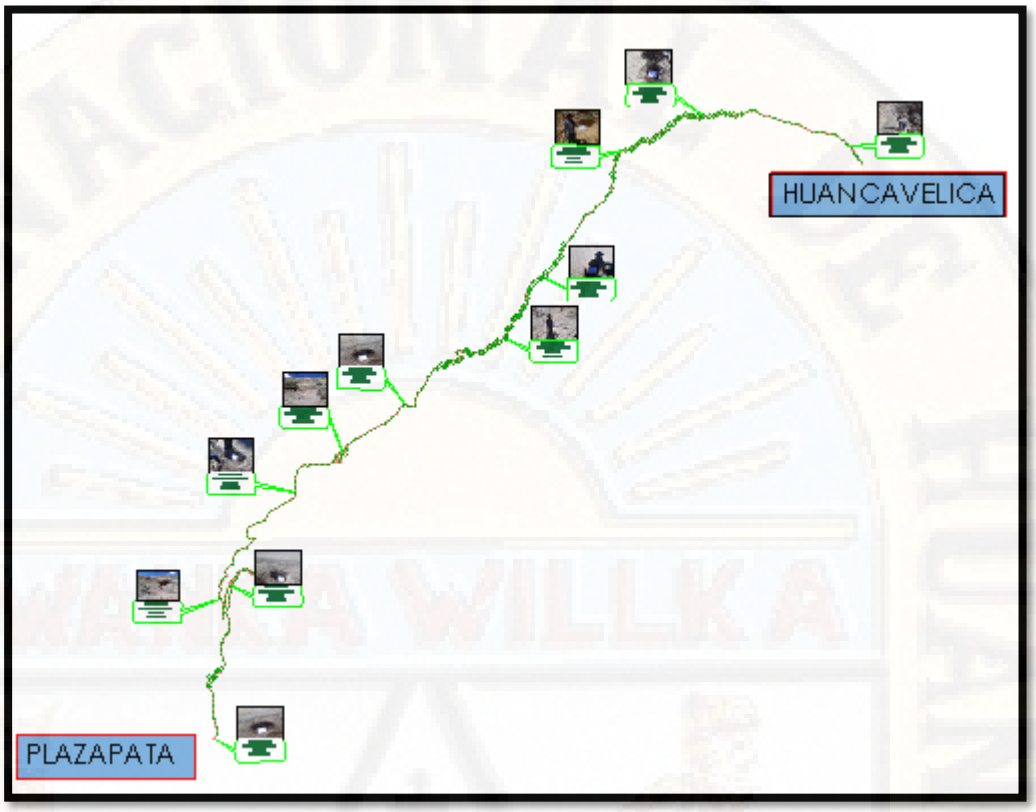


Figure 8. Tramo: Huancavelica - Plazapata.
Fuente: Elaboración propia.

Es sabido que, al día de hoy el Ministerio de transportes a través del Proyecto especial de infraestructura de transporte nacional, Provias Nacional implementó la "Política Nacional del Sector Transportes", el cual se aprobó por Resolución Ministerial N° 817-2006-MTC/09, haciendo terciarizar la Conservación de la Red Vial. También de acuerdo a la encuesta de pesaje y trafico el 2019, se desarrollan cálculos de ejes equivalentes de carga, de acuerdo al Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Con estas premisas se elaboró la tesis con el fin de demostrar el efecto de los vehículos pesados en el CBR del suelo, en el pavimento afirmado.

Para conocer el efecto que produce las sobrecargas vehiculares en el pavimento y específicamente en el CBR, fue necesario analizar el flujo vehicular, el cual se encuentra dentro de la carretera nacional PE-26D, en el tramo Huancavelica – Plazapata, además es necesario tomar encuentra que interviene el marco

económico y social que gira en torno a la carretera, en vista que de esta manera se tendrá una proyección de trafico más acorde a la realidad.

4.2.1.3. Punto de aforo

La ruta seleccionada es Huancavelica – Plazapata, siendo el punto de aforo la salida de Huancavelica a Santa Inés. Vale decir, de donde se tomó el muestreo para vehículos pesados, de la misma manera, este tramo se homogeniza a la demanda.

Esta selección de tramo con respecto a su punto de aforo es adecuada ya que estos resultados son representativos y confiables. Es por eso que se debe seleccionar una ubicación adecuada para que permita un proceso efectivo y ágil. Se seleccionó este punto ya que se presenta mayor transitabilidad de vehículos pesados.

El tramo tomado es principalmente por las entradas y salidas que se presenta, los cuales están de acuerdo al comportamiento de viajes que realizan los usuarios. Se realizan encuestas destino origen por un tiempo de 24 horas en la estación tomada realizándose el conteo de tráfico y clasificación vehicular. Asimismo, se recolecta información de presión de llantas, factores de carril y factores de carga, haciendo que el número de ejes equivalentes de 8.2 Ton. El número de repeticiones (EE) en la composición del tráfico y el periodo de diseño.

A continuación, en la tabla se muestra la ubicación de tramo de estudio, de la misma manera el punto de aforo.

Tabla 8. Estación y tramo de carretera.

ESTACION DE CONTEO			
CÓDIGO ESTACION	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	TRAMO	
		INICIO	FIN
E-01	SALIDA HUANCAVELICA - SANTA INES	HUANCAVELICA	PLAZAPATA

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se muestra la ubicación de la estación mencionada en anterioridad en un mapa. Asimismo, se observa el tramo en estudio con su respectivo nombre, apreciándose en las siguientes figuras.

A continuación, se describe la estación asignada, se resalta la ubicación y algunas características.

ESTACIÓN SALIDA HUANCAVELICA - SANTA ÍNES

Se encuentra ubicado en el Km 108 + 000 de la carretera 26D, en la dirección Huancavelica - Santa Inés. Tiene como origen Huancavelica y fin de tramo Plazapata. En este aforo se realizó el conteo de tráfico para determinar el IMDA.

4.2.1.4. Conteo vehicular

Para esta tesis se ha calculado los IMDA del año 2019, de acuerdo al conteo y encuestas realizadas, la información detallada se muestra posteriormente.

En vista que los conteos realizados fueron manuales, los cuales no se realizaron por periodos largos, como un mes. Además, por el mismo hecho trafico iene variaciones en el tiempo, se tomó un factor de corrección temporal.

Una vez obtenido el resultado del volumen promedio de tránsito por tipo de vehículo, sentido y hora, se procedió a calcular la variación horaria, clasificación vehicular, Índice Medio Diario Semanal (IMDs) y el Índice Medio Diario Anual (IMDa). Cabe resaltar que los dos ultimo índices mencionado se calculan de acuerdo a lo siguiente:

$$IMD_A = FC\ x\ IMD_S$$

Donde:

IMD_S : Volumen clasificado promedio de la semana.

FC : Factor de corrección estacional.

IMD_A : Índice Medio Diario Anual

Existe una importancia cuando los factores de corrección estacionales tienen valores con finalidad de eliminar variaciones del comportamiento del tránsito a lo largo de un año. Normalmente se determinan de acuerdo a partir de las estaciones de continuo conteo. De la misma manera fue necesario incluir épocas escolares, fiestas nacionales y otros eventos que se presenta anualmente o periódicamente.

Los factores de corrección estacional se calcularon de acuerdo a cierta serie histórica anual completa de los últimos diez años. No obstante, es conveniente para el estudio tomar en cuenta los años inmediatos, en los cuales la información es completa y detallada de acuerdo a la Red Vial Nacional.

En la presente investigación se tomó en cuenta el factor de corrección estacional (FC) se consideró el volumen vehicular obtenida de las estaciones próximas. En este tramo se tomó como estación la salida de Huancavelica – Plazapata.

Posteriormente se determinó el IMDA como el producto del Índice Medio Diario por el factor de Corrección Estacional para el periodo mensual. La siguiente tabla muestra el factor de corrección obtenido para distintas unidades de conteo, dependiendo del vehículo que puede ser ligero o pesado.

Una vez hallada el IMD_S, el cual presenta efecto por el factor de corrección mensual (FC), presentado en la anterior tabla, obteniéndose el IMD_A. este valor es calculado para la estación tomada, mostrándose en la siguiente tabla.

Tabla 9. Factor de corrección estacional.

Unidad de conteo	Factor de Corrección	
	V. Ligeros	V. Pesados
Salida Huancavelica - Santa Ines	0.897472966	0.921131218

Fuente: (MTC, Manual de Geotecnia, Suelos y Pavimentos 2014).

Tabla 10. Factores de distribución direccional y de carril.

Factores de distribución direccional y de carril					
NUMERO DE CALZADAS	NUMERO DE SENTIDOS	NUMERO DE CARRILES DE SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR PONDERADO Fd xFc para carril

1 Calzada (para IMDa total de la calzada	**2 sentidos**	**1**	**0.50**	**1.00**	**0.50**

Fuente: (MTC, Manual de Geotecnia, Suelos y Pavimentos 2014).

Una vez obtenido el IMDs, el cual viene afectado por el factor de corrección mensual (FC), mostrado en la tabla 09 de estos datos brindado se obtendrá el IMDa, este valor viene a ser calculado en la estación de estudio, mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 11. Tráfico vehicular en dos sentidos por día, aplicando el factor de corrección.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehícular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMDS	FC	IMDa
	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	SEMANA			
Automovil	264	331	266	330	270	161	172	1794	257	0.89747297	231
Camioneta	61	111	121	107	67	83	94	644	92	0.89747297	83
Camioneta Rural	39	98	72	85	47	47	52	440	63	0.89747297	57
Micro	0	3	3	3	0	1	0	10	2	0.89747297	2
Bus Grande	19	48	5	39	28	26	26	191	28	0.89747297	25
Camión 2E	50	30	49	82	49	49	84	393	57	0.92113122	53
Camión 3E	16	6	0	6	19	7	11	65	10	0.92113122	9
Semitrayler	0	4	8	4	2	4	3	25	4	0.92113122	4
Trayler	0	4	1	2	2	11	0	20	3	0.92113122	3
TOTAL	**449**	**631**	**524**	**656**	**482**	**378**	**442**	**3562**	**513**		**467**

Fuente: elaboración propia

Al hallar el tráfico diario se muestra que en los días hay mayor cantidad de vehículos ligeros sin embargo también se presentan vehículos pesado los cuales son los mayores causantes del deterior de pavimento por la carga que ejercen en el pavimento.

Tabla 12. IMDA por estación.

CODIGO ESTACIÓN	TRAMO		IMDA
	INICIO	FIN	
E-01	**HUANCAVELICA**	**PLAZAPATA**	**467**

Fuente: Elaboración propia.

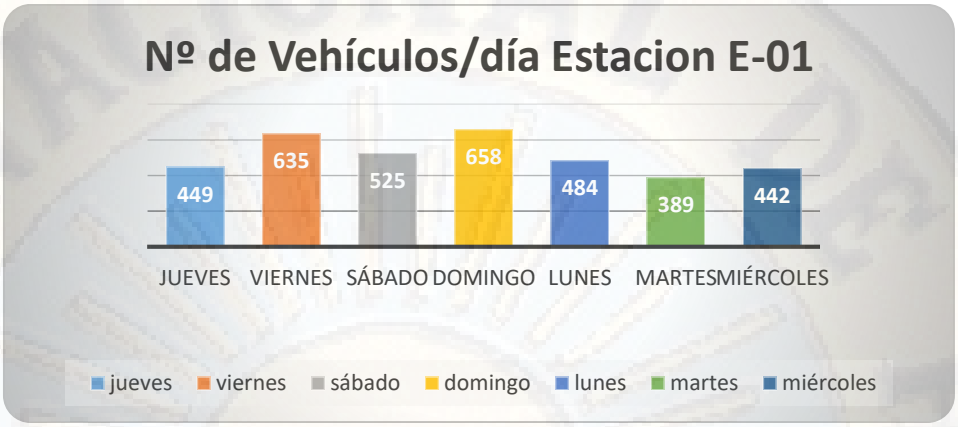
En seguida, se muestran información más relevante de la estación tomada en el conteo. En sentido que las estaciones se muestran en una tabla con la cantidad de vehículos promedio en la semana de encuestas clasificado por dirección y tipo de vehículo; un diagrama de barras del IMD obtenido por los días de la semana conociendo el día de mayor tráfico, además, un gráfico de dispersión con la cantidad de vehículos por hora del día mas cargado. Todas las informaciones mencionadas se aprecian en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 13. IMD en dos sentidos E-01

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	231	49.46
Camioneta	83	17.77
Camioneta Rural	57	12.21
Micro	2	0.43
Bus Grande	25	5.35
Camión 2E	53	11.35
Camión 3E	9	1.93
Semitrayler	4	0.86
Trayler	3	0.64
IMD	**467**	**98.50**

Fuente: Elaboración propia.

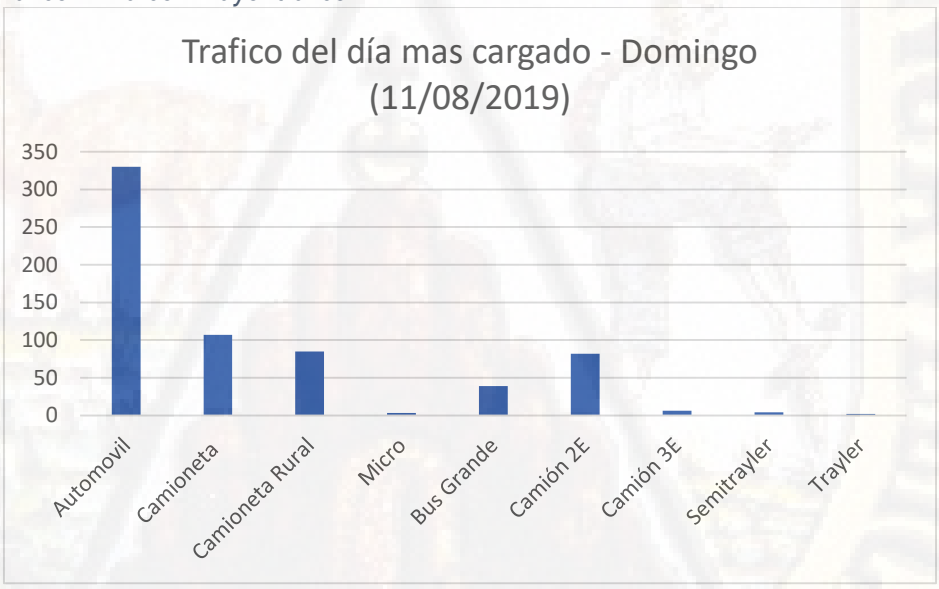
Gráfico 1. IMD semanal.



Fuente: Elaboración propia.

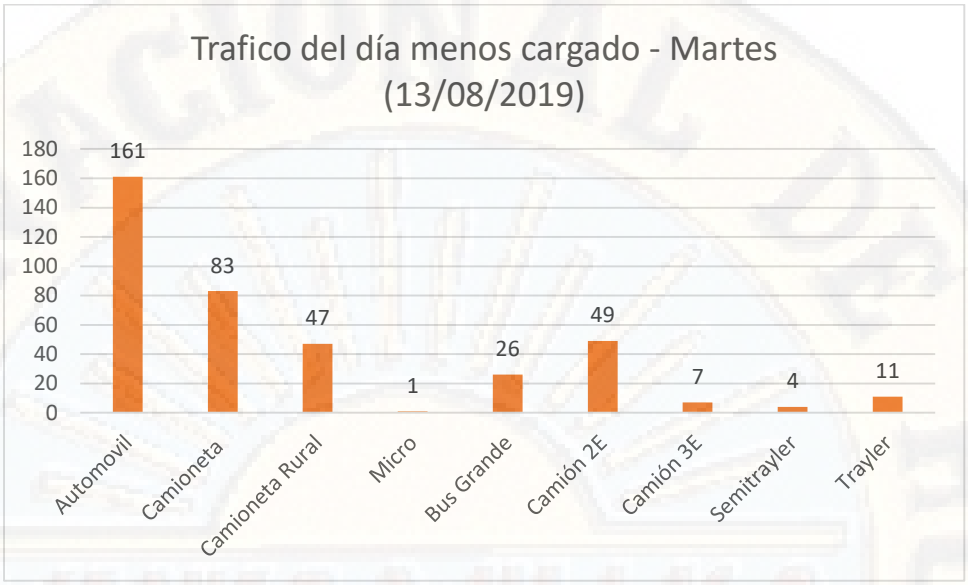
El mayor volumen de tráfico por día en este tramo, se presenta el día domingo con 658 vehículos, y el día de menor tráfico fue el día martes.

Gráfico 2.Día con mayor tráfico.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3.Día con menor tráfico.



Fuente: Elaboración propia.

El mayor volumen de tráfico por día en este tramo, se presenta el día domingo como se observa en el gráfico 1. con 658 vehículos, de los cuales el 79.33 % corresponde a vehículos ligeros, y el 20.67 % a vehículos pesados. El día de menor volumen de tráfico es el martes con 389 vehículos como se observa en el gráfico 2, de los cuales el 74.81 % son vehículos ligeros, y el 25.19 % a vehículos pesados.

Gráfico 4. Tráfico Horario del día más cargado.

Fuente: Elaboración propia.

El grafico muestra que la variación horaria semanal del día más cargado fue el día domingo en el cual entre las 07 y las 11; las 14 y 18 horas se presenta el mayor volumen de tráfico y el menor volumen desde las 23:00 horas hasta las 04 horas del día siguiente.

4.2.1.5. Composición vehicular

La composición vehicular viene determinada de acuerdo a encuestas y conteos en las estaciones. A continuación, presentándose los flujogramas del IMDA de la estación en estudio, presentado de la siguiente manera:

4.2.1.6. Flujograma del IMDA: estación E-01

EL tramo Huancavelica – Plazapata (E-01) presenta un flujo vehicular compuesto por 48.43 % de automóvil, seguido de 17.40 % de camionetas, 11.95 % Micro, 6.08 % de Bus grande, 6.08 % Camion de dos ejes, 11.11 % de camión de tres ejes, 1.06 % de Semitrayler y 1.47 % de Trayler, siendo la mayor incidencia se presenta en los vehículos 3S3.

4.2.1.7. Demanda de transporte

La proyección del tráfico está comprendida por distintos tipos de trafico de acuerdo a la naturaleza: trafico desviado, tráfico generado y trafico normal. El transito normal está representado por la circulación sobre la vía y su crecimiento es independiente de la realización del proyecto. El trafico dado está considerado como el producto del mejoramiento de una carretera, el cual no se presentaría si no se mejora la vía, ya que viene a ser efecto directo de la ejecución del proyecto. Además, el transito desviado se emplea en otras rutas, sin embargo, mantiene el origen y destino, lo cual es atraído por la vía mejorada, por cierto, criterio de reducción de costos.

Es sabido que actualmente hay muchas metodologías en la proyección del tránsito de vehículos, escases de información hace difícil su aplicación. Por lo que, es posible aplicar la siguiente formula:

$$T_{Tn} = T_o(1 + R_T)^n$$

En donde:

T_{Tn}: Tráfico en el tramo T, en el año n.

T_o: Tráfico en el tramo T, en el año base.

R_T: Tasa de generación de viajes.

n : Tiempo en años.

4.2.1.8. Proyección de trafico normal

En la proyección del futuro tráfico es importante determinar la tasa de crecimiento, que normalmente viene relacionada con las tasas de crecimiento poblacional (variables explicativas de trafico).

Como no se presentan una histórica serie de tráfico, para estimar el crecimiento futuro se realiza en base a índice como: Valor Agregado Bruto (VAB), el VAB per cápita y la población de los departamentos en donde interviene en el trasporte de un lugar a otro.

La tasa de crecimiento anual, del volumen de tráfico se calcularon de acuerdo a lo siguiente:

Para vehículos ligeros y ómnibus:

$$\boldsymbol{r_{vp} = (1 + r_{VAB} \times E_{vp})(1 + r_h) - 1}$$

Donde:

$\boldsymbol{r_{vp}}$ **:** Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico de Vehículos de Pasajeros.

$\boldsymbol{r_{VAB}}$**:** Tasa de Crecimiento Anual del VAB Per Cápita.

$\boldsymbol{r_h}$ **:** Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

$\boldsymbol{E_{vp}}$ **:** Elasticidad de la Demanda de Tráfico de Vehículos de Pasajeros con relación al VAB Per Cápita.

Para vehículos de carga:

$$r_{vp} = r_{VAB} \times E_{vc}$$

Donde:

r_{vp} **:** Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico de Vehículos de carga.

r_{VAB}**:** Tasa de Crecimiento Anual del VAB.

E_{vc} **:** Elasticidad de la demanda de Tráfico de Velocidades de Carga.

Tasa de crecimiento del valor agregado

El Instituto Superior de Estadística e Informática (INEI) calculó Valores Agregados Brutos (VAB) en soles constantes en periodos de años comprendidos por intervalos de distintos años. En la siguiente tabla se muestra el VAB de los departamentos que presentan influencia en la carretera en estudio.

Las tasas de crecimiento del VAB calculadas por región se muestran en la siguiente tabla. Este factor es importante para determinar los factores de crecimiento de vehículos ligeros y de carga.

4.2.1.9. Encuesta origen - destino

Esta encuesta tiene como objetivo identificar las características del tráfico en el tramo: Huancavelica – Plazapata, como: Tipo de vehículo, marcas y modelos, tipo de carga, origen y destino de la carga y de los pasajeros. Se realizó en la estación (E-01), para realizar las encuestas origen/destino, de agosto del 2019.

La información obtenida de la encuesta O/D fue procesada y los resultados son las matrices origen – destino por tipo de vehículo, donde se consideró las localidades más representativas identificadas como generadoras o receptoras de los flujos de tráfico. Así mismo se identificó los motivos de viaje de los pasajeros y la Ocupabilidad de los vehículos de pasajeros.

4.2.1.10. Factores de equivalencia de carga

a) Factores de carga

Para hallar los factores de carga y los factores destructivos se utilizó la información recopilada en campo. El peso de cada eje ha sido tomado en kilos, diferenciados por tipos de vehículos: buses, camiones de 2 y 3 ejes, semi tráiler y tráiler, y teniendo en cuenta la composición de los ejes en cada uno de ellos (ejes simples, dobles o tándem, ejes triples o tridem).

Cabe señalar que los factores de carga, se ha complementado con los FEC según el Reglamento del MTC. Para los vehículos donde los factores obtenidos en campo resultan más altos, a los factores que figuran en el Reglamento, se utiliza los del MTC.

b) Calculo de los EAL (equivalent axel load)

Para el cálculo de los EAL se utilizó la siguiente información:

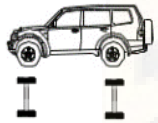
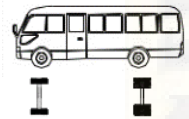
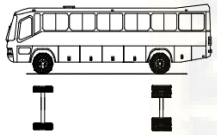
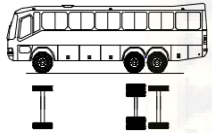
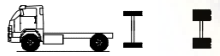
i. Año base para el cálculo de los ejes equivalentes: 2019, año del conteo volumétrico de vehículos de la Tramo Emp. PE 3S – Huancavelica – Plazapata, y la proyección es para 10 años.

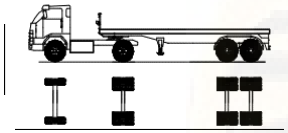
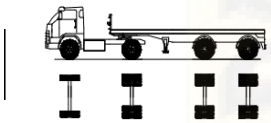
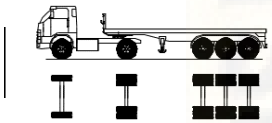
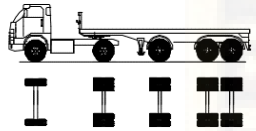
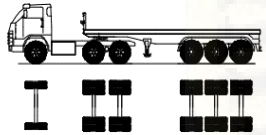
ii. El factor de crecimiento de los ejes equivalentes, que corresponde a las tasas de crecimiento del tráfico de vehículos pesados (camiones y buses). Se aplica la siguiente fórmula: $factor\ de\ crecimiento = \frac{[(1+r)\ n-1]}{r}$; donde r = tasa crecimiento y n = número de años.

iii. El EAL se obtiene: multiplicando el número de vehículos de cada clase por 365 días del año, por la tasa de crecimiento anual, por el factor de carga correspondiente y luego se suma todos estos productos.

iv. Según la metodología adoptada, se incluye el Factor Presión de inflado de los neumáticos, el cual se calcula de un Abaco de presión obtenida en el campo, multiplicarla por 0.9, entrando con la presión de contacto hasta la línea de un espesor de asfalto de 5 inch, que es el más usado y llegando hasta el eje vertical que indica el Factor Presión.

Tabla 14. Factores de eje equivalente y ESAL, tramo: Huancavelica - Plazapata.

VEHICULO			FACTORES DE EJE EQUIVALENTE										
TIPO	VEHICULO	IMDs	EJE DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJE N° 04	F.E.E.	FD	FC	AÑO	Fca	ESAL
VHL1_		411	0.00053	0.00053				0.0011	51.355%	1	365	10.85	881
VHL2_		1	0.00843	0.05662				0.0651	50.000%	1	365	10.85	129
B2_		17	1.26537	3.23829				4.5037	55.372%	1	365	10.85	167892
B3_1		10	1.26537	1.36594				2.6313	50.000%	1	365	10.85	52104
_C2		56	1.26537	3.23829				4.5037	52.163%	1	365	12.288	590059
_C3		9	1.26537	2.01921				3.2846	52.308%	1	365	12.288	69354

T2S2		0.14285714	1.26537	3.23829	2.01921			6.5229	57.143%	1	365	12.288	2388
T2Se2		0.28571429	1.26537	3.23829	3.23829	3.23829		10.9802	54.545%	1	365	12.288	7675
T2S3		0.28571429	1.26537	3.23829	1.70603			6.2097	50.000%	1	365	12.288	3979
T2Se3		0.14285714	1.26537	3.23829	3.23829	2.01921		9.7612	66.667%	1	365	12.288	4170
T3Se3		0.14285714	1.26537	2.01921	3.23829	2.01921		8.5421	50.000%	1	365	12.288	2737
												ESAL =	**9.01E+05**

Fuente: Elaboración propia.

De los ejes equivalentes mostrados en la Tabla 14, los vehículos pesados u específicamente el trayler, semitrayles y los camiones, se han diseñado para un periodo de 10 años.

El camino no pavimentado mostrado solo puede llegar a cabo hasta los 300000 EE, sin embargo, en la investigación realizada se ha obtenido que el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente de 8.2 tn en el carril de diseño es de 9.01E+05. Lo cual hace ver que este afirmado tiene que ser pavimentado flexible, semirrígido y rígido esto de acuerdo al Manual de carretera Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), aun así se obtuvo un buen material para afirmado que sobrepasa el 20% en varios puntos como pueden ser en las calicatas: 01, 04, 05 siendo las progresivas 23+630, 11+824 y 7+.771 respectivamente, además se han encontrado que la cantera 05 posee un CBR de diseño de 44.10 % lo cual puede servir para la subrasante ya sea para el afirmado o para una posterior, para cuando se requiera construir un pavimento flexible.

4.2.2. Efecto de la sobrecarga en el CBR del pavimento de afirmado

4.2.2.1. Clasificación de suelos

En la presente investigación se ha realizado el análisis granulométrico de las 6 canteras y 6 calicatas las cuales están ubicadas a lo largo de la carretera afirmada, tramo Huancavelica – Plazapata.

Los diferentes tipos de suelos se definen por el tamaño de las partículas. Permanentemente se encuentran en combinación de dos o más tipos de suelos distintos, como, por ejemplo: gravas, limo, arcilla, limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayo en la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales es el sistema de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbológicos. Asimismo, el sistema de Construcción de Carreteras AASHTO, es también empleado de manera general.

Los suelos pueden ser clasificados en grupos grandes, pueden ser de grano grueso, rocoso o gran fino, no granular o granular y cohesivo.

Tabla 15. Clasificación de suelos para canteras y calicatas.

CALICATAS	PROGRESIVA	UTM ESTE	UTM NORTE	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
C-01	23+630	489248	8576635	0.00 – 1.50	SP	A-2-6 (0)
C-02	19+485	489481	8579351	0.00 – 1.50	SW	A-2-6 (0)
C-03	15+634	490685	8581002	0.00 – 1.50	SP	A-1-a (0)
C-04	11+824	492659	8592570	0.00 – 1.50	SP	A-2-4 (0)
C-05	7+771	495075	8584867	0.00 – 1.50	GP	A-2-4 (0)
C-06	3+188	497536	8587717	0.00 – 1.50	SP	A-2-4 (0)
CANTERAS	PROGRESIVA	UTM ESTE	UTM NORTE	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
CA-01	23+630	489264	8576596	0.00 – 1.50	GP	A-1-a (0)
CA-02	18+480	489343	8579090	0.00 – 1.50	SP	A-2-4 (0)
CA-03	13+665	491645	8581863	0.00 – 1.50	SP	A-2-4 (0)
CA-04	11+830	492649	8582557	0.00 – 1.50	SP	A-2-5 (0)
CA-05	4+946	495498	8585408	0.00 – 1.50	GW	A-2-6 (0)
CA-06	0+410	497972	8587729	0.00 – 1.50	SW	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia.

Con se puede observar en la tabla 14, en C-01, C-03, C-04, C-06, CA-02, CA-03 Y CA-04, el suelo está conformado por el tipo SP, los cuales son arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino, en tanto C-02 y CA-06, es una subrasante conformado por un suelo del tipo SW, el cual es arena bien gradada, arena gravosa, pocos o ningún fino, además en la calicata C-05 y cantera CA-01, se encuentra un suelo de tipo GP, el cual es un suelo que contiene grava pobremente gradada, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino. Asimismo, en CA-05 se presenta un tipo de suelo GW, el cual es grava bien gradada, mezcla gravosa, poco o ningún fino.

Se puede considerar que el suelo tanto en canteras y calicatas son bastante buenos para diseñar un afirmado esto de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

4.2.2.2. *Índice de plasticidad, limite plástico y limite liquido*

Tabla 16. Índice de plasticidad, limite líquido y límite plástico.

N° ENSAYO	MUESTRA	(%) DE FINOS	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
01	CALICATA 01	0.14	37.17	27.06	10.11
02	CALICATA 02	0.11	36.85	25.31	11.54
03	CALICATA 03	0.09	28.00	22.85	5.15
04	CALICATA 04	0.24	27.26	20.82	6.44
05	CALICATA 05	0.10	29.91	22.26	7.65
06	CALICATA 06	0.33	32.72	24.68	8.04
07	CANTERA 01	0.06	30.67	25.08	5.59
08	CANTERA 02	0.41	34.84	26.98	7.86
09	CANTERA 03	0.19	32.96	26.38	6.58
10	CANTERA 04	0.07	42.58	34.29	8.29
11	CANTERA 05	0.06	36.62	26.57	10.05
12	CANTERA 06	0.10	33.41	25.27	8.14

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 15, la calicata 02 presenta el mayor índice de plasticidad con un valor de 11.54%, además el menor valor de plasticidad de las muestras se encuentra en la calicata 03 con un valor de 5.15%.

4.2.2.3. *Ensayo de proctor modificado*

Tabla 17. Proctor modificado.

Nº	Muestra Nº	Proctor Modificado	
		Humedad Optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)
01	C-01	7.43	2.01
02	C-02	4.73	1.97
03	C-03	4.34	2.07

04	C-04	5.41	2.13
05	C-05	4.19	2.05
06	C-06	10.36	1.88
07	CA-01	6.16	2.00
08	CA-02	6.09	1.94
09	CA-03	5.95	1.98
10	CA-04	11.97	1.85
11	CA-05	7.40	1.93
12	CA-06	9.45	2.05

Fuente: Elaboración propia.

En las muestras se observa que en la calicata 04 se encuentra el mayor valor de la densidad máxima seca con un valor de 2.13 gr/cm3, ahora en las canteras en CA-06 se observa un mayor valor con una densidad seca máxima de 2.05 gr/cm3, asimismo la en la cantera- 04 (CA-04) la humedad optima es 11.97% y la menor humedad optima se encuentra en la calicata – 05 (C-05).

4.2.2.4. Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)

Tabla 18. Ensayos de CBR a los 12 golpes.

N° Ensayo	Muestra	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	Penetración de 0.1" CBR (100%)	Penetración de 0.2" CBR (100%)
01	CALICATA 01	1.998	***13.50%***	***14.40%***
02	CALICATA 02	1.785	***6.90%***	***7.30%***
03	CALICATA 03	1.939	***10.00%***	***10.00%***
04	CALICATA 04	1.998	***8.30%***	***12.30%***
05	CALICATA 05	2.069	***14.40%***	***17.80%***
06	CALICATA 06	1.892	***6.60%***	***8.70%***
07	CANTERA 01	1.996	***17.10%***	***20.20%***
08	CANTERA 02	1.856	***9.00%***	***11.10%***
09	CANTERA 03	1.920	***20.10%***	***21.00%***
10	CANTERA 04	1.779	***5.40%***	***7.00%***
11	CANTERA 05	1.925	***21.70%***	***22.00%***
12	CANTERA 06	2.034	***14.10%***	***15.20%***

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 se observa valores de CBR para doce golpes en el cual la cantera 03 se encuentra el mayor valor con 21.70 % para una de penetración de 0.1" con una densidad máxima seca de 1.925 gr/cm3, además se encuentra un valor de 22.00 % para una penetración de 0.2". Por otro lado, el menor valor de CBR se presenta en la cantera 04 siendo el valor 5.40% para una penetración de 0.1" con una densidad máxima seca de 1.779 gr/cm3, asimismo para una penetración de 0.2" el valor del CBR es 7.00%.

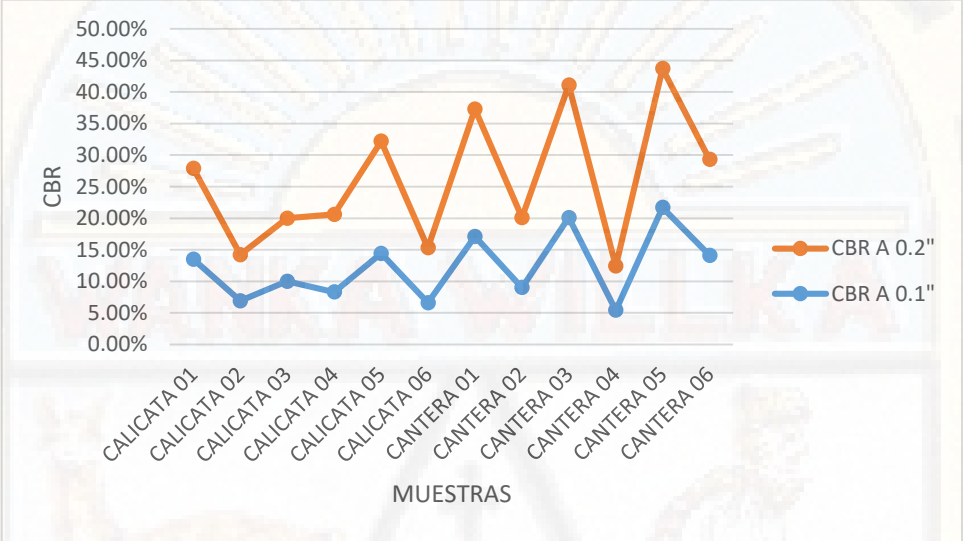


Gráfico 5. CBR a 0.1" y 0.2" de las muestras sin estabilizar – 12 golpes.

.

Como se puede observar en el gráfico 6, todos los valores CBR a 0.1" son menores con respecto al CBR a 0.2" por lo que los ensayos son correctos, además se observa que para doce golpes se presenta menores valores de CBR, y por ende el suelo a esta cantidad de golpes se encuentran vulnerables al deterioro, corte, bacheo e inadecuado pavimentación cuando se lleva a la construcción del mismo.

Tabla 19. Ensayos de CBR a los 25 golpes.

N° Ensayo	Muestra	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	Penetración de 0.1" CBR (100%)	Penetración de 0.2" CBR (100%)
01	CALICATA 01	2.067	***29.00%***	***28.60%***
02	CALICATA 02	1.918	***20.70%***	***22.80%***
03	CALICATA 03	2.011	***20.90%***	***25.90%***
04	CALICATA 04	2.083	***33.00%***	***47.50%***

05	CALICATA 05	2.153	***54.40%***	***61.40%***
06	CALICATA 06	2.009	***24.00%***	***26.90%***
07	CANTERA 01	2.071	***40.80%***	***50.30%***
08	CANTERA 02	1.963	***26.30%***	***30.60%***
09	CANTERA 03	1.996	***35.00%***	***38.70%***
10	CANTERA 04	1.824	***8.50%***	***8.90%***
11	CANTERA 05	2.024	***52.10%***	***57.80%***
12	CANTERA 06	2.159	***39.50%***	***47.20%***

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se observa valores de CBR para veinticinco golpes en el cual la calicata 05 se encuentra el mayor valor con 54.40 % para una de penetración de 0.1" con una densidad máxima seca de 2.153 gr/cm3, además se encuentra un valor de 61.40 % para una penetración de 0.2". Por otro lado, el menor valor de CBR se presenta en la cantera 04 siendo el valor 8.50% para una penetración de 0.1" con una densidad máxima seca de 1.824 gr/cm3, asimismo para una penetración de 0.2" el valor del CBR es 8.90%.

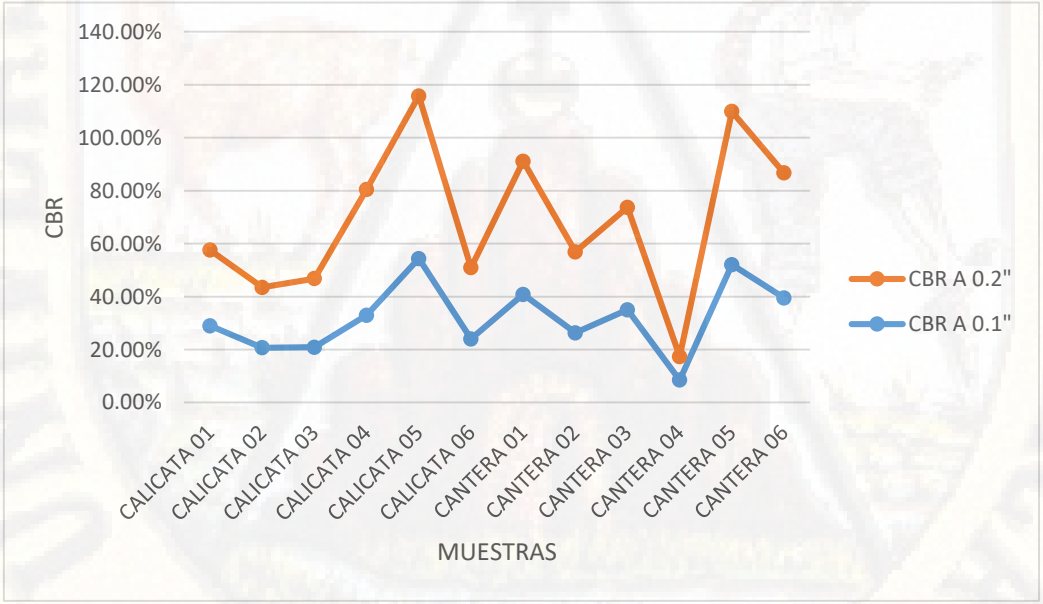


Gráfico 6. CBR a 0.1" y 0.2" de las muestras sin estabilizar – 25 golpes.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico 7, todos los valores CBR a 0.1" son menores con respecto al CBR a 0.2" por lo que los ensayos son correctos, además se observa que para veinticinco golpes se presenta menores valores de CBR, y por ende el suelo a esta cantidad de golpes se encuentran vulnerables al deterioro, corte, bacheo e inadecuado pavimentación cuando se lleva a la construcción del mismo.

Tabla 20. Ensayos de CBR a los 56 golpes.

N° Ensayo	Muestra	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	Penetración de 0.1" CBR (100%)	Penetración de 0.2" CBR (100%)
01	CALICATA 01	2.159	***46.60%***	***49.80%***
02	CALICATA 02	1.993	***49.90%***	***60.90%***
03	CALICATA 03	2.107	***71.90%***	***80.40%***
04	CALICATA 04	2.213	***106.10%***	***151.80%***
05	CALICATA 05	2.234	***92.80%***	***104.20%***
06	CALICATA 06	2.071	***38.00%***	***45.90%***
07	CANTERA 01	2.154	***86.10%***	***104.00%***
08	CANTERA 02	2.083	***71.50%***	***95.00%***
09	CANTERA 03	2.085	***88.90%***	***97.50%***
10	CANTERA 04	1.993	***28.00%***	***37.10%***
11	CANTERA 05	2.102	***71.50%***	***90.60%***
12	CANTERA 06	2.227	***89.80%***	***108.80%***

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se observa valores de CBR para cincuenta y seis golpes en el cual la calicata 04 se encuentra el mayor valor con 106.10 % para una de penetración de 0.1" con una densidad máxima seca de 2.213 gr/cm3, además se encuentra un valor de 151.80 % para una penetración de 0.2". Por otro lado, el menor valor de CBR se presenta en la cantera 04 siendo el valor 28.00 % para una penetración de 0.1" con una densidad máxima seca de 1.993 gr/cm3, asimismo para una penetración de 0.2" el valor del CBR es 37.10%.

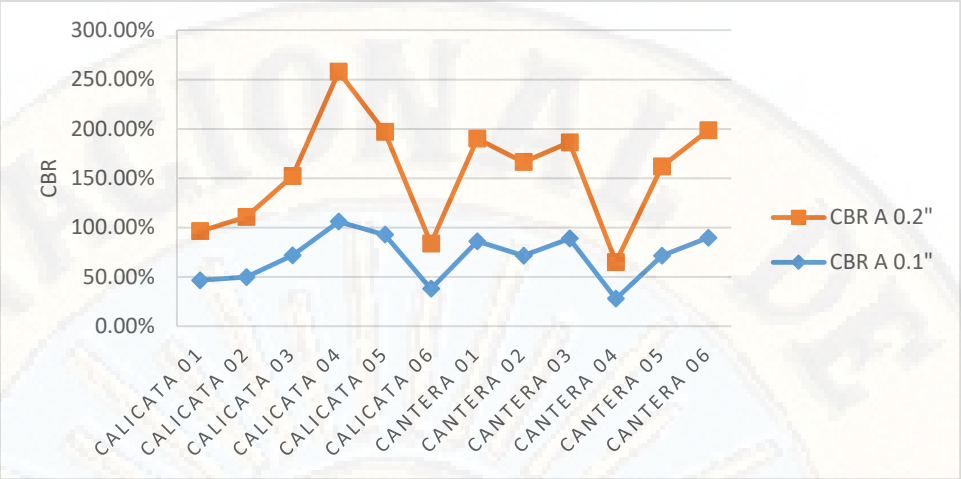


Gráfico 7. CBR a 0.1" y 0.2" de las muestras sin estabilizar – 56 golpes. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico 8, todos los valores CBR a 0.1" son menores con respecto al CBR a 0.2" por lo que los ensayos son correctos, además se observa que para cincuenta y seis golpes se presenta menores valores de CBR, y por ende el suelo a esta cantidad de golpes se encuentran vulnerables al deterioro, corte, bacheo e inadecuado pavimentación cuando se lleva a la construcción del mismo.

Tabla 21. Valores de CBR de diseño al 95%.

Muestra	Densidad Máxima seca al 95% (gr/cm3)	Penetración de 0.1" CBR (95%)
CALICATA 01	2.051	***25.30%***
CALICATA 02	1.893	***16.20%***
CALICATA 03	2.001	***17.80%***
CALICATA 04	2.102	***41.10%***
CALICATA 05	2.122	***39.50%***
CALICATA 06	1.967	***17.20%***
CANTERA 01	2.046	***31.50%***
CANTERA 02	1.979	***31.20%***
CANTERA 03	1.981	***29.90%***
CANTERA 04	1.894	***16.30%***
CANTERA 05	1.996	***44.10%***
CANTERA 06	2.115	***27.90%***

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la normativa MTC E-132 para el diseño de CBR esta se debe ser realizada al 95 %, esto viene mostrada en la tabla 21, se muestra el CBR de diseño, en donde para las canteras evaluadas solo la cantera 05 cumple ya que el CBR al 95% es mayor al 40% como menciona en la norma mencionada anteriormente.

Ahora para que las calicatas cumplan con el CBR mínimo de acuerdo a la norma MTC E 132 esta tiene que ser mayor a 20%, en el cual solo cumplen las calicatas: 01, 04 y 05 siendo sus valores 25.30 %, 41.10 % y 39.50 % respectivamente.

Además, se ha evidenciado como se observa en las fotografías mostradas en los anexos que la compactación a simple vista del material encontrada en la carretera no se ha realizado un proceso constructivo adecuado por ende se ha realizado a menor compactación a la cual se debería realizar de acuerdo a norma, esto hizo que la carga vehicular pesada que cada vez se encuentra en aumento la deteriore con facilidad.

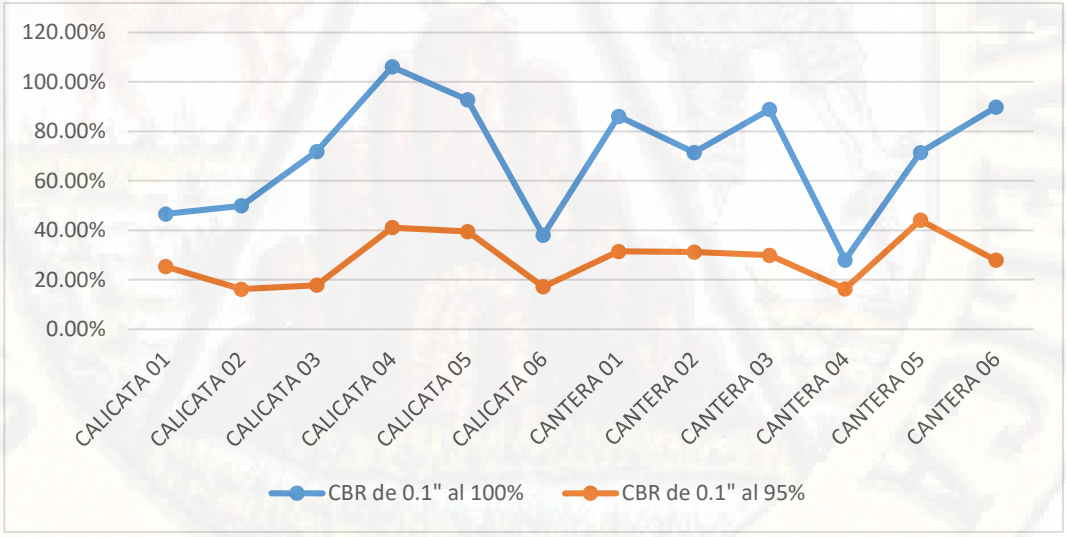


Gráfico 8. CBR con porcentajes de compactación de 100% y 95% de las muestras. Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia variación de los valores de CBR con un porcentaje de compactación del 100% y el 95% de las muestras.

Catálogo estructural de superficie de rodadura

En la investigación se realizó también el espesor de la capa de afirmando tomando la ecuación representativa del método NAASRA, (National Association of Australian Satate Road Authorities, AUSTROADS), el cual relaciona en valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmando, el cual viene a ser el número de repeticiones EE:

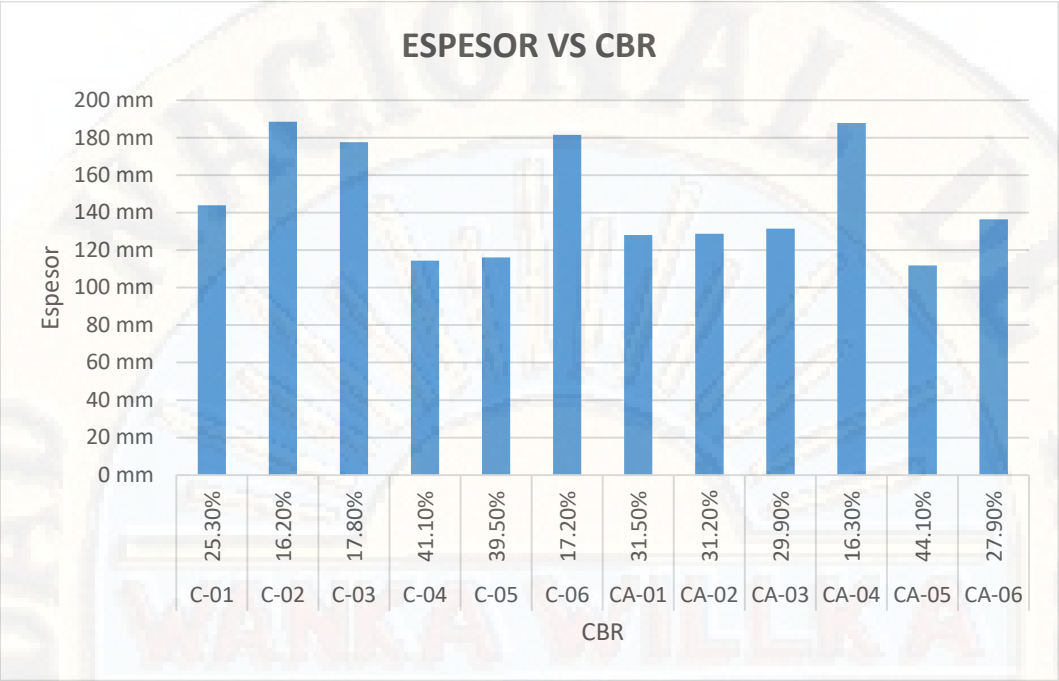
$$e = [219 - 211 \text{ x } (\log 10 CBR) + 58 \text{ x } (\log 10 CBR)2\ ] x \log 10 x (\frac{Nrep}{120})$$

Tabla 22. Cálculo del espesor de acuerdo a la ecuación de NAASRA empleando el CBR de diseño.

Muestra	Espesor de capa de revestimiento granular (mm)	CBR de diseño
CALICATA 01	144	***25.30%***
CALICATA 02	189	***16.20%***
CALICATA 03	178	***17.80%***
CALICATA 04	114	***41.10%***
CALICATA 05	116	***39.50%***
CALICATA 06	182	***17.20%***
CANTERA 01	128	***31.50%***
CANTERA 02	129	***31.20%***
CANTERA 03	132	***29.90%***
CANTERA 04	188	***16.30%***
CANTERA 05	112	***44.10%***
CANTERA 06	136	***27.90%***

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9. Espesores de acuerdo a CBR de diseño en las calicatas y Canteras.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede en el grafico 9, se ha calculado de acuerdo a ESAL se ha legado a obtener que para la cantera 05 (CBR máximo=44.10%), el espesor de 112 mm, por otra parte, para la calicata 02 (CBR minimo = 16.20 %). El espesor de 189 mm. esto demuestra que mientras el material de CBR de la subrasante en el pavimento afirmado sea mayor, entonces menor será la capa de afirmado.

4.2. Prueba de hipótesis

En la prueba de hipótesis, se utilizó la prueba estadística no paramétrica el análisis de varianza (ANOVA), en muestras apareadas a dos muestras relacionadas, para determinar si se presenta diferencia estadística positivas en las mediciones entre ellas. (significativa) en las mediciones entre ellas. Es una alternativa a la prueba t de Students cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras.

4.2.3. Hipótesis general

- El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

  Ha: El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

  Ho: El CBR del suelo no produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

Constatación de hipótesis

Establecimiento del ritual de significancia

Nivel de significancia

$$\propto = 5\% = 0.05$$

Estadístico de prueba:

Se empleó el estadístico de prueba del ANAVA.

Resultó lo siguiente:

Tabla 23. Análisis de varianza (hipótesis general).

Análisis de la varianza					
Fuente	**DF**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrado de la media**	**F-Valor**	**Pr > F**
Modelo	1	4204.05419	4204.05419	34.89	<.0001
Error	16	1927.94581	120.49661		
Total corregido	17	6132.00000			

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

Tabla 24. Parámetros (Hipótesis general).

Estimadores de parámetros					
Variable	**DF**	**Estimador del parámetro**	**Error estándar**	**Valor t**	**Pr > |t|**
Intercept	**1**	11.88685	4.14305	2.87	0.0111
CBR	**1**	0.53174	0.09002	5.91	<.0001

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

- Estimación del p – valor (programa SAS versión 9.4) <.0001

Toma de decisión: de acuerdo a los resultados obtenidos donde el valor de (Pr<.0001) < 0.05, Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

de la investigación: El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

4.2.4. Hipótesis especifica 1

- El tipo de material del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

  Ha: El tipo de material del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

  Ho: El tipo de material del CBR del suelo no produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

Constatación de hipótesis

Establecimiento del ritual de significancia

Nivel de significancia

$$\propto = 5\% = 0.05$$

Estadístico de prueba:

Se empleó el estadístico de prueba del ANAVA.

Resultó lo siguiente:

Tabla 25. Análisis de varianza (hipótesis específica 1).

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	4017.031667	803.406333	11.27	<.0001
Error	30	2139.518333	71.317278		
Total corregido	35	6156.550000			

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

Tabla 26. Parámetros (hipótesis especifica 01).

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Compactación	2	2711.611667	1355.805833	19.01	<.0001
TRAMO	0	1.000000	.	.	.
TIPO	3	1305.420000	435.140000	6.10	0.0023

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

- Estimación del p – valor (programa SAS versión 9.4) <.0001

Toma de decisión: de acuerdo a los resultados obtenidos donde el valor de (Pr<.0001) < 0.05, Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de la investigación: El tipo de material del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

4.2.5. Hipótesis especifica 2

- El grado de compactación del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

  Ha: El grado de compactación del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

  Ho: El grado de compactación del CBR del suelo no produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

Constatación de hipótesis

Establecimiento del ritual de significancia

Nivel de significancia

$$\propto = 5\% = \mathbf{0.05}$$

Estadístico de prueba:

Se empleó el estadístico de prueba del ANAVA.

Resultó lo siguiente:

Tabla 27. Análisis de varianza (hipótesis específica 1).

Análisis de la varianza					
Fuente	**DF**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrado de la media**	**F-Valor**	**Pr > F**
Modelo	1	8570.60018	8570.60018	78.90	<.0001
Error	34	3693.39982	108.62941		
Total corregido	35	12264			

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

Tabla 28. Parámetros (hipótesis especifica 01).

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	**1**	10.48627	2.88983	3.63	0.0009
CBR	**1**	0.53810	0.06058	8.88	<.0001

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

- Estimación del p – valor (programa SAS versión 9.4) =0.0009

Toma de decisión: de acuerdo a los resultados obtenidos donde el valor de (Pr<.0001) < 0.05, Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de la investigación: El grado de compactación del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

4.2.6. Hipótesis especifica 3

- El Índice Medio Diario Anual produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

Ha: El Índice Medio Diario Anual produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

Ho: El Índice Medio Diario Anual no produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

Constatación de hipótesis

Establecimiento del ritual de significancia

Nivel de significancia

$$\propto = 5\% = \mathbf{0.05}$$

Estadístico de prueba:

Se empleó el estadístico de prueba del ANAVA.

Resultó lo siguiente:

Tabla 29. Análisis de varianza (hipótesis especifica 3).

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1392.447778	696.223889	6.88	0.0076
Error	15	1516.916667	101.127778		

Total corregido	17	2909.364444

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

Tabla 30. Parámetros (hipótesis especifica 03).

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
COMPACTACION	2	1392.447778	696.223889	6.88	0.0076
IMDA	0	457.000000			

Fuente: elaboración propia mediante el software SAS 9.4

- Estimación del p – valor (programa SAS versión 9.4) = 0.0076

Toma de decisión: de acuerdo a los resultados obtenidos donde el valor de (Pr=0.0076) < 0.05, Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de la investigación: El Índice Medio Diario Anual produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.

4.3. Discusión de resultados

4.2.7. Identificación del efecto de carga vehicular en el CBR del pavimento afirmado

La carga vehicular actual ha aumentado a diferencia de años anteriores sin embargo el pavimento de afirmado que se encuentra en este tramo no se ha construido de acuerdo a lo que demanda realizar una carretera, vale decir que no está realzando de acuerdo a las normativas, reglamentos, entre otros que se demanda dentro de nuestro país, por lo que en este pavimento se ha visto que no hay una adecuada compactación, mucho menos una densidad máxima adecuada a lo realizado en el laboratorio, pero lo que es importante tomar en cuenta la diferencia de la estratigrafía en la compactación que se ha realizado a las muestras a la cantidad de golpes y la compactación que se observa en campo, no es lo mismo.

El CBR es un parámetro fundamental para determinar el tipo de material adecuado en la construcción de una carretera, sin embargo, para obtener este

parámetro se obtuvo con las normativas que se dispone dentro de nuestro país, para que de esta manera se pueda tener pavimentos que cumplan la serviciabilidad y el periodo al cual se están diseñando.

El camino no pavimentado mostrado, solo puede llegar a cabo hasta los 300000 EE, sin embargo, en la investigación realizada se ha obtenido que el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente de 8.2 Tn en el carril de diesño es de 9.01E+05. Lo cual hace ver que este afirmado tiene que ser pavimento flexible, semirrígido y rígido esto de acuerdo al Manual de carretera Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), aun así se obtuvo un buen material para afirmado que sobrepasa el 20% en varios puntos como pueden ser en las calicatas: 01, 04 y 05 siendo las progresivas 23+630, 11+824 y 7+771 respectivamente, además se han encontrado que la cantera 05 posee un CBR de diseño de 44.10 %, lo cual puede servir para la subrasante ya sea para el afirmado o para una posterior, para cuando se requiera construir un pavimento flexible

Conclusiones

- El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, donde se obtuvo un valor de ($Pr<.0001$) < 0.05. Entonces la presencia de vehículos pesados representado en el IMDA y el material de subrasante ocasionan problemas en el pavimento afirmado.
- El tipo de material del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, con un $Pr<.0001$, lo cual es menor al nivel de significancia ($\propto = .05$). Se presenció que, de las canteras identificadas a lo largo del tramo, para un CBR de diseño al 95% y tomando en cuenta que las canteras tienen que tener un mínimo valor de CBR de 40%, solo la cantera 05 cumple por poseer un valor de 44.10%.
- El grado de compactación del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, con un Pr <0.0001, lo cual es menor al nivel de significancia ($\propto = .05$). Se observó diferencias (presencia de vacíos), entre la compactación en laboratorio a golpes y la compactación encontrando en campo.
- El Índice Medio Diario Anual produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, con un Pr=0.0076, lo cual es menor al nivel de significancia ($\propto = .05$). Se ha observado que ha incrementado la presencia de vehículos pesados que transitan en este tramo lo cual muestra que en los anteriores años se diseñó el pavimento en otras condiciones, por lo que en la actualidad supone un deterioro y la no durabilidad de esta carretera.

Recomendaciones

- Es recomendable diseñar un pavimento de acuerdo a lo que demanda el CBR de diseño además realizar un mejoramiento con cal o proyectarse a realizar una carreta de pavimento flexible, acorde a lo que pueda soportar las cargas vehiculares pesadas y poder alcanzar una transitabilidad adecuada en esta carretera.
- Es recomendable utilizar la cantera 05 para el pavimento de afirmado en este tramo ya que es adecuado por tener un valor de CBR mayor al 40%.
- Al realizar el proceso constructivo empleando afirmado es necesario desarrollar una compactación adecuada en el pavimento afirmado, ya que por presencia vehicular estas son más vulnerables a su deterioro.
- Es necesario diseñar un pavimento de acuerdo a la demanda vehicular pesada ya que estos son factores importantes en el comportamiento eficiente del pavimento. Además, este pavimento afirmado es recomendable realizar en carreteras de bajo volumen de tránsito (IMDA<400 Y ESAL<301000).

Referencias bibliográficas

Acosta Salgado, J., & Villarraga Moreno, C. (2018). *Análisis Del Comportamiento De Las Propiedades Mecanicas De Un Suelo Cohesivo Y Posible Uso Como Material De Terraplén; Cuando Se Modifica Su Composición Granulométrica Usando Escoria De Alto Horno.* Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas.

Aliaga Arqui, M. (2017). *Análisis Comparativo Del Material Para Base Y Sub Base De Las Canteras Umuto Y Sicaya En Pavimento Flexible De Subrasante De CBR Menor Al 10% Huancayo 2017.* Huancayo, Perú: Universidad Peruana los Andes.

Badillo, J. (2005). *Fundamentos de mecanica de suelos.* Mexico: Limusa.

Bowles, J. (1981). *Manual de Laboratorio de suelos en ingeniería civil.* Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL.

Cabezas Dulanto, J. (2017). *Mayor holgura del porcentaje de caras fracturadas para la obtención del CBR óptimo en la base granular de la carretera Panamericana norte km 176.5 – 178 Lima.* Lima: Universidad Cesar Vallejo.

Cavana Valverde, M. (2017). *Mejoramiento de la Relación de Soporte (CBR) al Adicionar El Estabilizante Químico Cal a la Sub – Rasante De La Carretera No Pavimentada De Bajo Tránsito Paria – Wilcahuain, Huaraz, 2018.* Huaraz, Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Chang Chang, L. (27 de Diciembre de 2014). *Slideshare.* Obtenido de CBR (Californian Bearing Ratio): https://es.slideshare.net/chininx100pre/cbr-ensayos?from_action=save

Civilgeek. (24 de Noviembre de 2011). *Civilgeek*. Obtenido de Civilgeek: https://civilgeeks.com/2011/12/24/preservacion-de-la-madera/

Cuadros Surichaqui, C. (2017). *Mejoramiento De Las Propiedades Físico -Mecánicas De A Subrasante En Una Vía Afirmada De La Red Vial Departamental De La Región Junín Mediante La Estabilización Química Con Óxido De Calcio - 2016. .* Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes.

Dela Cruz Gutierrez, L., & Salcedo Rojas, K. (2016). *Estabilizacion de Suelos Cohesivos Por Medio De Aditivos (Eco road 2000) para poaviemntacion en palian -Huancayo - Junin.* Huancayo, Perú: Universidad de Peruana los Andes.

Diario el Peruano. (12 de Octubre de 2003). PESOS Y MEDIDAS. *El Peruano*, págs. 252981-252988.

Duque Escobar, G. (2016). *Manual de geología para ingenieros.* Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Educalingo. (2005). *Educalingo*. Obtenido de Educalingo: https://educalingo.com/es/dic-es/especimen

Fracica N., G. (1988). *Modelo de simulacion en muestreo.* Bogotá: Universidad de La Sabana.

Hernadez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación.* México: McGraw-Hill.

Jany E., J. N. (1994). *Investigacion Integral de Mercados.* Bogotá: McGraw-Hill.

Martinez Rodriguez, D. S. (2015). *Impacto Del Control De Pesos Por Eje De Vehículos, pesados sobre la estructura de los pavimento.* Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.

Ministerio de Tranportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales.* Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.* Lima, Perú.

Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Paviimentos.* Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018.* Lima, Perú.

Mora Cantor, N., & Rodríguez López, J. (2017). *Análisis del efecto del silicato de sodio en bases granulares para contrarrestar la pérdida de capacidad de soporte por efecto de la saturación.* Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Osorio Lird, A. (2008). *Metodología De Evaluacón In-Situ De La Capacidad De Soporte De Bases Y Subbases Granulares De Pavimentos Flexibles Con El Deflectómetro De Impacto Liviano.* Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Puentes Morales, J. (2018). *Correlación Entre Los Resultados Obtenidos Del Ensayo De Cbr De Campo Y El Ensayo De Resistencia A La Penetración Estandar Spt En Condiciones Normales, En Suelos Cohesivos Localidad De Suba Ciudad De Bogotà D.C. .* Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Rivera Mena, W. (2013). *Correlación Del Valor De Soporte De California (C.B.R) Con La Resistencia A La Compresión Inconfinada Y La Plasticidad Del Suelo.* Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Sánchez, F. (Agosto de 2012). *BlogRamcodes*. Obtenido de BlogRamcodes: http://blogramcodes.blogspot.com/2012/08/que-es-el-cbr.html

Sucapuca Caso, N. (2017). *Estudio De Suelos Y Canteras Para El Mejoramiento Y Construccion De La Carretera Ayo-Huambo, Provincia De Castilla Y Caylloma, Tramo Ayo - Canco, Subtramo Km.9+600 A Km. 13+849.64, Arequipa. .* Arequipa, Perú: Univerisdad de San Agustin de Arequipa.

Torres Giraldo, H., Sandoval Sandoval, J., & Zambrano Rodriguez, H. (2008). *Auscultación Y Análisis Del Deterioro Del Pavimento De La Av. Centenario (Calle 13), Entre La Av. Caracas Hasta La Carrera 46, Costado Norte Calzada Mixta En La Ciudad De Bogotá, Para Determinar Las Implicaciones De La Correlación Del Cbr.* Bogota, Colombia: Universidad de la Salle.

Valderrama Mendoza, S. (2002). *Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Cientifica.* Lima, Perú: San Marcos.

Apendice

Anexo 1

Matriz de Consistencia

Efecto de la sobrecarga vehicular actual en el CBR del suelo, Tramo: Huancavelica – Plazapata- 2019.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INTRUMENTOS
Problema General: ¿Cuál es el efecto del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019? **Problemas Específicos:** • ¿Cuál es el efecto del tipo de material del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019? • ¿Cuál es el efecto del grado de compactación del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019? • ¿Cuál es el efecto de CBR del suelo por el índice Medio Diario Anual de la sobrecarga vehicular actual,	**Objetivo General:** Determinar el efecto del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019. **Objetivos Específicos:** • Determinar el efecto del tipo de material del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019. • Determinar el efecto del grado de compactación del CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019. • Determinar el efecto del CBR del suelo por el índice Medio Diario Anual de la sobrecarga vehicular actual,	**Hipótesis General:** El CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019. **Hipótesis Específicas:** • El tipo de material del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019. • El grado de compactación del CBR del suelo produce efectos por la sobrecarga vehicular actual, tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019. • El Índice Medio Diario Anual produce efectos en el CBR del suelo por la sobrecarga vehicular actual, tramo:	**Variable Independiente:** • CBR del suelo. **Dimensiones** • Tipo de material del suelo. • Grado de Compactación. **Variable Dependiente:** • Sobrecarga vehicular. **Dimensiones** • Índice Medio diario anual (IMDA).	**Tipo de Investigación:** Aplicada **Nivel de Investigación:** Explicativo **Diseño General:** Experimental. **Diseño Especifico:** Pre experimental. **GE: O X** G.E. Grupo Experimental. X: Variable independiente O: Observación (Calicatas y Canteras)	**Población:** Tramo: Huancavelica-Plazapata **Muestra:** Tramo: Huancavelica-Plazapata. • 06 calicatas (cada 4 Km) y 06 canteras (ya explotadas) en el tramo Huancavelica – Plazapata. **Muestreo:** Muestreo No probabilístico – intencional.	**Técnicas:** Observación **Instrumentos:** Formato de tránsito vehicular, ensayos Proctor y CBR.

tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019?	tramo: Huancavelica – Plazapata – 2019.	Huancavelica – Plazapata – 2019.				

Anexo 2

(Análisis granulométrico)

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Por cuarteo	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
0.05	0.15		SP	A-2-6 (0)	No hay presencia de boloneria
0.10					
0.15	0.85		SP	A-2-6 (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.
0.20					
0.25					
0.30					
0.35					
0.40					
0.45					
0.50					
0.55					
0.60					
0.65					
0.70					
0.75					
0.80					
0.85					
0.90					
0.95					
1.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5155.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4685.0	
Peso del agua contenida (gr)	470.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4685.0	
Contenido de Humedad (%)	10.0	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**10.03**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

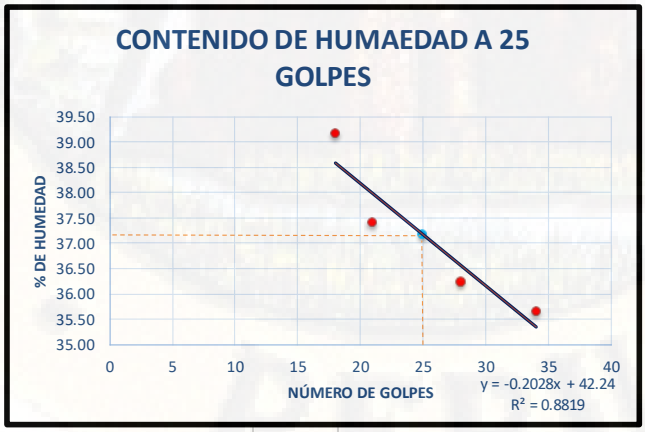
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		**17**	**15**	**10**	**16**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**23.75**	**23.84**	**26.25**	**32.10**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**20.26**	**20.36**	**22.30**	**26.57**	
Peso de Tarro	gr.	**11.35**	**11.06**	**11.40**	**11.06**	
Peso de Agua	gr.	3.49	3.48	3.95	5.53	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.91	9.30	10.90	15.51	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	39.17	37.42	36.24	35.65	**37.17**
Número de Golpes		**18**	**21**	**28**	**34**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		**12**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**10.80**				
Peso de Suelo seco	gr.	**8.50**				
Peso de Agua	gr.	2.30				
Peso de Suelo seco	gr.	8.50				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	27.06				**27.06**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**37.17**
Limite Plastico	**27.06**
Indice de Plasticidad	**10.11**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

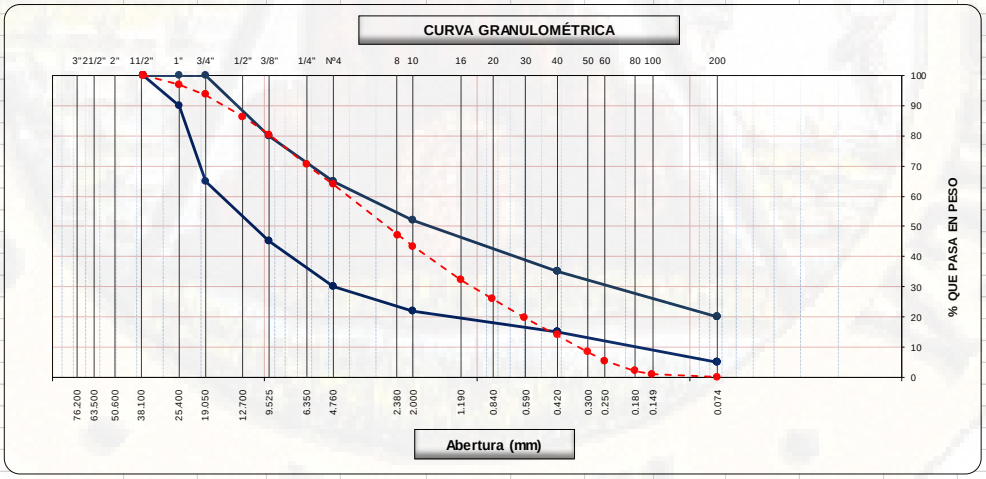
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA
PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA
REGION	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CALICATA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1	
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	73.000						
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						
1 1/2"	37.500				100.0	100	100
1"	25.400	104.34	3.1	3.1	96.9	90	100
3/4"	19.000	109.61	3.3	6.4	93.6	65	100
1/2"	12.700	245.76	7.4	13.8	86.2		
3/8"	9.520	197.26	5.9	19.7	80.3	45	80
1/4"	6.350	329.75	9.9	29.6	70.4		
N° 4	4.750	217.00	6.5	36.1	63.9	30	65
N° 8	2.360	559.77	16.8	52.9	47.1		
N° 10	2.000	124.81	3.7	56.6	43.4	22	52
N° 16	1.190	369.54	11.1	67.7	32.3		
N° 20	0.850	204.73	6.1	73.9	26.1		
N° 30	0.600	209.72	6.3	80.2	19.8		
N° 40	0.420	194.35	5.8	86.0	14.0	15	35
N° 50	0.300	186.37	5.6	91.6	8.4		
N° 60	0.250	95.86	2.9	94.5	5.5		
N° 80	0.180	109.56	3.3	97.8	2.2		
N° 100	0.150	39.59	1.2	98.9	1.1		
N° 200	0.074	30.75	0.9	99.9	0.1	5	20
Pasante		4.88	0.2	100.0			
		3,333.65	100.0				

Descripcion	
1. Peso de Material	
Peso Inicial Total (gr)	3,333.65
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2. Caracteristicas	
Tamaño Maximo	1 1/2"
Tamaño Maximo Nominal	1"
Grava (%)	36.1
Arena (%)	63.9
Finos (%)	0.14
Modulo de Fineza (%)	
3. Clasificacion	
Limite Liquido (%)	37.17
Limite Plastico (%)	27.06
Indice de Plasticidad (%)	10.11
Clasificacion SUCS	SP
Clasificacion AASHTO	A-2-6 (0)
Se Clasican en coeficientes de:	
Coeficiente de Uniformidad (Cu)	12.50
Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.79
Contenido de Humedad (%)	10.03



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
SOLICITANTE	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Calicata	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
0.05	0.16		SW	A-2-6 (0)	Presencia de boloneria
0.11					
0.16	0.94		SW	A-2-6 (0)	Arena bien graduada con limo, color marrón claro, no plástico (humedad media) con mínimo de % granular
0.22					
0.27					
0.33					
0.38					
0.44					
0.49					
0.55					
0.60					
0.66					
0.71					
0.77					
0.82					
0.88					
0.93					
0.99					
1.04					
1.10					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5120.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4715.0	
Peso del agua contenida (gr)	405.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4715.0	
Contenido de Humedad (%)	8.6	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**8.59**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

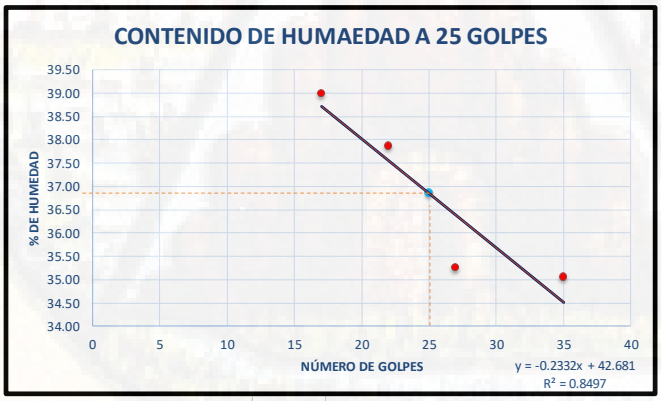
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		15	16	17	24	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**22.36**	**22.64**	**24.17**	**26.26**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**19.19**	**19.46**	**20.83**	**22.39**	
Peso de Tarro	gr.	**11.06**	**11.06**	**11.36**	**11.35**	
Peso de Agua	gr.	3.17	3.18	3.34	3.87	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.13	8.40	9.47	11.04	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	38.99	37.86	35.27	35.05	**36.85**
Número de Golpes		**17**	**22**	**27**	**35**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		32				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.98**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.56**				
Peso de Agua	gr.	2.42				
Peso de Suelo seco	gr.	9.56				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	25.31				**25.31**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**36.85**
Limite Plastico	**25.31**
Indice de Plasticidad	**11.54**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

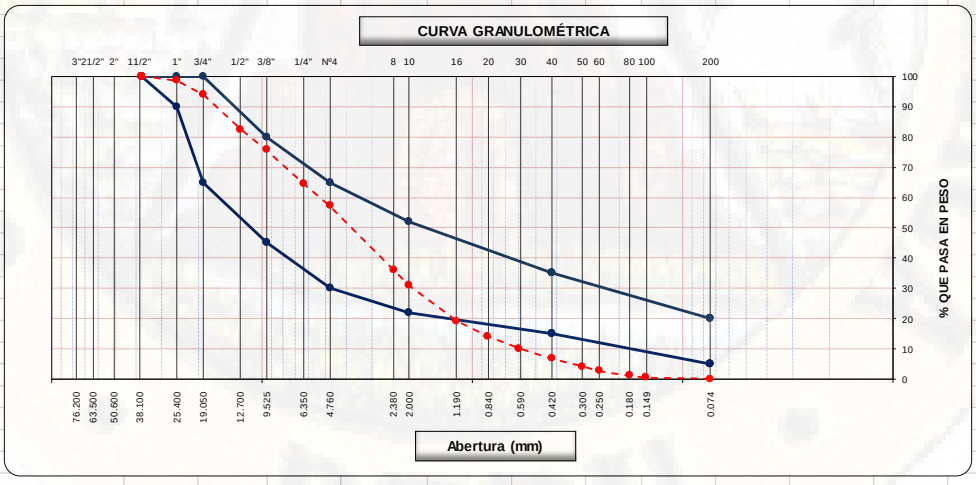
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA
PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA
REGION	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CALICATA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo		10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	3,719.61
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	49.38	1.3	1.3	98.7	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	176.32	4.7	6.1	93.9	65	100	Grava (%)	42.8
1/2"	12.700	426.86	11.5	17.6	82.5			Arena (%)	57.2
3/8"	9.520	249.94	6.7	24.3	75.7	45	80	Finos (%)	0.11
1/4"	6.350	416.11	11.2	35.5	64.5			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	271.70	7.3	42.8	57.2	30	65		
N° 8	2.360	789.89	21.2	64.0	36.0			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	187.91	5.1	69.1	31.0	22	52	Limite Liquido (%)	36.85
N° 16	1.190	437.89	11.8	80.8	19.2			Limite Plastico (%)	25.31
N° 20	0.850	183.09	4.9	85.7	14.3			Indice de Plasticidad (%)	11.54
N° 30	0.600	154.81	4.2	89.9	10.1			Clasificacion SUCS	SW
N° 40	0.420	121.25	3.3	93.2	6.8	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-6 (0)
N° 50	0.300	97.93	2.6	95.8	4.2				
N° 60	0.250	54.98	1.5	97.3	2.7			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	57.70	1.6	98.8	1.2			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	9.03
N° 100	0.150	20.88	0.6	99.4	0.6			Coeficiente de Curvatura (Cc)	1.18
N° 200	0.074	18.87	0.5	99.9	0.1	5	20		
Pasante		4.10	0.1	100.0				Contenido de Humedad (%)	8.59
		3,719.61	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Calicata	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
0.05	0.15		SP	A-1-a (0)	No existe presencia de boloneria
0.10					
0.15	0.85		SP	A-1-a (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.
0.20					
0.25					
0.30					
0.35					
0.40					
0.45					
0.50					
0.55					
0.60					
0.65					
0.70					
0.75					
0.80					
0.85					
0.90					
0.95					
1.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5095.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4775.0	
Peso del agua contenida (gr)	320.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4775.0	
Contenido de Humedad (%)	6.7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**6.70**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

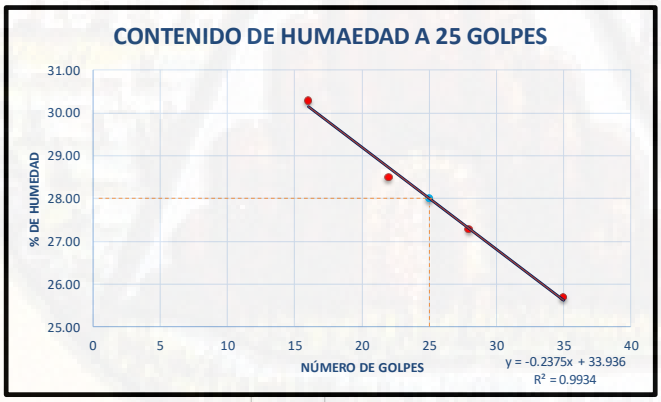
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		16	17	21	22	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	22.04	25.70	28.01	28.83	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	19.49	22.52	24.45	25.22	
Peso de Tarro	gr.	11.07	11.36	11.40	11.17	
Peso de Agua	gr.	2.55	3.18	3.56	3.61	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.42	11.16	13.05	14.05	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	30.29	28.49	27.28	25.69	**28.00**
Número de Golpes		16	22	28	35	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		23				
Peso de Suelo Humedo	gr.	11.29				
Peso de Suelo seco	gr.	9.19				
Peso de Agua	gr.	2.10				
Peso de Suelo seco	gr.	9.19				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	22.85				**22.85**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**28.00**
Limite Plastico	**22.85**
Indice de Plasticidad	**5.15**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

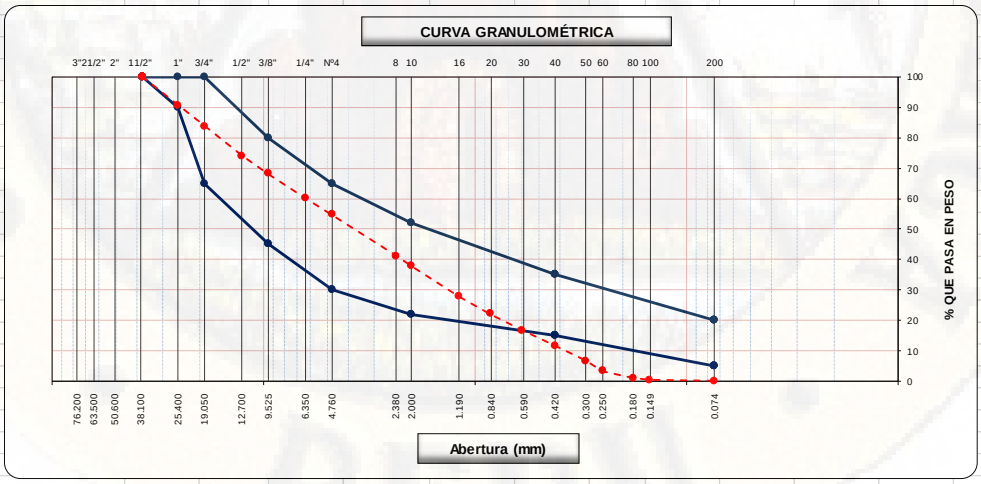
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CALICATA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo		10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	3,488.71
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	330.10	9.5	9.5	90.5	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	236.79	6.8	16.3	83.8	65	100	Grava (%)	45.2
1/2"	12.700	338.66	9.7	26.0	74.0			Arena (%)	54.8
3/8"	9.520	201.76	5.8	31.7	68.3	45	80	Finos (%)	0.09
1/4"	6.350	287.03	8.2	40.0	60.0			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	183.89	5.3	45.2	54.8	30	65		
N° 8	2.360	475.87	13.6	58.9	41.1			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	115.57	3.3	62.2	37.8	22	52	Limite Liquido (%)	28.00
N° 16	1.190	349.95	10.0	72.2	27.8			Limite Plastico (%)	22.85
N° 20	0.850	194.35	5.6	77.8	22.2			Indice de Plasticidad (%)	5.15
N° 30	0.600	190.62	5.5	83.3	16.8			Clasificacion SUCS	SP
N° 40	0.420	172.63	5.0	88.2	11.8	15	35	Clasificacion AASHTO	A-1-a (0)
N° 50	0.300	175.95	5.0	93.2	6.8				
N° 60	0.250	117.95	3.4	96.6	3.4			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	80.68	2.3	98.9	1.1			Coeficiente de Uniformidad (Cu)	16.50
N° 100	0.150	21.18	0.6	99.5	0.5			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.80
N° 200	0.074	12.89	0.4	99.9	0.1	5	20		
Pasante		2.84	0.1	100.0				Contenido de Humedad (%)	6.70
		3,488.71	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
REGION	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
SOLICITANTE	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Calicata	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
0.05	0.16		SP	A-2-4 (0)	No Existe Presencia de boloneria
0.11					
0.16	0.94		SP	A-2-4 (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.
0.22					
0.27					
0.33					
0.38					
0.44					
0.49					
0.55					
0.60					
0.66					
0.71					
0.77					
0.82					
0.88					
0.93					
0.99					
1.04					
1.10					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5040.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4835.0	
Peso del agua contenida (gr)	205.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4835.0	
Contenido de Humedad (%)	4.2	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**4.24**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

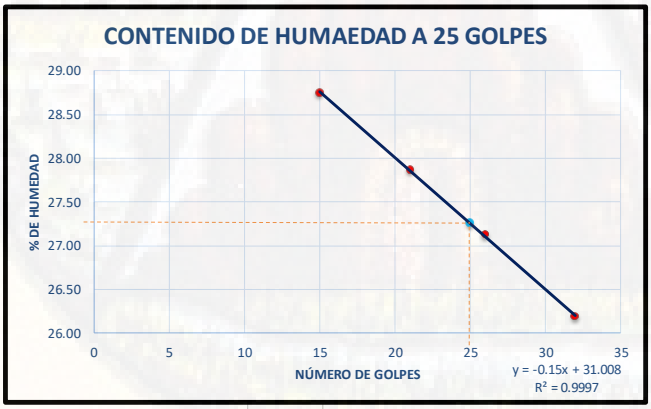
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		**1**	**7**	**10**	**12**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**24.82**	**22.88**	**27.53**	**27.47**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**21.77**	**20.30**	**24.09**	**24.06**	
Peso de Tarro	gr.	**11.16**	**11.04**	**11.41**	**11.04**	
Peso de Agua	gr.	3.05	2.58	3.44	3.41	
Peso del Suelo Seco	gr.	10.61	9.26	12.68	13.02	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	28.75	27.86	27.13	26.19	**27.26**
Número de Golpes		**15**	**21**	**26**	**32**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		**15**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.78**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.75**				
Peso de Agua	gr.	2.03				
Peso de Suelo seco	gr.	9.75				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	20.82				**20.82**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**27.26**
Limite Plastico	**20.82**
Indice de Plasticidad	**6.44**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

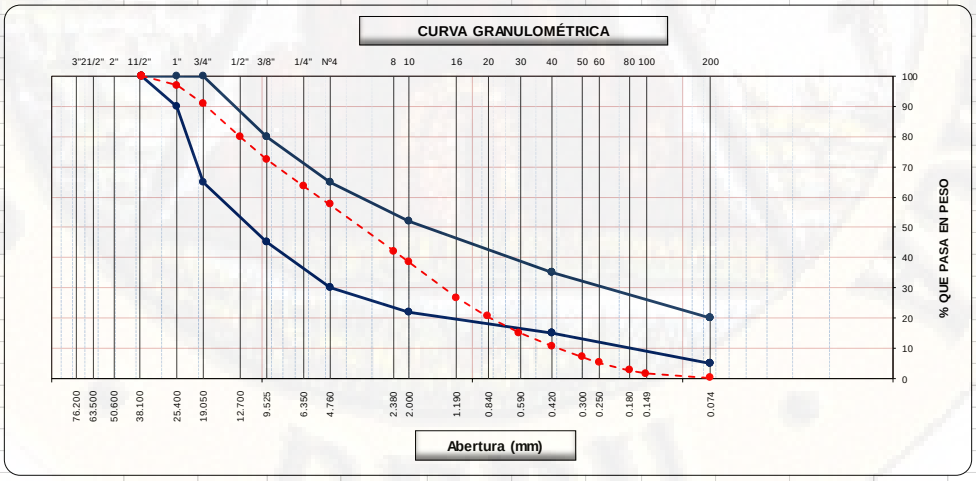
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA
PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA
REGION	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CALICATA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo		10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	4,018.94
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	126.85	3.2	3.2	96.8	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	245.80	6.1	9.3	90.7	65	100	Grava (%)	42.4
1/2"	12.700	436.65	10.9	20.1	79.9			Arena (%)	57.6
3/8"	9.520	297.32	7.4	27.5	72.5	45	80	Finos (%)	0.24
1/4"	6.350	360.79	9.0	36.5	63.5			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	237.05	5.9	42.4	57.6	30	65		
N° 8	2.360	620.44	15.4	57.9	42.1			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	149.20	3.7	61.6	38.4	22	52	Limite Liquido (%)	27.26
N° 16	1.190	469.29	11.7	73.3	26.8			Limite Plastico (%)	20.82
N° 20	0.850	247.51	6.2	79.4	20.6			Indice de Plasticidad (%)	6.44
N° 30	0.600	220.67	5.5	84.9	15.1			Clasificacion SUCS	SP
N° 40	0.420	173.15	4.3	89.2	10.8	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-4 (0)
N° 50	0.300	142.40	3.5	92.8	7.3				
N° 60	0.250	76.14	1.9	94.6	5.4			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	104.51	2.6	97.2	2.8			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	13.66
N° 100	0.150	44.85	1.1	98.4	1.6			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.97
N° 200	0.074	56.13	1.4	99.8	0.2	5	20		
Pasante		10.19	0.3	100.0				Contenido de Humedad (%)	4.24
		4,018.94	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	REGION	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Calicata	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
0.05	0.15		GP	A-2-4 (0)	Presencia de boloneria
0.10					
0.15	0.85		GP	A-2-4 (0)	Grava Mal graduada
0.20					
0.25					
0.30					
0.35					
0.40					
0.45					
0.50					
0.55					
0.60					
0.65					
0.70					
0.75					
0.80					
0.85					
0.90					
0.95					
1.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5000.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4755.0	
Peso del agua contenida (gr)	245.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4755.0	
Contenido de Humedad (%)	5.2	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**5.15**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

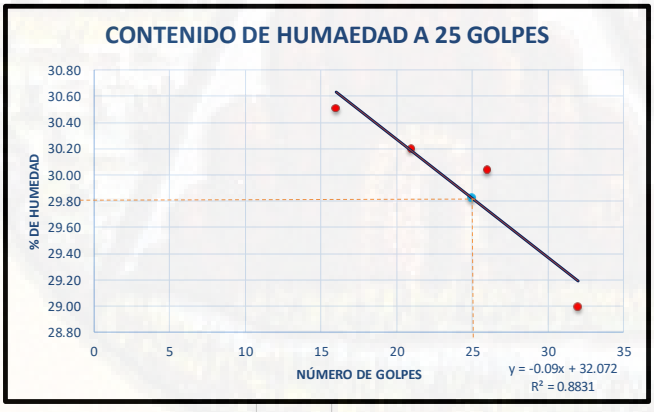
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		17	15	10	16	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	25.01	26.21	27.83	30.69	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	21.74	22.74	24.06	26.37	
Peso de Tarro	gr.	11.02	11.25	11.51	11.47	
Peso de Agua	gr.	3.27	3.47	3.77	4.32	
Peso del Suelo Seco	gr.	10.72	11.49	12.55	14.90	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	30.50	30.20	30.04	28.99	**29.82**
Número de Golpes		16	21	26	32	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		12				
Peso de Suelo Humedo	gr.	12.36				
Peso de Suelo seco	gr.	10.11				
Peso de Agua	gr.	2.25				
Peso de Suelo seco	gr.	10.11				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	22.26				**22.26**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**29.82**
Limite Plastico	**22.26**
Indice de Plasticidad	**7.56**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

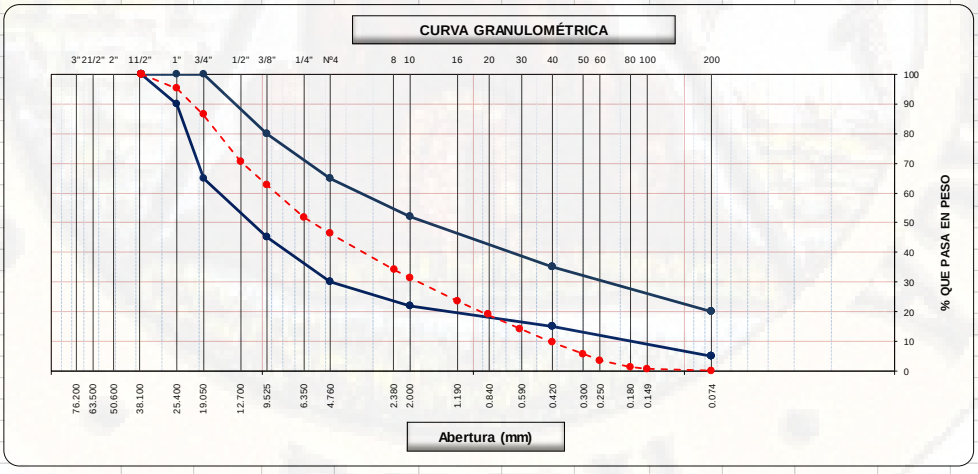
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CALICATA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo		10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1	
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	73.000						
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						
1 1/2"	37.500				100.0	100	100
1"	25.400	176.50	4.9	4.9	95.1	90	100
3/4"	19.000	314.32	8.7	13.6	86.4	65	100
1/2"	12.700	575.12	15.9	29.5	70.5		
3/8"	9.520	278.39	7.7	37.2	62.8	45	80
1/4"	6.350	396.67	11.0	48.1	51.9		
N° 4	4.750	202.71	5.6	53.7	46.3	30	65
N° 8	2.360	440.01	12.2	65.9	34.1		
N° 10	2.000	94.54	2.6	68.5	31.5	22	52
N° 16	1.190	284.48	7.9	76.4	23.6		
N° 20	0.850	166.44	4.6	81.0	19.0		
N° 30	0.600	175.07	4.8	85.8	14.2		
N° 40	0.420	162.65	4.5	90.3	9.7	15	35
N° 50	0.300	144.62	4.0	94.3	5.7		
N° 60	0.250	76.84	2.1	96.4	3.6		
N° 80	0.180	79.43	2.2	98.6	1.4		
N° 100	0.150	24.79	0.7	99.3	0.7		
N° 200	0.074	21.27	0.6	99.9	0.1	5	20
Pasante		3.94	0.1	100.0			
		3,617.79	100.0				

Descripcion	
1. Peso de Material	
Peso Inicial Total (gr)	3,617.79
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2. Caracteristicas	
Tamaño Maximo	1 1/2"
Tamaño Maximo Nominal	1"
Grava (%)	53.73
Arena (%)	46.27
Finos (%)	0.10
Modulo de Fineza (%)	
3. Clasificacion	
Limite Liquido (%)	29.82
Limite Plastico (%)	22.26
Indice de Plasticidad (%)	7.56
Clasificacion SUCS	GP
Clasificacion AASHTO	A-2-4 (0)
Se Clasican con coeficientes de:	
Coeficiente de Uniforidad (Cu)	20.16
Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.91
Contenido de Humedad (%)	5.15



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Calicata	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO / ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
0.05	0.15		SP	A-2-4 (0)	No Existe Presencia de boloneria
0.10					
0.15	0.85		SP	A-2-4 (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.
0.20					
0.25					
0.30					
0.35					
0.40					
0.45					
0.50					
0.55					
0.60					
0.65					
0.70					
0.75					
0.80					
0.85					
0.90					
0.95					
1.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	**5025.0**	
Peso de la muestra seca (gr)	**4570.0**	
Peso del agua contenida (gr)	455.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4570.0	
Contenido de Humedad (%)	10.0	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**9.96**	

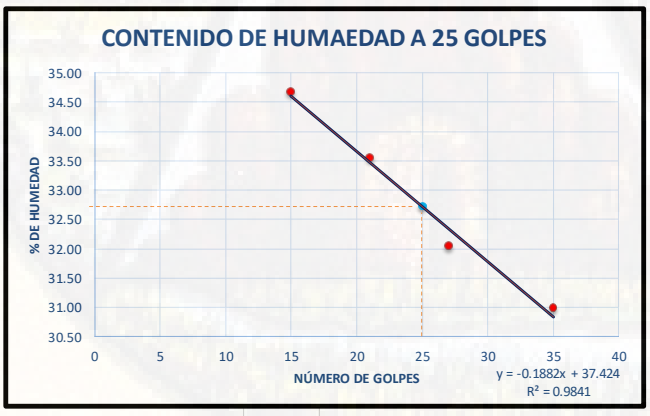
LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CALICATA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
N° de Tarro		**16**	**17**	**21**	**22**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**25.91**	**25.49**	**26.39**	**29.65**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**22.09**	**21.94**	**22.75**	**25.28**	
Peso de Tarro	gr.	**11.07**	**11.36**	**11.39**	**11.18**	
Peso de Agua	gr.	3.82	3.55	3.64	4.37	
Peso del Suelo Seco	gr.	11.02	10.58	11.36	14.10	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	34.66	33.55	32.04	30.99	**32.72**
Número de Golpes		**15**	**21**	**27**	**35**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD						
N° de Tarro		**23**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.52**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.24**				
Peso de Agua	gr.	2.28				
Peso de Suelo seco	gr.	9.24				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	24.68				**24.68**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**32.72**
Limite Plastico	**24.68**
Indice de Plasticidad	**8.04**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

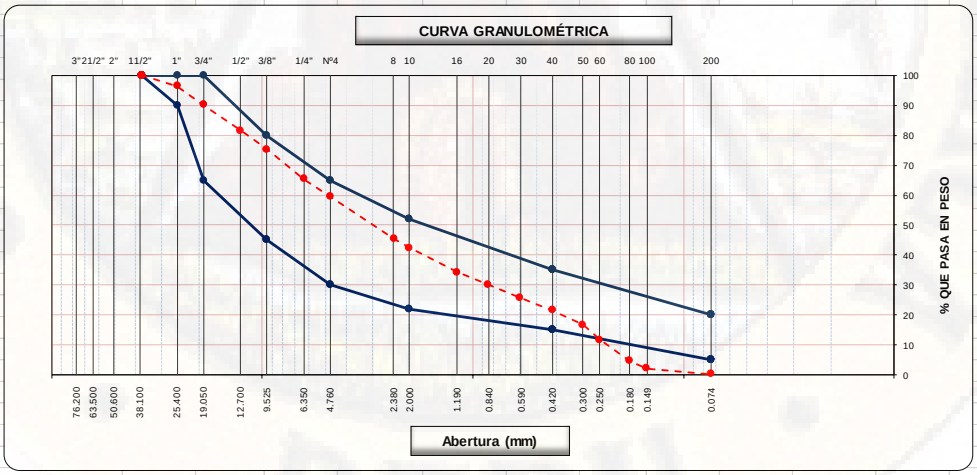
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CALICATA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (0.20- 0.80)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	2,605.28
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	93.78	3.6	3.6	96.4	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	161.67	6.2	9.8	90.2	65	100	Grava (%)	40.6
1/2"	12.700	226.93	8.7	18.5	81.5			Arena (%)	59.5
3/8"	9.520	161.28	6.2	24.7	75.3	45	80	Finos (%)	0.33
1/4"	6.350	257.19	9.9	34.6	65.4			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	155.42	6.0	40.6	59.5	30	65		
N° 8	2.360	366.29	14.1	54.6	45.4			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	75.73	2.9	57.5	42.5	22	52	Limite Liquido (%)	32.72
N° 16	1.190	212.41	8.2	65.7	34.3			Limite Plastico (%)	24.68
N° 20	0.850	108.99	4.2	69.9	30.2			Indice de Plasticidad (%)	8.04
N° 30	0.600	111.75	4.3	74.1	25.9			Clasificacion SUCS	SP
N° 40	0.420	112.82	4.3	78.5	21.5	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-4 (0)
N° 50	0.300	124.04	4.8	83.2	16.8				
N° 60	0.250	133.22	5.1	88.3	11.7			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	179.92	6.9	95.3	4.7			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	20.60
N° 100	0.150	68.97	2.7	97.9	2.1			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.61
N° 200	0.074	46.17	1.8	99.7	0.3	5	20		
Pasante		8.70	0.3	100.0				Contenido de Humedad (%)	9.96
		2,605.28	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Por cuarteo	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Altura de Corte. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
3.80	0.20		-----	---	Presencia de Pastos y material Organico
3.60					
3.40	3.60		GP	A-1-a (0)	Grava Mal graduada
3.20					
3.00					
2.80					
2.60					
2.40					
2.20					
2.00					
1.80					
1.60					
1.40					
1.20					
1.00					
0.80					
0.60					
0.40					
0.20					
0.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5165.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4790.0	
Peso del agua contenida (gr)	375.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4790.0	
Contenido de Humedad (%)	7.8	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**7.83**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

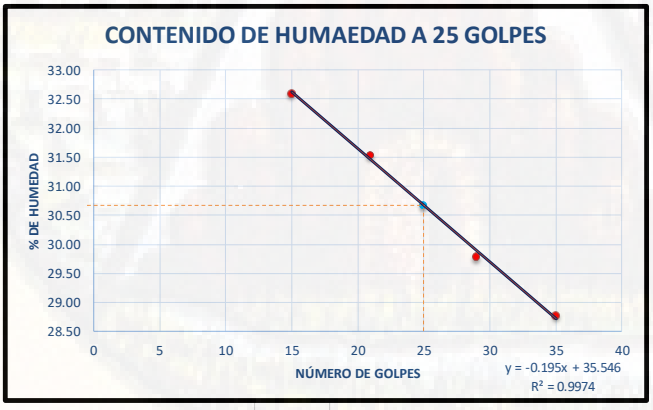
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		**21**	**22**	**23**	**32**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**28.19**	**31.84**	**28.28**	**26.94**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**24.06**	**26.94**	**24.29**	**23.49**	
Peso de Tarro	gr.	**11.39**	**11.40**	**10.89**	**11.50**	
Peso de Agua	gr.	4.13	4.90	3.99	3.45	
Peso del Suelo Seco	gr.	12.67	15.54	13.40	11.99	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	32.60	31.53	29.78	28.77	**30.67**
Número de Golpes		**15**	**21**	**29**	**35**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		**33**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.72**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.37**				
Peso de Agua	gr.	2.35				
Peso de Suelo seco	gr.	9.37				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	25.08				**25.08**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**30.67**
Limite Plastico	**25.08**
Indice de Plasticidad	**5.59**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

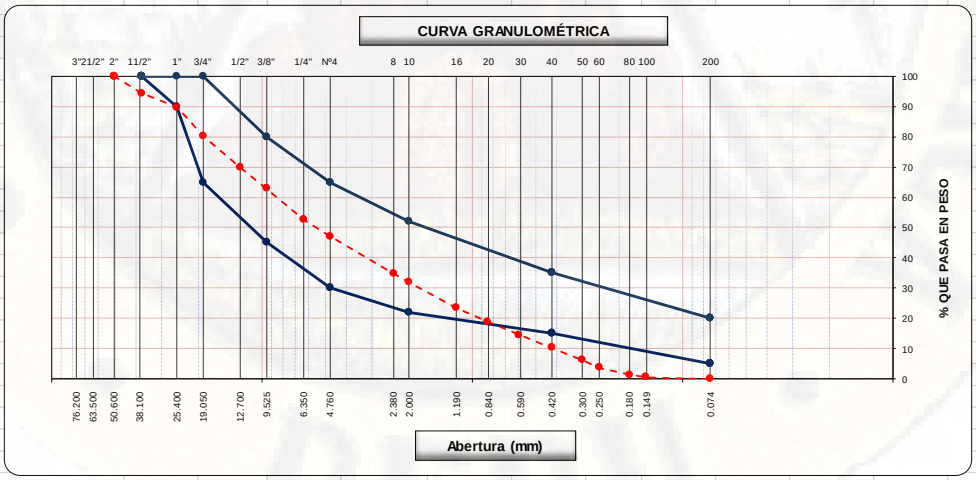
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CANTERA N° 01	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	3,767.62
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800				100.0			**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500	212.04	5.6	5.6	94.4	100	100	Tamaño Maximo	2"
1"	25.400	179.26	4.8	10.4	89.6	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1 1/2"
3/4"	19.000	357.46	9.5	19.9	80.1	65	100	Grava (%)	52.9
1/2"	12.700	391.57	10.4	30.3	69.7			Arena (%)	47.1
3/8"	9.520	256.67	6.8	37.1	62.9	45	80	Finos (%)	0.06
1/4"	6.350	388.46	10.3	47.4	52.6			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	207.60	5.5	52.9	47.1	30	65		
N° 8	2.360	466.85	12.4	65.3	34.7			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	107.53	2.9	68.1	31.9	22	52	Limite Liquido (%)	30.67
N° 16	1.190	316.85	8.4	76.6	23.5			Limite Plastico (%)	25.08
N° 20	0.850	168.66	4.5	81.0	19.0			Indice de Plasticidad (%)	5.59
N° 30	0.600	168.72	4.5	85.5	14.5			Clasificacion SUCS	GP
N° 40	0.420	159.73	4.2	89.8	10.3	15	35	Clasificacion AASHTO	A-1-a (0)
N° 50	0.300	151.76	4.0	93.8	6.2				
N° 60	0.250	93.82	2.5	96.3	3.7			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	85.09	2.3	98.5	1.5			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	20.96
N° 100	0.150	29.97	0.8	99.3	0.7			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.94
N° 200	0.074	23.03	0.6	99.9	0.1	5	20		
Pasante		2.55	0.1	100.0				Contenido de Humedad (%)	7.83
		3,767.62	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Calicata	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Altura de corte (m)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
3.80	0.20		-----	---	Presencia de Pastos y material Organico
3.60					
3.40	3.40		SP	A-2-4 (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.
3.20					
3.00					
2.80					
2.60					
2.40					
2.20					
2.00					
1.80					
1.60					
1.40					
1.20					
1.00					
0.80					
0.60					
0.40					
0.20					
0.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5215.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4895.0	
Peso del agua contenida (gr)	320.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4895.0	
Contenido de Humedad (%)	6.5	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**6.54**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

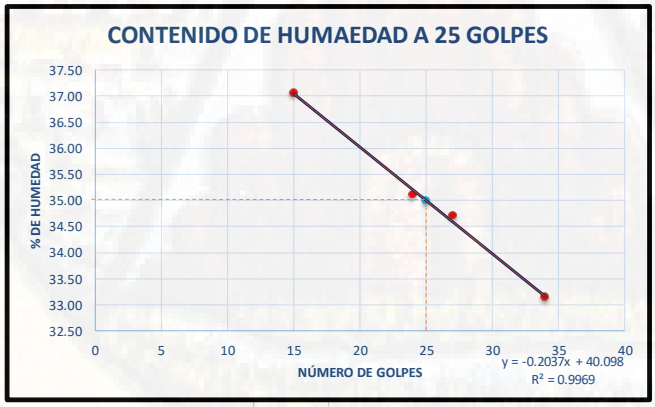
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		**12**	**15**	**16**	**17**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**24.53**	**29.13**	**27.33**	**30.87**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**20.88**	**24.51**	**23.13**	**26.01**	
Peso de Tarro	gr.	**11.03**	**11.35**	**11.03**	**11.35**	
Peso de Agua	gr.	3.65	4.62	4.20	4.86	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.85	13.16	12.10	14.66	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	37.06	35.11	34.71	33.15	**35.01**
Número de Golpes		**15**	**24**	**27**	**34**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		**32**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.53**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.08**				
Peso de Agua	gr.	2.45				
Peso de Suelo seco	gr.	9.08				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	26.98				**26.98**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**35.01**
Limite Plastico	**26.98**
Indice de Plasticidad	**8.03**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

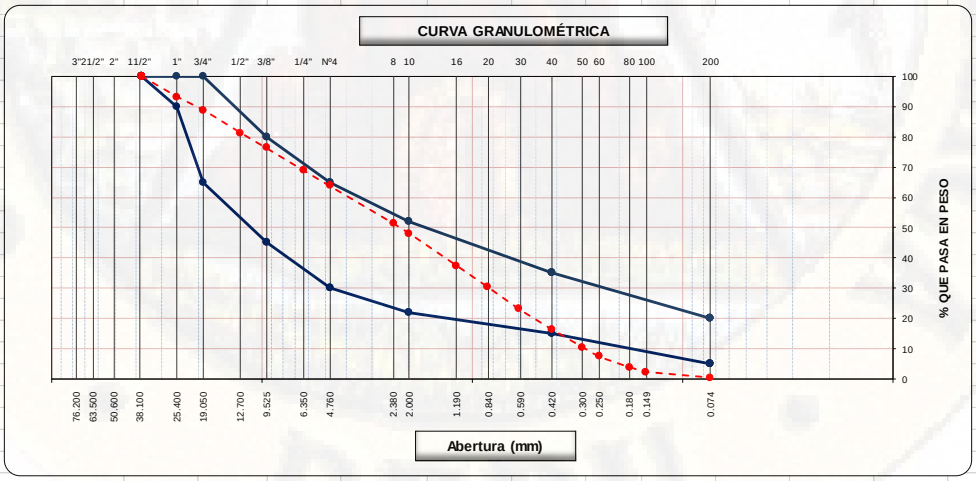
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CANTERA N° 02	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	3,939.24
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	272.99	6.9	6.9	93.1	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	168.71	4.3	11.2	88.8	65	100	Grava (%)	36.10
1/2"	12.700	299.56	7.6	18.8	81.2			Arena (%)	63.90
3/8"	9.520	190.85	4.8	23.7	76.4	45	80	Finos (%)	0.41
1/4"	6.350	293.59	7.5	31.1	68.9			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	196.87	5.0	36.1	63.9	30	65		
N° 8	2.360	496.83	12.6	48.7	51.3			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	125.48	3.2	51.9	48.1	22	52	Limite Liquido (%)	35.01
N° 16	1.190	423.13	10.7	62.6	37.4			Limite Plastico (%)	26.98
N° 20	0.850	267.64	6.8	69.4	30.6			Indice de Plasticidad (%)	8.03
N° 30	0.600	293.96	7.5	76.9	23.1			Clasificacion SUCS	SP
N° 40	0.420	264.09	6.7	83.6	16.4	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-4 (0)
N° 50	0.300	231.21	5.9	89.5	10.5				
N° 60	0.250	120.92	3.1	92.5	7.5			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	142.51	3.6	96.2	3.8			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	13.91
N° 100	0.150	56.54	1.4	97.6	2.4			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.58
N° 200	0.074	78.82	2.0	99.6	0.4	5	20		
Pasante		15.54	0.4	100.0				Contenido de Humedad (%)	6.54
		3,939.24	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Por Cuarteo	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Altura de Corte (m)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
3.80 / 3.60	0.20		-----	---	Presencia de Pastos y material Organico
3.40 / 3.20 / 3.00 / 2.80 / 2.60 / 2.40 / 2.20 / 2.00 / 1.80 / 1.60 / 1.40 / 1.20 / 1.00 / 0.80 / 0.60 / 0.40 / 0.20 / 0.00	3.40		SP	A-2-4 (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5160.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4970.0	
Peso del agua contenida (gr)	190.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4970.0	
Contenido de Humedad (%)	3.8	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**3.82**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

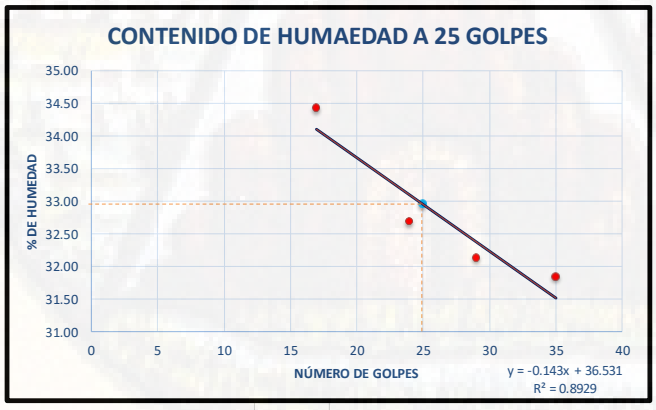
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		1	7	31	34	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**27.98**	**27.08**	**26.88**	**29.50**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**23.67**	**23.12**	**23.13**	**25.15**	
Peso de Tarro	gr.	**11.15**	**11.01**	**11.46**	**11.49**	
Peso de Agua	gr.	4.31	3.96	3.75	4.35	
Peso del Suelo Seco	gr.	12.52	12.11	11.67	13.66	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	34.42	32.70	32.13	31.84	**32.96**
Número de Golpes		**17**	**24**	**29**	**35**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		23				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.88**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.40**				
Peso de Agua	gr.	2.48				
Peso de Suelo seco	gr.	9.40				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	26.38				**26.38**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**32.96**
Limite Plastico	**26.38**
Indice de Plasticidad	**6.58**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

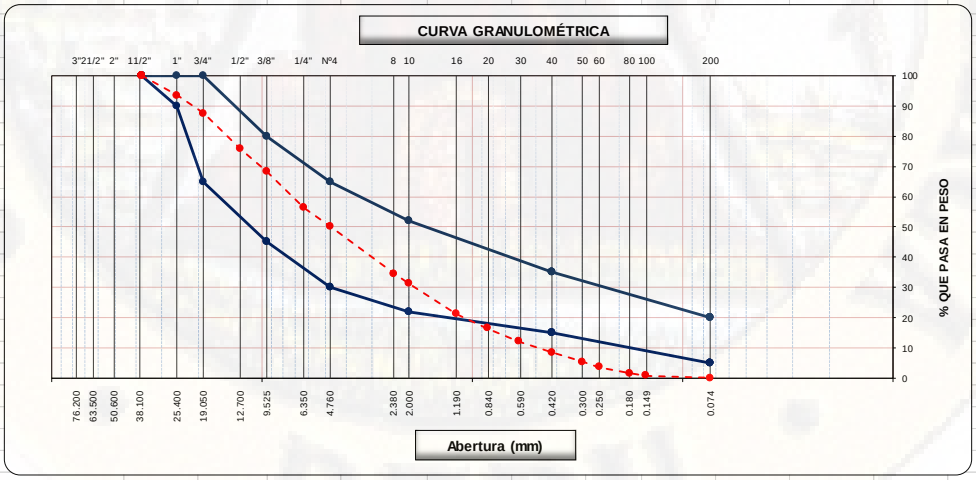
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA
PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA
REGION	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CANTERA N° 03	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	4,129.92
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	268.59	6.5	6.5	93.5	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	246.92	6.0	12.5	87.5	65	100	Grava (%)	49.81
1/2"	12.700	483.78	11.7	24.2	75.8			Arena (%)	50.19
3/8"	9.520	306.54	7.4	31.6	68.4	45	80	Finos (%)	0.19
1/4"	6.350	500.13	12.1	43.7	56.3			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	251.39	6.1	49.8	50.2	30	65		
N° 8	2.360	641.60	15.5	65.4	34.7			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	140.29	3.4	68.8	31.3	22	52	Limite Liquido (%)	32.96
N° 16	1.190	410.30	9.9	78.7	21.3			Limite Plastico (%)	26.38
N° 20	0.850	196.34	4.8	83.4	16.6			Indice de Plasticidad (%)	6.58
N° 30	0.600	181.42	4.4	87.8	12.2			Clasificacion SUCS	SP
N° 40	0.420	150.65	3.7	91.5	8.5	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-4 (0)
N° 50	0.300	127.46	3.1	94.6	5.4				
N° 60	0.250	72.77	1.8	96.3	3.7			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	82.37	2.0	98.3	1.7			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	14.77
N° 100	0.150	30.99	0.8	99.1	0.9			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.99
N° 200	0.074	31.14	0.8	99.8	0.2	5	20		
Pasante		7.24	0.2	100.0				Contenido de Humedad (%)	3.82
		4,129.92	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
LOCALIDAD	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Por Cuarteo	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Altura de Corte (m)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
3.80	0.20		----	---	Presencia de Pastos y material Organico
3.60					
3.40	3.40		SP	A-2-5 (0)	Arena mal graduada , color marrón, humedad moderada no plástico con baja humedad, (consistencia compacta), (consistencia medianamente de suelto a denso)con poco % material granular sub angular.
3.20					
3.00					
2.80					
2.60					
2.40					
2.20					
2.00					
1.80					
1.60					
1.40					
1.20					
1.00					
0.80					
0.60					
0.40					
0.20					
0.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00- 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5070.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4675.0	
Peso del agua contenida (gr)	395.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4675.0	
Contenido de Humedad (%)	8.4	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**8.45**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

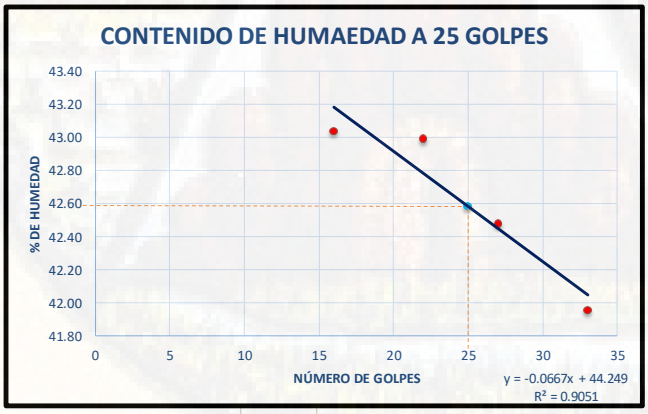
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00- 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		**24**	**31**	**32**	**33**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**23.80**	**25.35**	**25.99**	**26.59**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**20.06**	**21.18**	**21.67**	**22.13**	
Peso de Tarro	gr.	**11.37**	**11.48**	**11.50**	**11.50**	
Peso de Agua	gr.	3.74	4.17	4.32	4.46	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.69	9.70	10.17	10.63	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	43.04	42.99	42.48	41.96	**42.58**
Número de Golpes		**16**	**22**	**27**	**33**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		**34**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.28**				
Peso de Suelo seco	gr.	**8.40**				
Peso de Agua	gr.	2.88				
Peso de Suelo seco	gr.	8.40				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	34.29				**34.29**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**42.58**
Limite Plastico	**34.29**
Indice de Plasticidad	**8.29**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

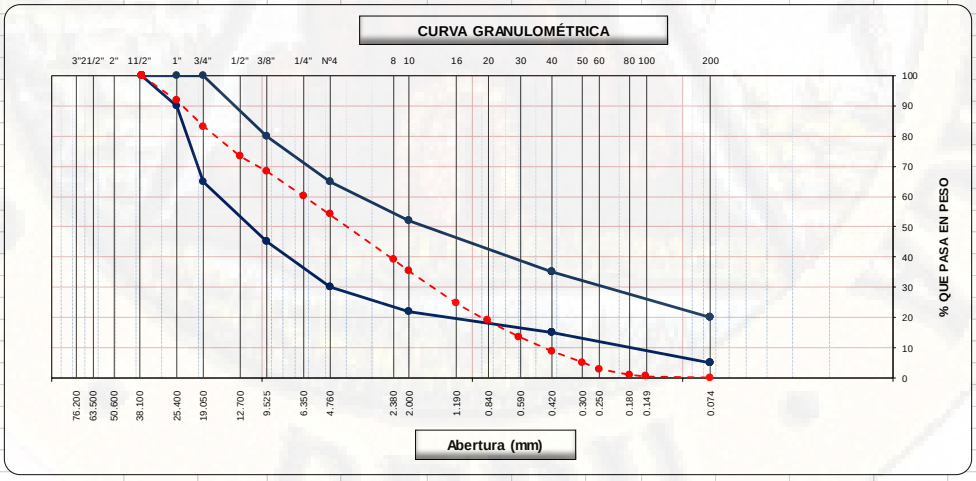
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CANTERA N° 04	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00- 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	3,423.10
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800							**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo	1 1/2"
1"	25.400	282.03	8.2	8.2	91.8	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1"
3/4"	19.000	297.38	8.7	16.9	83.1	65	100	Grava (%)	45.92
1/2"	12.700	334.30	9.8	26.7	73.3			Arena (%)	54.08
3/8"	9.520	167.78	4.9	31.6	68.4	45	80	Finos (%)	0.07
1/4"	6.350	281.92	8.2	39.8	60.2			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	208.19	6.1	45.9	54.1	30	65		
N° 8	2.360	510.79	14.9	60.8	39.2			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	128.29	3.8	64.6	35.4	22	52	Limite Liquido (%)	42.58
N° 16	1.190	365.48	10.7	75.3	24.7			Limite Plastico (%)	34.29
N° 20	0.850	194.46	5.7	81.0	19.1			Indice de Plasticidad (%)	8.29
N° 30	0.600	184.35	5.4	86.3	13.7			Clasificacion SUCS	SP
N° 40	0.420	162.84	4.8	91.1	8.9	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-5 (0)
N° 50	0.300	130.00	3.8	94.9	5.1				
N° 60	0.250	72.09	2.1	97.0	3.0			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	62.91	1.8	98.9	1.1			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	13.46
N° 100	0.150	19.61	0.6	99.4	0.6			Coeficiente de Curvatura (Cc)	0.89
N° 200	0.074	17.54	0.5	99.9	0.1	5	20		
Pasante		3.14	0.1	100.0				Contenido de Humedad (%)	8.45
		3,423.10	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA Nº 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Por Cuarteo	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Prof. (m.)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
7.60 / 7.20	0.40		-----	---	Presencia de Pastos y material Organico
6.80 / 6.40 / 6.00 / 5.60 / 5.20 / 4.80 / 4.40 / 4.00 / 3.60 / 3.20 / 2.80 / 2.40 / 2.00 / 1.60 / 1.20 / 0.80 / 0.40 / 0.00	6.80		GW	A-2-6 (0)	Grava bien graduada

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5280.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4935.0	
Peso del agua contenida (gr)	345.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4935.0	
Contenido de Humedad (%)	7.0	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**6.99**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

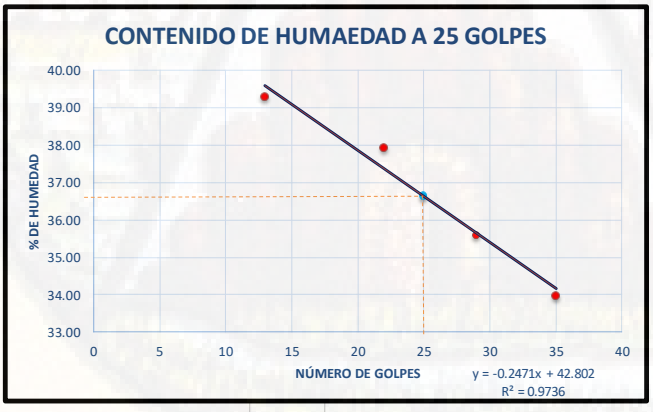
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		1	7	23	34	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	26.11	24.54	25.78	29.35	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	21.99	20.82	21.94	24.67	
Peso de Tarro	gr.	11.50	11.01	11.15	10.89	
Peso de Agua	gr.	4.12	3.72	3.84	4.68	
Peso del Suelo Seco	gr.	10.49	9.81	10.79	13.78	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	39.28	37.92	35.59	33.96	**36.62**
Número de Golpes		13	22	29	35	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		24				
Peso de Suelo Humedo	gr.	10.86				
Peso de Suelo seco	gr.	8.58				
Peso de Agua	gr.	2.28				
Peso de Suelo seco	gr.	8.58				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	26.57				**26.57**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**36.62**
Limite Plastico	**26.57**
Indice de Plasticidad	**10.05**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

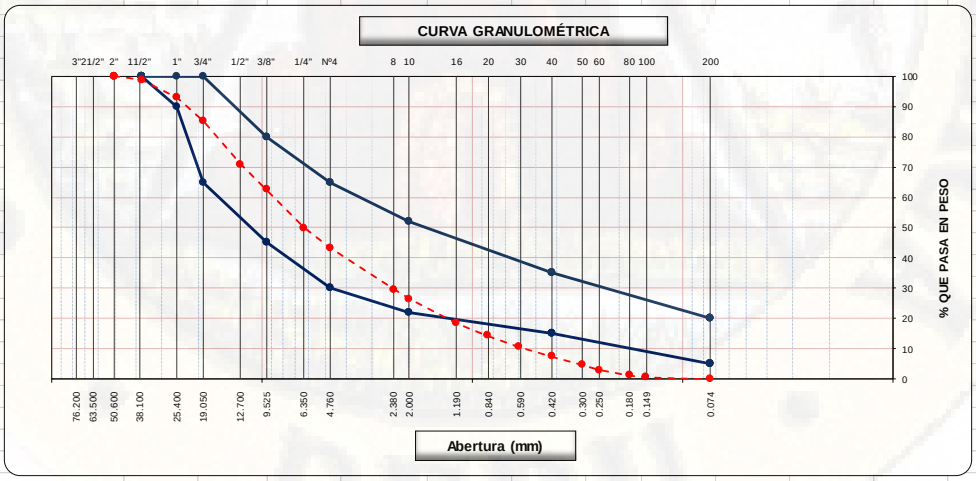
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA
PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA
REGION	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CANTERA N° 05	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	4,087.04
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800				100.0			**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500	50.52	1.2	1.2	98.8	100	100	Tamaño Maximo	2"
1"	25.400	234.38	5.7	7.0	93.0	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1 1/2"
3/4"	19.000	323.84	7.9	14.9	85.1	65	100	Grava (%)	56.62
1/2"	12.700	578.19	14.2	29.0	71.0			Arena (%)	43.38
3/8"	9.520	341.85	8.4	37.4	62.6	45	80	Finos (%)	0.06
1/4"	6.350	518.64	12.7	50.1	49.9			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	266.76	6.5	56.6	43.4	30	65		
N° 8	2.360	564.05	13.8	70.4	29.6			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	125.43	3.1	73.5	26.5	22	52	Limite Liquido (%)	36.62
N° 16	1.190	327.09	8.0	81.5	18.5			Limite Plastico (%)	26.57
N° 20	0.850	165.49	4.1	85.5	14.5			Indice de Plasticidad (%)	10.05
N° 30	0.600	155.52	3.8	89.4	10.7			Clasificacion SUCS	GW
N° 40	0.420	129.60	3.2	92.5	7.5	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-6 (0)
N° 50	0.300	112.84	2.8	95.3	4.7				
N° 60	0.250	73.84	1.8	97.1	2.9			**Se Clasican con coeficientes de:**	
N° 80	0.180	68.12	1.7	98.8	1.2			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	15.72
N° 100	0.150	25.17	0.6	99.4	0.6			Coeficiente de Curvatura (Cc)	1.18
N° 200	0.074	23.06	0.6	99.9	0.1	5	20		
Pasante		2.65	0.1	100.0				Contenido de Humedad (%)	6.99
		4,087.04	100.0						



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestreo	:	Por Cuarteo	Estado	:	Natural
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Altura de Corte (m)	ESTRATO ESPESOR (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	SUCCS	AASHTO	DESCRIPCION
6.65	0.35		-----	---	Presencia de Pastos y material Organico
6.30					
5.95	5.95		SW	A-2-4 (0)	Arena bien graduada
5.60					
5.25					
4.90					
4.55					
4.20					
3.85					
3.50					
3.15					
2.80					
2.45					
2.10					
1.75					
1.40					
1.05					
0.70					
0.35					
0.00					

PANEL FOTOGRAFICO

OBSERVACIONES :

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Descripcion	1	2
Peso de la muestra húmeda (gr)	5060.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4920.0	
Peso del agua contenida (gr)	140.0	
Peso de la muestra seca (gr)	4920.0	
Contenido de Humedad (%)	2.8	
Contenido de Humedad Promedio (%)	**2.85**	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

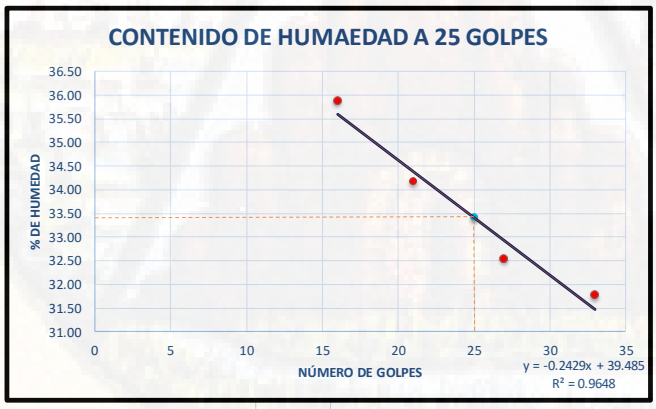
PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:					
Nº de Exploración	:	CANTERA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		**1**	**7**	**10**	**12**	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	**24.00**	**24.72**	**24.36**	**25.09**	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	**20.61**	**21.23**	**21.18**	**21.70**	
Peso de Tarro	gr.	**11.16**	**11.02**	**11.41**	**11.03**	
Peso de Agua	gr.	3.39	3.49	3.18	3.39	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.45	10.21	9.77	10.67	**Límite Líquido**
Contenido de Humedad %	%	35.87	34.18	32.55	31.77	**33.41**
Número de Golpes		**16**	**21**	**27**	**33**	

DETERMINACION DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		**15**				
Peso de Suelo Humedo	gr.	**11.45**				
Peso de Suelo seco	gr.	**9.14**				
Peso de Agua	gr.	2.31				
Peso de Suelo seco	gr.	9.14				**Límite Plástico**
Contenido de Humedad %	%	25.27				**25.27**



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	**33.41**
Limite Plastico	**25.27**
Indice de Plasticidad	**8.14**

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

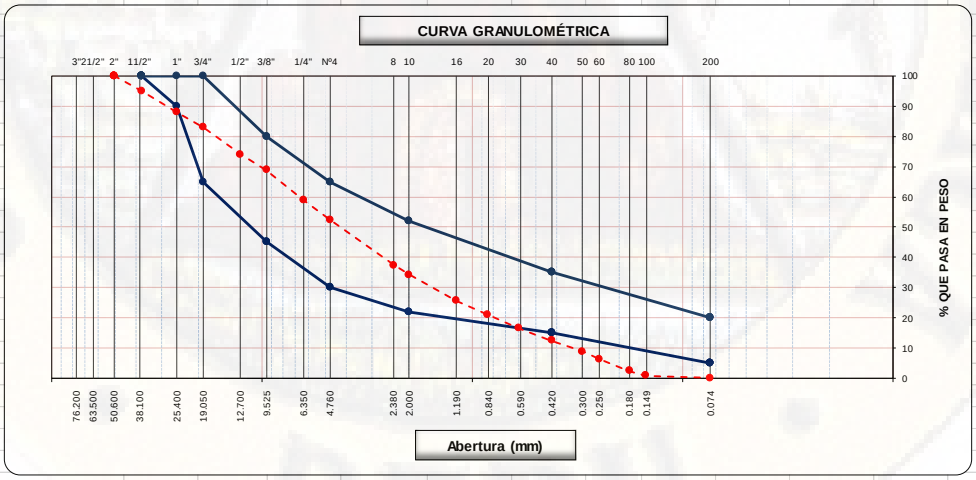
(ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO DE TESIS	:	**"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"**			
TRAMO	:	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	**PROVINCIA**	:	HUANCAVELICA
DISTRITO	:	HUANCAVELICA	**REGION**	:	HUANCAVELICA
LUGAR DE ENSAYO	:	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA			
LABORATORIO	:	GEOTECNIA I			

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL SUELO:

Nº de Exploración	:	CANTERA N° 06	Procedencia	:	Carretera Huancavelica - Plazapata
Muestra	:	M-1 Estrato (3.00 - 9.00)m	Estado	:	Natural
Muestreo	:	Por cuarteo			
Fecha del ensayo	:	10 de setiembre de 2019			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Afirmado A-1		Descripcion	
5"	127.000							**1. Peso de Material**	
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr)	3,549.38
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)	0.00
2 1/2"	60.300								
2"	50.800				100.0			**2. Caracteristicas**	
1 1/2"	37.500	178.50	5.0	5.0	95.0	100	100	Tamaño Maximo	2"
1"	25.400	246.91	7.0	12.0	88.0	90	100	Tamaño Maximo Nominal	1 1/2"
3/4"	19.000	181.84	5.1	17.1	82.9	65	100	Grava (%)	47.51
1/2"	12.700	313.75	8.8	26.0	74.1			Arena (%)	52.49
3/8"	9.520	185.20	5.2	31.2	68.8	45	80	Finos (%)	0.10
1/4"	6.350	353.56	10.0	41.1	58.9			Modulo de Fineza (%)	
N° 4	4.750	226.36	6.4	47.5	52.5	30	65		
N° 8	2.360	534.06	15.1	62.6	37.4			**3. Clasificacion**	
N° 10	2.000	111.17	3.1	65.7	34.3	22	52	Limite Liquido (%)	33.41
N° 16	1.190	307.73	8.7	74.4	25.6			Limite Plastico (%)	25.27
N° 20	0.850	163.12	4.6	79.0	21.0			Indice de Plasticidad (%)	8.14
N° 30	0.600	160.02	4.5	83.5	16.5			Clasificacion SUCS	SW
N° 40	0.420	145.65	4.1	87.6	12.4	15	35	Clasificacion AASHTO	A-2-4 (0)
N° 50	0.300	126.73	3.6	91.1	8.9				
N° 60	0.250	88.77	2.5	93.6	6.4			Se Clasican con coeficientes de:	
N° 80	0.180	135.17	3.8	97.5	2.6			Coeficiente de Uniforidad (Cu)	19.64
N° 100	0.150	58.74	1.7	99.1	0.9			Coeficiente de Curvatura (Cc)	1.15
N° 200	0.074	28.27	0.8	99.9	0.1	5	20		
Pasante		3.83	0.1	100.0				Contenido de Humedad (%)	2.85
		3,549.38	100.0						

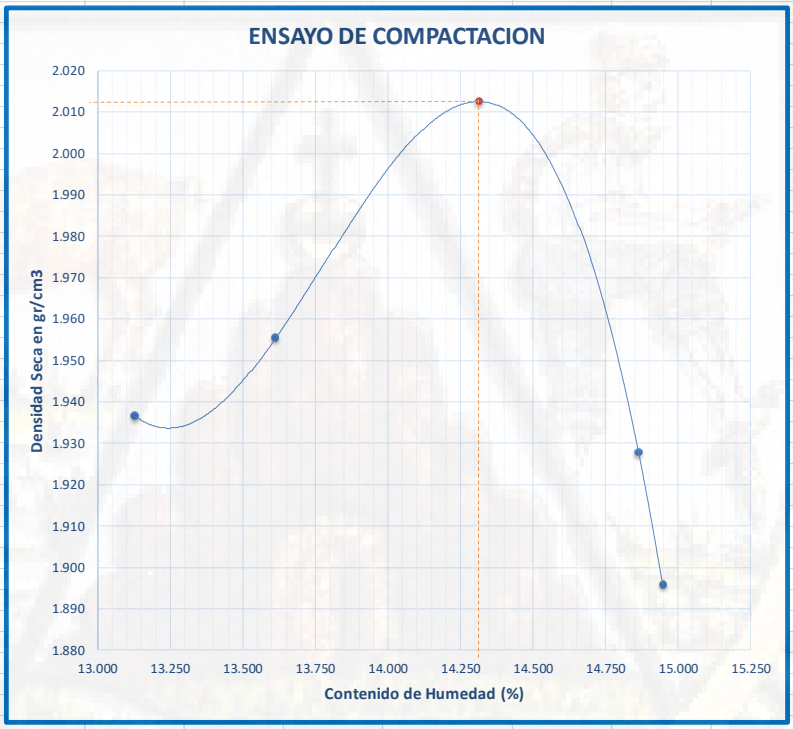


Anexo 3

(Proctor Modificado)

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA						DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I						RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION							
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"							
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA			PROGRESIVA:	0+061,00			
PERFORACIÓN:	CALICATA Nº	01		Nº LABORATORIO:	G1			

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	5	7	8	9
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	11200	11150	11215	11125
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4694	4644	4709	4619
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2214.442	2190.854	2221.518	2179.060
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	184.49	165.11	162.26	204.95
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	165.33	150.11	147.18	183.1
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	19.160	15.000	15.080	21.850
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.430	35.860	36.400	36.930
			PESO MUESTRA SECA	128.9000	114.2500	110.7800	146.1700
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	14.864	13.129	13.613	14.948
			DENSIDAD SECA Kg/m3	1927.877	1936.596	1955.345	1895.686
			DENSIDAD SECA gr/cm3	1.928	1.937	1.955	1.896
				9.864	6.129	5.613	5.948



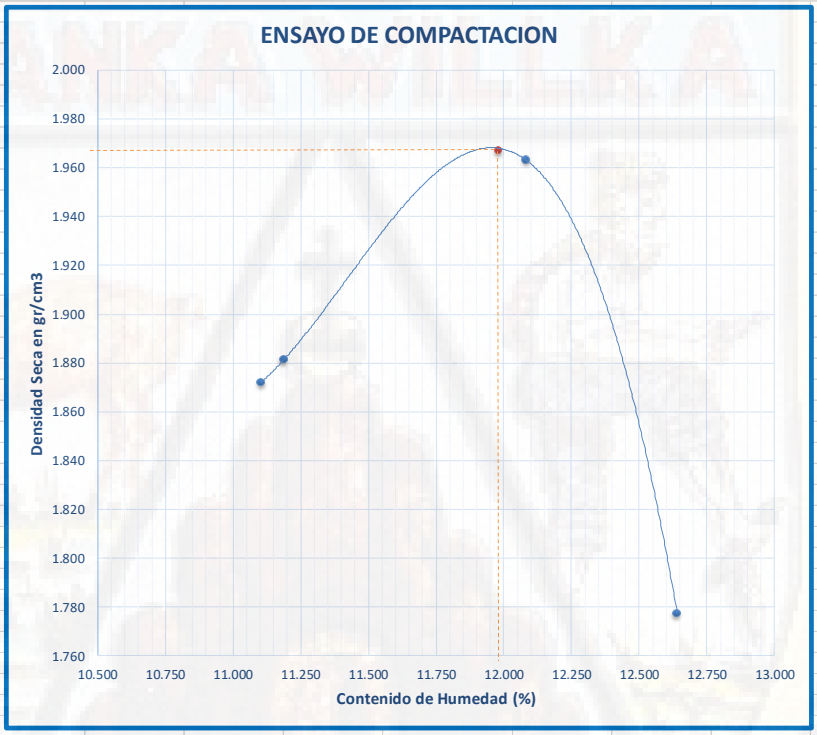
HUMEDAD OPTIMA:

14.317	2.0125
14.317	2.0125

DENSIDAD MAXIMA SECA	*2.01*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*14.32*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*7.43*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA LABORATORIO DE GEOTECNIA I			DATOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION			RESULTADOS	
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"				
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA	PROGRESIVA:	4+094.33		
PERFORACIÓN:	CALICATA N° 02	Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	3	4	5	6
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	10750	10915	10940	11170
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4244	4409	4434	4664
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2002.150	2079.990	2091.784	2200.289
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	140.63	145.01	136.01	137
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	128.97	134.18	126.02	125.91
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	11.660	10.830	9.990	11.090
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.730	36.650	36.720	34.130
			PESO MUESTRA SECA	92.2400	97.5300	89.3000	91.7800
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	12.641	11.104	11.187	12.083
			DENSIDAD SECA Kg/m3	1777.462	1872.106	1881.321	1963.085
			DENSIDAD SECA gr/cm3	1.777	1.872	1.881	1.963
				9.641	7.104	6.187	6.083



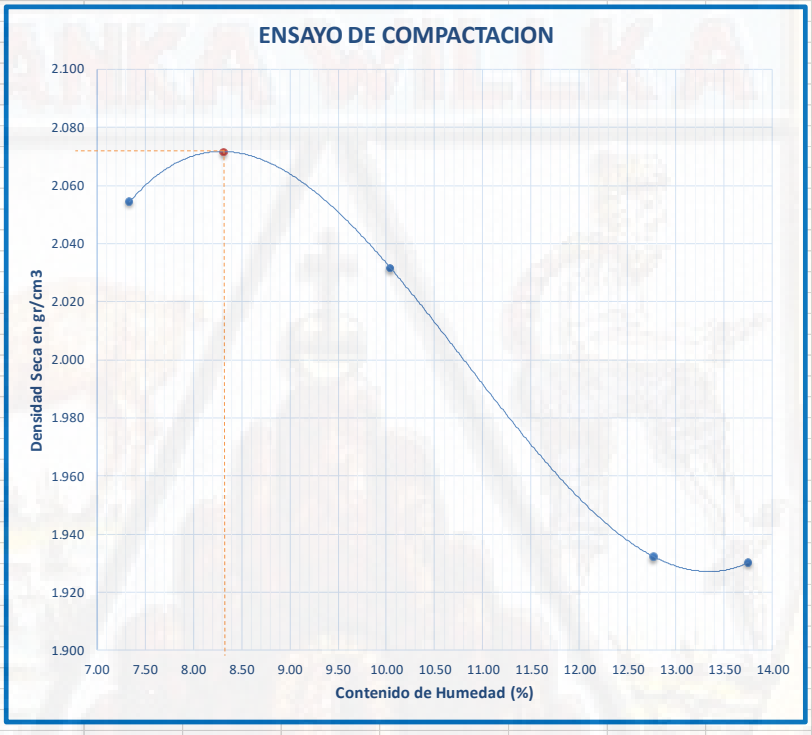
HUMEDAD OPTIMA:

0	1.967
11.98	1.967

DENSIDAD MAXIMA SECA	***1.97***	***gr/cm3***
CONTENIDO DE HUMEDAD	***11.98***	***%***
HUMEDAD OPTIMA	***4.73***	***%***

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA					DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I					RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION						
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"						
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA			PROGRESIVA:	8+127.66		
PERFORACIÓN:	CALICATA Nº	03		Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	8	6	4	10
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	11160	11245	11180	11125
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4654	4739	4674	4619
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2195.571	2235.671	2205.007	2179.060
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	155.14	165.26	163.65	171.58
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	140.87	153.52	154.92	156.31
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	14.270	11.740	8.730	15.270
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	37.090	36.610	35.930	36.790
			PESO MUESTRA SECA	103.7800	116.9100	118.9900	119.5200
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	13.750	10.042	7.337	12.776
			DENSIDAD SECA Kg/m3	1930.169	2031.654	2054.289	1932.200
			DENSIDAD SECA gr/cm3	1.930	2.032	2.054	1.932
				5.750	4.042	3.337	2.776



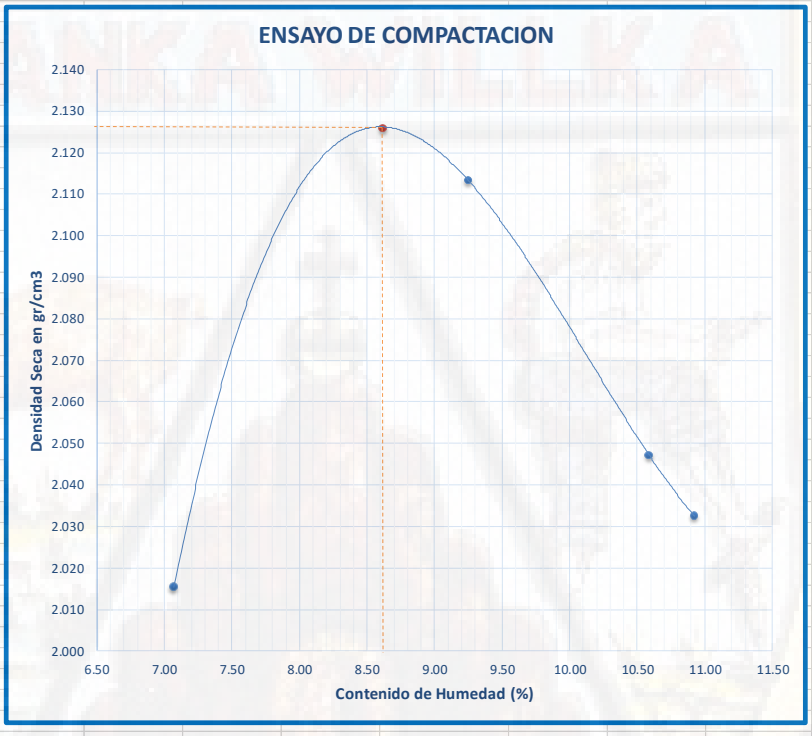
HUMEDAD OPTIMA:

0	2.0712
8.32	2.0712

DENSIDAD MAXIMA SECA	*2.07*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*8.32*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*4.34*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA LABORATORIO DE GEOTECNIA I				DATOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION				RESULTADOS	
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"					
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA		PROGRESIVA:	12+160.99		
PERFORACIÓN:	CALICATA Nº 04		Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	6	8	4	7
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	11400	11285	11080	11305
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4894	4779	4574	4799
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2308.794	2254.541	2157.831	2263.977
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	165.88	195.03	168.33	121.81
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	154.94	179.44	159.62	113.58
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	10.940	15.590	8.710	8.230
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.660	36.720	36.450	35.850
			PESO MUESTRA SECA	118.2800	142.7200	123.1700	77.7300
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	9.249	10.923	7.072	10.588
			DENSIDAD SECA Kg/m3	2113.327	2032.519	2015.317	2047.218
			DENSIDAD SECA gr/cm3	2.113	2.033	2.015	2.047
				3.249	2.923	3.072	3.588



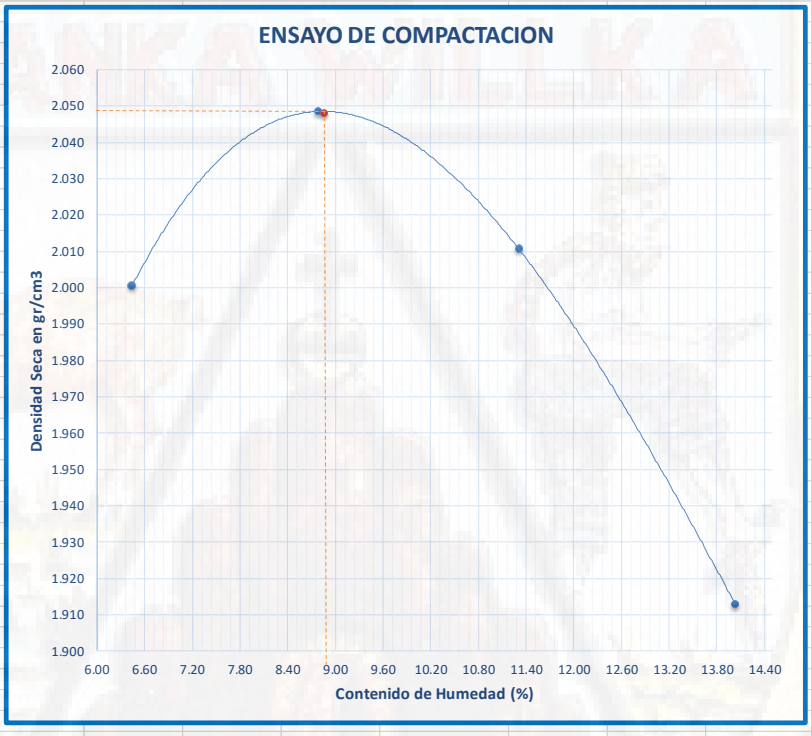
HUMEDAD OPTIMA:

0	2.1258
8.62	2.1258

DENSIDAD MAXIMA SECA	***2.13***	***gr/cm3***
CONTENIDO DE HUMEDAD	***8.62***	***%***
HUMEDAD OPTIMA	***5.41***	***%***

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA LABORATORIO DE GEOTECNIA I			DATOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION			RESULTADOS	
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"				
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA	PROGRESIVA:	16+194.32		
PERFORACIÓN:	CALICATA Nº 05	Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	5	7	8	2
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	11230	11250	11130	11020
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4724	4744	4624	4514
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2228.595	2238.030	2181.419	2129.525
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	178.99	143.57	199.09	145.49
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	167.48	132.69	179.09	138.92
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	11.510	10.880	20.000	6.570
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.550	36.510	36.620	36.970
			PESO MUESTRA SECA	130.9300	96.1800	142.4700	101.9500
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	8.791	11.312	14.038	6.444
			DENSIDAD SECA Kg/m3	2048.511	2010.589	1912.887	2000.600
			DENSIDAD SECA gr/cm3	2.049	2.011	1.913	2.001
				3.891	4.312	6.038	4.444



HUMEDAD OPTIMA:

0	2.048
8.86	2.048

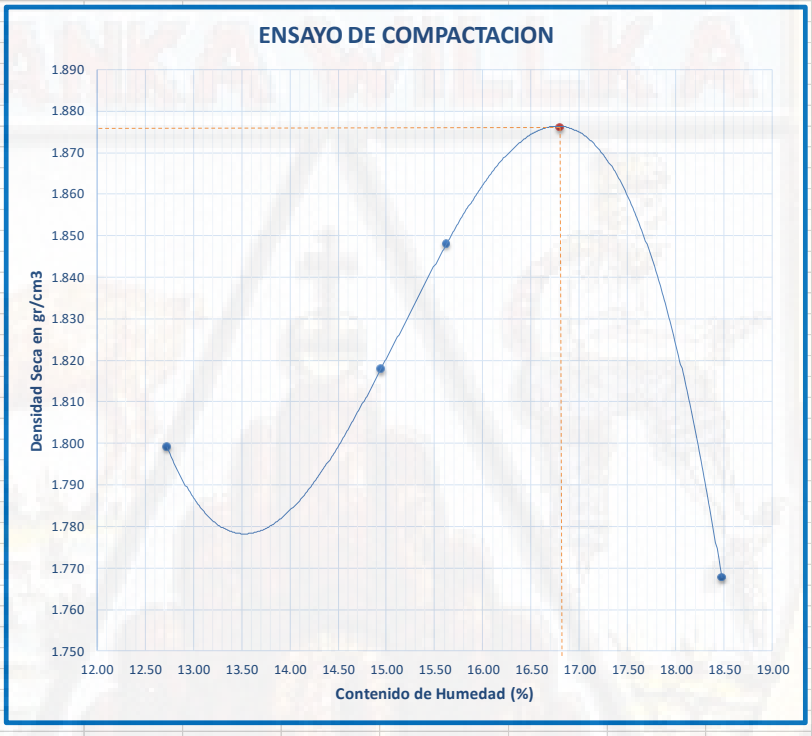
DENSIDAD MAXIMA SECA	*2.05*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*8.86*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*4.19*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA				DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I				RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION					

PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"		
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA	PROGRESIVA:	20+288.65
PERFORACIÓN:	CALICATA Nº 06	Nº LABORATORIO:	G1

CILINDRO		
NUMERO		
DIAMETRO		cm.
ALTURA		cm.
VOLUMEN	2119.7216	cm3.
PESO		gr.
Nº GOLPES/CAPA	56	
Nº PISONADAS/C		
Nº CAPAS	5	
PASANTE TAMIZ		

ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
HUMEDAD TEORICA	6	8	10	12
ENSAYO Nº	1	2	3	4
PESO CILINDRO + SUELO	10805	10935	11035	10945
PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO	4299	4429	4529	4439
DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2028.097	2089.425	2136.601	2094.143
CAPSULA Nº	1	2	3	4
P. MUESTRA H. + CAPSULA	161.49	158.18	198.54	162.37
P. MUESTRA S. + CAPSULA	147.37	142.27	176.69	142.76
PESO AGUA	14.120	15.910	21.850	19.610
PESO CAPSULA	36.430	35.790	36.810	36.620
PESO MUESTRA SECA	110.9400	106.4800	139.8800	106.1400
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	12.728	14.942	15.621	18.476
DENSIDAD SECA Kg/m3	1799.113	1817.812	1847.943	1767.573
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.799	1.818	1.848	1.768
	6.728	6.942	5.621	6.476



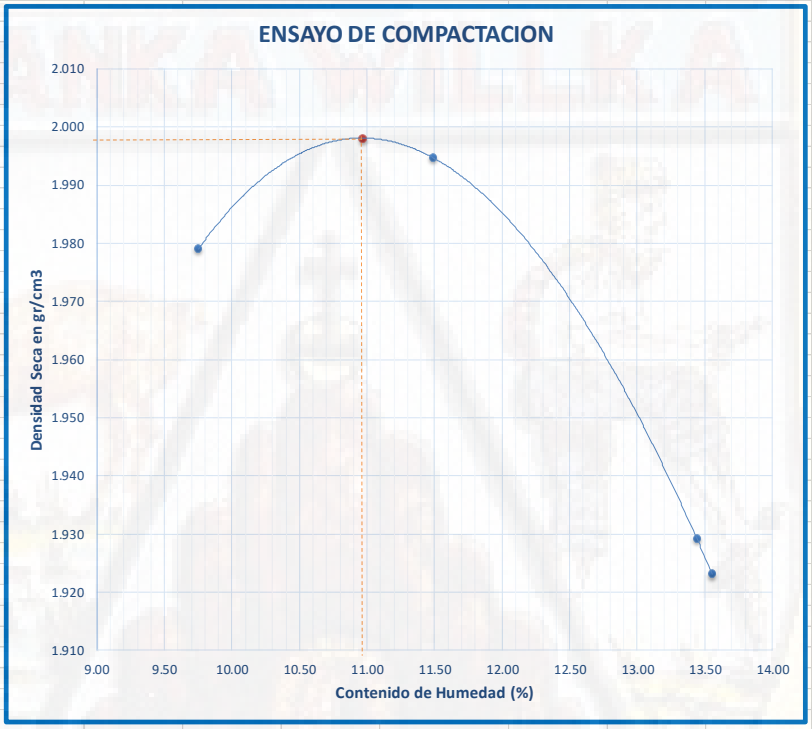
HUMEDAD OPTIMA:

0	1.876
16.8	1.876

DENSIDAD MAXIMA SECA	*1.88*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*16.80*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*10.36*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA				DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I				RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION					
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"					
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA		PROGRESIVA:	0+061.00		
PERFORACIÓN:	CANTERA	CA-01	Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	5	7	9	8
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	11110	11145	11135	11220
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4604	4639	4629	4714
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2171.983	2188.495	2183.777	2223.877
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	167.2	193.99	203.35	171.51
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	155.58	175.35	183.45	157.63
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	11.620	18.640	19.900	13.880
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.410	36.690	36.660	36.800
			PESO MUESTRA SECA	119.1700	138.6600	146.7900	120.8300
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	9.751	13.443	13.557	11.487
			DENSIDAD SECA Kg/m3	1979.014	1929.159	1923.071	1994.737
			DENSIDAD SECA gr/cm3	1.979	1.929	1.923	1.995
				4.751	6.443	4.557	3.487



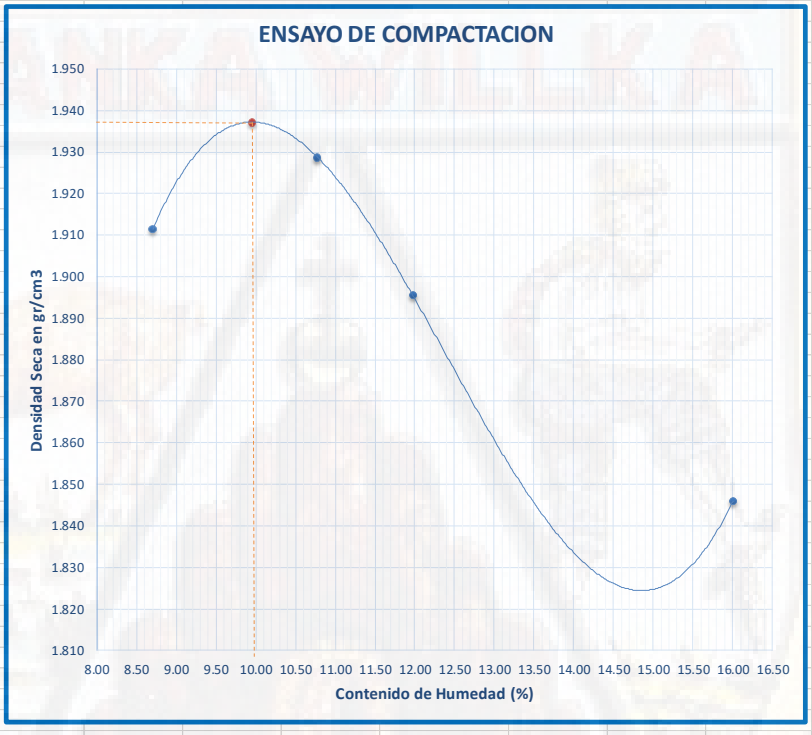
HUMEDAD OPTIMA:

0	1.998
10.97	1.998

DENSIDAD MAXIMA SECA	***2.00***	***gr/cm3***
CONTENIDO DE HUMEDAD	***10.97***	***%***
HUMEDAD OPTIMA	***6.16***	***%***

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA					DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I					RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION						
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"						
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA			PROGRESIVA:	5+431.00		
PERFORACIÓN:	CANTERA	CA-02		Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	7	9	11	5
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	11005	11035	11045	10910
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	4499	4529	4539	4404
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2122.449	2136.601	2141.319	2077.631
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	203.03	161.71	136.41	184.66
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	185.24	149.55	122.63	172.81
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	17.790	12.160	13.780	11.850
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.720	36.790	36.530	36.610
			PESO MUESTRA SECA	148.5200	112.7600	86.1000	136.2000
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	11.978	10.784	16.005	8.700
			DENSIDAD SECA Kg/m3	1895.413	1928.620	1845.891	1911.337
			DENSIDAD SECA gr/cm3	1.895	1.929	1.846	1.911
				4.978	1.784	5.005	3.700



HUMEDAD OPTIMA:

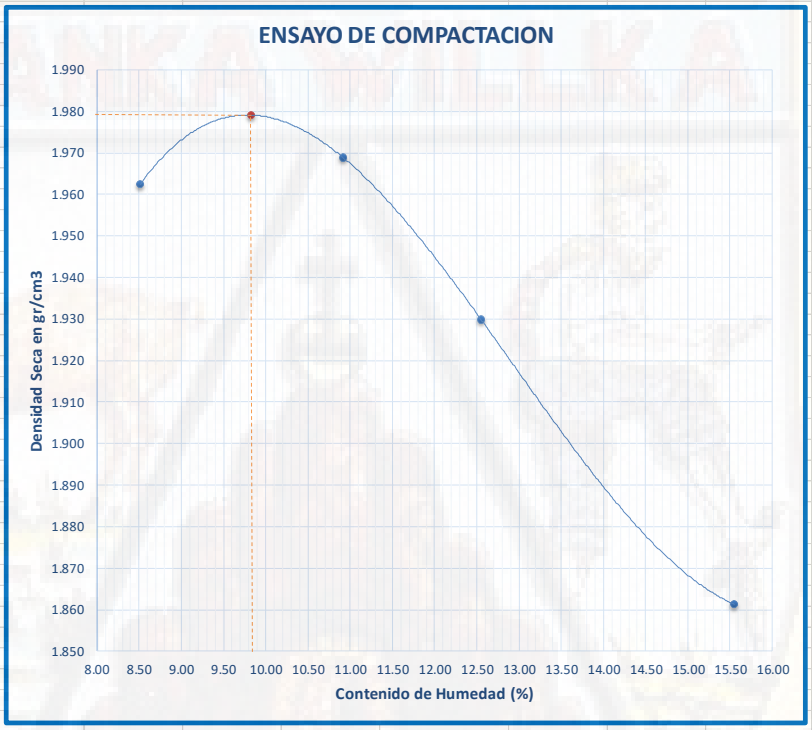
0	1.937
9.96	1.937

DENSIDAD MAXIMA SECA	***1.94***	***gr/cm3***
CONTENIDO DE HUMEDAD	***9.96***	***%***
HUMEDAD OPTIMA	***6.09***	***%***

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA				DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I				RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION					
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"					
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA		PROGRESIVA:	10+748.00		
PERFORACIÓN:	CANTERA	CA-03	Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO		
NUMERO		
DIAMETRO		cm.
ALTURA		cm.
VOLUMEN	2119.7216	cm3.
PESO		gr.
Nº GOLPES/CAPA	56	
Nº PISONADAS/C		
Nº CAPAS	5	
PASANTE TAMIZ		

ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
HUMEDAD TEORICA	5	7	9	11
ENSAYO Nº	1	2	3	4
PESO CILINDRO + SUELO	11020	11135	11110	11065
PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO	4514	4629	4604	4559
DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2129.525	2183.777	2171.983	2150.754
CAPSULA Nº	1	2	3	4
P. MUESTRA H. + CAPSULA	189.99	158.8	170.31	169.66
P. MUESTRA S. + CAPSULA	177.94	146.7	155.41	151.76
PESO AGUA	12.050	12.100	14.900	17.900
PESO CAPSULA	36.390	35.850	36.770	36.630
PESO MUESTRA SECA	141.5500	110.8500	118.6400	115.1300
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	8.513	10.916	12.559	15.548
DENSIDAD SECA Kg/m3	1962.463	1968.863	1929.640	1861.357
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.962	1.969	1.930	1.861
	3.513	3.916	3.559	4.548



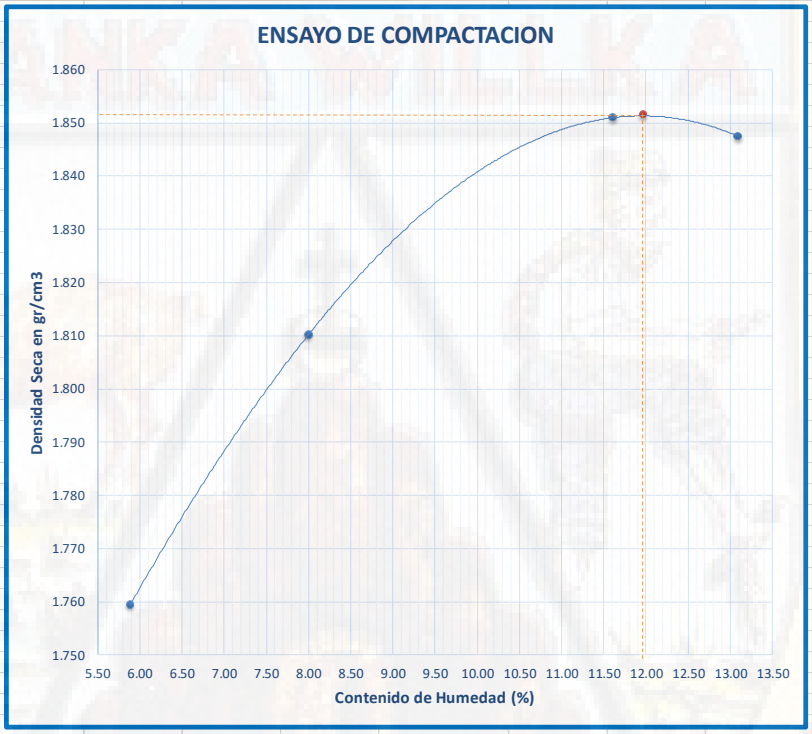
HUMEDAD OPTIMA:

0	1.979
9.83	1.979

DENSIDAD MAXIMA SECA	*1.98*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*9.83*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*5.95*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA					DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I					RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION						
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"						
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA			PROGRESIVA:	12+068.00		
PERFORACIÓN:	CANTERA	CA-04		Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO			ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
			HUMEDAD TEORICA	4	6	8	10
NUMERO			ENSAYO Nº	1	2	3	4
DIAMETRO		cm.	PESO CILINDRO + SUELO	10455	10650	10885	10935
ALTURA		cm.	PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
VOLUMEN	2119.7216	cm3.	PESO SUELO COMPACTADO	3949	4144	4379	4429
PESO		gr.	DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	1862.980	1954.974	2065.837	2089.425
			CAPSULA Nº	1	2	3	4
Nº GOLPES/CAPA	56		P. MUESTRA H. + CAPSULA	150.73	160.87	134.33	167.03
Nº PISONADAS/C			P. MUESTRA S. + CAPSULA	144.38	151.65	124.17	151.94
Nº CAPAS	5		PESO AGUA	6.350	9.220	10.160	15.090
PASANTE TAMIZ			PESO CAPSULA	36.470	36.370	36.650	36.720
			PESO MUESTRA SECA	107.9100	115.2800	87.5200	115.2200
			CONTENIDO DE HUMEDAD W%	5.885	7.998	11.609	13.097
			DENSIDAD SECA Kg/m3	1759.445	1810.196	1850.963	1847.468
			DENSIDAD SECA gr/cm3	1.759	1.810	1.851	1.847
				-1.885	1.998	3.609	3.097



HUMEDAD OPTIMA:

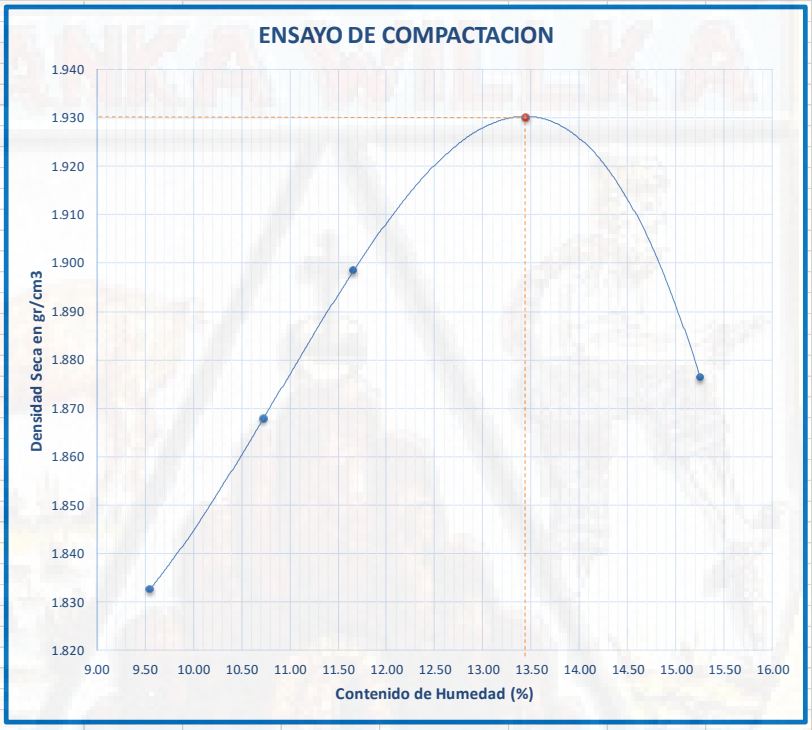
0	1.8515
11.97	1.8515

DENSIDAD MAXIMA SECA	*1.85*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*11.97*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*11.97*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA					DATOS	
	LABORATORIO DE GEOTECNIA I					RESULTADOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION						
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"						
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA			PROGRESIVA:	14+828.00		
PERFORACIÓN:	CANTERA	CA-05		Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO		
NUMERO		
DIAMETRO		cm.
ALTURA		cm.
VOLUMEN	2119.7216	cm3.
PESO		gr.
Nº GOLPES/CAPA	56	
Nº PISONADAS/C		
Nº CAPAS	5	
PASANTE TAMIZ		

ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
HUMEDAD TEORICA	4	6	8	5
ENSAYO Nº	1	2	3	4
PESO CILINDRO + SUELO	9970	11000	11090	10890
PESO CILINDRO	5718	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO	4252	4494	4584	4384
DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2007.716	2120.090	2162.548	2068.196
CAPSULA Nº	1	2	3	4
P. MUESTRA H. + CAPSULA	136.01	167.34	197.93	145.24
P. MUESTRA S. + CAPSULA	127.37	153.61	176.59	134.74
PESO AGUA	8.640	13.730	21.340	10.500
PESO CAPSULA	36.900	35.920	36.670	36.840
PESO MUESTRA SECA	90.4700	117.6900	139.9200	97.9000
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	9.550	11.666	15.252	10.725
DENSIDAD SECA Kg/m3	1832.692	1898.595	1876.372	1867.863
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.833	1.899	1.876	1.868
	5.550	5.666	7.252	5.725



HUMEDAD OPTIMA:

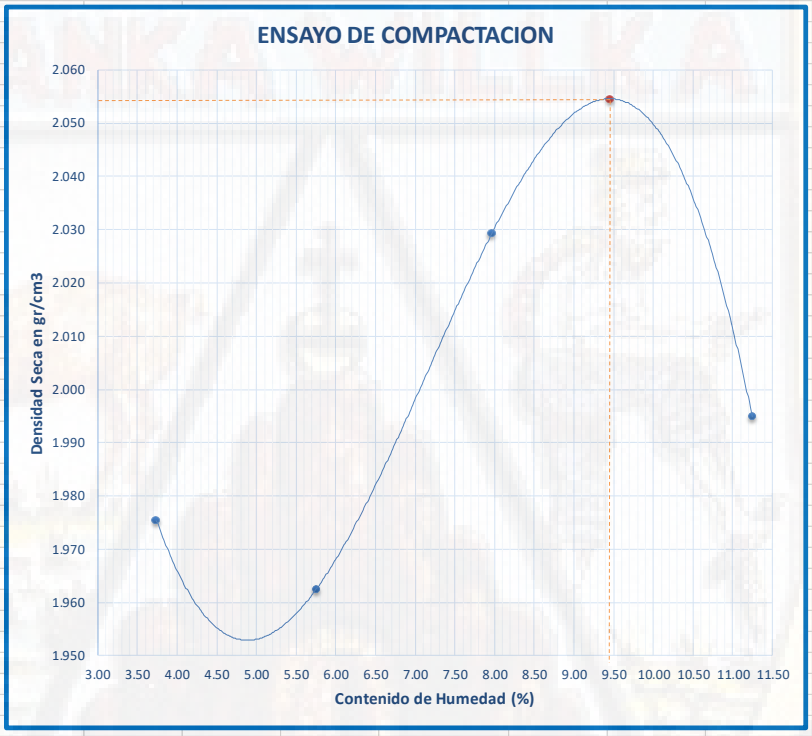
0	1.930
13.45	1.930

DENSIDAD MAXIMA SECA	*1.93*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*13.45*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*7.40*	*%*

U.N.H.	FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA LABORATORIO DE GEOTECNIA I				DATOS	
	ENSAYO DE COMPACTACION				RESULTADOS	
PROYECTO:	"EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA – 2019"					
SITUACIÓN:	TRAMO HUANCAVELICA - PLAZAPATA		PROGRESIVA:	23+628.00		
PERFORACIÓN:	CANTERA	CA-06	Nº LABORATORIO:	G1		

CILINDRO		
NUMERO		
DIAMETRO		cm.
ALTURA		cm.
VOLUMEN	2119.7216	cm3.
PESO		gr.
Nº GOLPES/CAPA	56	
Nº PISONADAS/C		
Nº CAPAS	5	
PASANTE TAMIZ		

ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO T180-D			
HUMEDAD TEORICA	4	6	8	10
ENSAYO Nº	1	2	3	4
PESO CILINDRO + SUELO	10850	10905	11150	11210
PESO CILINDRO	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO	4344	4399	4644	4704
DENSIDAD HUMEDA , Kg/m3	2049.326	2075.273	2190.854	2219.159
CAPSULA Nº	1	2	3	4
P. MUESTRA H. + CAPSULA	206.86	165.58	162.72	188.06
P. MUESTRA S. + CAPSULA	200.73	158.57	153.41	172.65
PESO AGUA	6.130	7.010	9.310	15.410
PESO CAPSULA	36.870	36.650	36.500	35.630
PESO MUESTRA SECA	163.8600	121.9200	116.9100	137.0200
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	3.741	5.750	7.963	11.247
DENSIDAD SECA Kg/m3	1975.425	1962.439	2029.256	1994.812
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.975	1.962	2.029	1.995
	-0.259	-0.250	-0.037	1.247



HUMEDAD OPTIMA:

0	2.0544
9.45	2.0544

DENSIDAD MAXIMA SECA	*2.05*	*gr/cm3*
CONTENIDO DE HUMEDAD	*9.45*	*%*
HUMEDAD OPTIMA	*9.45*	*%*

Anexo 4

(Ensayo Capacidad de soporte (CBR))

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 01	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA-PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.360 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.86 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.86 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	7.43 %	**Después de la compactación**	7.43 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	11.36 %	**Promedio después de remojo**	11.36 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4395.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.400 mm
Porcentaje de Expansión	1.20 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

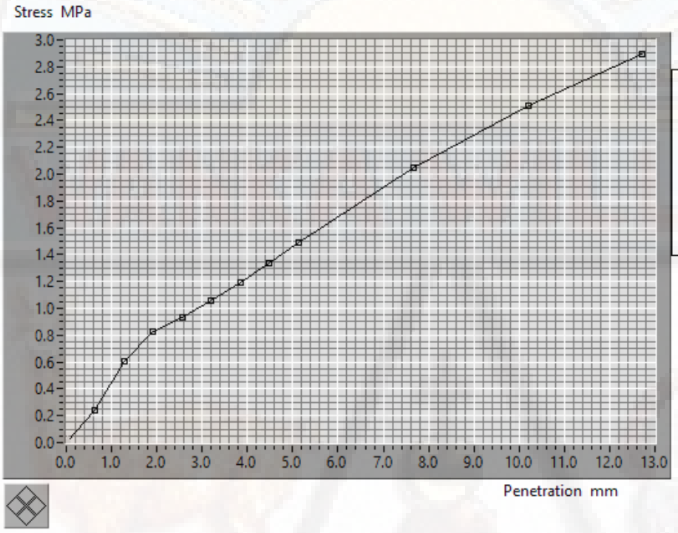
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 01	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.9	MPa	1.5	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	13.5	%	14.4	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 02	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON AMARILLENTO GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	151.990 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.70 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.70 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.73 %	**Después de la compactación**	4.73 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	13.34 %	**Promedio después de remojo**	13.34 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4080.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.989 mm
Porcentaje de Expansión	1.71 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

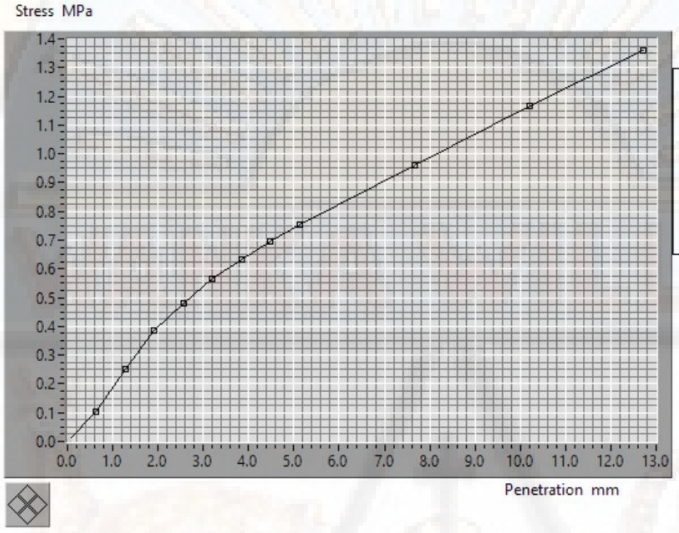
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 02	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.5	MPa	0.7	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	6.9	%	7.3	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 03	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON CLARO GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.360 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.86 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.86 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.34 %	**Después de la compactación**	4.34 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	11.57 %	**Promedio después de remojo**	11.57 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4400.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.570 mm
Porcentaje de Expansión	1.35 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

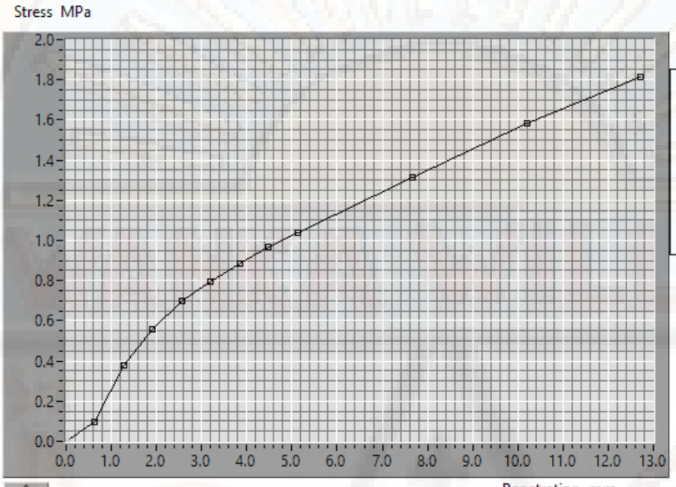
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 03	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.7	MPa	1.0	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	10.0	%	10.0	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 04	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.360 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.90 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.90 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	5.41 %	**Después de la compactación**	5.41 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	10.88 %	**Promedio después de remojo**	10.88 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4460.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.360 mm
Porcentaje de Expansión	1.17 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

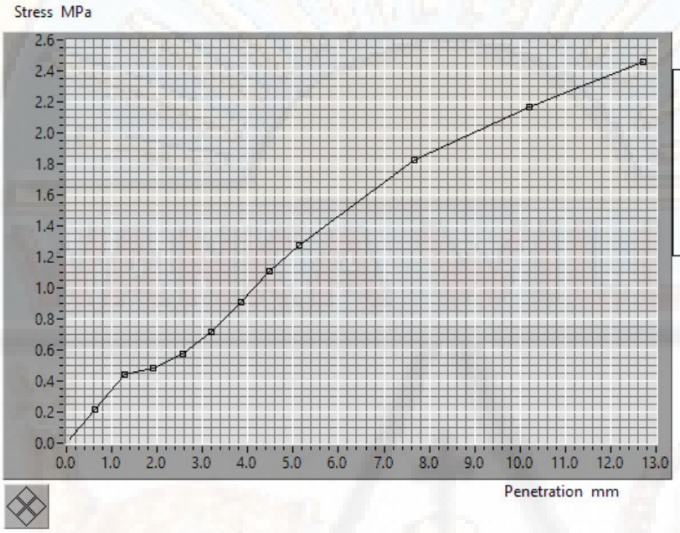
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 04	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.6	MPa	1.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	8.3	%	12.3	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 05	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEA
Diametro	152.160 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.99 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.99 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.19 %	**Después de la compactación**	4.19 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	7.76 %	**Promedio después de remojo**	7.76 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4530.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.385 mm
Porcentaje de Expansión	1.19 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

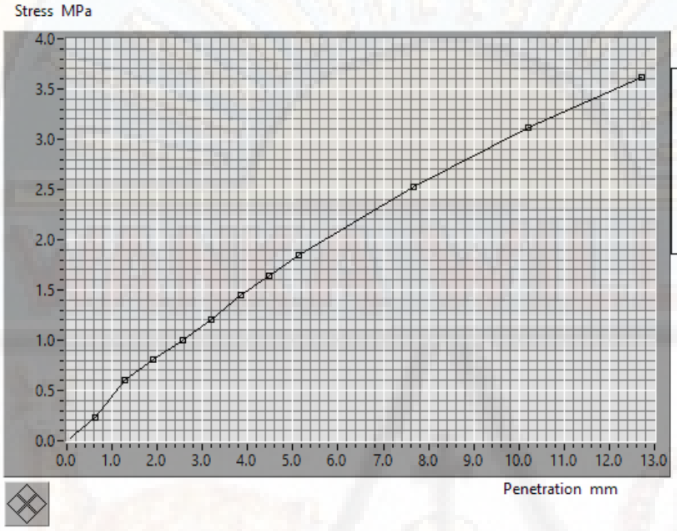
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 05	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.0	MPa	1.8	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	14.4	%	17.8	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 06	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.160 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.71 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.71 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	10.36 %	**Después de la compactación**	10.36 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	17.11 %	**Promedio después de remojo**	17.11 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4250.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	2.700 mm
Porcentaje de Expansión	2.32 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

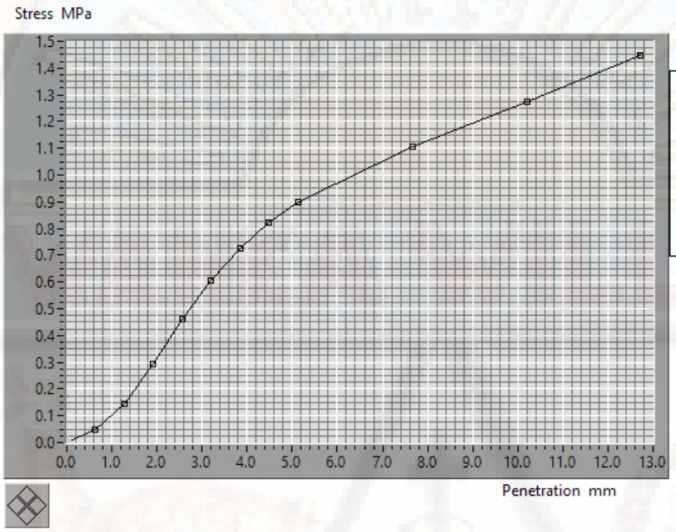
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 06	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.5	MPa	0.9	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	6.6	%	8.7	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 01	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.160 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.88 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.88 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	6.16 %	**Después de la compactación**	6.16 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	10.31 %	**Promedio después de remojo**	10.31 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4390.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	0.320 mm
Porcentaje de Expansión	0.27 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

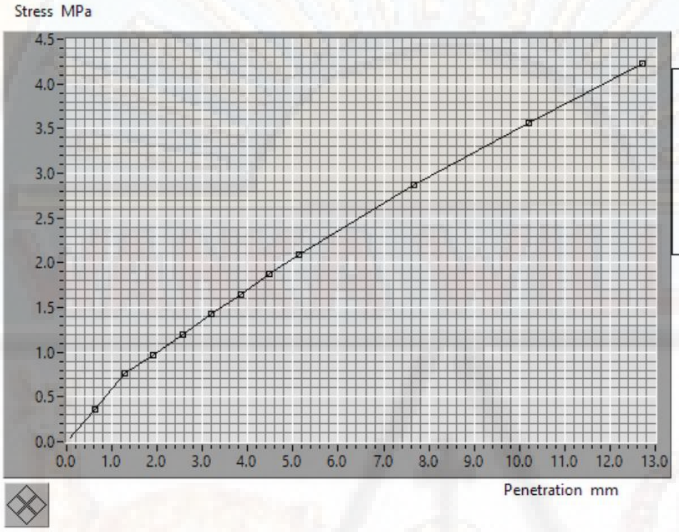
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 01	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.2	MPa	2.1	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	17.1	%	20.2	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 02	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	151.990 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.75 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.75 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	6.09 %	**Después de la compactación**	6.09 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	14.34 %	**Promedio después de remojo**	14.34 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4225.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.590 mm
Porcentaje de Expansión	1.37 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

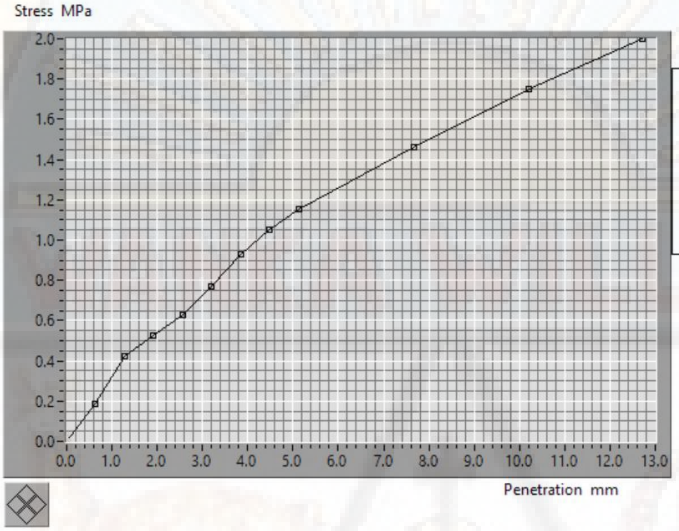
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 02	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.6	MPa	1.1	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	9.0	%	11.1	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 03	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON CLARO GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	remodeado
Diametro	151.990 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.81 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.81 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	5.95 %	**Después de la compactación**	5.95 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	11.96 %	**Promedio después de remojo**	11.96 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4285.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.519 mm
Porcentaje de Expansión	1.30 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

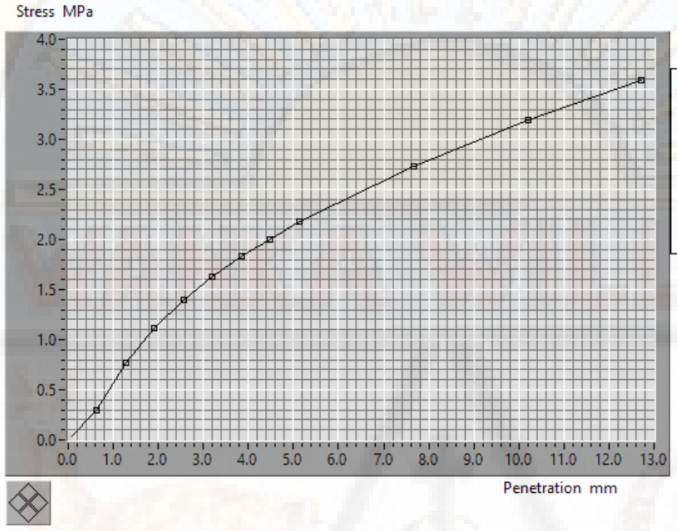
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 03	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.4	MPa	2.2	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	20.1	%	21.0	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 04	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMODEADA
Diametro	152.360 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.59 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.59 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	11.97 %	**Después de la compactación**	11.97 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	23.98 %	**Promedio después de remojo**	23.98 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4180.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	2.650 mm
Porcentaje de Expansión	2.28 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

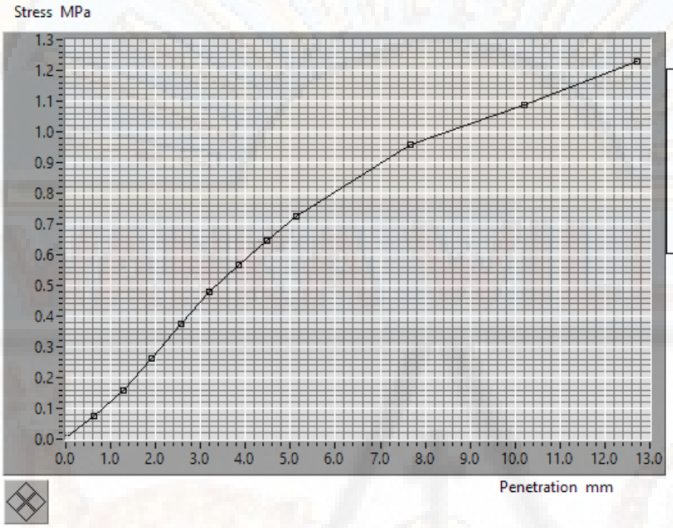
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 04	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.4	MPa	0.7	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	5.4	%	7.0	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 05	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR AMARILLO OSCURO GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEDA
Diametro	151.990 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.79 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.79 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	7.40 %	**Después de la compactación**	7.40 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	12.29 %	**Promedio después de remojo**	12.29 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4250.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.310 mm
Porcentaje de Expansión	1.13 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

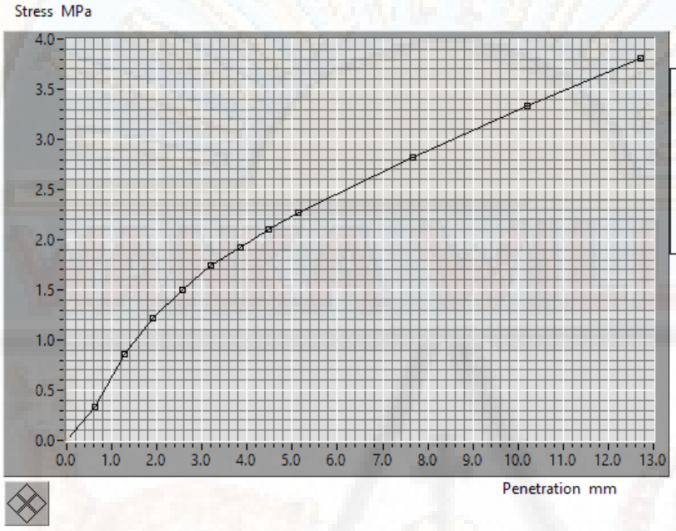
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 05	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.5	MPa	2.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	21.7	%	22.0	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 06	**Muestra**	01

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 12 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	A	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	151.990 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.86 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.86 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	9.45 %	**Después de la compactación**	9.45 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	15.69 %	**Promedio después de remojo**	15.69 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4540.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.750 mm
Porcentaje de Expansión	1.50 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

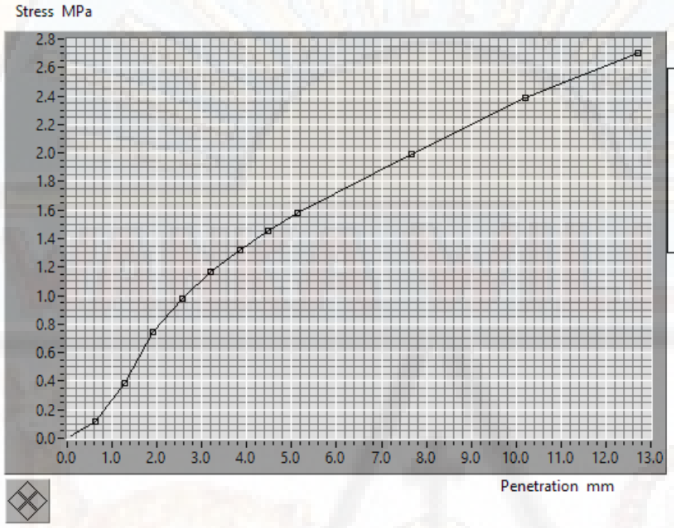
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 06	**Muestra**	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.0	MPa	1.6	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	14.1	%	15.2	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 01	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	153.040 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.92 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.92 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	7.43 %	**Después de la compactación**	7.43 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	10.10 %	**Promedio después de remojo**	10.10 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4535.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.390 mm
Porcentaje de Expansión	1.19 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

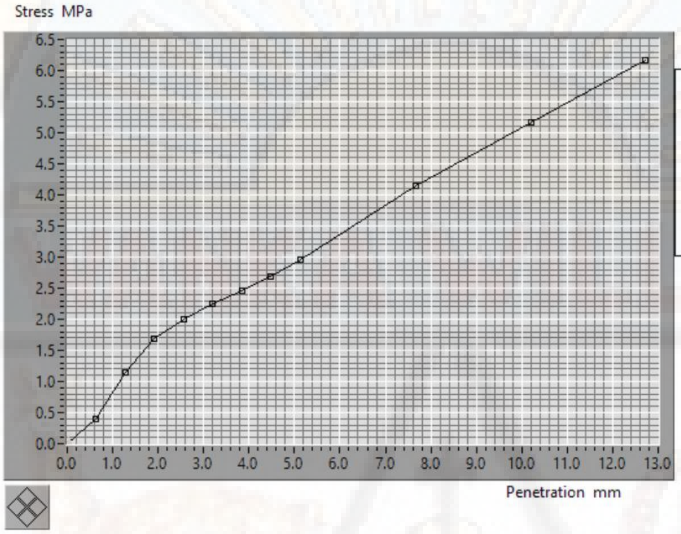
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 01	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.0	MPa	2.9	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	29.0	%	28.6	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 02	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON AMARILLENTO GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.070 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.83 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.83 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.73 %	**Después de la compactación**	4.73 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	11.19 %	**Promedio después de remojo**	11.19 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4305.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.300 mm
Porcentaje de Expansión	1.12 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

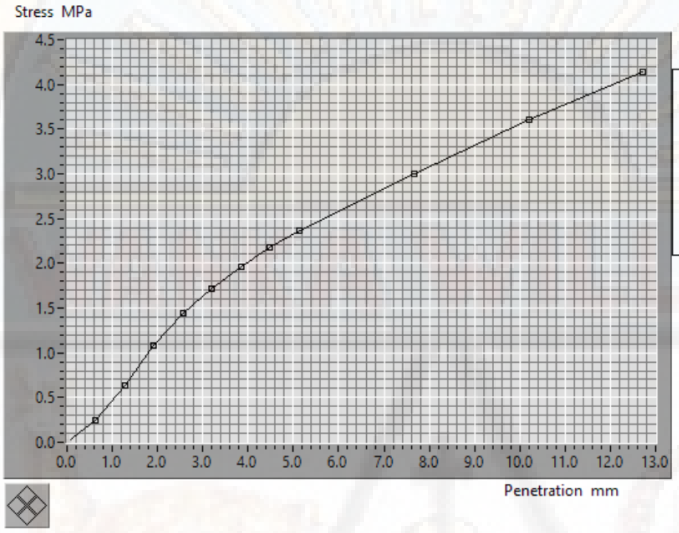
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 02	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.4	MPa	2.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	20.7	%	22.8	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 03	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON CLARO GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	153.040 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.93 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.93 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.34 %	**Después de la compactación**	4.34 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	9.67 %	**Promedio después de remojo**	9.67 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4525.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.540 mm
Porcentaje de Expansión	1.32 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

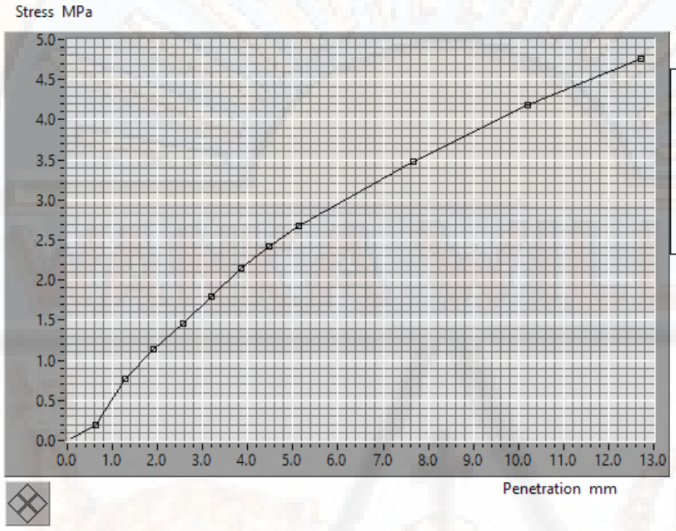
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 03	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.4	MPa	2.7	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	20.9	%	25.9	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 04	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	153.040 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.98 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.98 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	5.41 %	**Después de la compactación**	5.41 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	8.84 %	**Promedio después de remojo**	8.84 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4605.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.261 mm
Porcentaje de Expansión	1.08 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

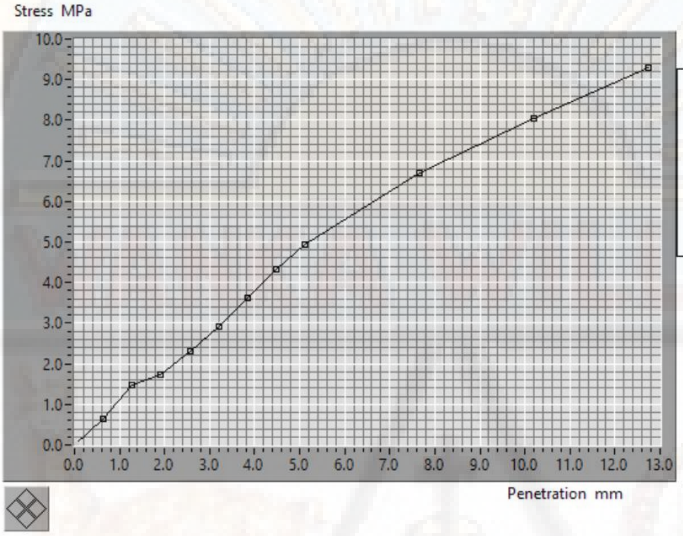
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 04	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.3	MPa	4.9	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	33.0	%	47.5	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 05	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMODEADA
Diametro	152.200 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.07 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.07 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.19 %	**Después de la compactación**	4.19 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	6.93 %	**Promedio después de remojo**	6.93 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4680.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.318 mm
Porcentaje de Expansión	1.13 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

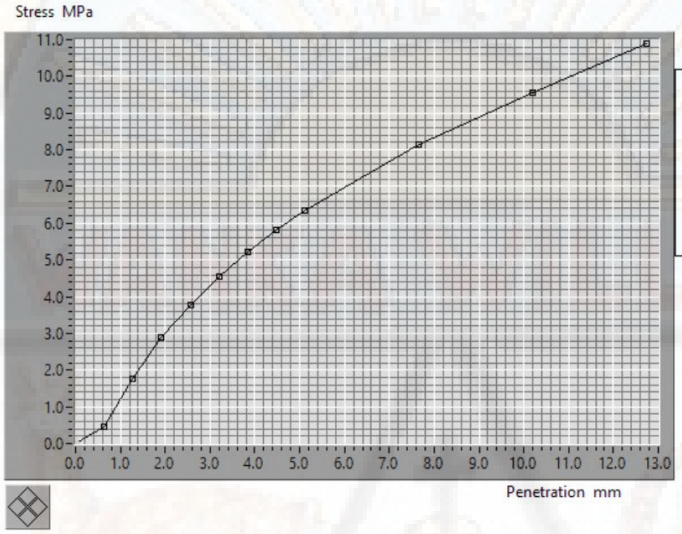
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 05	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	3.8	MPa	6.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	54.4	%	61.4	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 06	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.200 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.82 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.82 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	10.36 %	**Después de la compactación**	10.36 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	14.77 %	**Promedio después de remojo**	14.77 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4425.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	2.500 mm
Porcentaje de Expansión	2.15 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

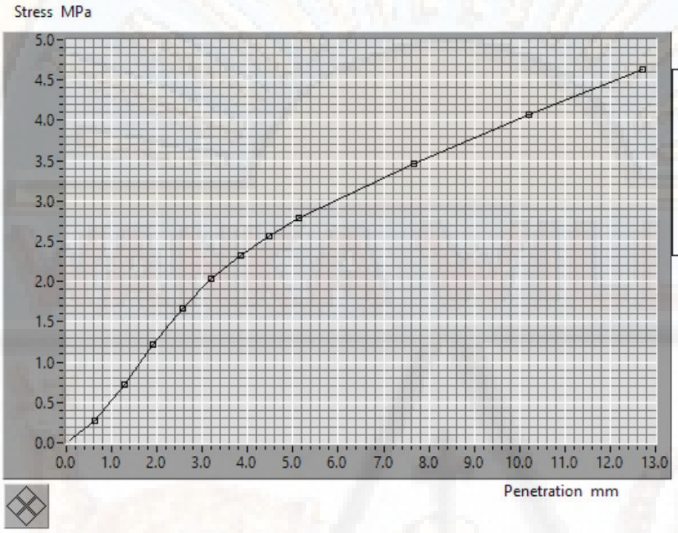
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 06	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.7	MPa	2.8	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	24.0	%	26.9	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 01	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.200 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.95 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.95 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	6.16 %	**Después de la compactación**	6.16 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	9.19 %	**Promedio después de remojo**	9.19 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4510.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	0.225 mm
Porcentaje de Expansión	0.19 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

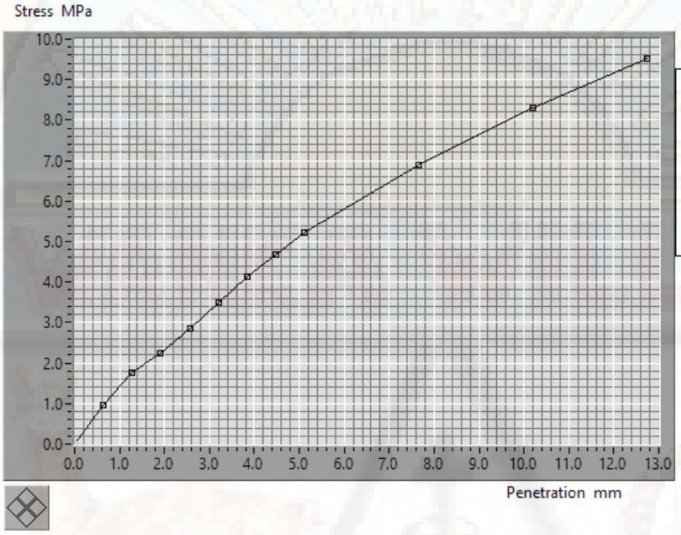
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 01	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.8	MPa	5.2	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	40.8	%	50.3	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 02	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.070 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.85 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.85 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	6.09 %	**Después de la compactación**	6.09 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	12.35 %	**Promedio después de remojo**	12.35 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4395.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.580 mm
Porcentaje de Expansión	1.36 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

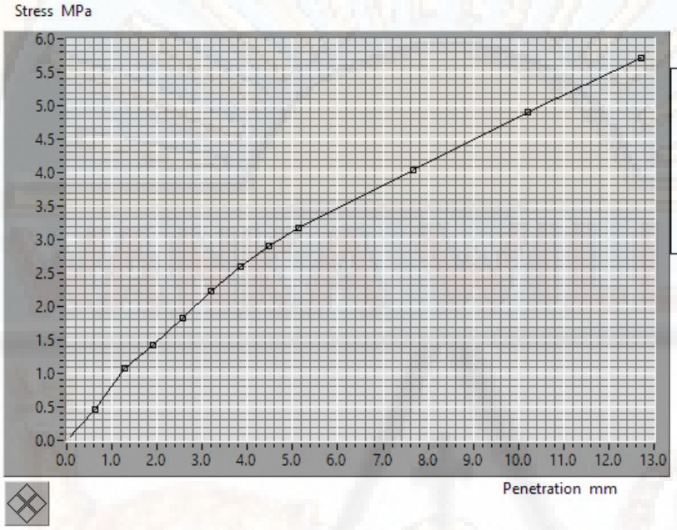
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 02	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.8	MPa	3.2	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	26.3	%	30.6	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 03	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON CLARO GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.070 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.88 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.88 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	5.95 %	**Después de la compactación**	5.95 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	10.97 %	**Promedio después de remojo**	10.97 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4420.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.501 mm
Porcentaje de Expansión	1.29 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

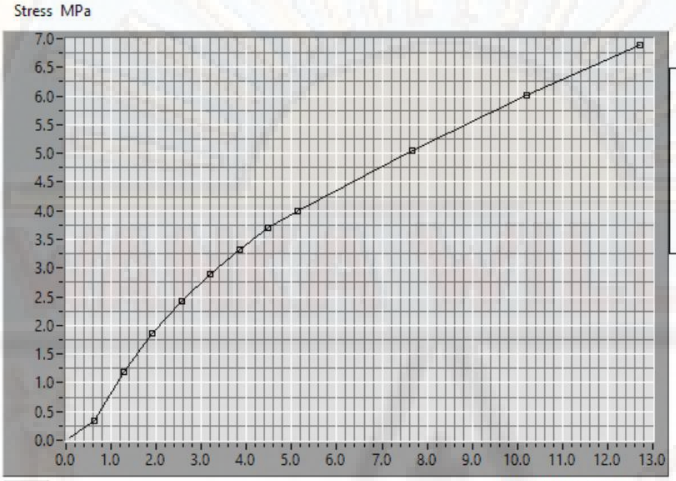
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 03	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.4	MPa	4.0	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	35.0	%	38.7	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 04	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	153.040 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.63 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.63 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	11.97 %	**Después de la compactación**	11.97 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	22.15 %	**Promedio después de remojo**	22.15 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4260.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.920 mm
Porcentaje de Expansión	1.65 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

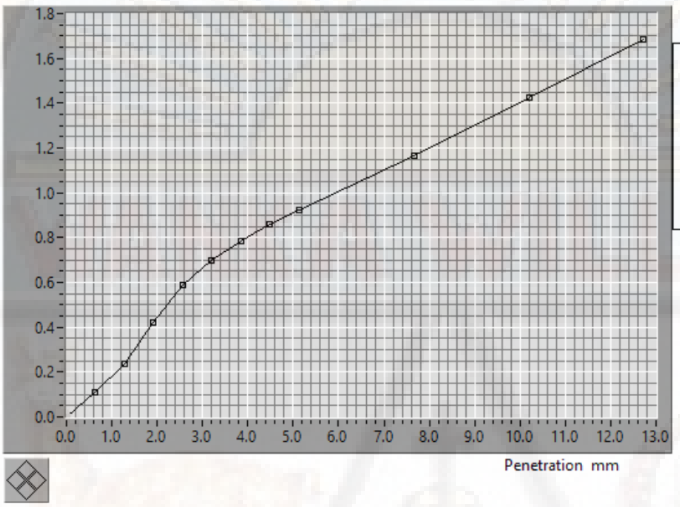
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 04	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.6	MPa	0.9	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	8.5	%	8.9	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 05	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR AMARILLO OSCURO GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.070 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.88 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.88 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	7.40 %	**Después de la compactación**	7.40 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	10.91 %	**Promedio después de remojo**	10.91 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4420.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.205 mm
Porcentaje de Expansión	1.04 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

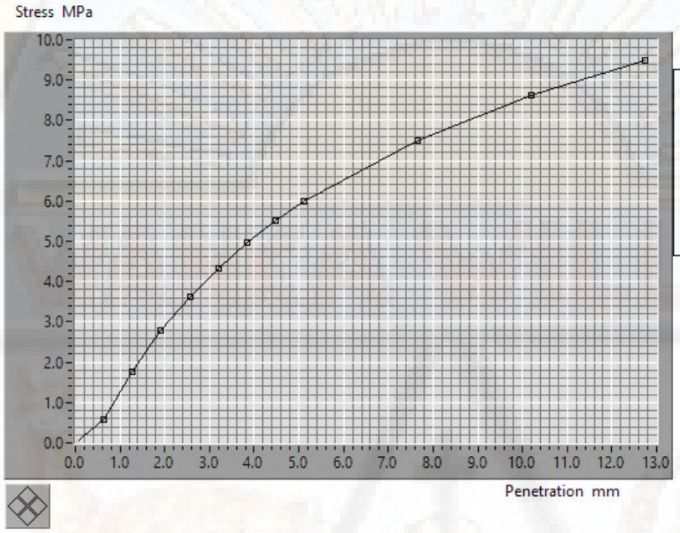
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 05	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	3.6	MPa	6.0	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	52.1	%	57.8	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 06	**Muestra**	02

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 25 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	B	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.070 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.97 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.97 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	9.45 %	**Después de la compactación**	9.45 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	13.41 %	**Promedio después de remojo**	13.41 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4730.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.680 mm
Porcentaje de Expansión	1.44 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

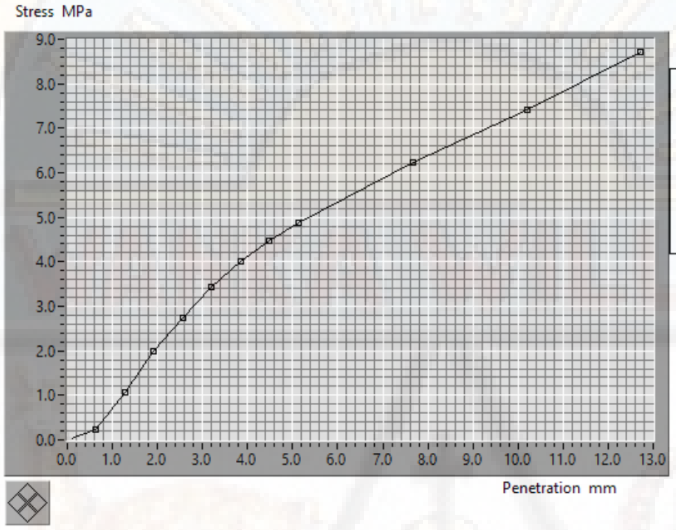
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 06	**Muestra**	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.7	MPa	4.9	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	39.5	%	47.2	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 01	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.180 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.01 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.01 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	7.43 %	**Después de la compactación**	7.43 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	9.19 %	**Promedio después de remojo**	9.19 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4645.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.420 mm
Porcentaje de Expansión	1.22 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

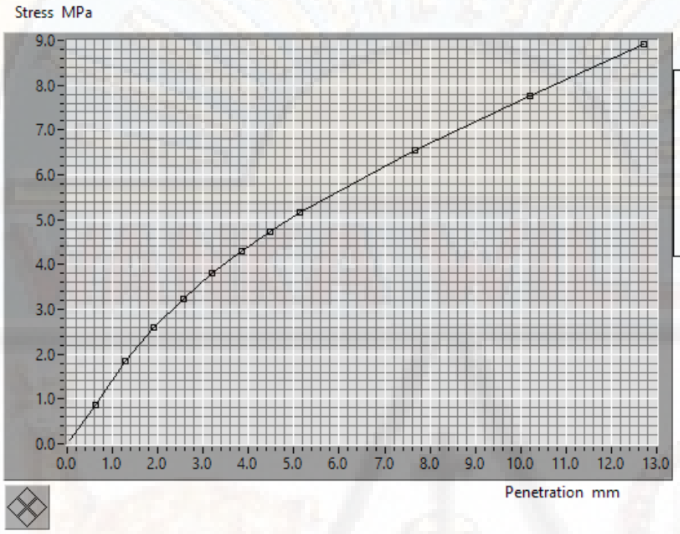
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 01	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	3.2	MPa	5.1	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	46.6	%	49.8	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 02	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON AMARILLENTO GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.190 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.90 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.90 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.73 %	**Después de la compactación**	4.73 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	9.69 %	**Promedio después de remojo**	9.69 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4420.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.250 mm
Porcentaje de Expansión	1.07 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

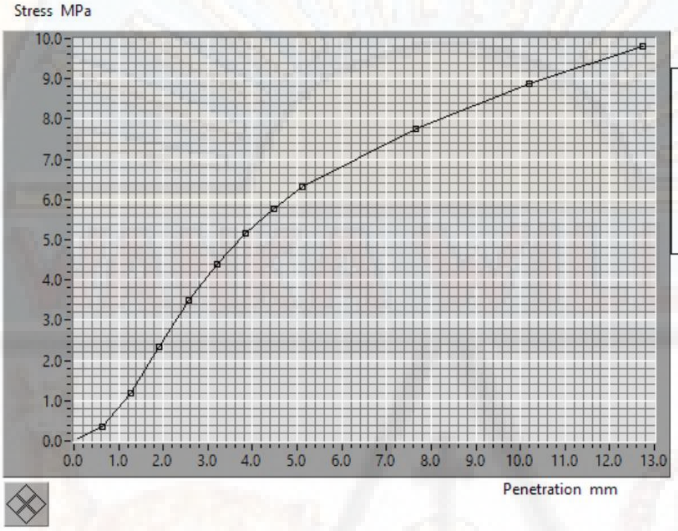
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 02	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	3.4	MPa	6.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	49.9	%	60.9	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 03	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON CLARO GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.180 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.02 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.02 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.34 %	**Después de la compactación**	4.34 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	8.43 %	**Promedio después de remojo**	8.43 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4635.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.529 mm
Porcentaje de Expansión	1.31 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

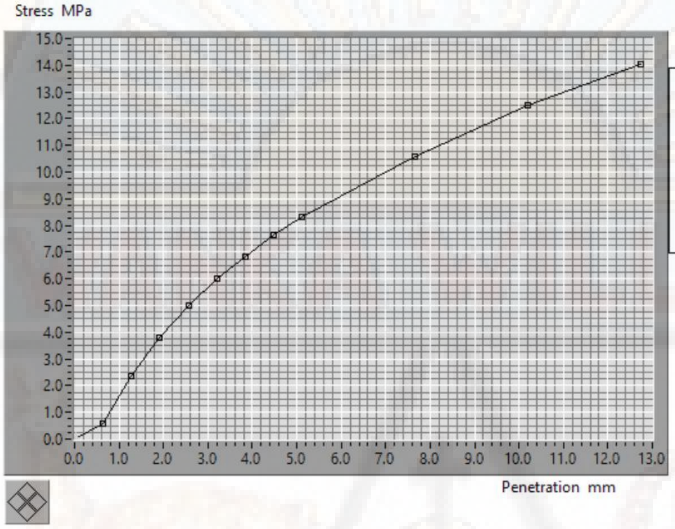
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 03	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	5.0	MPa	8.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	71.9	%	80.4	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 04	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.180 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.10 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.10 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	5.41 %	**Después de la compactación**	5.41 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	7.43 %	**Promedio después de remojo**	7.43 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4775.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.160 mm
Porcentaje de Expansión	1.00 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

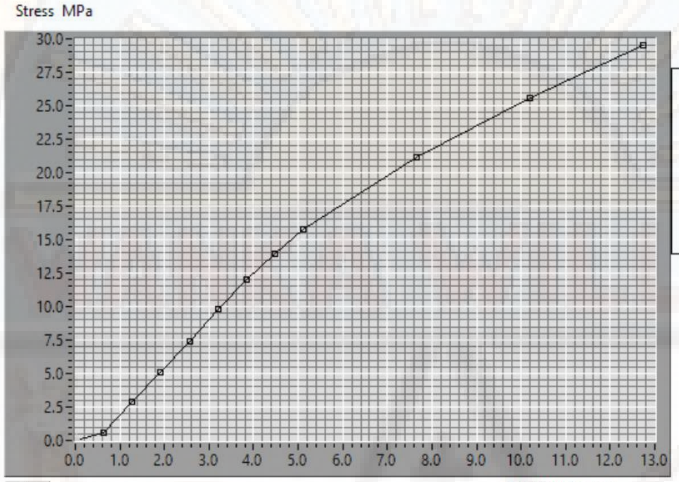
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 04	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	7.3	MPa	15.6	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	106.1	%	151.8	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 05	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	151.940 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.14 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.14 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	4.19 %	**Después de la compactación**	4.19 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	5.96 %	**Promedio después de remojo**	5.96 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4795.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	0.460 mm
Porcentaje de Expansión	0.40 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

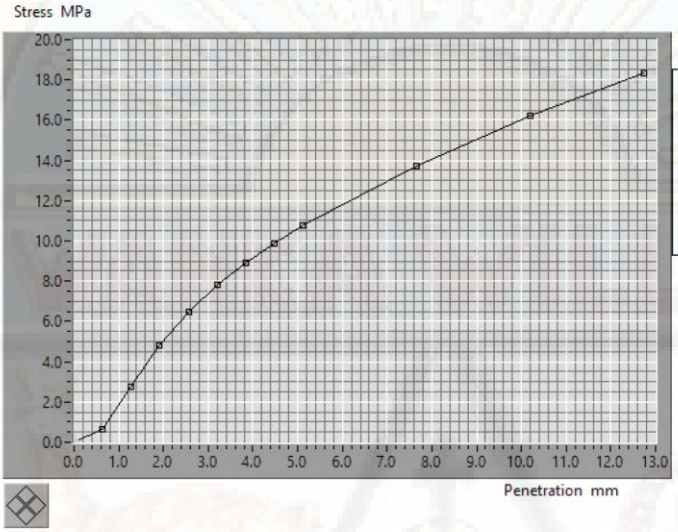
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 05	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	6.4	MPa	10.7	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	92.8	%	104.2	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 06	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	151.940 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.88 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.88 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	10.36 %	**Después de la compactación**	10.36 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	13.52 %	**Promedio después de remojo**	13.52 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4495.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	2.240 mm
Porcentaje de Expansión	1.92 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

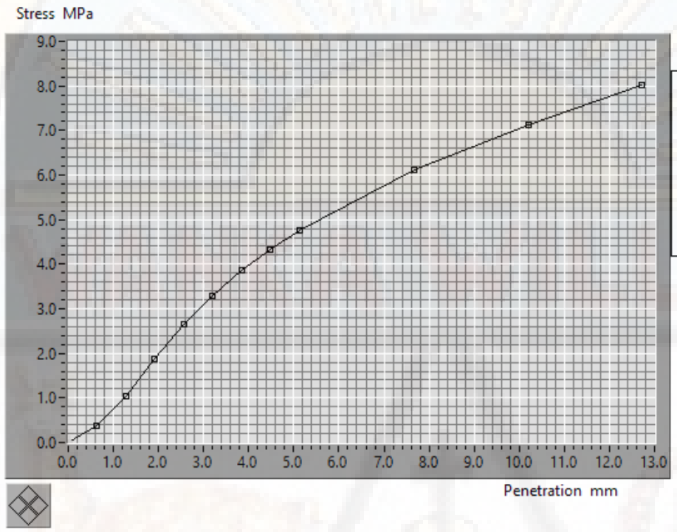
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Agujero	CALICATA 06	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.6	MPa	4.7	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	38.0	%	45.9	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 01	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	151.940 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.03 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.03 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	6.16 %	**Después de la compactación**	6.16 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	8.26 %	**Promedio después de remojo**	8.26 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4635.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	0.205 mm
Porcentaje de Expansión	0.18 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

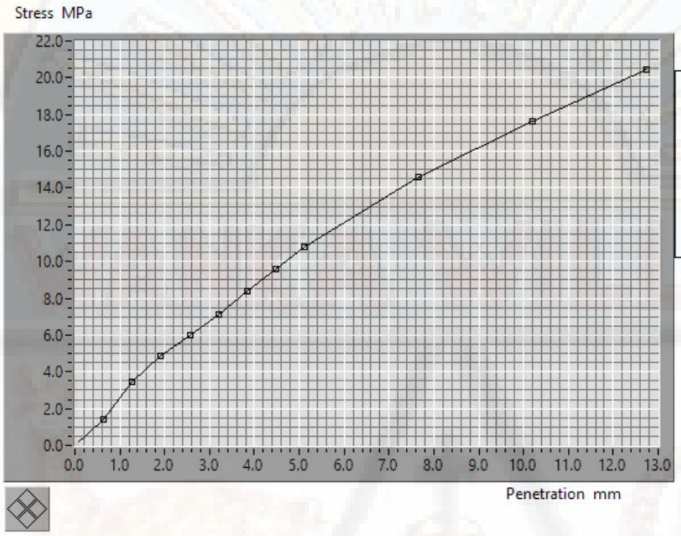
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 01	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	5.9	MPa	10.7	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	86.1	%	104.0	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 02	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.190 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.96 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.96 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	6.09 %	**Después de la compactación**	6.09 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	10.30 %	**Promedio después de remojo**	10.30 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4585.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.500 mm
Porcentaje de Expansión	1.29 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

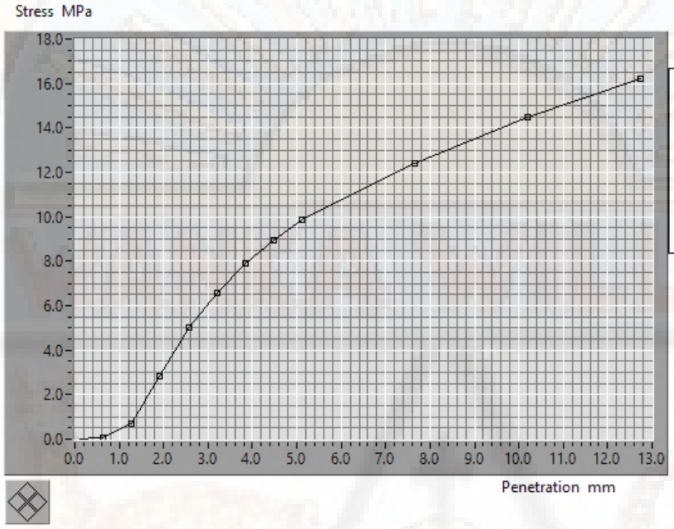
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 02	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	4.9	MPa	9.8	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	71.5	%	95.0	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 03	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON CLARO GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.190 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.97 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.97 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	5.95 %	**Después de la compactación**	5.95 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	9.07 %	**Promedio después de remojo**	9.07 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4545.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	0.369 mm
Porcentaje de Expansión	0.32 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

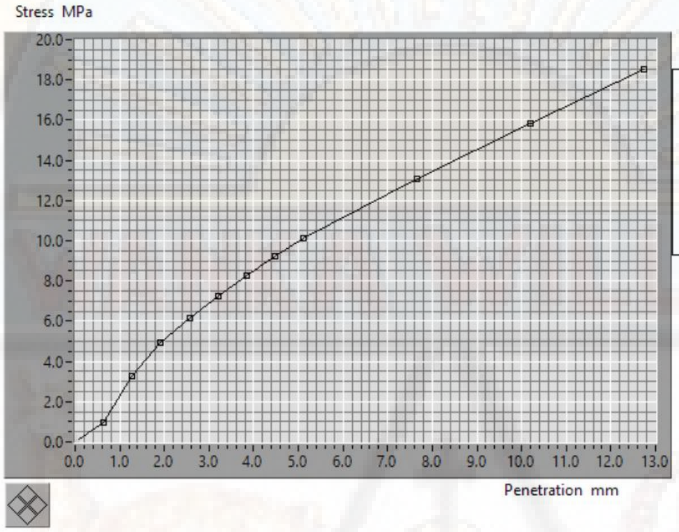
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 03	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	6.1	MPa	10.0	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	88.9	%	97.5	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 04	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.180 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.78 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.78 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	11.97 %	**Después de la compactación**	11.97 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	18.34 %	**Promedio después de remojo**	18.34 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4460.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.870 mm
Porcentaje de Expansión	1.61 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

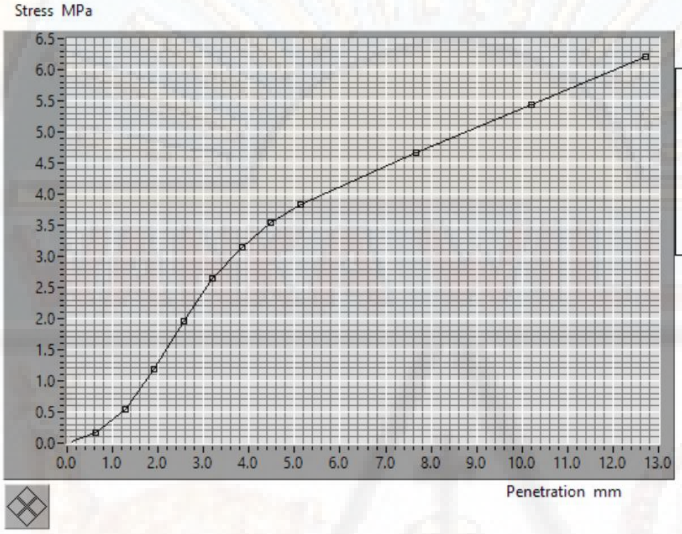
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 04	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	1.9	MPa	3.8	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	28.0	%	37.1	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 05	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR AMARILLO OSCURO GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.190 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	1.96 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	1.96 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	7.40 %	**Después de la compactación**	7.40 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	9.45 %	**Promedio después de remojo**	9.45 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4535.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.185 mm
Porcentaje de Expansión	1.02 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

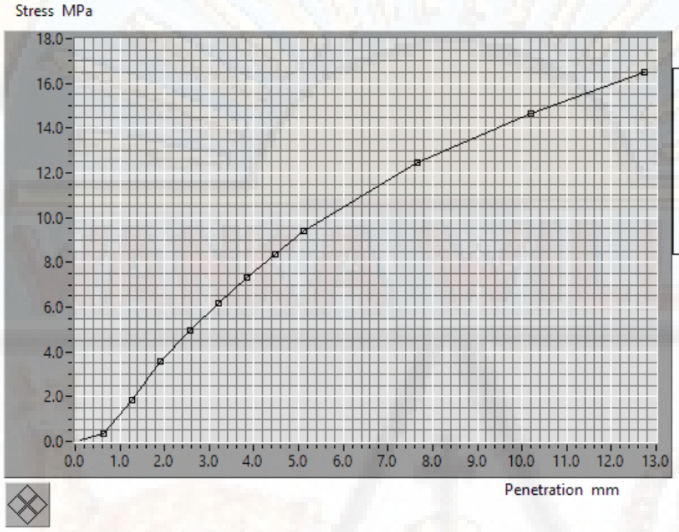
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 05	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	4.9	MPa	9.3	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	71.5	%	90.6	%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 06	**Muestra**	03

Detalles de Prueba	
Estándar	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Tipo de Muestra	Muestra de Nucleo
Descripción de la muestra	MUESTRA DE COLOR MARRON GRAVOSO 56 GOLPES
Ubicación	CARRETERA CENTRAL HUANCAVELICA - PLAZAPATA
Variación Procedimiento	Ninguno

Detalles de Muestras y Equipos			
Referencia de Muestra	C	**Método Preparación de muestra**	REMOLDEADA
Diametro	152.190 mm		
Altura	116.400 mm		
Densidad seca antes de remojar	2.03 kg/m3	**Densidad seca después de remojar**	2.03 kg/m3
Recargo de peso	2500.00 g	**Comentarios**	
Contenido de humedad			
Antes de la compactación	9.45 %	**Después de la compactación**	9.45 %
Capa superior de 1 " después de la penetración	12.00 %	**Promedio después de remojo**	12.00 %

Detalles de Remojo	
Tiempo de remojo	96.00 hrs
Peso de la Muestra después de remojar	4825.00 g
Expansión de la Muestra después de remojar	1.500 mm
Porcentaje de Expansión	1.29 %

Tested By and Date:	
Checked By and Date:	
Approved By and Date:	

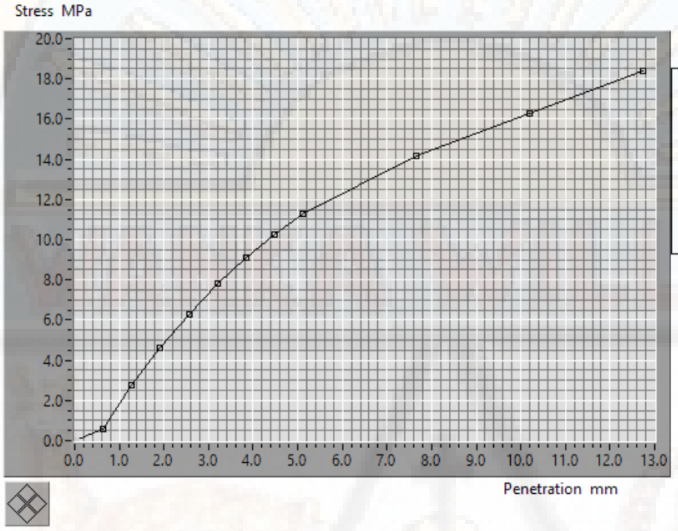
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

ELE International

Cliente	PABLO	**Lab Ref**	UNH
Proyecto	TESIS	**Trabajo**	CBR
Trinchera	CANTERA 06	**Muestra**	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	6.2	MPa	11.2	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	89.8	%	108.8	%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA

ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EPICH

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

EL JEFE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAVELICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA, otorga la presente:

CONSTANCIA

A: ***QUINTO RODRÍGUEZ Erick Danny y JORGE HUAMANI Pablo Cristian,*** *bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Huancavelica, quienes han concluido con el desarrollo los siguientes ensayos en los laboratorios de* ***GEOTECNIA I y II*** *de la EPICH:*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Análisis granulométrico por tamizado (suelo fino)	12
2	Límite de atterberg	12
3	Análisis de proctor modificado	12
4	Análisis de valor relativo de soporte CBR	12

Durante el periodo de ejecución de agosto a octubre de 2019, del proyecto de tesis: "EFECTO DE LA SOBRECARGA VEHICULAR ACTUAL EN EL CBR DEL SUELO, TRAMO: HUANCAVELICA-PLAZAPATA-2019".

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para fines que estime por conveniente.

Huancavelica, 12 de noviembre de 2019.

AREA DE PRODUCCIÓN DE LA E.A.P. DE ING. CIVIL - HVCA - JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
ÁREA DE PRODUCCIÓN
Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

Nº 015-2019

C. c.
Archivo
AP

ANEXO 5

(Formato de conteo vehicular)

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA				
SENTIDO	Chonta	E ◄	Mina de Huachocolpa	S ►	
UBICACIÓN					

ESTACION	1
CODIGO DE LA ESTACION	C-1
DIA Y FECHA	JUEVES 08 DE AGOSTO 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		B2	>=B3	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00 A 01	E																					
	S																					
01 A 02	E																					
	S																					
02 A 03	E																					
	S																					
03 A 04	E																					
	S	5	4							4												
04 A 05	E	7		4		2				6												
	S	6	5			2		2		6												
05 A 06	E	26	3	2		6		3	4	2												
	S	25																				
06 A 07	E	27		3		2																
	S	27	3							4												
07 A 08	E	20		3																		
	S	21	4	2						4												
08 A 09	E	18		2																		
	S	17				2																
09 A 10	E	5	2	3								6										
	S			3		2																
10 A 11	E		2	3		3				6												
	S			1																		
11 A 12	E		2	2																		
	S			2		3		2														

12 A 13	E																							
	S			6		9																		
13 A 14	E	6		3		9																		
	S	9	3	9				3																
14 A 15	E		3	3		6																		
	S	11	3	9		3															1			
15 A 16	E		3	3																				
	S	1	6	3		3																		
16 A 17	E	6		6		6																		
	S	6	6	3		3		3		3														
17 A 18	E					3		3																
	S	15	6	3	3	3		6		3														
18 A 19	E		3	3																				
	S	10	7	3		3				3														
19 A 20	E	3	3																		1			
	S	7	7	3		3																		
20 A 21	E							6		3														
	S	6		3		2					3													
21 A 22	E					2																		
	S		6	6		2																		
22 A 23	E									3														
	S			3		4																		
23 A 24	E									3														
	S			3																				

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA			
SENTIDO	Chonta	E ◄	Mina Huaci	S ►
UBICACIÓN				

ESTACION	1
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	SABADO 09 DE AGOSTO DEL 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		B2	>=B3	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00 A 01	E																					
	S																					
01 A 02	E																					
	S																					
02 A 03	E																					
	S																					
03 A 04	E	15		3		3																
	S	6							3													
04 A 05	E	20	6	3		6																
	S	20							3													
05 A 06	E	7				9																
	S	8																				
06 A 07	E	12	6		3	6		6	3													
	S			3		6																
07 A 08	E	13	12			3		3	6													
	S					4	3															
08 A 09	E	13	9																			
	S			3						5												
09 A 10	E	3		9													2	2				
	S	3		3						3							2	2				
10 A 11	E	12	3	3						4												
	S	7								3												
11 A 12	E	7	3	6																	2	
	S	7	3									3									2	
12 A 13	E																					
	S			6		9																
13 A 14	E	6		3		9																
	S	9	3	9								3										
14 A 15	E		3	3		6																
	S	11	3	9		3														1		
15 A 16	E		3	3																		
	S	1	6	3		3																
16 A 17	E	6		6		6																
	S	6	6	3		3						3				3						
17 A 18	E					3						3										
	S	15	6	3	3	3						6				3						
18 A 19	E		3	3																		
	S	10	7	3		3										3						
19 A 20	E	3	3																	1		
	S	7	7	3		3																
20 A 21	E											6				3						
	S	6		3		2											3					
21 A 22	E					2																
	S		6	6		2																
22 A 23	E																3					
	S			3		4																
23 A 24	E															3						
	S			3																		

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA	ESTACION	1
SENTIDO	Chonta E ◄	Mina de Hi	S ►
UBICACIÓN		CODIGO DE LA ESTACION	C-1
		DIA Y FECHA	DOMINGO 10 DE AGOSTO 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00	E																					
A																						
01	S																					
01	E																					
A																						
02	S																					
02	E																			1		
A																						
03	S																					
03	E	5		3																		
A				4																		
04	S					3																
04	E	5		5	3	12				4												
A																						
05	S								3	3												
05	E	3		6	6					3												
A																						
06	S			5	1	6																
06	E	4	3	8	3																	
A																						
07	S		1		2	5				3												
07	E	5	2	7	3	9	1											2				
A																						
08	S	12					2			2										1		
08	E		12	8		3																
A																						
09	S	3				2																
09	E	5	2	3						6												
A																						
10	S	4		2														2				
10	E			2																		
A																						
11	S	14				2																

11	E																							
A																								
12	S		2		2				4															
12	E			4		4																		
A																								
13	S	8			4	2																		
13	E	7		3																1				
A																								
14	S			2	3															1				
14	E	18	1	3																1				
A																								
15	S	15	2	3		2														1				
15	E	7	1	2																				
A																								
16	S	6	2		2																			
16	E	12				3																		
A																								
17	S	6		3		2																		
17	E	8							8															
A																								
18	S	7	3																					
18	E	13		3		5																		
A																								
19	S	12		2					4															
19	E	10		4		3				2														
A																								
20	S	12	3	2																				
20	E	11		2		3																		
A																								
21	S	12	3	3																				
21	E		2	3		3			6															
A																								
22	S		1	3		3																		
22	E																							
A																								
23	S		2	1					6															
23	E																							
A																								
24	S																							

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA		
SENTIDO	Chonta	E ←	Mina de Hu	S →
UBICACIÓN			

ESTACION	1
CODIGO DE LA ESTACION	C-1
DIA Y FECHA	LUNES 11 DE AGOSTO 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
	DIAGRA. VEH.																					
00 A 01	E																					
	S																					
01 A 02	E																					
	S																					
02 A 03	E																					
	S																					
03 A 04	E			3		3																
	S								3													
04 A 05	E	13	6	3		6																
	S																					
05 A 06	E	16				6																
	S								3													
06 A 07	E	16	6		3	3		3	3													
	S		6	3		3									4							
07 A 08	E	5	12			3	3	3	4													
	S					3																
08 A 09	E	7	9																			
	S			3						10												
09 A 10	E	6		6																		
	S	6		3						15												
10 A 11	E	9	3	3						10												
	S	9								13									1			
11 A 12	E	9	3	4																		
	S	9	3									3										
12 A 13	E														5							
	S									4		6										
13 A 14	E	13		3		9				4					4							
	S	15	3	7								3										1
14 A 15	E		3	3		4																
	S	15	3	17		3																
15 A 16	E		3	3																		
	S	15	6	3		3																
16 A 17	E	15		4		3																
	S	15	6	3		3						3			3							
17 A 18	E					3						3										
	S	16	6	3	3	3						4			3							
18 A 19	E		3	3																		
	S	5	8	3		3									3							
19 A 20	E	3	3																			
	S	4	8	3		3																
20 A 21	E														3							
	S	3		3		3										3						
21 A 22	E					3																
	S		6	5		3																
22 A 23	E															3						
	S			3		6																
23 A 24	E														8							
	S			3																		

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA			ESTACION	1
SENTIDO	Chonta	E ←	Mina de Hu	S →	CODIGO DE LA ESTACION	
UBICACIÓN				DIA Y FECHA	LUNES 12 DE AGOSTO DE 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	BUS 2 E	>=3 E	CAMION 2 E	3 E	4 E	SEMI TRAYLER 2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	TRAYLER 2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00	E																					
A																						
01	S																					
01	E																					
A																						
02	S																					
02	E																					
A																						
03	S																					
03	E	5	3																			
A																						
04	S									2												
04	E	5				5			2	3												
A																						
05	S	5	9	3		3		3	3													
05	E	8	6			4		4	5	6												
A																						
06	S	6		3																		
06	E	5	6			3																
A																						
07	S	3		3						5												
07	E	3	6	3																		
A																						
08	S			2																		
08	E	15		2																		
A																						
09	S					3				4												
09	E		12	14											2							
A																						
10	S			3		3					4											
10	E		3	2		3				2												
A																						
11	S																					
11	E	13		3																		
A																						
12	S	15	13	2		3		4														
12	E	13	2			3				6												
A																						
13	S	14		2		3					6											
13	E									6												
A																						
14	S	12	3	2																		
14	E	13		2				3		2	3											
A																						
15	S	12	2																			
15	E			2		3				4												
A																						
16	S	12		2																		
16	E										6											
A																						
17	S		12	2						6												
17	E		12		3	3																
A																						
18	S		13	2																		
18	E					2																
A																						
19	S			3		1			2													
19	E																					
A																						
20	S			3																		
20	E	3		2				2														
A																						
21	S		3			2				2												
21	E	3								1												
A																						
22	S					3																
22	E			2																		
A																						
23	S																					
23	E																					
A																						
24	S																					

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA			ESTACION	1
SENTIDO	Chonta	E ←	Mina de Hu	S →	CODIGO DE LA ESTACION: C-1
UBICACIÓN				DIA Y FECHA	MIERCOLES 13 DE AGOSTO 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00 A	E																					
01	S																					
01 A	E																					
02	S																					
02 A	E					1																
03	S								2													
03 A	E	1		2		2																
04	S								3													
04 A	E	3	4	3		2																
05	S																					
05 A	E	4				2																
06	S																					
06 A	E	4	5		3	2		4	1													
07	S	1		3		1																
07 A	E	3	5			1	1	1	2					4								
08	S	3				2																
08 A	E	3	4																			
09	S	3		3						6												
09 A	E	6		5																		
10	S	3		3						4									2	2		
10 A	E	7	3	3						5												
11	S	6								4												
11 A	E	4	3	5																3		
12	S	4	3					2														
12 A	E																		1			
13	S			5		2																
13 A	E	3		3		2													2			
14	S	3	3	3				2												1		
14 A	E		3	3		3																
15	S	4	3	4		2																
15 A	E		3	3																		
16	S	5	4	3		2																
16 A	E	4		4		3																
17	S	3	4	3		2		2		6												
17 A	E					2		2														
18	S	3	4	3	3	2		2		6												
18 A	E		3	3																		
19	S	3	5	3		3				5												
19 A	E	3	3																			
20	S	3	5	3		3																
20 A	E									5												
21	S	3		3		3					4											
21 A	E					3		3		4	3											
22	S		2	4		2				4												
22 A	E																					
23	S																					
23 A	E																					
24	S																					

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA		
SENTIDO	Chonta	E	Mina de Hu S
UBICACIÓN			

ESTACION	1
CODIGO DE LA ESTACION	C-1
DIA Y FECHA	MIERCOLES 14 DE AGOSTO 2019

HORA	SENTI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00	E																					
	A																					
01	S																					
01	E																					
	A																					
02	S																					
02	E						1															
	A																					
03	S						1															
03	E	8	2				3															
	A																					
04	S		2						1	6				1								
04	E	11	5	3			3															
	A																					
05	S	5	4				3	3														
05	E	15	3	3			3	4	2	7												
	A																					
06	S	6	3																			
06	E	6	5	6			3															
	A																					
07	S	3	4							8												
07	E	2	3	3						6												
	A																					
08	S	1	3	3						3												
08	E	3		3																		
	A																					
09	S	3				3																
09	E			5						5												
	A																					
10	S	1	3	6		3																
10	E			4		3				7												
	A																					
11	S	3	3	2																		
11	E									3	2											
	A																					
12	S	9								2		3				4						
12	E	3	3									3								6		
	A																					
13	S	10								3		3					3					
13	E									3										6		
	A																					
14	S	3	3	6																	1	
14	E	3	3	5												3				5	5	
	A																					
15	S	3	1	4																		
15	E									5		3								6		
	A																					
16	S	3		3																	6	
16	E		3	3																5		
	A																					
17	S			3																	1	
17	E		3	3	3	3											3			6		
	A																					
18	S		3	3																		
18	E			3		4																
	A																					
19	S			1																		
19	E			2									3									
	A																					
20	S					2														4		
20	E			3																		
	A																					
21	S		3			3																
21	E	2																		4		
	A																					
22	S					2																
22	E			1																		
	A																					
23	S			1																		
23	E	1																				
	A																					
24	S																					

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	HUANCAVELICA - PLAZAPATA				
SENTIDO	Chonta	E ←	Mina de Huachocolpa	S →	
UBICACIÓN					

ESTACION	1			
CODIGO DE LA ESTACION	C-1			
DIA Y FECHA				

HORA		AUTO	STATION WAGO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																								
09-Ago	E	111	22	36	2	21		7	4	31	8												242
jueves	S	111	20	23		18		4	4	19	8												207
10-Ago	E	117	51	42	3	53		18	9	10	3							2		2			310
viernes	S	116	47	63	3	45	3	15	6	20	3							2		2			325
11-Ago	E	113	23	66	15	45	1		2	27				2				2		1			297
sabado	S	111	19	26	14	27	2		3	22				2				2		1			229
12-Ago	E	112	51	35	3	43	3	13	7	30	3												300
domingo	S	112	55	66	3	42		13	6	52	3				4				2				358
13-Ago	E	86	50	32	3	26		9	5	30	9				2								252
lunes	S	79	55	32		21		7	7	19	10												230
14-Ago	E	45	36	34	3	23	1	10	3	14	3			4					3	3			182
martes	S	47	33	43	3	24		8	5	35	4								2	3			207
15-Ago	E	54	36	54	3	29		10	5	63	5												259
miercoles	S	50	32	37		23		7	4	21	6			3									183
TOTAL		**1264**	**530**	**589**	**55**	**440**	**10**	**121**	**70**	**393**	**65**			**11**	**6**			**8**	**7**	**12**			**3581**
IMDs		**181**	**76**	**84**	**8**	**63**	**1**	**17**	**10**	**56**	**9**			**2**	**1**			**1**	**1**	**2**			**512**

Anexo 6

(Panel fotográfico)

CUARTEO DE MUESTRA PARA ANALISIS GRANULOMÉTRICO

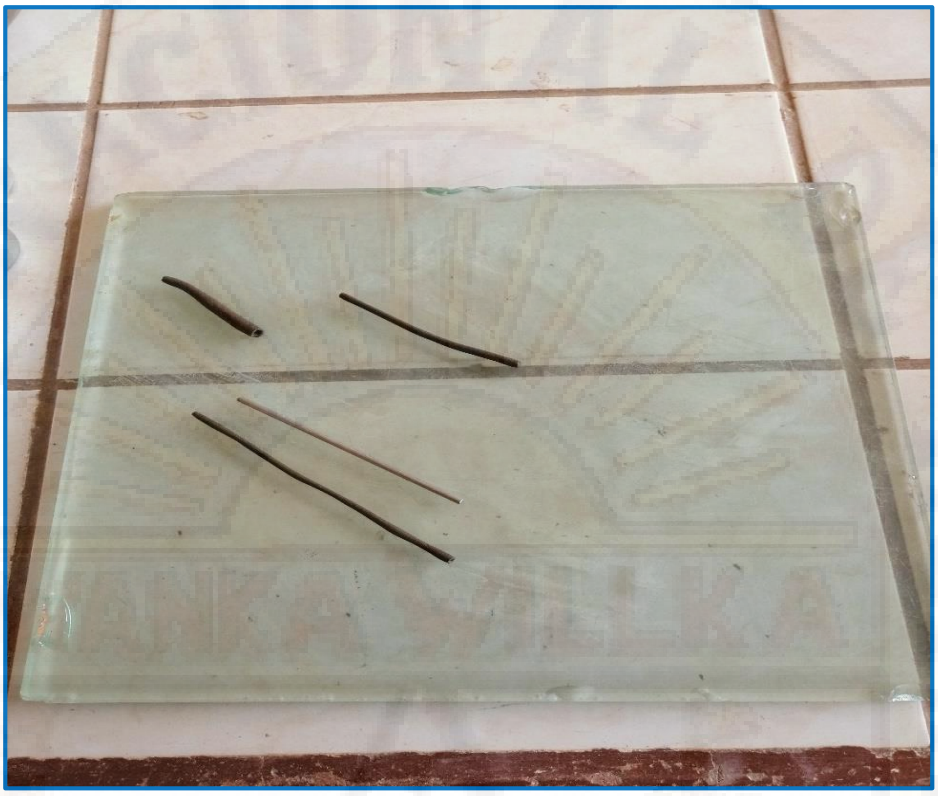
SECADO DE MUESTRA PARA CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MUESTRA PESADA PARA ANALISIS GRANULOMÉTRICO

LAVADO DE FINOS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZADO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ELVALUACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



EVALUACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

CLASIFICACIÓN DE MUESTRA QUE PASA 3/4" PARA PROCTOR Y CBR

AGUA TEORICA PARA PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA PARA PROCTOR MODIFICADO

COMPACTADO DE PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA COMPACACATADA DE PROCTOR MODIFICADO

MUESTREO DEL PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA PARA ENSAYO DE CBR

MOLDE PREPARADO PARA ENSAYO DE CBR

COMPACTADO DE LA CAPA 01 DE CBR

COMPACTADO DE LA CAPA 02 DE CBR

COMPACTADO DE LA CAPA 03 DE CBR

COMPACTADO DE LA CAPA 04 DE CBR

COMPACTADO DE LA CAPA 04 DE CBR

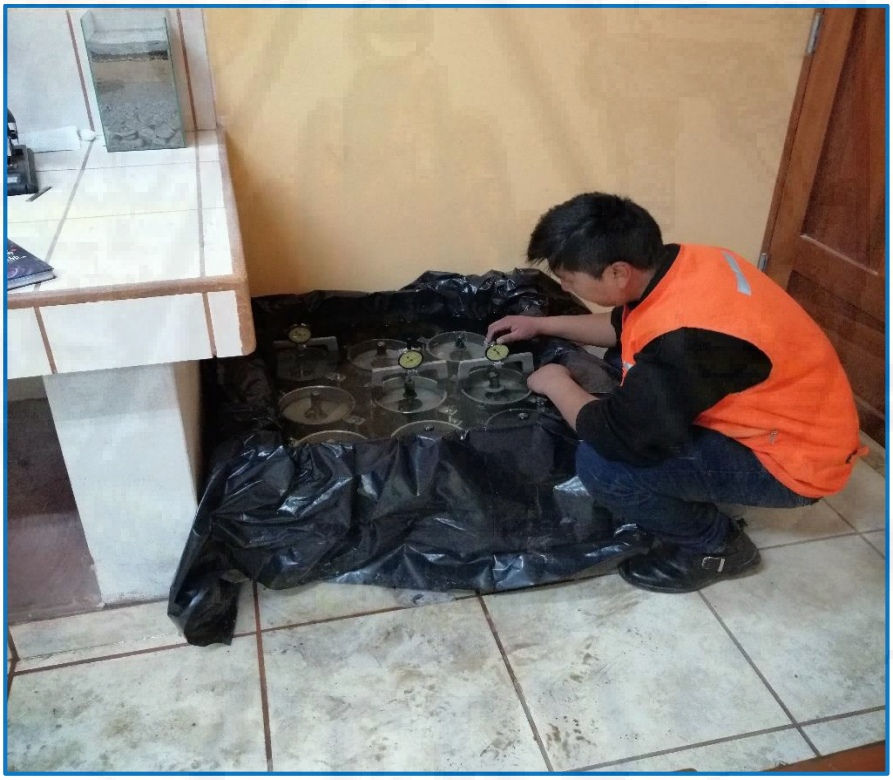
DESMONTAJE DEL COLLARIN DEL MOLDE CBR

ENRAZAMIENTO DE LA MUESTRA

DESMONTAJE Y COLOCADO DE MUESTRA PARA CBR

PESADO DE LA MUESTRA PARA CBR

SATURACION DE LA MUESTRA PARA CBR POR 96 HORAS



CONTROL DE EXPANSIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA ESCURRIDA PARA ENSAYO DE CBR

ENSAYO DE CBR DE LA MUESTRA

VISTA DOS DEL ENSAYO DE CBR DE LA MUESTRA

SOFTWARE DE PROCESAMIENTO DEL ENSAYO DE CBR

VISTA UNO DE LA MUESTRA ENSAYADA

VISTA DOS DE LA MUESTRA ENSAYADA

VISTA TRES DE LA MUESTRA ENSAYADA

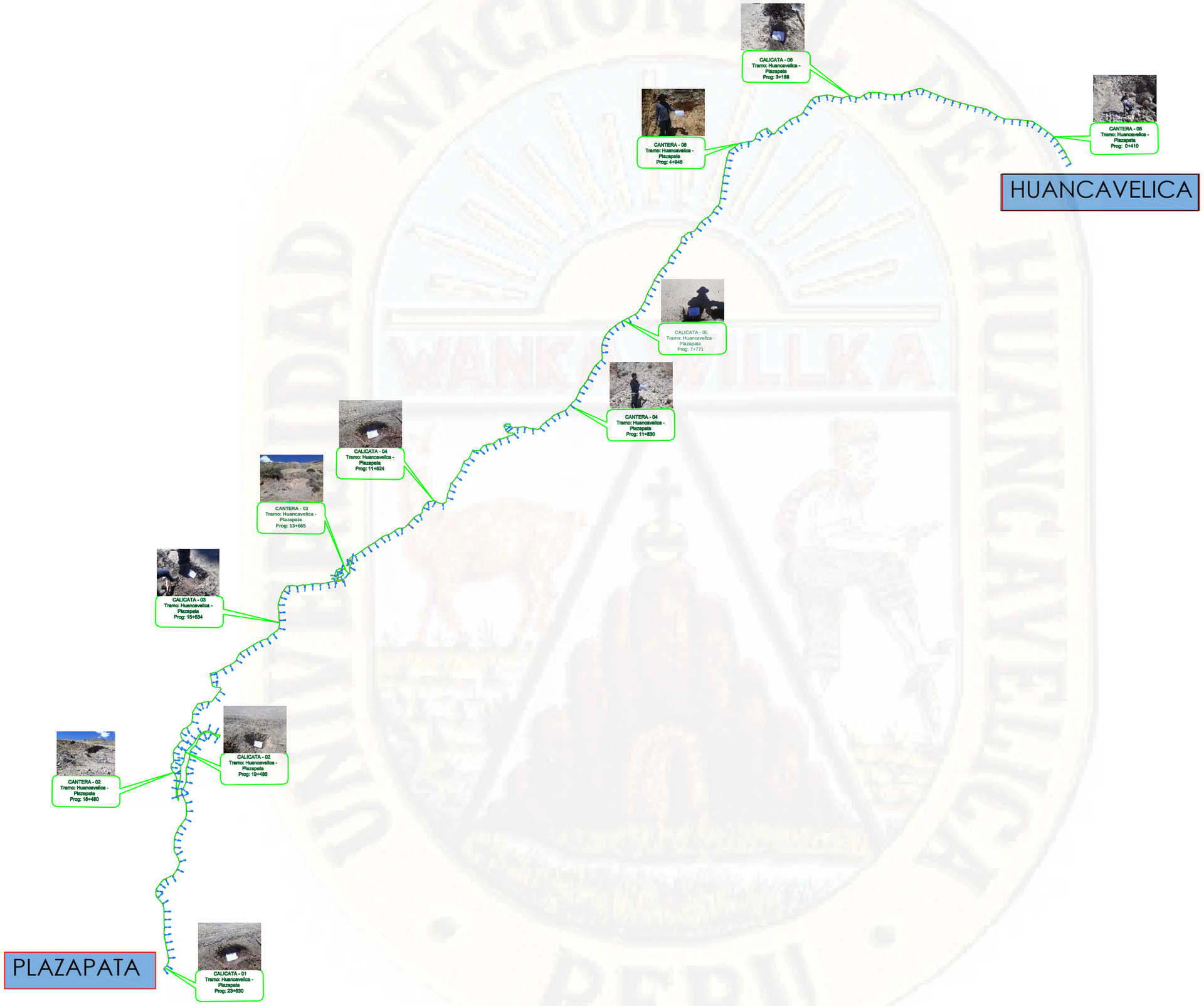
EXTRACCION Y DESECHADO DE LA MUESTRA ENSAYADA

Conteo de trafico

Vehículo pesado que transita en el tramo Huancavelica – Plazapata.

Vehículo pesado que transita en el tramo Huancavelica – Plazapata.

Vehículo pesado que transita en el tramo Huancavelica – Plazapata.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAVELICA

INTEGRANTES

ASESOR
ING. LUJAN JERI, HUGO
ESPECIALISTAS:
BACH. QUINTO RODRIGUEZ, ERIK DANN
BACH. JORGE HUAMANÍ PABLO CRISTI

PLANO:

PLANO DE UBICACION DE CANTERAS Y CALICATAS

LAMINA:

PUCC - 01

UBICACION :
DEPART. : HUANCAVELICA
PROVINCIA : HUANCAVELICA
DISTRITO : HUANCAVELICA
TRAMO : HUANCAVELICA - PLAZAPATA

FECHA : NOVIEMBRE - 2019

ESCALA : 1:50000