

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE  
CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS  
SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN**

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

**PRESENTADO POR**

**Bach. EUGENIO CASTRO, KEILA STEFANI**

**Bach. VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA**

**ASESOR:**

**Mg. Ing. ARÉVALO LAY, VICTOR ELEUTERIO**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser extraordinario, por darme sabiduría para poder lograr mis objetivos y por tener una gran familia, a mi madre Dionisia por apoyarme en lograr mis metas y me brinda el amor incondicional.

Keila Stefani Eugenio Castro

Esta tesis está dedicada a mi familia, que siempre me han apoyado en cada etapa de mi formación universitaria y que son un pilar importante en mi vida; y a Dios por permitirme estar en la tierra y seguir persiguiendo mis metas.

Geraldine Gabriela Ventura Quispe

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestro Asesor de Tesis, Mg. Ing. Víctor Arévalo Lay, por enseñarnos a ser mejores profesionales con ética y moral y que ello conlleva la responsabilidad de ser Ingenieros Civiles, estamos preparados para afrontar los retos que vengan del futuro gracias a la gestión y consejos por otorgarnos los implementos en toda nuestra carrera.

A nuestra alma mater, Universidad Ricardo Palma, por brindarnos educación de calidad y formarnos profesionales competentes. Así mismo porque estamos orgullosos de representarla.

Keila Eugenio y Geraldine Ventura

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos .....	1
1.1.1 Problema general.....	3
1.1.2 Problemas específicos.....	3
1.2 Objetivo general y específico .....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática.....	3
1.3.1 Delimitación en el temporal.....	4
1.3.2 Delimitación espacial.....	4
1.3.3 Delimitación temática.....	4
1.4 Justificación e importancia .....	4
1.4.1 Justificación.....	5
1.4.2 Importancia.....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 Antecedentes del estudio de investigación .....	6
2.1.1 Investigaciones internacionales.....	6
2.1.2 Investigaciones nacionales .....	8
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio .....	10
2.2.1 Normas Internacionales.....	10
2.2.2 Normas Nacionales.....	15
2.2.3 El Suelo.....	20
2.2.4 Propiedades físicas .....	28
2.2.5 Propiedades Mecánicas .....	37
2.2.6 Valores CBR (Relación de Soporte California) .....	47
2.2.7 Pavimento.....	50
2.2.8 Análisis de correlación.....	59
2.3 Definición de términos básicos.....	61
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>65</b>

3.1 Hipótesis .....	65
3.1.1 Hipótesis principal.....	65
3.1.2 Hipótesis secundarias.....	65
3.2 Variables .....	65
3.2.1 Identificación de variables.....	65
3.2.2 Definición conceptual de las variables.....	65
3.2.3 Operacionalización de las variables.....	66
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>67</b>
4.1 Tipo y nivel.....	67
4.1.1 Tipo de Investigación.....	67
4.1.2 Nivel de Investigación.....	67
4.2 Diseño de investigación.....	67
4.3 Población y muestra.....	67
4.3.1 Población y muestra.....	67
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	68
4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos.....	68
4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	68
4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos.....	68
4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	68
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>69</b>
5.1 Diagnóstico y situación actual .....	69
5.1.1 Antecedentes.....	69
5.2 Presentación de Resultados.....	72
5.2.1 Muestra de datos.....	73
5.2.2 Resultados de CBR por correlaciones.....	74
5.2.3 Resultados de Diseño de pavimento.....	90
5.3 Análisis de Resultados .....	93
5.4 Contrastación de hipótesis .....	96
5.4.1 Hipótesis específica 1.....	96
5.4.2 Hipótesis específica 2.....	97
5.4.3 Hipótesis específica 3.....	98
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>103</b>

<b>ANEXOS.....</b>	<b>108</b>
ANEXO 1: Matriz de Consistencia.....	111
ANEXO 2: Matriz de Operacionalización .....	112
ANEXO 3: Muestra de datos EET1.....	113
ANEXO 4: Muestra de datos EET2.....	115
ANEXO 5: Muestra de datos EET3.....	117
ANEXO 6: Muestra de datos EET4.....	119
ANEXO 7: Muestra de datos EET5 .....	121
ANEXO 8: Muestra de datos EET6 .....	123
ANEXO 9: Muestra de datos EET7 .....	125
ANEXO 10: Muestra de datos EET8 .....	127
ANEXO 11: Muestra de datos EET9.....	129
ANEXO 12: Muestra de datos EET10 .....	130
ANEXO 13: Muestra de datos PD1.....	131
ANEXO 14: Muestra de datos PD2.....	132
ANEXO 15: Muestra de datos PD3 .....	133
ANEXO 16: Muestra de datos PD4 .....	138
ANEXO 17: Muestra de datos PD5 .....	139
ANEXO 18: Muestra de datos PD6 .....	140
ANEXO 19: Muestra de datos PD7 .....	141
ANEXO 20: Muestra de datos PD8.....	142
ANEXO 21: Muestra de datos PD9 .....	143
ANEXO 22: Muestra de datos AD1.....	145
ANEXO 23: muestra de datos AD2.....	146
ANEXO 24: Correlación por métodos .....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades mecánicas geotécnicas para el diseño de pavimento flexible según Guía NCHRP 1-37 <sup>a</sup> .....	12
Tabla 2. Propiedades mecánicas geotécnicas para el diseño de pavimento rígido según Guía NCHRP 1-37 <sup>a</sup> .....	13
Tabla 3. Propiedades termo-hidráulicas necesarias para la guía de diseño NCHRP 1-37A.....	14
Tabla 4. Aberturas en (mm) de Tamices normados .....	17
Tabla 5. Factor K (Factor para límite líquido) según N (Número de golpes).....	19
Tabla 6. Límites de Separación de Tamaño.....	22
Tabla 7. Clasificación del suelo según sistema AASHTO .....	23
Tabla 8. Sistema Unificado de Clasificación.....	26
Tabla 9. Número de calicatas para exploración de suelos .....	28
Tabla 10. Relación de la unidad peso-volumen .....	30
Tabla 11. Correlación de tipo de suelos AASHTO-SUCS .....	33
Tabla 12. Especificaciones de la prueba Proctor Estándar .....	41
Tabla 13. Especificaciones de la prueba Proctor Modificado .....	42
Tabla 14. Valores de penetración y carga unitaria (presión) .....	45
Tabla 15. Correlación de valores CBR e Índice DCP.....	46
Tabla 16. Clasificación de suelos según CBR .....	47
Tabla 17. Categorías de Sub rasante .....	47
Tabla 18. Valores CBR de campo típicos.....	49
Tabla 19. Correlaciones entre el módulo resiliente y varias propiedades de índice y resistencia del material (NCHRP 1-37A, 2004).....	49
Tabla 20. Valores de Nivel de confiabilidad según rango de Tráfico para una etapa (10 a 20 años).....	52
Tabla 21. Valores de Nivel de confiabilidad según rango de Tráfico para dos etapas (10 años cada una) .....	53
Tabla 22. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) para una etapa (10 a 20 años) .....	53
Tabla 23. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) para dos etapas (10 años cada una).....	54
Tabla 24. Diferencial de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) .....	55

Tabla 25. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento (ai).....	56
Tabla 26. Valores mínimos recomendados para la capa superficial y base granular .....	57
Tabla 27. Numero Estructural Requerido para pavimentos flexibles (SN) .....	58
Tabla 28. Coeficiente de correlación de Pearson (r).....	60
Tabla 29. Parámetros de Pearson (R) para Confiabilidad.....	61
Tabla 30. Parámetros de bondad de ajuste $R^2$ .....	61
Tabla 31. Fuentes de datos para correlación.....	73
Tabla 32. Fórmulas de correlación según autor.....	74
Tabla 33. Resumen de valores por Método de Correlación.....	88
Tabla 34. Confiabilidad de datos por Método de correlación.....	89
Tabla 35. CBR % para diseño de pavimento .....	91
Tabla 36. SN resultado y SN Requerido.....	93
Tabla 37. Espesores de Diseño de Pavimento .....	93



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rango del límite líquido y del índice de plasticidad para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6, A-7 .....	24
Figura 2. Carta de plasticidad de Casagrande .....	27
Figura 3. Fases Del Suelo Como Elemento .....	29
Figura 4. Suelo Como Elemento En Estado Natural .....	29
Figura 5. Tamices típicos y resultados del análisis granulométrico por tamizado .....	32
Figura 6. Variación del volumen total del suelo y la consistencia con el cambio en el contenido de agua para un suelo de grano fino .....	34
Figura 7. Límites de Atterberg.....	34
Figura 8. Dispositivo Casa Grande para límite líquido .....	35
Figura 9. Curva de flujo para determinación del límite líquido de una Arcilla Limosa .	36
Figura 10. Carta de Plasticidad .....	37
Figura 11. Comportamiento de la compactación de suelos .....	38
Figura 12. Ejemplo de curva de compactación.....	40
Figura 13. Equipo para Proctor Estándar.....	41
Figura 14. Equipos para ensayo CBR .....	44
Figura 15. Equipo DCP.....	46
Figura 16. Valores Típicos entre Clasificaciones y Propiedades de los suelos .....	48
Figura 17. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 01 .....	75
Figura 18. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 02.....	76
Figura 19. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 03.....	77
Figura 20. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 04.....	78
Figura 21. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 05.....	79
Figura 22. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 06.....	80
Figura 23. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 07.....	81
Figura 24. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 08.....	82
Figura 25. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 09.....	83
Figura 26. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 10.....	84
Figura 27. Resultados CBRCORR según CBRLAB vs Fórmula N 11 .....	85
Figura 28. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 12.....	86
Figura 29. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 13.....	87
Figura 30. Gráfico de espesores por Método.....	93

## RESUMEN

Esta tesis de investigación tiene como objetivo determinar la relación del CBR a partir de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para obtener el método de mayor confiabilidad y aplicarlo en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito. Se obtuvo la muestra de recolección de parámetros de estudios de suelos, que registran en los expedientes técnicos entre los años 2010-2020.

El valor CBR es obtenido bajo procedimientos ya establecidos, y se obtiene a partir del comportamiento de los suelos. A lo largo de años se han desarrollado métodos de correlación a partir de análisis de regresión simple y múltiple, resultando parámetros de CBR según las propiedades. Se puede ver dichos parámetros en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC y en Guías internacionales como la NCHRP 1-37A.

Esta investigación es de tipo y nivel descriptivo dado que solo describiremos sin intervención en los valores de propiedades de suelos. Estos valores fueron evaluados por 13 métodos seleccionados que hayan obtenido índice R altos y/o sean reconocidos por entidades nacionales e internacionales de diferentes autores. Seleccionamos los resultados que obtuvieron menor dispersión en su gráfica, relacionándolos con los CBR determinados en laboratorio; que tengan la misma clasificación de suelo, para diseñar los espesores de pavimento.

De acuerdo a los 13 métodos analizados, se obtuvo de resultado que el método de mayor confiabilidad es el método 7 (Satyanarayana Reddy & Pavani (2006)), con una confiabilidad de 0.72; para la clasificación de suelos tipo CL, ML, SC, SM, SP. Cumpliendo según diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito los espesores mínimos.

Finalmente se concluye que efectivamente se puede determinar por correlación los valores CBR a partir de propiedades de suelos, como granulometría, plasticidad, máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad las más influyentes en la correlación. Dichos valores a pesar de obtener una buena confiabilidad deben ser usados como guía diseños preliminares de pavimentos de bajo volumen.

**Palabras claves:** CBR, correlación, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## ABSTRACT

This research thesis aims to determine the relationship of CBR from the physical and mechanical properties of soils to obtain the most reliable method and apply it in the design of road pavements with low traffic volume. The collection sample of soil study parameters was obtained, which are recorded in the technical files between the years 2010-2020.

The CBR value is obtained under established procedures, and is obtained from the behavior of the soils. Over the years, correlation methods have been developed from simple and multiple regression analysis, resulting in CBR parameters according to the properties. These parameters can be seen in the MTC Manual of Roads: Soils, Geology, Geotechnics and Pavements and in international guides such as NCHRP 1-37A.

This research is of a descriptive type and level since we will only describe without intervention in the values of soil properties. These values were evaluated by 13 selected methods that have obtained high R index and / or are recognized by national and international entities of different authors. We selected the results that obtained the least dispersion in their graph, relating them to the CBR determined in the laboratory; that have the same soil classification, to design the pavement thicknesses.

According to the 13 methods analyzed, the result was that the most reliable method is method 7 (Satyanarayana Reddy & Pavani (2006)), with a reliability of 0.72; for the classification of soils type CL, ML, SC, SM, SP. Fulfilling the minimum thicknesses according to the design of low-volume road pavements.

Finally, it is concluded that CBR values can be determined by correlation from soil properties, such as granulometry, plasticity, maximum dry density and optimal moisture content, the most influential in the correlation. These values, despite obtaining good reliability, should be used as a guide for preliminary designs of low-volume pavements.

**Keywords:** CBR, correlation, physical properties, mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

Se considera que la etapa preliminar de un proyecto de infraestructura vial es importante, dado que se realiza la exploración que caracteriza a la sub rasante; en esta etapa se aplican procedimientos que determinan los parámetros de diseño para una estructura de pavimento. Así mismo es necesario mencionar que los costos de los ensayos influyen en el presupuesto del proyecto, y es ahí la justificación de nuestra investigación para optimizar los costos y optar por métodos alternativos, para obtención de parámetros de diseño de CBR para carreteras de bajo volumen de tránsito.

Esta investigación se estructuró en cinco capítulos:

En el Capítulo I se describe el planteamiento y delimitación del problema, también los objetivos de la investigación y la justificación e importancia que consideramos correspondientes.

En el Capítulo II se describe el marco teórico, donde indicamos los antecedentes de otras investigaciones referidas a nuestro tema de investigación; y bases teóricas que describen nuestras variables a analizar. Se incluye también las normas nacionales e internacionales que serán guía para nuestra investigación.

En el Capítulo III se describe las hipótesis que como investigadores nos proponemos, y las variables que influyen en nuestra investigación.

En el Capítulo IV se describe la metodología que aplicaremos a nuestra investigación para responder a nuestras hipótesis.

En el Capítulo V se describe los resultados obtenidos y su análisis de contrastación de hipótesis respectivo para obtener conclusiones y recomendaciones de nuestra investigación.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos**

La construcción de carreteras, es una de las actividades económicas más importantes del país y posee características que la vuelven complejas y dinámicas. Una de ellas es la etapa de la pre construcción de la infraestructura vial, es muy importante ya que de ello se determinará la calidad de la sub rasante, aplicando procedimientos de los cuales se obtendrán los parámetros que se usara para el diseño del pavimento.

Bertoli, (2018) Los factores relacionados con el valor denominado C.B.R. (Valor de Soporte California) considerado como un proceso complejo de laboratorio. Con el fin de compensar estas dificultades y determinar datos necesarios para el diseño de pavimentos de forma rápida y segura, surge una alternativa muy utilizada últimamente en país desarrollados denominado DCP (Cono Dinámico de Penetración), herramienta útil, multifuncional con una gama de beneficios en costo y tiempo, por lo cual mediante correlaciones para diferentes tipos de suelo se logró reemplazar el ensayo CBR in situ por el ensayo tradicional DCP.

Bermúdez y Vásquez, (2016). Hoy en día la sociedad hondureña debate la validez de las metodologías tradicionales, por la cual esta investigación surgió de la necesidad de realizar un estudio que se plantea proponer tanto en campo como en el laboratorio y así facilitar los procesos de estudios de suelo para obras de infraestructura vial. Y en el diseño de pavimentos se necesita del ensayo CBR para evaluar su calidad, pero por ser un procedimiento laborioso se optó por correlacionar con un ensayo más sencillo que es el ensayo DCP. Por medio de estos dos ensayos se obtuvo una fórmula para así reemplazar el ensayo DCP por el CBR in situ.

Gebremariam & Alemgena, (2016). El diseño de pavimentos requiere varios ensayos esenciales para este tipo de proyecto, pero el elevado costo de las obras publicas frecuentemente son poco viables y no se desarrolla a plenitud. Así mismo como referente por ser obra pública hay empresas que no realizan los ensayos de acuerdo a un control de calidad, es por eso que se requiere nuevos ensayos que sean dinámicos y confiables. Ello para sustituir dichos ensayos que llevan tiempo a

emplearse. Así mismo la relación entre el CBR y el DCP es muy factible para diferentes tipos de suelo.

Quispe, (2017). El ensayo CBR es un proceso muy complejo y se requiere de un especialista para determinar el proceso de ejecución de ensayo. Además, este proceso requiere un tiempo prolongado y como solución a este problema recurrente del CBR para suplir este ensayo se aplicará el ensayo DCP de fácil uso y bajo costo a nivel de estudio preliminar.

Sánchez y Yataco, (2017). El pavimento requiere diseño y evaluación. Así mismo el conocimiento del parámetro conocido como el CBR es importante saber que propiedades, características y el mejor desempeño del suelo. Un obstáculo para la obtención los parámetros es el tiempo y costo, por lo que sugiere relacionar el CBR con los ensayos de campo y de fácil uso como densidad in situ, DCP, etc.

Quezada, (2015). El Cono Dinámico de Penetración (DCP), se ha constituido en un instrumento de uso práctico y económico para la evaluación de la sub rasante para el diseño de la estructura de un pavimento y tiene muchas aplicaciones para el contexto de obras viales, también incursiona en la aplicación de una herramienta, cuyo estudio y aplicación se viene desarrollando desde 1959, pero no es muy conocida al nivel nacional. Y ahí pocas investigaciones en la relación del DCP con otros ensayos.

Christopher, Schwartz y Boudreau, (2006). Describen de una Guía denominada NCHRP 1-37A que se enfoca en la importancia del diseño dependiendo del grado de importancia del mismo. Dan como ejemplo a las carreteras de bajo volumen y la poca asignación de recursos que les dan. Según esta guía se elige el diseño dependiendo de 3 niveles. Siendo el nivel 1 utilizado para carreteras de bajo volumen, nivel 2 utilizado cuando los recursos no están disponibles para el nivel 1; y el nivel 3 utilizado para carreteras de bajo volumen de tránsito. De igual manera describen con tablas las propiedades del suelo importantes y necesarias para el diseño según su nivel de importancia de la carretera, estas se describirían a más detalle en el capítulo 2.1.1. Esto hace posible la correlación de las propiedades según sea el nivel de importancia, así poder encontrar las propiedades suficientes para llegar al diseño de la carretera.

### 1.1.1 Problema general

¿Cómo las propiedades físicas y mecánicas de los suelos se correlacionan con el CBR para aplicarlo en carreteras de bajo volumen de tránsito?

### 1.1.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito?
- b) ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito?
- c) ¿Cuál es la confiabilidad del CBR por correlación para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito?

## 1.2 Objetivo general y específico

### 1.2.1 Objetivo General

Determinar cómo las propiedades físicas y mecánicas de los suelos se correlacionan con el Soporte de California (CBR) para su aplicación en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar las propiedades físicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.
- b) Determinar las propiedades mecánicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.
- c) Determinar la confiabilidad del Soporte de California (CBR) por correlación para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito revisando expedientes técnicos e investigaciones de los años 2010 – 2020.

## 1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

La investigación de estudio se realizará en un periodo de 7 meses. A ello adicionamos el marco de una pandemia que limita los trabajos de campo.

### 1.3.1 Delimitación en el temporal

Los datos se obtendrán de los expedientes técnicos de los años 2010 al 2020, para la obtener los datos de mecánica de suelos y diseños de pavimentos, a los que se realizara la determinación de la relación de CBR a partir de las propiedades de los suelos.

### 1.3.2 Delimitación espacial

El estudio de investigación pertenece al territorio peruano; para la investigación usamos normas nacionales e internacionales, manuales. Así como expedientes técnicos de Perú u otros países.

### 1.3.3 Delimitación temática

Investigación orientada a evaluar la determinación de la Relación de Soporte de California (CBR) a partir de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para su aplicación en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

## 1.4 Justificación e importancia

Esta investigación tiene el propósito de conocer la correlación de las propiedades físicas y mecánicas con la resistencia al corte para minimizar los costos en el diseño de la estructura de pavimento en los diferentes tipos de carreteras, sometido a métodos de ensayo a partir de las propiedades de los suelos para su aplicación en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Los ensayos geotécnicos suministran los datos del suelo que se está estudiando, dichos ensayos se realizan en laboratorio donde se obtiene información de la muestra que se tomó en campo. Además, con ensayos realizados en el terreno se exploran las características geotécnicas del mismo.

Se debe tener en cuenta que para llevar a cabo una obra civil que tenga relación con proyectos viales, es necesario realizar estudios previos para evaluar los materiales de la sub rasante y su capacidad de soporte mediante el índice CBR, que indica la resistencia al cortante y para su determinación se realiza ensayos de campo y laboratorio.

Actualmente el ensayo DCP (Cono Dinámico de Penetración) es uno de los más utilizados para obtener la resistencia en campo, determina valores que son producto



de ecuaciones de correlación para determinados tipos de suelos, con los ensayos de CBR con muestras en laboratorio e in situ.

Los resultados obtenidos mediante las correlaciones sirven como guía para diseños preliminares de pavimentos ya que los ensayos que se realizan sirven para poder evaluar la calidad del terreno para sub rasante, sub base y base de pavimentos, además aportarán en la zonificación de los diferentes tipos de suelos

#### 1.4.1 Justificación

La presente investigación busca mejorar y proponer la metodología para evaluar a través de las propiedades físicas y mecánicas una correlación entre el Soporte de California (CBR) y poder evaluar la calidad del terreno para su aplicación en el diseño de pavimentos.

La investigación de los resultados obtenido mediante las correlaciones sirve como guía para diseños preliminares de pavimentos ya que los ensayos que se realizan sirven para evaluar la calidad del terreno de la sub rasante, sub base y base de pavimentos. ayuda a crear una nueva correlación para la aplicación de un método.

#### 1.4.2 Importancia

Considerando lo anteriormente mencionado es de gran importancia aclarar que los costos de los ensayos son tomados en cuenta dentro de la estructuración y planeación de los proyectos por lo cual, los diferentes procedimientos a utilizar son sometidos a una rigurosa evaluación en pro de la obtención de resultados adecuados sin sacrificar recursos importantes para el desarrollo de las obras.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

La necesidad de implementar nuevas alternativas para optimizar los costos en las obras de carreteras de bajo volumen nos da la motivación de esta investigación. En esta sección es donde revisaremos antecedentes de investigaciones internacionales y nacionales, con la finalidad de darle validez a nuestra investigación de tesis. Los siguientes estudios dan a conocer las variables de nuestra investigación.

#### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Paucar (2012) menciona en su investigación la alternativa de correlación, que puede obtenerse entre el ensayo PDC in situ y los valores CBR de laboratorio para obtener la capacidad portante o resistencia de la sub rasante; y así determinar el CBR de diseño. Se debe tener en cuenta que para llevar a cabo una obra civil que tenga relación con proyectos viales, es necesario realizar estudios previos para evaluar los materiales de la sub rasante y su capacidad de soporte mediante el índice CBR, que indica la resistencia al cortante y para su determinación se realiza ensayos de campo y laboratorio. Concluyen que los valores obtenidos de laboratorio y los valores resultado de las correlaciones existe pocas variaciones, pero presentan variaciones por la presencia de humedad; pero que las ecuaciones puedes adaptarse a la realidad de los distintos tipos de suelos.

Bermúdez y Vásquez (2016) Describen en su investigación si es válida o no la aplicación de la correlación generada por la Norma ASTM D6951, que depende del índice DCP para poder predecir el valor CBR. Tienen en cuenta las ventajas de obtener el valor CBR en campo, en comparación a la realización del CBR en laboratorio; que genera mayores costos y tiempo. Aplicaron la fórmula de correlación en muestras de suelo, de la ciudad Tegucigalpa de Honduras, para poder predecir el valor CBR; y compararlo con el valor CBR hallado bajo el ensayo convencional. Concluyeron que la fórmula de correlación establecida por la norma ASTM D6951 es válida y aplicable en el tipo de suelo de la ciudad

Manotoa (2016) Estudió la correlación entre los ensayos DCP y CBR en la provincia de Tungurahua y Napo, donde lo compararon con los valores CBR de laboratorio y así ampliar el criterio de diseño del pavimento. Aplicaron las fórmulas de correlación de ASTM N°6951, donde bajo parámetros de tipo de suelos fueron evaluando sus valores de DCP para hallar CBR por correlación. Concluyeron que la correlación CBR y DCP no estableció una relación directa en la Zona Oriental, mientras que en la Zona Central si se obtuvo una mayor relación en sus resultados. También que el CBR por correlación al aplicar al diseño de estructura de pavimento genera un sobredimensionamiento en los espesores de capas, encareciendo la construcción.

Suarez (2016) Indica la importancia de la etapa de pre construcción en un proyecto de infraestructura vial y eso incluye el costo de los ensayos. Dicho esto, indican que es viable aplicar las correlaciones para la obtención del CBR, que es necesario para el diseño de la estructura del pavimento, desarrolladas por diferentes investigadores. El objetivo de la investigación es verificar la validez de la correlación del CBR-PDC y CBR-Plasticidad para que sean aplicados en proyectos de rehabilitación de su localidad. Se basan en la metodología empírico mecanicista y guía de diseño NCHRP 1-37A para suelos tipo CL, SC y suelos con poca cantidad de finos. Concluyeron que, a pesar de aplicar la metodología antes dicha, no permite la obtención de CBR confiables ya que obtuvieron valores elevados y ello afectaría al diseño de la estructura de pavimento.

Amaya (2020) Determinó la correlación entre ensayo CBR, propiedades índice y mecánicas en suelos granulares mediante trabajo experimental; con el objetivo de aplicarlo en un diseño de un pavimento flexible. Después de realizar los ensayos para la obtención de propiedades físicas y mecánicas a los suelos de la localidad, se procesaron y analizaron estadísticamente para determinar la correlación entre las propiedades con el ensayo CBR. Concluyeron que, para determinar mejor los factores de correlación, la línea de tendencia de las gráficas halladas debe ser la que mejor se ajuste a la dispersión de los datos estudiados. También que las correlaciones entre las

diferentes propiedades varían de un 53%-67%, dando con valores R muy bajos, esto se debe que los valores CBR dependen de varios factores como la granulometría, densidad, humedad y plasticidad.

Manzano (2021) Determinaron la correlación experimental entre valores CBR con valores DCP, propiedades índices y mecánicas de las muestras obtenidas del suelo de la provincia de Tungurahua. Los resultados que se obtuvieron sirvieron como guía para diseños preliminares de pavimentos ya que lo realizado se aplicó a la evaluación de la calidad de la sub rasante, sub base y base para carreteras de bajo volumen. El autor concluyó que, si hay fórmulas de correlación entre las propiedades índice y mecánicas del suelo, entre las 22 correlaciones se determinó un rango de confiabilidad de más del 50%, siendo la correlación de los Límites de Atterberg la más alta con un 97% de confiabilidad. También indica que a pesar las correlaciones aportan una comparación, no reemplaza al ensayo normado.

#### 2.1.2 Investigaciones nacionales

Araujo (2014). Indica al parámetro CBR como fundamental y útil para el diseño de pavimentos, y como tal es útil encontrar métodos y técnicas para poder medirlo o estimarlo; pero presenta un obstáculo que es el tiempo y el costo. La investigación propone un método alternativo para la obtención de valores CBR, para diseño de pavimentos, mediante correlaciones con propiedades índices de suelo y de compactación de suelos. Se correlacionaron datos CBR de laboratorio con datos de propiedades físicas, mecánicas del suelo (contenido de grava, arena, limo y arcilla, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca y contenido de humedad); usando data histórica de un laboratorio de Piura acumulados entre 2004 y 2014. El método aplicado para esta investigación es la correlación lineal simple y correlación lineal múltiple. Obteniendo al final los datos de propiedades de suelo más apropiados para la mejor correlación con el parámetro CBR y demostrando que la correlación múltiple obtiene mejores correlaciones que aplicando el método de correlación simple; por lo que los valores analizados individualmente son importantes y determinativos para hallar el CBR.

Sánchez y Yataco (2017) Basaron su investigación en determinar el valor más óptimo de CBR para un determinado suelo, a partir de propiedades y características del mismo; dado que consideran que se puede reducir el tiempo y costo al evitar el ensayo CBR. Realizaron correlaciones entre el valor CBR y las propiedades físicas-mecánicas. Concluyeron que efectivamente se puede determinar los valores CBR para el diseño de estructural del pavimento a partir de las propiedades índice del suelo, y que se puede definir la capacidad de soporte de la sub rasante a partir del contenido de grava (G%), contenido de arena (S%), máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH).

Vásquez (2019) Describe la correlación de los ensayos, posterior a la evaluación de la resistencia del suelo mediante el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y Relación de Soporte California (CBR) in situ. Recopilaron información de propiedades físicas y mecánicas de la localidad para realizar ecuaciones matemáticas para una identificar la correlación en los diferentes tipos de suelos. Determinaron 2 ecuaciones como correlación en función a los numero o índices DCP (DN), una para suelo de arena bien graduada con limo y grava (SW-SM) y arena limosa (SM) y otra para suelos de arena mal graduada con limo y grava (SP-SM); concluyendo que son ambas confiables y aceptables a un 99%.

Cruz (2019) Desarrolló una correlación del ensayo Penetrómetro de cono dinámico (DCP) y los valores del California Bearing Ratio (CBR) in situ. Se tomaron en cuenta la clasificación del suelo, involucrando la misma en el desarrollo de la fórmula de correlación, dado que se considera como inconveniente el realizar el ensayo de CBR in situ por el costo y tiempo que genera realizarlo. La fórmula de correlación que desarrollaran dependerá del número de golpes del ensayo DCP, para demostrar que se puede reemplazar al ensayo CBR por el DCP que es un ensayo tradicional y posee un tradicional manejo. Concluyó que solo puede ser usada la fórmula de correlación en suelos arcillosos de alta plasticidad, dado que fue el tipo de suelo de la localidad.

Córdova y Mori (2021) Identifican la necesidad de desarrollar alternativas de solución para determinar el principal indicador de la calidad del suelo a nivel de la sub rasante, que es el Soporte de California (CBR). Propusieron un modelo matemático que pueda predecir dicho valor bajo parámetros de un determinado suelo, que sea expansivo post estabilización con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y cal. Aplicaron valores de propiedades de los suelos en su modelo matemático, en base al método de regresión lineal múltiple. Determinaron una fórmula en función del porcentaje de finos (%F), índice de plasticidad (IP), óptimo contenido de humedad (OCH), máxima densidad seca (MDS); como variables para determinar el indicador CBR, con un  $R=0.975$ ; demostrando el grado de confiabilidad de sus resultados. Aplicaron sus resultados en una carretera de su localidad, demostrando el incremento de 272% del valor CBR; bajo agentes sugeridos por los autores.

## 2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

### 2.2.1 Normas Internacionales

#### Manual y guía de diseño NCHRP 1-37-A

La guía se enfoca en la importancia del diseño dependiendo del grado de importancia del mismo. Un claro ejemplo es el diseño del pavimento de carreteras de bajo volumen, que no requieren el mismo nivel de diseño ni la asignación de recursos en comparación con las carreteras de alto volumen. Reconociendo ello nace la Guía de diseño NCHRP 1-37A y basa su filosofía dándole más importancia, para diseño de pavimentos, a los valores de las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos proporcional a la importancia, tamaño y costo del proyecto.

Según la Guía de diseño NCHRP 1-37A se divide en tres niveles según su importancia el diseño

#### Nivel 1

Proporciona la más alta precisión y el nivel más bajo de incertidumbre. Este nivel es utilizado para carreteras de alto volumen de tráfico y donde exista un alto nivel de inversión. Este nivel requiere ensayos en laboratorio o campo, como módulo de resiliencia o ensayos de deflexión no destructiva. Este nivel requiere más recursos que los otros niveles.

## Nivel 2

Proporciona un nivel intermedio de precisión y es más cercana a la Guía de diseño AASHTO 93. Este nivel es utilizado cuando los recursos o equipos de laboratorio no están disponibles para el Nivel 1. Este nivel deriva de pruebas o estimación de correlaciones y/o experiencia (de un banco de data). Este nivel estima el módulo de resiliencia a partir de las correlaciones con los valores CBR.

## Nivel 3

Proporcionan el nivel más bajo de precisión. Este nivel es utilizado para carreteras de bajo volumen de tránsito o donde las consecuencias sean mínimas a las fallas tempranas. En este nivel se utilizan valores predeterminados que se basan en la experiencia del profesional, como el módulo de resiliencia basado en las clases de suelo según la Guía de AASHTO 93.

En resumen, las ventajas del método de la Guía NCHRP 1-37A son:

- Da la opción al profesional de seleccionar un nivel para el diseño del proyecto según tamaño, costo e importancia.
- Permite que se desarrolle una metodología de diseño inicial dependiendo de las características internas del proyecto.
- Proporciona el diseño más óptimo y rentable respecto a los recursos financieros y técnicos del proyecto.

Propiedades geotécnicas requeridos para la Guía de diseño NCHRP 1-37A están organizadas las siguientes categorías:

- Propiedades mecánicas:  
Se utilizan en un modelo de análisis para relacionar estructuras aplicadas cargas que tengan respuesta estructural. Podemos visualizarlo en las Tablas 1 y 2.
- Propiedades termo-hidráulicas:  
Se utilizan para relacionar las influencias ambientales con el estado térmico e hidráulico del suelo. Podemos visualizarlo en la Tabla 3.

La Guía de diseño de NCHRP 1-37A proporciona tres niveles para su determinación según su grado de importancia: Nivel 1 (más alto), Nivel 2 (intermedio) y Nivel 3 (más bajo). Para cualquier parámetro es posible que se requieran propiedades diferentes para Nivel 1 vs. al nivel 2 frente a nivel 3.

Las nuevas construcciones requieren propiedades medidas en laboratorio, como es el caso del Nivel 1, mientras que el Nivel 2 requiere el valor de CBR u otras propiedades de índice similares, y el Nivel 3 requiere solo las propiedades de suelo según AASHTO o USCS. En las Tablas a continuación indican las propiedades necesarias o datos necesarios a obtener según su nivel de importancia cada nivel.

Se describirá en las siguientes tablas a continuación los parámetros requeridos según propiedades necesarias para el Nivel 1, 2 y 3 en carreteras de pavimento flexible de las que nos basaremos para poder realizar nuestra tesis.

Tabla 1. Propiedades mecánicas geotécnicas para el diseño de pavimento flexible según Guía NCHRP 1-37<sup>a</sup>

Propiedad	Descripción	Nivel		
		1	2	3
<b>General</b>				
	Tipo de Material	✓	✓	✓
$\gamma_t$	Peso Unitario total insitu	✓	✓	✓
$k_o$	Coefficiente de presión lateral de la tierra	✓	✓	✓
<b>Rigidez / Resistencia de la subrasante y las capas sueltas<sup>a</sup></b>				
$k_1, k_2, k_3$	Parámetros de módulo resiliente no lineal	✓ <sup>b</sup>		
$M_r$	Módulo resiliente retrocalculado	✓ <sup>c</sup>		
$M_r$	Módulo resiliente estimado		✓ <sup>d</sup>	✓
<b>CBR</b>	Relación de Soporte de California		✓ <sup>d</sup>	
<b>R</b>	Valor - R		✓ <sup>d</sup>	
<b>a<sub>i</sub></b>	Coefficiente de capa		✓ <sup>d,e</sup>	
<b>DCP</b>	Índice de Penetración de Cono Dinámico		✓ <sup>d</sup>	
<b>PI</b>	Índice de plasticidad		✓ <sup>d</sup>	
<b>P200</b>	Porcentaje que pasa a 0.075 mm (Tamiz No 200)		✓ <sup>d</sup>	
	Clasificación de suelo - ASSHTO			✓
	Clasificación de suelo - SUCS			✓
<b>v</b>	Módulo de Poisson	✓	✓	✓
	Resistencia a la Fricción	✓	✓	✓



- a. También se requieren estimaciones de MR y v para el lecho rocoso poco profundo
- b. Solo para diseños de nueva construcción / reconstrucción
- c. Principalmente para diseños de rehabilitación
- d. Para nivel 2, Mr. puede estimarse directamente o determinarse a partir de correlaciones
- e. Solo para capas de base y sub base no unidas con uno de los siguientes: CBR; R; ai; DCP; o PI y P200.

Fuente: Manual de referencia de aspectos geotécnicos de los pavimentos; Publicación del Departamento de Transporte de EE. UU. No. FHWA NHI-05 037 / Administración Federal de Carreteras / Mayo de (2006. pag.187).

Tabla 2. Propiedades mecánicas geotécnicas para el diseño de pavimento rígido según Guía NCHRP 1-37<sup>a</sup>

Propiedad	Descripción	Nivel		
		1	2	3
<b>General</b>				
	Tipo de Material	✓	✓	✓
$\gamma_t$	Peso Unitario total insitu	✓	✓	✓
$k_o$	Coefficiente de presión lateral de la tierra	✓	✓	✓
<b>Rigidez / Resistencia de la subrasante y las capas sueltas<sup>a</sup></b>				
$k_{dinamico}$	Módulo retrocalculado de reacción de subrasante	✓ <sup>b</sup>		
$M_R$	Módulo resiliente estimado		✓ <sup>c</sup>	✓
<b>CBR</b>	Relación de Soporte de California		✓ <sup>c</sup>	
<b>R</b>	Valor - R		✓ <sup>c</sup>	
$a_i$	Coefficiente de capa		✓ <sup>c</sup>	
<b>DCP</b>	Índice de Penetración de Cono Dinámico		✓ <sup>c</sup>	
<b>PI</b>	Índice de plasticidad		✓ <sup>c</sup>	
<b>P200</b>	Porcentaje que pasa 0.075 mm (Tamiz No 200)		✓ <sup>c</sup>	
	Clasificación de suelo - ASSHTO			✓
	Clasificación de suelo - SUCS			✓
$v$	Módulo de Poisson	✓	✓	✓
	Resistencia a la Fricción	✓	✓	✓

- a. También se requieren estimaciones de MR y v para el lecho rocoso poco profundo

- b. Solo para diseños de nueva construcción / reconstrucción
- c. Principalmente para diseños de rehabilitación
- d. Para nivel 2, Mr puede estimarse directamente o determinarse a partir de correlaciones
- e. Solo para capas de base y sub base no unidas con uno de los siguientes: CBR; R; ai; DCP; o PI y P200.

Fuente: Manual de referencia de aspectos geotécnicos de los pavimentos; Publicación del Departamento de Transporte de EE. UU. No. FHWA NHI-05 037 / Administración Federal de Carreteras / Mayo de (2006. pag.188).

Tabla 3. Propiedades termo-hidráulicas necesarias para la guía de diseño NCHRP 1-37A

Propiedad	Descripción	Nivel		
		1	2	3
	Profundidad del agua subterránea	✓	✓	✓
<b>Infiltración y Drenaje</b>				
	Cantidad de infiltración	✓	✓	✓
	Pendiente transversal del pavimento	✓	✓	✓
	Longitud del camino de drenaje	✓	✓	✓
<b>Propiedades Físicas</b>				
$G_s$	Gravedad específica de los sólidos	✓		
$\gamma_{d\max}$	Peso unitario seco máximo	✓		
$w_{opt}$	Contenido gravimétrico óptimo de agua	✓		
<b>PI</b>	Índice de plasticidad		✓	
$D_{60}$	Coefficiente de gradación		✓	
<b>P200</b>	Porcentaje que pasa 0.075 mm (tamiz No. 200)		✓	
<b>Propiedades Hidráulicas</b>				
$a_r, b_r, c_r, h_r$	Parámetros de la curva característica del agua del suelo	✓		
$K_{sat}$	Conductividad hidráulica saturada (permeabilidad)	✓		
<b>PI</b>	Índice de plasticidad		✓	✓
$D_{60}$	Coefficiente de gradación		✓	✓
<b>P200</b>	Porcentaje que pasa 0.075 mm (tamiz No. 200)		✓	✓
<b>Propiedades Térmicas</b>				
<b>K</b>	Conductividad térmica seca	✓		
<b>Q</b>	Capacidad de calor seco	✓		
	Clasificación de suelo - ASSHTO			✓

Fuente: Manual de referencia de aspectos geotécnicos de los pavimentos; Publicación del Departamento de Transporte de EE. UU. No. FHWA NHI-05 037 / Administración Federal de Carreteras / Mayo de (2006. pag.189).

### 2.2.2 Normas Nacionales

Para esta investigación se usarán las Normas de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para desarrollar las propiedades índices, mecánicas del tipo de suelo para el diseño de los pavimentos de bajo volumen.

#### Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC2018

Este manual indica que, para el diseño de una carretera, debemos basarnos en la cantidad de vehículos que transitan en la vía, las condiciones de transitabilidad, y la composición del tráfico. Todos los parámetros antes indicados, se proyectarán para poder diseñar una carretera. También debe incluirse el desarrollo de las zonas que serán conectadas por la carretera, y la influencia del suelo como parámetro principal que se convierte en el soporte o terreno de fundación para soportar la estructura de pavimento de carretera.

Según el Manual de carreteras las carreteras del Perú se clasifican en función a la demanda o IMDA (Índice medio diario anual):

- Autopista de primera clase:  $IMDA > 6000$  veh/día. Para flujos vehiculares continuos, sin cruces y puentes peatonales en zonas urbanas.
- Autopista de segunda clase:  $IMDA$  entre 6000-4001 veh/día. Para flujos vehiculares continuos, con cruces y puentes peatonales en zonas urbanas.
- Carretera de primera clase:  $IMDA$  entre 4000-2001 veh/día. Puede tener cruces vehiculares y peatonales, y en zonas urbanas puentes peatonales; todos bajo dispositivos de seguridad vial.
- Carretera de segunda clase:  $IMDA$  entre 2000-400 veh/día. Puede tener cruces vehiculares y peatonales, y en zonas urbanas puentes peatonales; todos bajo dispositivos de seguridad vial.

- Carretera de tercera clase:  $IMDA < 400$  veh/día. Estas carreteras funcionan como soluciones económicas, donde puede aplicarse estabilizadores, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o afirmado en la superficie de rodadura.
- Trochas carrozables:  $IMDA < 200$  veh/día. Estas son vías transitables que no alcanzan las características de una carretera geoméricamente.

Para nuestro tema de investigación, tenemos bajo interés las carreteras de bajo volumen de tránsito y dado que no estamos aplicando el diseño en carretera real; basaremos nuestros parámetros en valores mínimos para carreteras de bajo volumen según el Manual de Carreteras del MTC.

Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos, MTC 2014

Es un documento normativo peruano y de cumplimiento obligatorio para la construcción, diseño y gestión de infraestructuras viales, pertenece a los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC. Este manual es una guía y herramienta necesaria para los Ingenieros especializados en la rama de carreteras, dado que presenta en forma homogénea y estandarizada los métodos relacionados al diseño estructural de los pavimentos, como en los factores que influyen en el desempeño de los pavimentos, como el tráfico, el clima y los sistemas de gestión vial.

Los métodos y procedimientos aplicados para el diseño de pavimentos flexibles aprobados por el MTC son:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.

Según el manual indica que el diseño de pavimentos depende de los siguientes parámetros:

- Carga de tráfico vehicular:

Parámetro que se le impone al pavimento y es expresadas en ESAL (Equivalent Single Axle Loads) o EE (Ejes equivalentes). En el manual se denominan los números de repeticiones de Ejes equivalentes a 8.2 t.

- Características de la sub rasante:

Es donde se asienta la estructura del pavimento y está definida en categorías en base a su capacidad de soporte CBR. Se considera como apto al material de la sub rasante los que posean CBR igual o mayor a 6%, de no serlo se procederá a aplicar alternativas de solución; como la estabilización de suelos o reemplazo de la misma. Eligiendo la más conveniente en base a la técnica y economía.

Manual de ensayo de materiales, MTC 2016

Este documento indica los procesos de los ensayos, su producción y métodos aplicados según la normal peruana. Los más representativos en nuestra investigación son los siguientes:

- MTC E 107 Análisis Granulométrico De Suelos Por Tamizado

Determina la distribución de los tamaños de la partícula de los suelos. Se utiliza equipos como balanzas, estufa, envases, cepillo, brocha y tamices donde las aberturas son en milímetros (mm) y están establecidos bajo norma. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Aberturas en (mm) de Tamices normados

Tamices	Abertura
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8"	9.500
Nº4	4.760
Nº8	2.360
Nº10	2.000
Nº16	1.100
Nº20	0.840
Nº30	0.590
Nº40	0.425
Nº50	0.297
Nº60	0.260
Nº100	0.149
Nº140	0.106
Nº200	0.075

Fuente: Manual de Ensayo de Material. MTC, pág. 44.

- MTC E 108 Determinación Del Contenido De Humedad De Un Suelo  
Determina el contenido de humedad del suelo expresada en porcentaje, la relación peso de agua y peso de partículas sólidas. Se usa equipos como horno, balanza, recipientes, desecados (opcional), utensilios de manipulación de recipientes, entre otros. Se calcula bajo la fórmula:

$$W(\%) = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Dónde:  $M_w$  es el peso del agua (g.), y  $M_s$  es el peso de la partícula solida (g.)

- MTC E 110 Determinación Del Limite Liquido De Los Suelos  
Contenido de humedad cuando el surco separador de dos mitades de una pasta se junta 13mm al momento de dejar caer la copa Casagrande. Así mismo este método es usado para la clasificación de suelos, entre ellos el SUCS y AASTHO. Los equipos, materiales e insumos a utilizar son recipientes para almacenaje, aparato Casagrande (mecánica o manual), acanalador, calibrador, recipientes, balanza, estufa, agua destilada.  
Se calcula bajo la fórmula

Multipunto

$$W(\%) = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Un punto

$$LL(\%) = W^n \times \frac{N^{0.121}}{25} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Dónde:  $N$  es el número de golpes requeridos para el contenido de humedad,  $W^n$  es el contenido de humedad y  $k$  es factor de acuerdo a la Tabla 5.

Tabla 5. Factor K (Factor para límite líquido) según N (Número de golpes)

N (número de golpes)	K (factor para límite líquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: Manual de Ensayo de Material. MTC, pág. 71.

- MTC E 111 Determinación Del Límite Plástico (L.P.) De Los Suelos E Índice De Plasticidad (I.P.)

Es la humedad mínima con la cual se forma barras de suelo de 3.2mm de diámetro, rodando las barras con la palma de la mano y el vidrio esmerilado, evitando que se desmoronen.

El Limite plástico se calcula bajo la fórmula

$$W(\%) = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

El Índice de plasticidad de calcula bajo la fórmula

$$IP(\%) = LL - LP$$

- MTC E 113 Método De Ensayo Estándar Para La Gravedad Especifica De Solidos De Suelo Mediante Picnómetro De Agua

La gravedad específica de los sólidos de suelo es usada en el cálculo de las relaciones de fase de suelos, tales como relación de vacíos y grado de saturación

- MTC E 115 Compactación De Suelos En Laboratorio Utilizando Una Energía Modificada - Proctor Modificado

Este ensayo se usa para relacionar el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos que son compactados en un molde normado, según sea el Método A, B o C a utilizar, donde se usa un pisón de 44.5N a una

altura determinada produciendo una Energía de Compactación de 2 700 kN-m/m<sup>3</sup>.

- MTC E 116 Compactación Del Suelo En Laboratorio Utilizando Una Energía Estándar -Proctor Estándar

Ensayo que determina la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas de diámetro con un pistón de 24,4 N que cae de una altura de 12 pulgadas, produciendo una energía de compactación de (600 kN-m/m<sup>3</sup>).

- MTC E 132 CBR De Suelos –Laboratorio

Ensayo para evaluar la máxima Resistencia del suelo y con ello la evaluación de las capas de la estructura del pavimento (sub rasante, sub base, material de base, entre otros). Los equipos y materiales que se utilizan en este ensayo son una prensa similar a las usadas de compresión, que contiene un pistón en el cabeza; moldes de metal normados, disco espaciador, entre otros.

### 2.2.3 El Suelo

El suelo bajo definiciones de ingeniería se le llama al material superficial de la corteza terrestre multiforme, que es el resultado de la descomposición y desintegración de la roca por ataque de agentes físicos y químicos. Dichos agentes físicos son:

- El sol, provocando diferentes expansiones ocasionando el rompimiento de la capa superficial; dicho proceso es llamado exfoliación y varía su caracterización dependiendo de la ubicación.
- El agua, bajo el efecto de movimiento que contribuye al proceso de la erosión, provocando arrastres y fricción en las rocas ocasionando efectos en el material dependiendo de la magnitud del contacto.
- El viento, como contribución al efecto de la erosión en la corteza terrestre que provoca el arrastre del suelo; llamados así a los suelos eólicos.

Los agentes químicos principales que afectan a la descomposición y desintegración de la roca son:



- La oxidación, como reacción química bajo contacto de agua de lluvia y la humedad.
- La carbonatación, como reacción al ácido carbónico y que afecta a los materiales con fierro, calcio, magnesio, sodio o potasio.
- La hidratación, como reacción del material al ser combinado con agua y combinado originan nuevos minerales.

Dichas definiciones del material principal de la corteza terrestre, el suelo, para un ingeniero civil es de importancia y más aún cuando nuestra investigación se basa en las características de las propiedades del suelo y el efecto que tiene en el diseño de pavimentos.

#### Tamaño de partículas del suelo

Los tamaños de las partículas de suelo pueden variar, y son generalmente llamados grava, arena, limo o arcilla; dependiendo de tamaño que posean. Hay diferentes organizaciones que han desarrollado y limitado por tamaño el suelo para identificarlo según su tamaño de grano en milímetros.

De acuerdo al MTC el tamaño de las partículas del suelo se definen de la siguiente manera:

- Grava: Con tamaño de partícula entre 75mm-4.75mm.
- Arena gruesa: Con tamaño de partícula entre 4.75mm-2.00mm.
- Arena media: Con tamaño de partícula entre 2.00m a 0.425mm.
- Arena fina: Con tamaño de partícula de 0.425mm-0.075mm.
- Material fino Limo: Con tamaño de partícula de 0.075mm a 0.005mm,
- Material fino Arcilla: Con tamaño de partícula menor a 0.005mm.

De acuerdo a otras organizaciones se han desarrollado estos límites separación por tamaño de la partícula del suelo. La Tabla 6 muestra los límites de separación de tamaño del suelo según entidades reconocidas internacionalmente.

Tabla 6. Límites de Separación de Tamaño

Nombre de la organización	Tamaño de grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto de Tecnología de Massachusetss (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de E.U. (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U., Oficina de Reclamación de E.U., Sociedad Americana para Pruebas Materiales)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (p.ej., limos y arcillas) <0.075	

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das, pág. 28.

Existen suelos con propiedades similares y pueden ser clasificados según su comportamiento, función y propiedad. En la actualidad existen 2 sistemas de clasificación comúnmente utilizados y validados internacionalmente. Siendo el sistema americano AASHTO el más utilizado por el departamento de carreteras y el sistema de clasificación SUCS que es más utilizado por los ingenieros geotécnicos.

Clasificación de suelos según sistema AASHTO:

El sistema AASTHO fue desarrollado en 1929 como Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras. Dicho sistema se clasifica en 7 grupos del A-1 al A-7, donde los materiales granulares donde el 35% o menos pasan por el tamiz de malla 200 se clasifican como grupo A-1, A-2, A-3. Los suelos limo-arcilloso donde 35% o más pasan por el tamiz de malla 200 se clasifica como grupo A-4, A-5, A-6 y A-7.

El sistema AASTHO se basa en los siguientes criterios:

- Tamaño de grano:
  - Grava: Que pase por el tamiz de la malla #200 (75mm) y retenida en el tamiz #10 (2mm).
  - Arena: Que pase por el tamiz de la malla #10 (2mm) y retenida en el tamiz #200(75mm).

Limo y arcilla: Que pase por el tamiz de la malla #200 (75mm).

- Plasticidad:

Suelos limosos: Fracciones de suelo con índice de plasticidad 10 o menos.

Suelos Arcillosos: Fracciones de suelos con índice de plasticidad 11 o más.

- Cantos o guijarros:

Partículas de tamaño mayor a 75mm, estas son excluidas de la muestra, pero se registra el porcentaje de este material.

En la Tabla 7 podremos visualizar la clasificación según AASHTO.

Tabla 7. Clasificación del suelo según sistema AASHTO

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 10 N° 40 N° 200	50 max 30 max 15 max	50 max 25 max	51 min 10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40 Límite Líquido, WL Índice Plástico, Ip	6 max		NP	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Clasificación General de la subrasante	Excelente a bueno							Regular a mano			

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das.

De la mano del cuadro de clasificación está la Figura 1 que muestra los rangos del límite líquido en eje X y el índice de plasticidad de los suelos en el eje Y, y según sea su grupo se evaluará la calidad del suelo como un material de sub rasante de carretera.

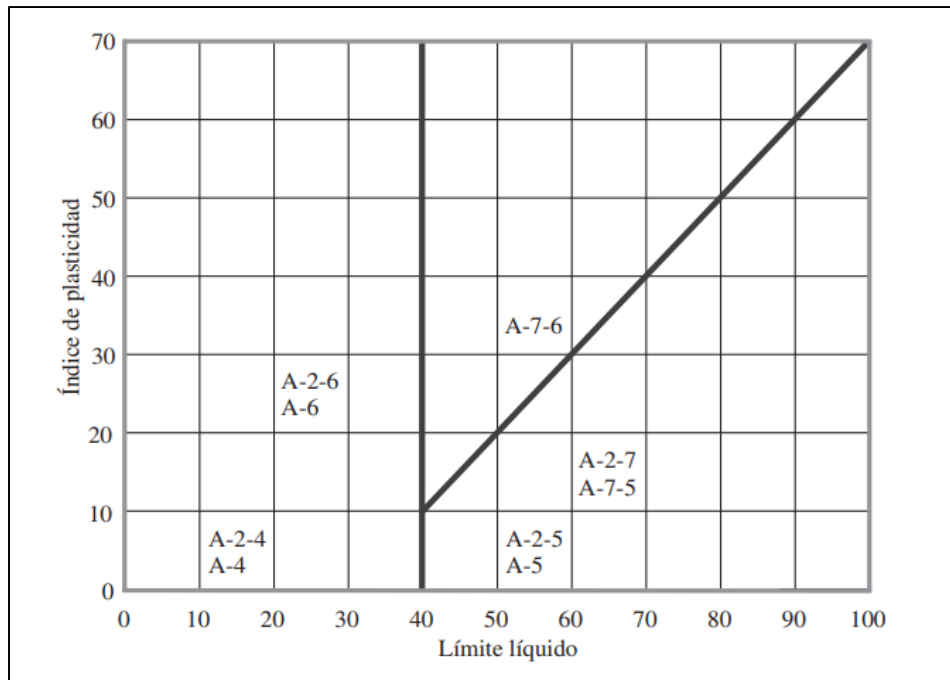


Figura 1. Rango del límite líquido y del índice de plasticidad para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6, A-7

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 80

#### Clasificación de suelos según Sistema Unificado S.U.C.S:

El sistema S.U.C.S fue propuesto por Arthur Casagrande en 1942, para ser usado en trabajos de construcción en aeropuertos. Los prefijos utilizados en la clasificación son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelo (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba). Dicho sistema se clasifica en dos grandes categorías.

- Suelo de grano grueso: Grava y arena con menos del 50% que pasa el tamiz #200. Sus prefijos representativos son G (suelo de grava) o S (suelo de arena o arenoso).
- Suelo de grano fino: Con 50% o más que pasa el tamiz #200. Sus prefijos son M (para limo inorgánico), C (arcilla inorgánica) y O (limos y arcillas inorgánicas). Pt (para lodo u otros suelos altamente orgánicos).

Se consideran las siguientes subdivisiones para gravas, arenas.

- GW, GP, SW o SP: Para material que pasa menos del 5% el tamiz #200; siendo G=grava, S=arena, W= bien gradada, P= pobremente gradada. Dependerá del coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ) y el coeficiente de gradación ( $C_c$ ) si es clasificada como bien gradada o pobremente gradada. (Ver Tabla 8).
- GM, GC, SM o SC: Para material que pasa más del 12% el tamiz #200; siendo M=limo, C=arcilla. La determinación de limo o arcilla dependerá de los valores de limite liquido (WL o LL) e índice de plasticidad (IP) como podemos ver en la Figura 2. El grafico de dicha figura presenta la Línea A (Línea de Casagrande).
- GW-GC, GW-GM, SW-SC, SW-SM, GP-GC, GP-GM, SP-SC, SP-SM: Para material que pasa entre 5-125 el tamiz #200.
- ML, OL, CL: Para material de grano fino que pasa más del 50% el tamiz #200, que indique en su límite liquido es inferior al 50%; siendo M=limo, O=suelos orgánicos, C=arcilla.
- MH, OH, H: Para material de grano fino, que indique en su límite liquido ser superior al 50%; siendo H= Alta plasticidad.

Tabla 8. Sistema Unificado de Clasificación

Divisiones Mayores		Símbolo de grupo	Nombres Típicos	Criterios de clasificación para Suelos granulares			
Suelos de grano grueso (más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 200)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	Gravas Limpias (Pocos o ningún fino)	GW	Gravas bien graduadas, mezcladas gravosas, pocos o ningún fino.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} * D_{60} < 3$		
			GP	Gravas pobremente graduadas, mezcladas grava-arena, pocos o ningún fino.	No cumplir todo los requisitos de gradación para GW		
		Gravas con finos (Cantidad apreciable de finos)	GM	Gravas limosas, mezcla grava arena-limo.	Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo.	
			GC	Grava arcillosas, mezcla grava-arena-arcillosa.	Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$		
	Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N°4)	Arenas Limpias (Poco o ningún fino)	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} * D_{60} < 3$		
			SP	Arenas pobremente graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	No cumplir todos los requisitos de gradación para SW		
		Arenas con finos (Cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena – limo.	Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	Si el material esta con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena -arcilla.	Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$		
	Suelos de grano fino (más del 50 % del material pasa el tamiz N° 200)	Limos y arcillas (límite líquido $WL < 50$ )	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con poca plasticidad.	1.Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría. 2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz N° 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos del 5% - GW, GP, SW, SP Más del 12% - GM, GC, SM, SC De 5 a 12% - Casos de frontera que requieren doble símbolo.		
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a mediana, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
OL			Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad				
Limos y arcillas (límite líquido $WL > 50$ )		MH	Limos inorgánicos, suelos limosos arenosos finos, suelos elásticos.				
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.				
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.				
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.				

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles, pág. 74.

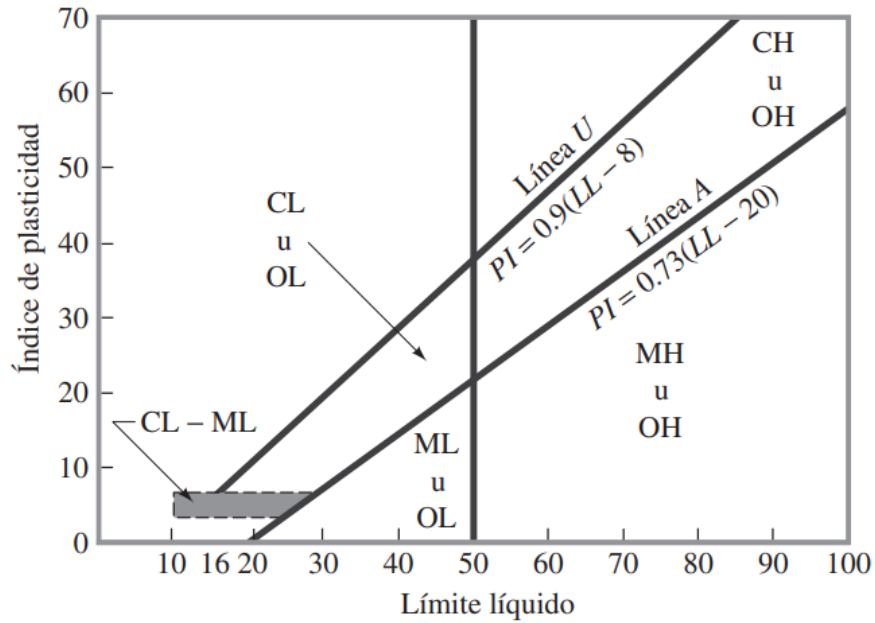


Figura 2. Carta de plasticidad de Casagrande

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 84.

Exploración de suelos:

Para una exploración de suelos, se debe realizar un reconocimiento de terreno a lo largo de vía donde se tiene proyectada la construcción de la carretera y designar los puntos de donde extraeremos las calicatas para la descripción y caracterización de los diferentes tipos de suelo que puede presentar el terreno de la sub rasante.

Con el objetivo de caracterizar las propiedades físico-mecánicas del suelo a nivel de la sub rasante se lleva a cabo la extracción de calicatas a 1.5m de profundidad como mínimo. Dependerá del tipo de carretera y su nivel de importancia para que se decida en número mínimo de extracción, por kilómetro a lo largo de la vía, de calicatas. En la Tabla 9 se describe lo antes explicado.

Tabla 9. Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento. MTC, pág. 28.

#### 2.2.4 Propiedades físicas

Las propiedades físicas proporcionan la forma más básica de descripción de los materiales que permitan definir las condiciones y comportamientos de suelo analizado. Dentro de estas tenemos las propiedades índices, donde se incluye el peso específico, contenido de humedad, gravedad específica, densidad aparente, relación de vacíos, porosidad, grado de saturación y plasticidad.

##### Propiedades Índice:

El suelo está compuesto por tres fases que son: aire, agua y sólidos, como podemos ver en la Figura 2 para describir sus características se deben analizar sus propiedades físicas que permiten definir sus condiciones y comportamiento físico. En la Figura 3 y 4 se ve la distribución del suelo en volumen (V) y el peso (W) en un estado natural.



El volumen total del suelo es expresado como

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a,$$

donde

- $V_s$  = volumen de sólidos del suelo,
- $V_v$  = volumen de vacíos,
- $V_w$  = volumen de agua en los vacíos
- $V_a$  = volumen de aire en los vacíos.

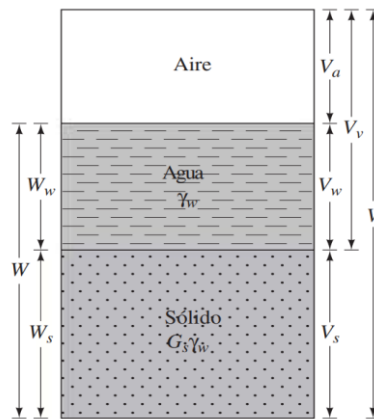


Figura 3. Fases Del Suelo Como Elemento

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 50

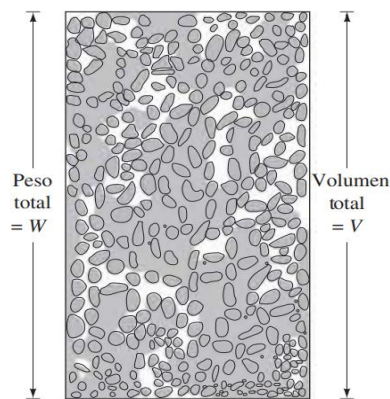


Figura 4. Suelo Como Elemento En Estado Natural

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 50

El peso y el volumen de una muestra de suelo depende de la gravedad específica, el tamaño de los huecos y/o poros, el contenido de humedad y grado de saturación. Se tiene en cuenta la relación de vacíos ( $e$ ) es un

indicador general de la resistencia relativa y la compresibilidad del suelo, generalmente la baja cantidad de vacíos indican suelos fuertes de baja compresibilidad y de altas proporciones de huecos son indicativos de suelos débiles y compresibles. Las relaciones peso-volumen (peso unitario) seleccionadas se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Relación de la unidad peso-volumen

Caso	Relación	Geomateriales Aplicables
Identidades del suelo	1. $G_s w = S e$ 2. Peso unitario total: $\gamma_t = \frac{(1+w)}{(1+e)} G_s \gamma_w$	Todo tipo de suelos y rocas.
Unidad de peso límite	Solo fase solida: $w = e = 0$ $\gamma_{roca} = G_s \gamma_w$	Valor máximo esperado para la sílice sólida es de 27 kN / m <sup>3</sup> .
Peso unitario seco	Para $w = 0$ (todo el aire en el espacio vacío): $\gamma_d = G_s \gamma_w / (1+e)$	Úselo para arenas y suelos limpios por encima del nivel freático
Peso de la unidad húmeda (peso total de la unidad)	Cantidades variables de aire y agua: $\gamma_t = G_s \gamma_w (1+w) / (1+e)$ con $e = G_s w / S$	Suelos parcialmente saturados por encima del nivel freático; depende del grado de saturación (S, como decimal).
Peso unitario saturado	Establecer $S = 1$ (todos los vacíos con agua): $\gamma_{sat} = \gamma_w (G_s + e) / (1 + e)$	Todos los suelos por debajo del nivel freático; Arcillas y limos saturados por encima del nivel freático con capilaridad completa.
Jerarquía	$\gamma_d < \gamma_t < \gamma_{sat} < \gamma_{roca}$	Verificar los valores relativos

Fuente: “Geotechnical Aspects of Pavements”, por Christopher, B; Schwartz, C; Boudreau, R (2006, pág. 5-14).

Dentro de las propiedades índice, son de relevancia lo siguiente para poder definir el comportamiento físico del suelo.

Peso específico de masa ( $\gamma_m$ ): Relación entre masa de suelo ( $W_m$ ) y volumen de la masa solida ( $V_m$ ). Donde su unidad es gr/cm<sup>3</sup>.

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m}$$

Contenido de Humedad (W%): Indica la cantidad de agua presente en el suelo. Se define en términos de peso de suelo. Es la relación entre el peso del agua ( $W_w$ ) y el peso de la fase solida ( $W_s$ ). Se expresa en porcentaje.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Para el diseño pavimento se calcula el peso unitario total del suelo, relación de vacíos y otros volumétricos. Se hallan correlaciones con respecto al comportamiento del suelo y otras propiedades del suelo. Se basa en las metodologías AASHTO T 265.

Peso Específico de los Sólidos ( $\gamma_s$ ): Es la relación entre peso y volumen en la fase sólida.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

Peso Específico Seco ( $\gamma_d$ ): Es la relación entre peso de la muestra, pero seca y su volumen de la masa.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m}$$

Gravedad Especifica ( $G_s$  o  $G_s$ ): Relación entre peso específico de la fase sólida y peso específico del agua a 4°C (1gr/cm<sup>3</sup>). No posee unidad.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Densidad Aparente ( $\gamma$ ): Relación entre la masa y el volumen del suelo

$$\gamma = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{W_m}{V_m}$$

Relación de Vacíos ( $e$ ): Relación entre volumen de vacío ( $V_v$ ) y volumen de sólidos ( $V_s$ ), se relación con la porosidad.

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Porosidad ( $n$ ): Relación entre volumen de vacíos y volumen total. Se expresa en porcentaje.

$$n = \frac{V_v}{V_m}$$

Grado de Saturación de Agua ( $G_w\%$ ): Relación existente entre el volumen de agua que contiene el suelo ( $V_w$ ) y el volumen de vacíos ( $V_v$ ). Se expresa en porcentaje.

$$G_w\% = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$$

Grado de Saturación de Aire (Ga%): Relación existente entre el volumen de aire (Va) y volumen de vacíos (Vv). Se expresa en porcentaje.

$$G_a\% = \frac{V_a}{V_v} \times 100\%$$

Granulometría:

La granulometría es una característica descriptiva esencial de suelos. Las clasificaciones se basan en gran parte en la gradación y también en propiedades de ingeniería como permeabilidad, la fuerza, el potencial de hinchamiento y la susceptibilidad a la acción de las heladas. Los ensayos usados para este análisis son el Análisis granulométrico por Tamizado (MTC E 107 del Manual de Ensayos de Materiales)

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107):

Tiene como objetivo determinar los porcentajes del suelo que pasan por diferentes tamices para la clasificación correspondiente ya sea según sistema AASTHO o SUCS (Cada sistema de clasificación ha sido descrito en el capítulo 2.2.3 de Clasificación de suelos). Sus equipos y materiales a utilizar son balanzas, estufa, tamices (Ver Tabla 4), envases, cepillos y brochas. Podemos visualizar en la Figura 5 el proceso típico finalizado por tamizado.



Figura 5. Tamices típicos y resultados del análisis granulométrico por tamizado

Fuente: “Geotechnical Aspects of Pavements”, por Christopher, B; Schwartz, C; Boudreau, R (2006, pág. 5-27)

La granulometría como se indicó anteriormente es la que determina las características de los suelos y se podrá estimar con ello, el comportamiento del suelo. Dicha clasificación se basa bajo dos sistemas AASTHO y SUCS. A continuación, se presenta una correlación de los dos sistemas según MTC - Manual de carreteras del año 2014. (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Correlación de tipo de suelos AASHTO-SUCS

<b>Clasificación de Suelos AASHTO</b>	<b>Clasificación de Suelos SUCS</b>
<b>AASHTO M-145</b>	<b>ASTMD 2487</b>
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos  
Sección: Suelos y Pavimentos. MTC pág. 35

Plasticidad:

La plasticidad describe la respuesta de un suelo a los cambios en el contenido de humedad al agregar agua a un suelo cambia su consistencia de duro y rígido a blando y flexible, se dice que los suelos exhiben plasticidad. Las arcillas pueden ser muy plásticas, los limos son solo ligeramente plásticos, las arenas y gravas no son plásticas. Para suelos de grano fino, el comportamiento de la ingeniería es a menudo más cercano correlacionado con la plasticidad que la gradación. La plasticidad es un componente clave para la clasificación en el sistema AASHTO y Sistemas unificados de clasificación de suelos SUCS.

La plasticidad del suelo se cuantifica en términos de límites de Atterberg. Se puede visualizar en la Figura 6, los valores Límite de Atterberg que corresponden al contenido de humedad en los que la consistencia del suelo cambia a medida que se seca progresivamente.

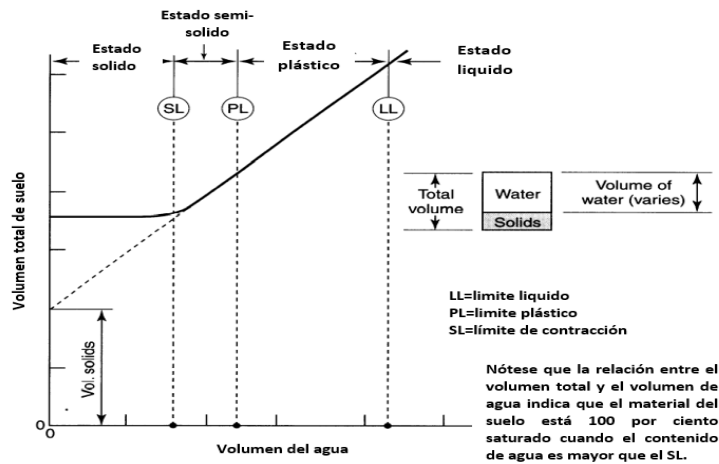


Figura 6. Variación del volumen total del suelo y la consistencia con el cambio en el contenido de agua para un suelo de grano fino

Fuente: “Geotechnical Aspects of Pavements”, por Christopher, B; Schwartz, C; Boudreau, R (2006), pág. 5-29.

En Mecánica de Suelos la plasticidad se define como la capacidad de un suelo de soportar deformaciones rápidas sin variaciones volumétricas y sin agrietarse. Los límites de Atterberg se utilizan para saber la plasticidad que tiene un suelo, separando los cuatro estados de consistencia del suelo, estos límites son: Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción. Todos los límites se determinan usando el suelo que pasa el tamiz N° 40.

Podemos visualizar en la Figura 7 el comportamiento del suelo dependiendo del contenido de humedad, y la división en cuatro estados según los Límites de Atterberg.

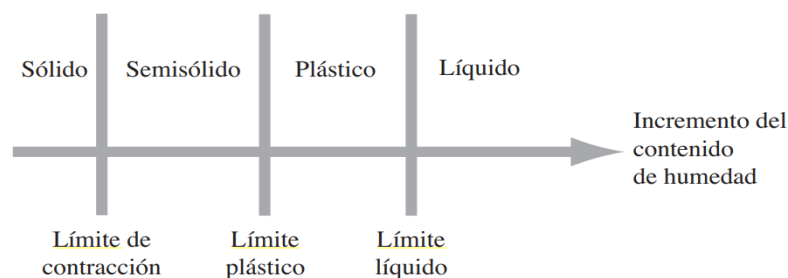


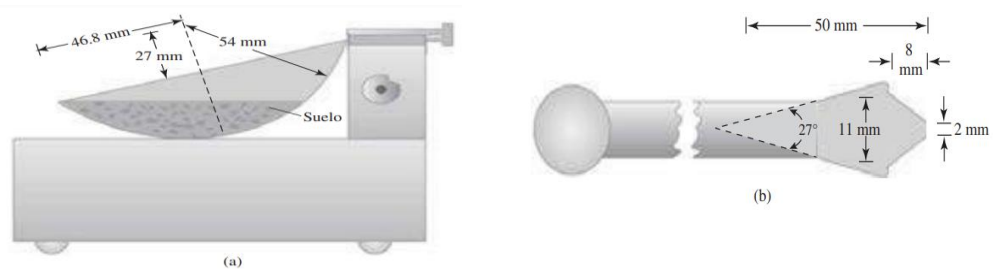
Figura 7. Límites de Atterberg

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 64

- Límite Líquido (LL):

Basado en la norma del MTC E 110. Se define al límite líquido (LL) como el contenido de humedad en donde el suelo cambia de estado plástico a líquido, se expresa en porcentaje respecto al peso seco de la muestra. Según Atterberg los suelos plásticos tienen una resistencia al esfuerzo de corte en el límite líquido de  $25 \text{ gr/cm}^2$  y en el límite líquido el suelo tiene cohesión nula.

El equipo más importante a utilizar es el dispositivo de copa casa grande (ver Figura 8), que es operada con una manivela. El procedimiento se basa en colocar la pasta del suelo en la copa y hacer un corte en el centro usando un ranurador estándar. Entonces la copa se eleva al accionar la manivela y se deja caer a una altura de 10 mm.



(a) Dispositivo de casa grande

(b) ranurador estándar

Figura 8. Dispositivo Casa Grande para límite líquido

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das pág. 66

Podemos visualizar en la Figura 9 el contenido de humedad del suelo correspondiente al número de golpes de un determinado suelo, arcilla limosa, y su representación gráfica semi logarítmica. La relación entre el contenido de humedad y  $\log N$  es casi como una línea recta y se conoce como curva de flujo.

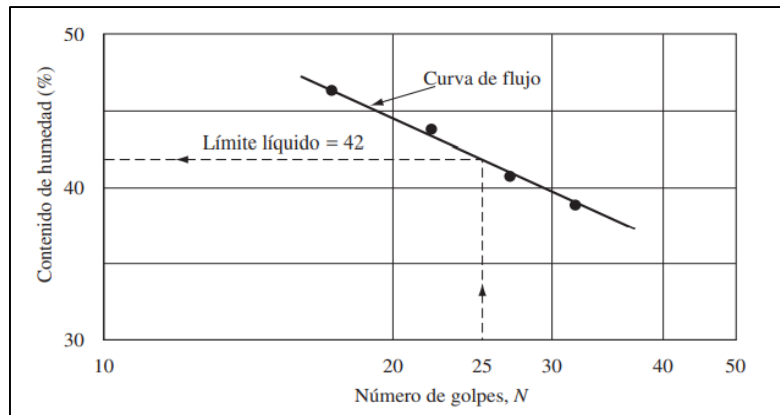


Figura 9. Curva de flujo para determinación del límite líquido de una Arcilla Limosa

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das pág. 67

- Límite Plástico (LP):

De acuerdo a la norma ASTM D 4318. Se define al límite plástico (LP) como el contenido de humedad en donde el suelo pasa de estado semisólido a plástico, se expresa en porcentaje respecto al peso seco de la muestra secada al horno. El límite plástico es el límite inferior del estado plástico del suelo.

- Índice de plasticidad (IP):

Respecto a la Norma MTC E 111. Se denomina Índice Plástico (IP) a la diferencia de los valores del límite líquido (LL) y del límite plástico (LP). Se dice que un suelo es no plástico cuando no se puede determinar el límite plástico. Atterberg define que un suelo es no plástico cuando tiene un índice plástico igual a cero, el suelo tiene baja plasticidad cuando el índice plástico es menor a 7, el suelo tiene mediana plasticidad cuando el índice plástico está entre 7 y 17, y cuando el índice de plasticidad es mayor a 17 el suelo es altamente plástico. La fórmula que lo define es:

$$IP = LL - PL$$

Según Casagrande (1932) estudió la razón del índice de plasticidad con el límite líquido de una amplia variedad de suelos naturales. En base a sus resultados propuso una carta de plasticidad como la que se muestra en la Figura 10.



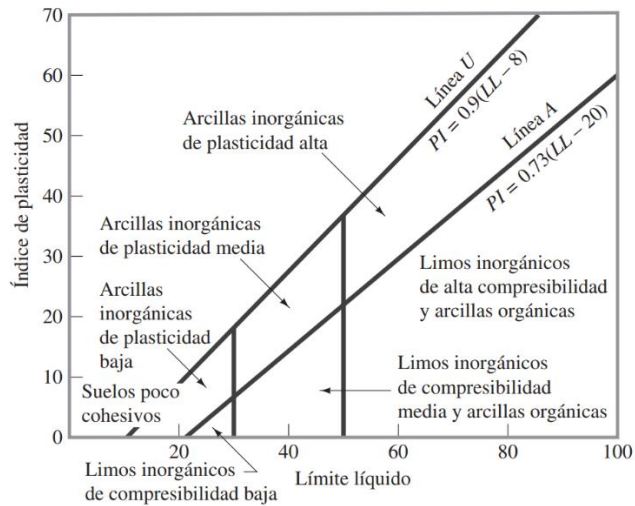


Figura 10. Carta de Plasticidad

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das pág. 74

Donde podemos visualizar la Línea A como característica importante y definida con la siguiente formula  $IP=0.73 (LL-20)$ . Dicha línea separa las arcillas inorgánicas de los limos. También podemos visualizar la Línea U, definida con la siguiente formula:  $IP =0.9(LL-8)$ . Dicha línea se encuentra por encima de la línea A y es de aproximadamente el límite superior de la relación del índice de plasticidad al límite de líquido para cualquier suelo encontrado hasta ahora.

### 2.2.5 Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas de un suelo para pavimentos se basan en la rigidez como característica mecánica de los materiales sueltos. Dicha rigidez se distribuye como tensiones y deformaciones. La rigidez de la subrasante y de la base influyen en la deformación horizontal por tracción en la parte inferior del asfalto y deformación vertical como compresión en la parte superior. Estos parámetros están directamente relacionados con el agrietamiento por fatiga del asfalto y rendimiento de los surcos en la subrasante.

El método más relevante para caracterizar la rigidez de los materiales es el Módulo Resiliente. Las Guías AASHTO han recomendado dicho método para caracterizar la subrasante para pavimentos flexibles y rígidos; también la determinación de coeficientes de capa estructural para pavimentos

flexibles. Las guías de diseño como AASHTO y NCHRP 1-37A reconocen la necesidad de utilizar otras propiedades como la Relación de Soporte de California (CBR) y el valor R de estabilómetro para poder relacionarlo con el MR.

Compactación:

Se define como compactación de suelos al incremento artificial del peso específico seco por medios mecánicos y así disminuir sus vacíos. La importancia de ello se enfoca en el aumento de resistencia y disminución de la capacidad de deformación.

El nivel de compactación se mide con respecto a su peso unitario seco, que se incrementa a medida que se aumenta el contenido de humedad. Cuando el contenido de humedad es cero, la unidad de peso húmedo es igual a la unidad de peso seco. Se puede visualizar lo descrito en la Figura 11.

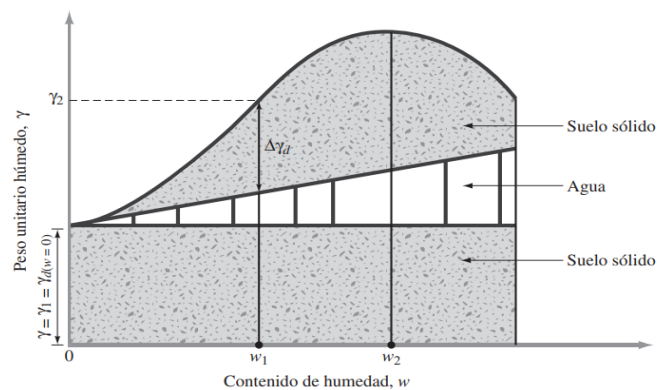


Figura 11. Comportamiento de la compactación de suelos

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 92

El peso de los sólidos del suelo en unidad de volumen aumenta cuando se incrementa progresivamente el contenido de humedad y se utiliza para la compactación el mismo esfuerzo compactador. Se denomina contenido de humedad óptimo al contenido en el que se alcanza el peso unitario seco máximo.

Existen factores que afectan el proceso de compactación, tales como:

- Tipo de suelo:

Las densidades que pueden alcanzarse, varían de acuerdo al tipo de suelo.

- Método de compactación:

Afecta en los resultados, donde la compactación por medio del impacto es o no adecuada para cada tipo de suelos.

- Energía de compactación:

La que define por unidad de volumen y se calcula por la siguiente formula.

$$E_c = \frac{W * h * N * n}{V}$$

Donde:

$E_c$  = Energía de Compactación

$W$  = Peso del pisón

$h$  = Altura de caída del pisón

$N$  = Número de golpes por capa

$n$  = Número de capas

$V$  = Volumen total del suelo compactado

- Contenido de humedad:

Factor fundamental para la densidad que necesita ser alcanzada. Para cada nivel de energía de compactación, la densidad aumente a medida que aumente el contenido de agua.

- Esfuerzo de compactación:

Imparte al suelo un incremento de resistencia al corte, al potencial de expansión, densidad, contracción, permeabilidad y compresibilidad.

Es de gran importancia determinar el tipo de suelo y su granulometría, dado que dependerá de ello el criterio de compactación y el método a aplicar, para obtener la compactación de los ensayos estándar y modificados.

Prueba de Proctor:

La prueba de Proctor tiene como fin determinar la humedad optima de compactación de una muestra de suelo y así conseguir las propiedades de resistencia y rigidez deseadas. La única diferencia entre el Ensayo Proctor Estándar y el Modificado es la energía de compactación que es 4.5 veces mayor, el modificado, que el estándar.

- Prueba Proctor Estándar:

Basada en la Guía AASTHO T 99, en la Norma ASTM D 698 y en la Norma peruana MTC E 116. El Proctor estándar se utiliza para determinar la relación entre contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos, para poder obtener el porcentaje de humedad óptimo (OCH) y peso unitario seco máximo (MSD) mediante la curva de compactación (Ver Figura 12). El material es compactado en un molde de volumen de 943.3 cm<sup>3</sup>, con diámetro de 101.6 mm (Ver Figura 13a). El suelo es mezclado con proporciones variables de agua y luego compactado a 25 o 56 golpes, dependiendo del método, con un pisón normado; que pesa 24,4 N (2.5 kg) a una caída aproximada de 304.8mm (Ver Figura 13b).

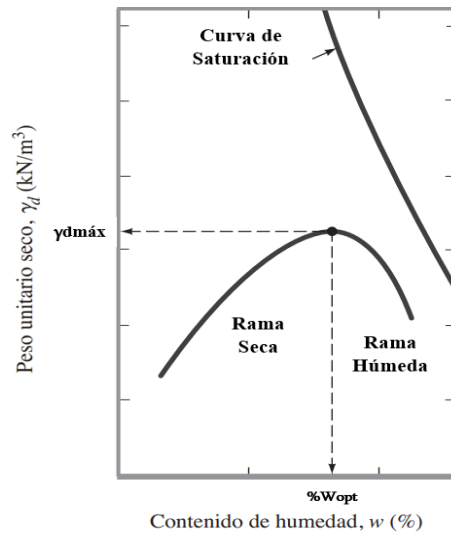
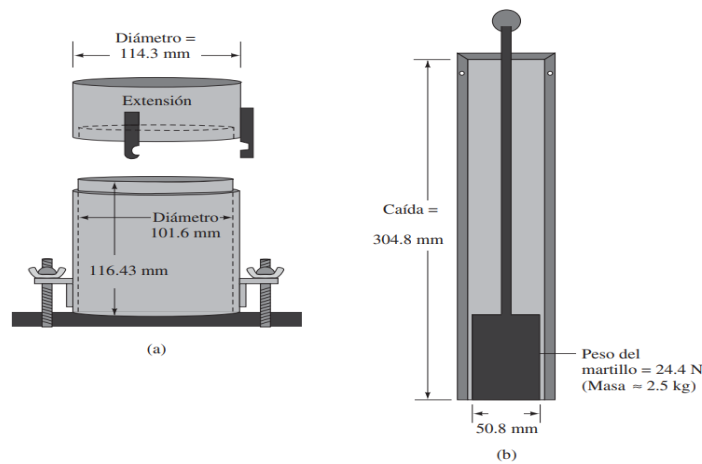


Figura 12. Ejemplo de curva de compactación

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 95



Figura

### 13. Equipo para Proctor Estándar

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 92

Se establecieron 3 métodos dependiendo de la granulometría del material, para determinar el número de capas y golpes necesarios para realizar el ensayo Proctor estándar. (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Especificaciones de la prueba Proctor Estándar

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del martillo	24.4 N	24.4 N	24.4N
Altura de la caída del martillo	304.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	3	3	3
Energía de compactación	591.3 kN-m/m <sup>3</sup>	591.3 kN-m/m <sup>3</sup>	591.3 kN-m/m <sup>3</sup>
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz N°4. Puede ser utilizada si 20% o menos del peso es retenido en el tamiz N°4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz N°4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 92.

#### - Prueba Proctor Modificado:

Basada en la Guía AASHTO T 180, en la Norma ASTM D 1557 y en la Norma peruana MTC E 115. Esta prueba es una modificación de la prueba Proctor estándar, con el objetivo de representar mejor las condiciones del material de campo. Para la realización de esta prueba

se utiliza el mismo molde que la del Proctor estándar, pero es compactada en cinco capas por un pisón que pesa 44.5N (4.536 kg). Todo este método de compactación se realiza con 25 o 56 golpes, según sea el método a aplicar; con una caída de 457.2 mm.

Al igual que la prueba Proctor estándar, se establecieron 3 métodos dependiendo de la granulometría del material, para determinar el número de capas y golpes necesarios para realizar el ensayo Proctor modificado. (Ver Tabla 13)

Tabla 13. Especificaciones de la prueba Proctor Modificado

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2696 kN-m/m <sup>3</sup>	2696 kN-m/m <sup>3</sup>	2696 kN-m/m <sup>3</sup>
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz N°4. Puede ser utilizada si 20% o menos del peso es retenido en el tamiz N°4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz N°4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. pág. 92.

#### Relación de Soporte de California (CBR):

La relación de Soporte de California (CBR) evalúa la resistencia potencial de sub rasante, sub base y material de base del suelo donde se tiene proyectada la construcción de vías de pavimento. El índice obtenido del CBR se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de la sub rasante, capas de base y sub base; y de afirmado del suelo. Se basa en la Norma ASTM D 1883 y de la Norma peruana MTC E 132.

Este método fue propuesto en 1929 por Stanton y Porter, que eran ingenieros del Departamento de Carreteras de California, de ahí el nombre California Bearing Ratio que traducido al español es Relación

de Soporte California. Desde esa fecha el método de CBR se ha generalizado en Europa y América.

EL CBR tiene como finalidad reportar el índice de calidad y se define como la relación entre la carga necesaria del suelo ensayado y la carga necesaria para producir la misma deformación.

$$CBR (\%) = \frac{CARGA\ UNITARIA\ DEL\ ENSAYO}{CARGA\ UNITARIA\ PATRÓN} \times 100$$

Para el método del CBR se aplica una carga a través de una superficie de contacto y se desarrollan dos resistencias: una en referencia al corte perimetral y otra referida a la compresión. Cada indicar que el CBR no es una constante del suelo, sino que indica la resistencia al corte del suelo bajo condiciones controladas de humedad y densidad, que son obtenidas por el ensayo de Proctor Modificado (ensayo de compactación). Los equipos que se utilizan son los siguientes:

Equipo de CBR, que se compone de:

Un molde cilíndrico de compactación de 15.2 cm de diámetro y 17.8 cm de altura, provisto de un collar de metal de 50.8 mm de altura y una placa de base perforada de 9.53 mm de espesor. (Ver Figura 14a)

Disco espaciador de metal de forma circular de 15,08 cm de diámetro y  $61,37 \pm 0,127$  mm ( $2,416 \pm 0,005$ "') de espesor, que es insertado en el falso fondo del molde cilíndrico. (Ver Figura 14b)

- Pisón de penetración metálico, como los usados en la prueba Proctor modificado.
- Unas pesas de metal para sobrecarga, que sean anulares y ranuradas.
- Diales con 25 mm de recorrido mínimo.
- Aparato medidor de expansión, que se compone de: (Ver Figura 14c)
- Una placa de metal perforada, de 149,2 mm de diámetro, donde las perforaciones que ocasione no excedan de 1,6 mm de diámetro.

- Un trípode necesario para la estabilidad, con un dial o deformímetro sujeto en el centro; y este coincida con el vástago. Esto permitirá controlar la posición y así medir la expansión. (Ver Figura 14d)
- Un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.

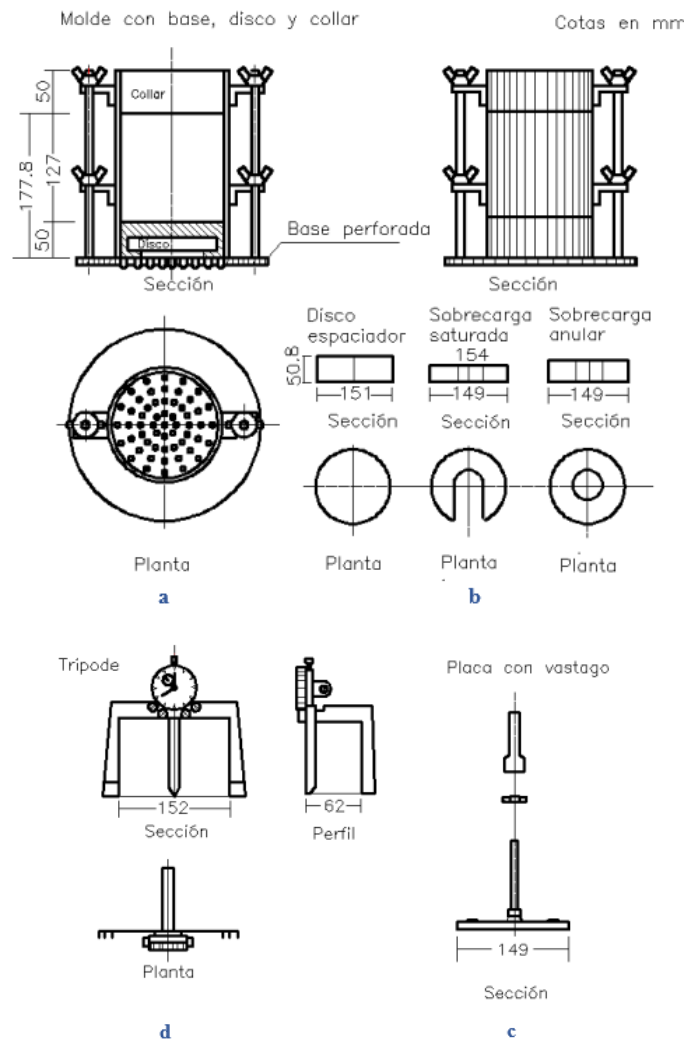


Figura 14. Equipos para ensayo CBR

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC. Pag.249

- Tanque donde se pueda sumergir los moldes en agua.
- Estufa, balanza, tamices, entre otros.

La prueba CBR se ejecuta en muestras compactadas de forma idéntica. Cada serie de la prueba CBR se ejecuta para una compactación relativa



y un contenido de humedad determinado. El profesional debe especificar las condiciones bajo las cuales se debe realizar cada ensayo.

El índice CBR, como ya describimos, es un porcentaje de carga unitaria; y su relación se basa a una carga para una penetración. En el Tabla 14 podemos ver las medidas de penetración con respecto a sus presiones de las cargas unitarias.

Tabla 14. Valores de penetración y carga unitaria (presión)

Penetración		Presión		
mm	pulgadas	MN/m <sup>2</sup> (MPA)	Kgf/cm <sup>2</sup>	Lb/pulg <sup>2</sup> (PSI)
2.54	0.1	6.9	70.31	1
5.08	0.2	10.35	105.46	1.5

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC. Pág.255

#### Cono Dinámico de Penetración (DCP):

En ensayo de Cono Dinámico de Penetración (DCP) es usado para medir de la resistencia a la penetración in situ de un material en suelos inalterados o compactados a nivel de la sub rasante. Es usado en monitoreo en la etapa constructiva, o en estudios geotécnicos o de mecánica de suelos para la construcción de pavimentos. En el diseño de pavimentos flexibles, es utilizado para estimar el valor de CBR. Este da un mayor conocimiento de la capacidad estructural del material y detecta su uniformidad a base de la compactación.

El equipo principal utilizado es el Equipo DCP (Ver Figura 15), donde la punta DPC es introducido en el suelo por medio de deslizamiento.

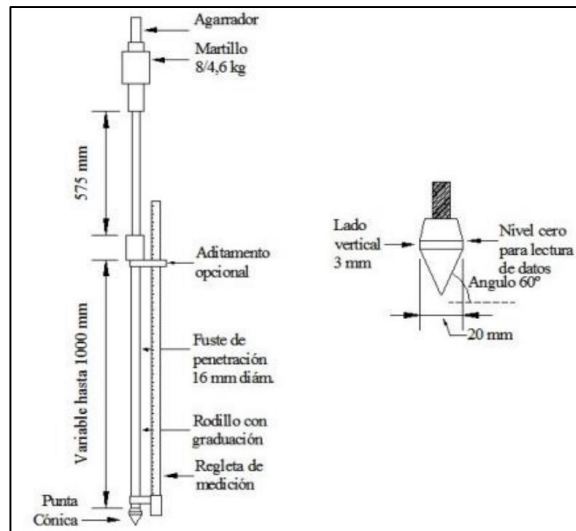


Figura 15. Equipo DCP

Fuente: Norma ASTM-6951

El equipo tiene un peso de 8kg aproximadamente y se posiciona verticalmente; la profundidad de penetración puede ser aumentada dependiendo de la magnitud del proyecto. Es medido por mm/golpe y bajo fórmulas de correlación establecida es estimado el valor CBR. En la Tabla 15 podemos ver las correlaciones entre CBR e Índice DCP establecida por la Norma ASTM 6951.

Tabla 15. Correlación de valores CBR e Índice DCP

Índice DCP mm/golpe	CBR %	Índice DCP mm/golpe	CBR %	Índice DCP mm/golpe	CBR %
<3	100	39	4.8	69-71	2.5
3	80	40	4.7	72-74	2.4
4	60	41	4.6	75-77	2.3
5	50	42	4.4	78-80	2.2
6	40	43	4.3	81-83	2.1
7	35	44	4.2	84-87	2.0
8	30	45	4.1	88-91	1.9
9	25	46	4.0	92-96	1.8
10-11	20	47	3.9	97-101	1.7
12	18	48	3.8	102-107	1.6
13	16	49-50	3.7	108-114	1.5
14	15	51	3.6	115-121	1.4
15	14	52	3.5	122-130	1.3
16	13	53-54	3.4	131-140	1.2
17	12	55	3.3	141-152	1.1
18-19	11	56-57	3.2	153-166	1.0
20-21	10	58	3.1	166-183	0.9
22-23	9	59-60	3.0	184-205	0.8
24-26	8	61-62	2.9	206-233	0.7
27-29	7	63-64	2.8	234-271	0.6
30-34	6	65-66	2.7	272-324	0.5
35-38	5	67-68	2.6	>324	<0.5

Fuente: Norma ASTM-69511

## 2.2.6 Valores CBR (Relación de Soporte California)

El valor CBR es obtenido bajo procedimiento ya establecido, según MTC E 132, y se obtiene a partir del comportamiento de los suelos; por ello la necesidad de la clasificación del mismo bajo sistema AASHTO y SUCS antes ya descrito. Para el diseño de pavimentos se utiliza una tabla de clasificación general para ver la relación del CBR según su clasificación de suelo, y así identificar que el material es adecuado para cada nivel de la estructura del pavimento (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Clasificación de suelos según CBR

N° CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de clasificación	
			SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-Jul	Pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
Jul-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, sub-base	GM, GC, 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. Joseph E. Bowles. Pag.191.

Para cada sector estudiado se establece valores CBR, refiriéndonos al 95% de MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de 2.54 mm. Ya obtenido el CBR de diseño, se clasificará según sea su categoría de sub rasante, dichos valores están establecido según MTC. (Ver Tabla 17).

Tabla 17. Categorías de Sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC. Pag.37.

Para poder relacionar los valores CBR% con la clasificación SUCS y AASHTO, también utilizaremos la establecida por la Guía de diseño NCHRP

Project 1-37A del año 2001; y que ha sido abalada por el MTC- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos (2014). (Ver Figura 16)

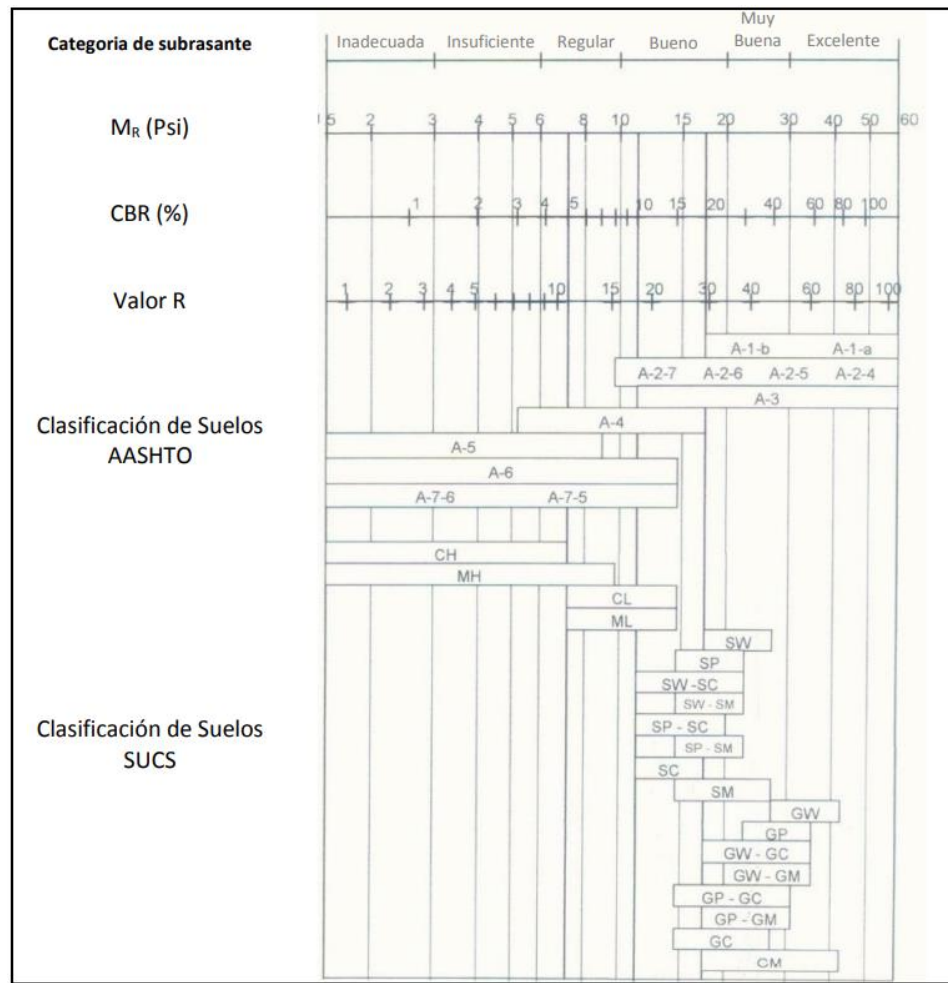


Figura 16. Valores Típicos entre Clasificaciones y Propiedades de los suelos  
Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC. Pag.38

Del ensayo CBR existen dos versiones, para determinar el CBR en el laboratorio (según Norma ASTM D1883 Y AASTHO T193), y para determinar el CBR en el campo (según Norma ASTM D 4429). Para los valores de CBR típicos de campo, nos podemos basar en la Guía “Geotechnical Aspects of Pavements” del año 2006; donde se establece dichos valores según su clasificación SUCS. (Ver Tabla 18)

Tabla 18. Valores CBR de campo típicos

Clase de suelo SUCS	CBR de campo
GW	60-80
GP	35-60
GM	40-80
GC	20-40
SW	20-40
SP	15-25
SM	20-40
SC	10-20
ML	5-15
CL	5-15
OL	4-8
MH	4-8
CH	3-5
OH	3-5

Fuente: “Geotechnical Aspects of Pavements”, por Christopher, B; Schwartz, C; Boudreau, R (2006, pág. 5-39).

En la “Geotechnical Aspects of Pavements” del año 2006, se define la Guía de diseño NCHRP 1-37A; descrita en capítulos más arriba. En esta Guía se indica formulas por correlación entre  $M_R$ . (Módulo de resiliencia) y DCP (Cono Dinámico de Penetración) para carreteras de nivel 2 que son de importancia para nuestro estudio, donde que buscamos la correlación para carreteras de bajo volumen. En la Tabla 19 podemos visualizar formulas según correlación según la guía de diseño NCHRP 1-37A, 2004.

Tabla 19. Correlaciones entre el módulo resiliente y varias propiedades de índice y resistencia del material (NCHRP 1-37A, 2004)

Fuerza / Índice de Propiedad	Modelo	Comentarios	Estándar de prueba
California Bearing Ratio	$M_R$ (psi) = 2555(CBR) <sup>0.64</sup> $M_R$ (MPa) = 17.6(CBR) <sup>0.64</sup>	CBR= California Bearing Ratio %	AASHTO T193—The California Bearing Ratio
Estabilómetro R-Valor	$M_R$ (psi) = 1155 + 555R $M_R$ (MPa) = 8.0 + 3.8R	R=R-Valor	AASHTO T190 - Resistance R-Value and Expansion Pressure of Compacted Soils
Coefficiente AASHTO	$M_R$ (psi) = 30,000 (a <sub>s</sub> /0.14) <sup>3</sup> $M_R$ (MPa) = 207 (a <sub>s</sub> /0.14) <sup>3</sup>	ai=Coefficiente AASHTO	AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (1993)
Índice de plasticidad y gradación	$CBR = \frac{75}{1 + 0.728(wPI)}$	wPI=P200*PI P200=%porcentaje que pasa la malla #200 PI= índice de plasticidad (%)	AASHTO T27-Sieve Analysis of Coarse and Fine Aggregates AASHTO T90-Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
Cono Dinámico de Penetración	$CBR = 292/(DCP^{1.12})$	DCP =Índice de penetración (mm/ golpe)	ASTM D6951-Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications

Fuente: “Geotechnical Aspects of Pavements”, por Christopher, B; Schwartz, C; Boudreau, R (2006, pág. 5-53).

De la Tabla 19 podemos rescatar las fórmulas del CBR según índice de plasticidad y granulometría; y según Cono dinámico de penetración. Las demás relaciones serán descritas en Capítulo V de nuestra investigación.

#### 2.2.7 Pavimento

Se le conoce al pavimento como una estructura construida a lo largo de una vía a nivel de la sub rasante, que resiste y distribuye los esfuerzos generados por los vehículos. Este proporciona una superficie de rodamiento con mayor seguridad y comodidad, para los vehículos, bajo cualquier condición climática.

Tipos de pavimentos:

- Pavimentos Flexibles:

Este tipo de pavimento posee una capa de rodadura de asfalto o carpeta asfáltica, y las cargas de los vehículos se distribuyen a través de los subniveles. Se le describe como pavimento flexible, dado que el asfalto sufre deformaciones sin romperse. El pavimento flexible está conformado por Carpeta asfáltica, Base, Sub base y Sub rasante.

- Pavimentos Rígidos:

Este tipo de pavimento posee una capa de rodadura de losa de concreto, las cargas de los vehículos se distribuyen a través de los subniveles; pero la losa de concreto es el principal componente estructural que posee una alta resistencia. El pavimento rígido está conformado por una Losa de concreto, Sub base y Sub rasante.

- Pavimentos Semirrígidos:

Este tipo de pavimento es una estructura conformada por una carpeta asfáltica sobre una base tratada con cemento o cal. Dentro de este está incluido los pavimentos adoquinados.

Para nuestra investigación, basaremos el diseño en un pavimento flexible; y basaremos los valores necesarios bajo parámetros de una carretera de bajo volumen.

Diseño de pavimento flexible:

El diseño de la estructura de pavimentos flexibles se basa en la Metodología AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993. Depende mayormente de las cargas de tráfico vehicular que tendrá la vía y de las características de la sub rasante. La ecuación de diseño del Método AASHTO, que se basa en el número estructural (SN) que soportará el nivel de carga; y se expresa dicha fórmula por lo siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{1094} \right)}{0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

A partir de esta ecuación, se describirá a continuación cada variable que es necesaria:

a) Ejes equivalentes (W18)

Es el número acumulado de cargas de ejes simples equivalente a 80 KN para el periodo de diseño; corresponde al número de repeticiones de los ejes equivalente (EE) de 8.2T, que se obtiene en base al estudio de tráfico. Establecido por el periodo de diseño 20 años para cada tipo de vehículo.

$$W18 = 365 \times TPDA \text{ final} \times FD$$

Donde:

- W18: Numero de ejes equivalente
- TPDA final: Transito promedio diario anual
- FD: Factor de falla

b) Módulo Resiliente (Mr.)

Es una medida de rigidez o resistencia del suelo de la sub rasante, determinada mediante el ensayo de módulo resiliente (MTC E 128) para pavimentos nuevos. También el Manual del MTC de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, permite el uso de la ecuación de correlación CBR-Mr.; en base al CBR de diseño:

$$Mr(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

c) Confiabilidad (%R)

Es la probabilidad del comportamiento de la estructura durante su periodo de diseño, este depende de la calidad, condiciones climáticas,

crecimiento del tráfico no previsto, y otros factores; estos pueden reducir la vida útil del pavimento. El MTC estableció unas tablas donde describen los valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (%) según tráfico y ejes equivalente acumulados (EE), ya sea en una o dos etapas. (Ver Tabla 20 y 21)

Tabla 20. Valores de Nivel de confiabilidad según rango de Tráfico para una etapa (10 a 20 años)

<b>Tipo de caminos</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes Equivalentes Acumulados</b>		<b>Nivel de Confiabilidad (R)</b>
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
Resto de Caminos	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos según Guía AASHTO 1993, MTC. Pag.123.



Tabla 21. Valores de Nivel de confiabilidad según rango de Tráfico para dos etapas (10 años cada una)

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)		
				1era. Etapa (1)	2da. Etapa (2)	Total (1)x(2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	81%	81%	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
Resto de Caminos	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		97%	97%	95%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos según Guía AASHTO 1993, MTC. Pag.124.

d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Es el valor que representa la confiabilidad seleccionada, según su rango de tráfico. En el manual del MTC describen dos tablas de valores de Desviación Estándar para una o dos etapas. Ver Tabla 22 y 23.

Tabla 22. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) para una etapa (10 a 20 años)

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviación Estándar Normal (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	-1.282
Resto de Caminos	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos según Guía AASHTO 1993, MTC. Pag.125.

Tabla 23. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ) para dos etapas (10 años cada una)

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados	Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )	
Caminos de Bajo	$T_{P0}$	75,000	150,000	-0.878
	$T_{P1}$	150,001	300,000	-0.994
Volumen de Tránsito	$T_{P2}$	300,001	500,000	-1.126
	$T_{P3}$	500,001	750,000	-1.227
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	-1.227
	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	-1.405
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	-1.405
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	-1.405
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	-1.645
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	-1.645
Resto de Caminos	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	-1.645
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	-1.645
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	-1.881
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	-1.881
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	-1.881
	$T_{P15}$		>30'000,000	-1.881

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos según Guía AASHTO 1993, MTC. Pag.125.

e) Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ )

Es el valor en base a la variabilidad esperada. Según el Manual de Carreteras recomiendan usar el valor 0.45, que es el valor medio de los parámetros según AASHTO.

f) Variación del índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )

Es el valor que varía entre 0 a 5, y representa la diferencia entre Serviciabilidad inicial y terminal que se asume para el proyecto. Según el Manual de Carreteras se establece una tabla donde se indica la diferencia de Serviciabilidad según su nivel de tráfico. (Ver Tabla 24).

Tabla 24. Diferencial de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Diferencial de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	1.8
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	1.8
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	1.8
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	1.8
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	1.8
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	1.5
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	1.5
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	1.5
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	1.5
Resto de Caminos	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	1.5
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	1.5
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	1.5
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	1.2
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	1.2
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	1.2
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	1.2

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC. Pag.127.

g) Numero Estructural Propuesto (SN)

Es el valor obtenido por la fórmula AASHTO, y representa el espesor total del pavimento. De este valor se obtiene los espesores de cada capa de pavimento, según la siguiente fórmula:

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times D2 \times m2 + a3 \times D3 \times m3$$

Donde:

- Valor a1, a2, a3: Son los coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub base. En la Tabla 25 podemos ver los valores según MTC, basada en la Guía AASHTO 93.
- Valor D1, D2, D3: Son los espesores (cm) de la carpeta, base y sub base; que son obtenidos por iteración, respetando los valores mínimos establecidos por el MTC. En la Tabla 26 podemos visualizar los espesores mínimos, para la capa superficial y base granular, según su nivel de tráfico en ejes equivalentes acumulados (EE).
- Valor m2, m3: Son los coeficientes de drenaje de la base y sub base; que por lo general es 1.

Se tiene que tener en cuenta que el valor SN(Resultado), es el valor obtenido de la fórmula AASHTO; este debe ser mayor al SN(Requerido), que es el valor mínimo requerido según el MTC. En la Tabla 27 podemos visualizar los valores según la Norma Peruana.

Tabla 25. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento (ai)

Componente de pavimento	Coficiente	Valor coeficiente estructural ai (cm)	Observación
<b>Capa Superficial</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a1	0.170 cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Máximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explícito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar: Un control de calidad riguroso. Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f. Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a1	0.125 cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a1	0.130 cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considera por no tener aporte estructural			
<b>Base</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.052cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	a2b	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	a2c	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>Sub-base</b>			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.047 cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC.  
Pag.129.

Tabla 26. Valores mínimos recomendados para la capa superficial y base granular

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Capa Superficial	Base Granular
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50 mm	150 mm
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío:60 mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60 mm	150 mm
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
Resto de Caminos	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	300 mm
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC. Pag.133.

Tabla 27. Numero Estructural Requerido para pavimentos flexibles (SN)

CATÁLOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRÁFICO Y DE SUB RASANTE Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRÁNSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Insuficiente 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
T <sub>p0</sub> 75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.136	1.871	1.557	1.392
T <sub>p1</sub> 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.470	2.165	1.809	1.625
T <sub>p2</sub> 300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.702	2.367	1.979	1.780
T <sub>p3</sub> 500,000 < Rep. EE ≤ 750,000			2.956	2.593	2.173	1.959
T <sub>p4</sub> 750,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000			3.107	2.725	2.283	2.059
T <sub>p5</sub> 1'000,000 < Rep. EE ≤ 1'500,000			3.434	3.012	2.521	2.274
T <sub>p6</sub> 1'500,000 < Rep. EE ≤ 3'000,000			3.866	3.395	2.841	2.561
T <sub>p7</sub> 3'000,000 < Rep. EE ≤ 5'000,000			4.206	3.707	3.105	2.797
T <sub>p8</sub> 5'000,000 < Rep. EE ≤ 7'500,000			4.63	4.103	3.449	3.107
T <sub>p9</sub> 7'500,000 < Rep. EE ≤ 10'000,000			4.837	4.300	3.624	3.267
T <sub>p10</sub> 10'000,000 < Rep. EE ≤ 12'500,000			5.092	4.552	3.869	3.501
T <sub>p11</sub> 12'500,000 < Rep. EE ≤ 15'000,000			5.226	4.679	3.985	3.609
T <sub>p12</sub> 15'000,000 < Rep. EE ≤ 20'000,000			5.341	4.883	4.173	3.786
T <sub>p13</sub> 20'000,000 < Rep. EE ≤ 25'000,000			5.907	5.323	4.580	4.172
T <sub>p14</sub> 25'000,000 < Rep. EE ≤ 30'000,000			6.052	5.460	4.708	4.293

(\*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial  
- Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC. Pag.132.

## 2.2.8 Análisis de correlación

Según Triola, M. (2009) existe una correlación entre variables cuando estas se relacionan entre sí de alguna manera y satisfacen una ecuación con precisión. Existe dos tipos de correlación que se evalúan dependiendo del nivel de variables involucradas. La Correlación se evalúa bajo el coeficiente de correlación lineal  $r$ , que mide la fuerza de la relación entre los valores cuantitativos. Dicho coeficiente se denomina coeficiente de correlación producto momento de Pearson y se calcula utilizando datos muestrales entre dos variables  $x$  e  $y$ . Se utiliza los gráficos de dispersión para visualizar la localización de los puntos y así determinar su tipo de correlación.

Según Morales, P. (2011) se define como correlación múltiple ( $R$ ) al coeficiente de correlación entre una variable criterio ( $Y$ ) y la combinación lineal de las variables llamadas predictores o independientes ( $X$ ).

Para determinar el coeficiente de correlación lineal se aplica lo siguiente:

- Coeficiente de correlación producto momento de Pearson:

Este coeficiente proporciona una medida numérica de correlación entre dos variables. Se mide en una escala de 0 a 1, como dirección positiva y dirección negativa. Se aplica para una muestra la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde:

- $n$  es el tamaño de la muestra
- $x_i, y_i$  son los puntos muestrales individuales
- $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  son la media muestral de las variables

Los valores del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) se visualizan en la Tabla 28.

Tabla 28. Coeficiente de correlación de Pearson (r)

<b>R Pearson</b>	<b>Interpretación</b>
-1	Correlación negativa perfecta
-0.9	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.5	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa debil
-0.1	Correlación negativa muy debil
0	No existe correlación alguna entre las variables
0.1	Correlación positiva muy debil
0.25	Correlación positiva debil
0.5	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.9	Correlación positiva muy fuerte
1	Correlación positiva perfecta

Fuente: “Metodología de la investigación” por Hernandez, Fernández y Baptista (2014)

Confiabilidad y validez:

Según Kerlinger, F. (2002) define la confiabilidad como el grado en que un instrumento obtiene resultados consistentes y coherentes; y que si aplicación repetitiva produzca los mismos resultados.

Se aplica diferentes métodos de prueba según su tipo de instrumento.

- Medida de estabilidad: Donde se aplica dos o más veces el mismo instrumento de medición, en un periodo determinado. Se aplica la confiabilidad por test-retest, “r” de Pearson.
- Método de formas alternativas o paralelas: Se aplica diferentes versiones del instrumento de medición. Se aplica la correlación producto momento de Pearson.

Para analizar los valores obtenido de R de Pearson según su nivel de confiabilidad tenemos la siguiente tabla su interpretación. Ver Tabla 29.



Tabla 29. Parámetros de Pearson (R) para Confiabilidad

<b>R Pearson</b>	<b>Interpretación</b>
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiabilidad
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.00	Confiabilidad perfecta

Fuente: “Notas sobre Psicometría” por Herrera (1998).

Para interpretación del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se entiende que este coeficiente de determinación de la proporción de la varianza total de la variable. Este coeficiente se evalúa bajo la bondad de ajuste de un modelo a la variable que desea establecer. Se interpreta sus resultados según la Tabla 30.

Tabla 30. Parámetros de bondad de ajuste  $R^2$

<b>R Pearson</b>	<b><math>R^2</math></b>
Excelente	$\geq 0.90$
Buena	0.70 - 0.89
Aceptable	0.40 - 0.69
Pobre	0.20 - 0.39
Muy Pobre	$\geq 0.19$

Fuente: “Investigation of the use of dynamic modulus as an indicator of hot-mix asphalt performance” por Pellinen (2001).

### 2.3 Definición de términos básicos

Las definiciones son términos recopilados del glosario del MTC en referencia en términos de proyectos viales.

- Agregado fino

Material conformado por la deteriorización de rocas. Así mismo se considera el material pasante de la malla N°4 (4.75mm). (p.3)

- Agregado grueso

Se considera el material proveniente de la desintegración de natural o por proceso artificial. Se considera el material retenido en la Malla N°4 (4.75mm). (p.3)

- Afirmado

Capa granular compactada de material preparado o natural con gradación granular para que soporten las cargas ejercidas por los esfuerzos de transporte. (p.3)

- Análisis Granulométrico.

Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo.

- Asfalto

Material obtenido de betún natural o por procedimiento de refinación de petróleo. (p.4)

- AASHTO

Asociación Americana de Vías Estatales y Oficiales de Transporte.

- Carretera

Camino de tránsito de por lo menos de vehículos de dos ejes de acuerdo, las cuales deben de cumplir con las normas técnicas vigentes del MTC. (p.7)

- Carretera pavimentada

Es la carretera con superficie de rodadura flexible o rígida. (p.7)

- Compactación

Se entiende por compactación todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un suelo, reduciendo el volumen de vacíos. En general, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable.

- Contenido de humedad

Es la relación entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso del suelo seco y se expresa en %.

- Correlación.

Indica la fuerza y la dirección lineal entre dos variables aleatorias. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra.

- DCP - Penetrómetro Dinámico De Cono

Este método de prueba se utiliza para evaluar la resistencia in situ del suelo no perturbado y los materiales compactados (o ambos). La tasa de penetración del DCP de 8 kg [17,6 lb] se puede utilizar para estimar la CBR (relación de carga

de California) in situ, para identificar el espesor de los estratos, la resistencia al corte de los estratos y otras características del material. (ASTM D6951 / D6951M – 18)

- Densidad máxima  
Es el máximo peso seco, obtenido cuando el material se mezcla con diferentes porcentajes de agua y se compacta de una manera normal preestablecida.
- Humedad óptima.  
Es el porcentaje de agua con el cual se obtiene la máxima densidad para el esfuerzo de compactación especificado.
- Índice de plasticidad  
Es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico e indica el grado de contenido de humedad en el cual un suelo permanece en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.
- Límite líquido  
El límite líquido es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.
- Límite plástico  
Límite plástico se define como la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. En este estado, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.
- Peso específico  
Relación entre el peso de los sólidos y el peso del volumen de agua. Tiene fines de clasificación, determinación de la densidad de equilibrio de un suelo y corrección de la densidad en el terreno por la presencia de partículas de agregado grueso, interviene en la mayor parte de los cálculos de Mecánica de Suelos.
- Pavimento  
Estructura conformada por un conjunto de capas: sub base, base y capa de rodadura. de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas de

tránsito y se trasmite disipadamente a los estratos inferiores, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. (p.17)

- Red vial

Es la agrupación de carreteras según su funcionalidad, estas son nacionales, departamentales y rurales. (p.19)

- Relación de Soporte de California CBR

Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada.

- Sub rasante

Es la superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura del pavimento a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno) donde se ubicará la estructura de pavimento o afirmado. (p.21)

- Suelo arcilloso

Material con matriz de arcilla de mediano o alto índice de plasticidad, de mediana hasta alta cohesión y bajo Angulo de fricción contenencia al cero. Se considera no es adecuado para el tránsito vehicular. (p.21)

- Suelo arenoso

Material conformado de matriz de arena de bajo índice de plasticidad con tendencia al cero, de baja cohesión mínima y Angulo de fricción alto a medio. Se considera no es adecuado para el tránsito vehicular. (p.21)

- SUCS

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

- Suelo

Capa de la corteza terrestre, la cual se origina de la desintegración mecánica y descomposición química de las rocas preexistentes.

- Tránsito

Desplazamiento de vehículos, personas y animales por las vías terrestres (p.21)

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis principal

Determinando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

#### 3.1.2 Hipótesis secundarias

1. Determinando las propiedades físicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.
2. Determinando las propiedades mecánicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.
3. Determinando la confiabilidad del CBR por correlación se puede aplicar en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito con una confiabilidad de diseño del 80%

### 3.2 Variables

#### 3.2.1 Identificación de variables

- A. Variable independiente
  - Diseño de pavimentos
- B. Variable dependiente
  - Soporte de California (CBR)
  - Propiedades físicas del suelo
  - Propiedades mecánicas del suelo

#### 3.2.2 Definición conceptual de las variables

Diseño de pavimentos:

Obtiene el dimensionamiento de la estructura del pavimento, en base a la carga de tráfico vehicular que se le impone dependiendo del nivel de la carretera; y de las características de la sub rasante que posee el terreno de la

vía a construir. El procedimiento para el diseño se basa en el Método AASTHO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Soporte de California (CBR):

Indicador relativo del soporte del suelo, que se mide a través del ensayo CBR, que evalúa la resistencia de la sub rasante, sub base y material de base. El índice obtenido del CBR se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de la sub rasante, capas de base y sub base; y de afirmado del suelo.

Propiedades físicas del suelo:

Proporcionan la forma más básica de descripción de los materiales que permiten definir las características iniciales del material. Dentro de ella tenemos el peso específico, contenido de humedad, gravedad específica, densidad aparente, relación de vacíos, porosidad, grado de saturación, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Propiedades mecánicas del suelo:

Indica el tipo de rigidez como característica mecánica de los materiales sueltos. Dicha rigidez se distribuye como tensiones y deformaciones. Esta influye en la deformación horizontal por tracción en la parte inferior del asfalto y deformación vertical como compresión en la parte superior.

### 3.2.3 Operacionalización de las variables

A continuación, se muestra la Operacionalización de variables. Ver Anexo 1 y 2.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 4.1 Tipo y nivel

#### 4.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptivo, dado que se pretende describir la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el indicador de CBR; y validar sus correlaciones para su determinación.

#### 4.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, dado que se busca describir la correlación de las propiedades del suelo con el indicador CBR y obtener los parámetros con los que se diseña una carretera pavimentada de bajo volumen de tránsito.

### 4.2 Diseño de investigación

Según el propósito de estudios es observacional, dado que no intervendremos en los resultados de propiedades del suelo como nuestra variable independiente; solo recopilaremos datos para validar sus correlaciones al indicador CBR.

Según el número de mediciones es transversal, dado que la información que recopilaremos de propiedades de suelos será evaluada en de un momento dado y no detallaremos la evolución de la misma.

Según la cronología de las observaciones es retrospectivo, dado que trabajaremos con datos recogidos con anterioridad de propiedades físicas y mecánicas de diferentes suelos; y estas serán de diferentes fuentes.

### 4.3 Población y muestra

#### 4.3.1 Población y muestra

La población será considerada a todo estudio de suelos, elaborados en expedientes técnicos de construcción de carreteras aprobados por el MTC y PROVIAS; e investigaciones de titulaciones anteriores.

Como muestra se tomará datos y resultados de ensayos de laboratorio que describen las propiedades físicas y mecánicas de diferentes suelos a nivel de la sub rasante, elaboradas en expedientes técnicos de construcción de carreteras.

#### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación, se obtuvieron y/o recolectaron datos de propiedades de suelos necesarias para la evaluación de diferentes métodos. Se describirá a continuación los instrumentos y técnicas usadas.

##### 4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos

Se aplicó la técnica de recolección de material bibliográfico, entre ello tenemos tesis, expedientes técnicos, manuales y guías necesarios para nuestra investigación.

##### 4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Para nuestra investigación la recopilación de datos e información, fueron adquiridos de fuentes del estado y académicas reconocidas a nivel nacional e internacional.

##### 4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos

- Se recopiló de referencias bibliográficas, sobre nuestra investigación, fórmulas y/o métodos de correlación entre propiedades de los suelos y el indicador CBR. Estas referencias serán de Tesis, Artículos, Manuales y Guías.
- Se seleccionó métodos de correlación, dependiendo del grado de confiabilidad que indica la fuente bibliográfica.
- Se recopiló datos de propiedades físicas y mecánicas de diferentes tipos de suelos, extraídos de expedientes técnicos validados por el MTC e investigaciones que posean respaldo académico.

#### 4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para nuestra investigación serán evaluados los datos de propiedades físicas y mecánicas de diferentes tipos suelos; y estos serán aplicados en las fórmulas de correlación de propiedades de suelo e indicador CBR seleccionadas, dependiendo de su grado de confiabilidad. Se establecerá valores de CBR por correlación según su tipo de suelo, para diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.



## **CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1 Diagnóstico y situación actual**

La construcción de infraestructuras viales han sido una de las actividades económicas más influyentes en nuestro país; dado que aumenta las actividades productivas y contribuye a fortalecer los procesos de producción, distribución y comercialización, al conectar a las poblaciones de diferentes puntos de la región. Y son las carreteras de bajo volumen de tránsito la mejor alternativa para conectar dichas poblaciones y al conectarlas pueden tener mejor acceso a las necesidades básicas.

Teniendo esto en consideración, nos damos cuenta de lo importante que es seguir con las construcciones de este tipo; pero al ser una carretera de bajo volumen de tránsito, influye el costo del diseño en la viabilidad del proyecto para la ejecución de la vía. Podemos darnos cuenta que el costo de los ensayos para determinar los parámetros de diseño de la estructura de pavimento es uno de los más influyentes. Siendo el alto costo del ensayo CBR, el que determina uno de los parámetros más importantes para el diseño; dado que el resultado define los espesores de la estructura del pavimento.

Es por ello que para nuestra investigación se ha recopilado fórmulas de correlación a partir de propiedades físicas y mecánicas de los suelos como alternativa para determinar el parámetro CBR. Se han seleccionado fórmulas con un índice de confiabilidad alto de investigaciones de correlación realizadas por diferentes autores internacionales, con el fin de analizar y validar que correlaciones se acercan más a la realidad peruana y pueda ser aplicado en nuestros tipos suelo para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.

#### **5.1.1 Antecedentes**

Diferentes autores han determinado fórmulas de correlación aplicando el análisis de regresión lineal y/o múltiple en función de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. Hemos seleccionado los siguientes

- NCHRP 1-37A (2004). En la Guía de diseño mecánico-empírico de nuevas estructuras de pavimento descritas en capítulo de Normas Internacionales, podemos encontrar las siguientes fórmulas de

correlación para suelos de grano fino y materiales cohesivos. Donde  $wIP = P_{200} * PI$ , siendo los valores de  $w * IP > 0$ .

$$CBR = \frac{75}{1 + 0.728 * (w * IP)}$$

- Suarez (2016). Describen la correlación de valores CBR obtenida de AASHTOWare Pavement ME Design, a partir de granulometría de porcentaje que pasa el 60 % del material ( $D_{60}$ ), con el parámetro de la malla  $N^{\circ}200 < 50\%$ . Para suelos de grano grueso, limpios, típicamente no plásticos tales como GW, GP, SW y SP.

$$CBR = 28.091 * (D_{60})^{0.3581}$$

- Aggarwal y Ghanekar (1970). Analizó suelos de grano fino para determinar una correlación de valores CBR con Limite Liquido (LL) y Optimo contenido de humedad (OCH), dando resultados más óptimos. Para suelos de grano fino y cohesivos mostraron mejores resultados.

$$CBR = 2 - \log(OCH) + 0.07LL$$

- Korde y Ydadav (2015). Correlación para valores CBR con Limite Liquido (LL), Índice de plasticidad (IP), Optimo contenido de humedad (OCH) y Máxima densidad seca (MDS). Muestra resultados significativos para suelos de grano fino y plásticos. El desarrollo de la ecuación

$$CBR = -0.258 - (0.014 * LL) - (0.015 * IP) + (0.011 * OCH) + (2.100 * MDS)$$

- Patel y Desai (2010). Correlación para CBR húmedo a partir de valores de Índice de plasticidad (IP), Máxima densidad seca (MDS) y Optimo contenido de humedad (OCH), aplicado a suelos que componen gravas, arenas, limos y arcillas.

$$CBR = 43.907 - 0.093 * IP - 18.78 * MDS - 0.3081 * OCH$$

- Yildirim & Gunaydin (2011). Propusieron una correlación para valores de CBR a partir de las propiedades índice, limite liquido (LL) y limite

plástico (LP), óptimo contenido de humedad (OCH) y máxima densidad seca (MDS) para suelos granulares y fino.

$$CBR = 0.22 * G + 0.045 * S + 4.739 * MDS + 0.1220 * OCH$$

- Satyanarayana Reddy & Pavani (2006) Obtuvieron esta ecuación de regresión para una mejor estimación de valores CBR a partir de Porcentaje que pasa por la malla 200 (P200), Limite liquido (LL) y Máxima densidad seca (MDS) para mezclas granulares, cumpliendo con los requisitos de resistencia y plasticidad utilizando áridos de diferentes tamaños y arena si es necesario para reducir la plasticidad.

$$CBR = -0.388 * P200 - 0.064 * LL + 20.38 * MDS$$

- Ramasubbarao (2013). Correlación para valores CBR a partir de Porcentaje fe finos que pasa por #N°200 (F), 100%- porcentaje de pasa #N°4 (S), Limite liquido (LL), Limite plástico (LP), Máxima densidad seca (MDS), Optimo contenido de humedad (OCH), 100% - porcentaje de pasa #N°200 (G). Aplicado a suelos finos CL, CH.

$$CBR = 0.064 * F + 0.082 * S + 0.033 * G - 0.069 * LL + 0.157 * LP - 1.810 * MDS - 0.061 * OCH$$

- ICG (Ecuaciones de correlación de CBR con propiedades índice de suelo) Describe un modelo propuesto (2014). Aplicado para todo tipo de suelos.

$$CBR = 0.681 * G - 2.917 * OCH + 0.032 * F - 17.991 * MDS + 0.510 *$$

$$LL - 0.820 * IP + 0LP + 0.205 * S + 4.890$$

- Kumar (2014). Estableció una correlación entre CBR y las propiedades índices de suelo, para suelos limosos de alta (MH) y baja plasticidad (ML). Aplicado para suelos finos y para CBR de 5-7%. Aplicando datos de Limite Liquido (LL), Limite plástico (LP), Índice de plasticidad (IP), Máxima densidad seca (MDS) y Optimo contenido de humedad (OCH).

$$CBR = 0.127 * LL + 0.00 * LP - 0.1598 * IP + 1.405 * MDS - 0.259 * OCH + 4.618$$

- Kuttah (2019) Se correlaciona los valores CBR en función al Optimo contenido de humedad (OCH) en base a un modelo de regresión múltiple que puede predecir de manera confiable dichos valores. Aplica para OCH < 12%.

$$CBR = -0.0757 OCH^3 + 1.7955 OCH^2 - 11.318 OCH + 35.589$$

- Vinod y Cletus (2008). Correlación para valores CBR con Limite liquido (LL), Dónde WLM= LL(1-C/100), LL es Límite de líquido en el suelo que pasa el tamiz #40 (en porcentaje) y C es una fracción de suelo más gruesa que pasa el tamiz #40 (porcentaje).

$$CBR = -0.889(W_{LM}) + 45.616$$

- Bassey, Christofer, Esemé y Kufre (2017). Correlación hallada mediante modelo de regresión lineal múltiple, analizando el CBR saturado considerando como variables independientes el Limite líquido (LL), Limite plástico (LP), Máxima densidad seca (MDS) y Optimo contenido de humedad (OCH). Obteniendo las siguientes formulas por correlación, para suelos lateríticos sin influencia de materia orgánica.

$$CBR = -1.656 - 0.239PI + 0.898OMC$$

$$CBR = -257.843 + 2.36OMC + 128.186MDD$$

$$CBR = 90.17 + 0.415LL - 0.815PI - 5.481OMC$$

- ASTM D6951/D6951M-18. Presenta la correlación entre valores CBR y DCP (Penetrómetro dinámico ligero), esta correlación también está presente en la Guía NCHRP 1-37A.

Adecuado para suelos granulares y cohesivos  $CBR = \frac{292}{DCP^{1.12}}$

Adecuado para suelos CL<10%  $CBR = \frac{1}{(0.017019*DCP)^2}$

Adecuado para suelos CH  $CBR = \frac{1}{(0.002871*DCP)^2}$

## 5.2 Presentación de Resultados

En este capítulo analizaremos los resultados de las correlaciones que se plantearon como objetivos y su relación con las propiedades de suelos a nivel de la sub rasante

para la correlación con el CBR. Partiremos del procesamiento de datos de cada expediente técnico recopilado y proyecto de investigación; y presentaremos la información tabulada con sus comentarios correspondientes.

### 5.2.1 Muestra de datos

Los datos han sido recopilados de expedientes técnicos de los últimos 10 años de proyectos de infraestructura vial a nivel nacional e investigaciones. De lo recopilado hemos seleccionado valores que posean CBR de laboratorio ( $CBR_{LAB}$ ), para poder compararlos con los valores CRB de correlación ( $CBR_{CORR}$ ). Ver Tabla 31, origen de las fuentes, y Tabla 32, resumen de fórmulas. Ver detalle en Anexos.

Tabla 31. Fuentes de datos para correlación

N°	ID	Fuente de Recolección	Ubicación	Año
1	EETT 1	Expediente Técnico 1	Huánuco	2016
2	EETT 2	Expediente Técnico 2	Cusco, Arequipa	2015
3	EETT 3	Expediente Técnico 3	Cajamarca	2011
4	EETT 4	Expediente Técnico 4	Lima	2012
5	EETT 5	Expediente Técnico 5	Huancavelica	2013
6	EETT 6	Expediente Técnico 6	San Martín	2013
7	EETT 7	Expediente Técnico 7	Cajamarca	2011
8	EETT 8	Expediente Técnico 8	Arequipa	2015
9	EETT 9	Expediente Técnico 9	Pasco	2002
10	EETT 10	Expediente Técnico 10	Pasco	2017
11	PDI 1	Proyecto de Investigación 1	Colombia	2016
12	PDI 2	Proyecto de Investigación 2	Ecuador	2016
13	PDI 3	Proyecto de Investigación 3	Lima	2014
14	PDI 4	Proyecto de Investigación 4	Chiclayo	2019
15	PDI 5	Proyecto de Investigación 5	Chiclayo	2016
16	PDI 6	Proyecto de Investigación 6	Colombia	2018
17	PDI 7	Proyecto de Investigación 7	Perú	2017
18	PDI 8	Proyecto de Investigación 8	Ecuador	2021
19	PDI 9	Proyecto de Investigación 9	Perú	2014
20	ADI 1	Artículo de Investigación 1	Colombia	2019
21	ADI 2	Artículo de Investigación 2	México	2016

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Fórmulas de correlación según autor

Nº	Autor	Parámetros	Fórmulas	Parámetro Estadístico	Propiedad de suelo
1	AASHTO (2002) / NCHRP 1-37A, 2004	Suelos: GM, GC, SM, SC, ML, MH, CL y CH W*PI > 0% , Malla N°200 > 12%	$CBR = \frac{75}{1 + 0.728 * (w * PI)}$	0.67	Propiedad Física
2	AASHTOWare Pavement ME Design	Suelos: Grano grueso Malla N°200 < 50% D60: pas 60% (mm)	$CBR = 28.091 * (D_{60})^{0.3581}$	---	Propiedad Física
3	Aggarwal & Ghanekar (1970)	Suelos: Grano fino y cohesivos	$CBR = 2 - \log(OCH) + 0.07 * (LL)$	---	Propiedad Física
4	Korde & Ydadav (2015)	Suelos: Grano fino y plástico	$CBR = -0.258 - (0.014 * LL) - (0.015 * IP) + (0.011 * OCH) + (2.100 * MDS)$	---	Propiedad Física Propiedad Mecánica
5	Patel & Desai (2010)	Suelos: Grano fino LL=52.98-70.78%, PL=17.09-26.8%, SL=8.03-19.5%, MDD=1.58-1.73g/cc OMC=17.23-24.70%, PI=24.19-47.78%, CBRu=2.80-8.94%, CBRs=1.54-4.42%	$CBR = 43.907 - 0.093 * IP - 18.78 * MDS - 0.3081 * OCH$	---	Propiedad Física Propiedad Mecánica
6	Yildirim & Gunaydin (2011)	Suelos: Granulares con finos G=0-78%, S=1-49%, F=10-99%, LL=20-89%, PL=11-43% MDD=1.21-2.18 g/cc, OMC=7.20-40.20%	$CBR = 0.22 * G + 0.045 * S + 4.739 * MDS + 0.1220 * OCH$	0.88	Propiedad Física Propiedad Mecánica
7	Satyanarayana Reddy & pavani, (2006)	FF=9.0-34.8%, LL=22-48%, MDD=1.90-2.32g/cc, FF=9.0-34.8%, LL=22-48%, MDD=1.90-2.32g/cc, CBRs=12.8-56.8%	$CBR = -0.388 * P200 - 0.064 * LL + 20.38 * MDS$	0.96	Propiedad Física Propiedad Mecánica
8	Ramasubbarao (2013)	Suelos: Finos, CL y CH CBR=0.8-6%	$CBR = 0.064 * F + 0.082 * S + 0.033 * G - 0.069 * LL + 0.157 * LP - 1.810 * MDS - 0.061 * OCH$	0.92	Propiedad Física Propiedad Mecánica
9	ICG (2014)	Suelos: Todo tipo	$CBR = 0.681 * G - 2.917 * OCH + 0.032 * F - 17.991 * MDS + 0.510 * LL - 0.820 * IP + 0LP + 0.205 * S + 4.890$	0.89	Propiedad Física Propiedad Mecánica
10	Kumar (2014)	Suelos: Finos y ML CBR=5-7%	$CBR = 0.127 * LL + 0.00 * LP - 0.1598 * IP + 1.405 * MDS - 0.259 * OCH + 4.618$	---	Propiedad Física Propiedad Mecánica
11	Kuttah (2019)	OCH < 12% Malla N200	$CBR = -0.0757 OCH^3 + 1.7955 OCH^2 - 11.318 OCH + 35.589$	---	Propiedad Física
12	Vinod & Cletus (2008)	WLM=LL(1-C/100) Suelos: Finos y CL	$CBR = -0.889(WLM) + 45.616$	0.979	Propiedad Física
13	Bassey, Christofer, Esemey & Kufre (2017)	OCH > 5% Suelos: Todo tipo	$CBR = -1.656 - 0.239 * PI + 0.898 * OMC$ $CBR = -257.843 + 2.36 * OCH + 128.186 * MDS$ $CBR = 90.17 + 0.415 * LL - 0.815 * IP - 5.481 * OCH$	0.942 0.731 0.653	Propiedad Física Propiedad Mecánica

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.2 Resultados de CBR por correlaciones

Al aplicar nuestros datos en las fórmulas de correlación, obtuvimos los siguientes resultados por Método. Se consideró para cada aplicación sus parámetros y/o restricciones que posee cada Método de correlación.

Representamos los resultados del CBR de laboratorio ( $CBR_{LAB}$ ) de los recopilados en nuestra investigación y los valores de CBR resultados de las correlaciones ( $CBR_{CORR}$ ) en gráficos de dispersión, obteniendo de cada una su R (coeficiente de Pearson) y  $R^2$  (coeficiente de determinación) para analizar sus resultados.

Cada gráfico está con parámetros según su tipo de suelo, por indicador CBR; nos basamos en los parámetros establecidos por la Norma MTC (Figura 17) y Tabla 16 establecida por Joseph E. Bowles.

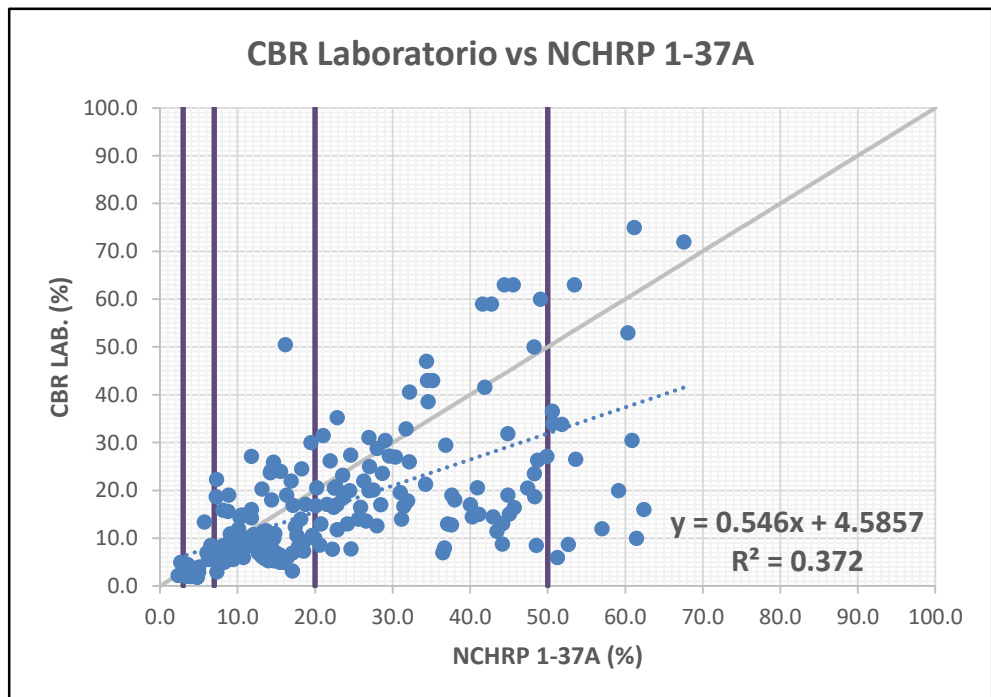


Figura 17. Resultados  $CBR_{CORR}$  según  $CBR_{LAB}$  y Fórmula N 01

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 17 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas aplicada a la Fórmula de Correlación 1 “AASHTO (2002) / NCHRP 1-37A, 2004”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 7-20% de CBR que aplica a un CBR regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 22.4% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 13.8%, con una variación promedio de 61.6%; aplicado a tipos de suelos CL, CL-ML, ML, ML-CL, SC, SC-SM. En la

gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.372, que dentro sus parámetros es un coeficiente pobre. (Ver Tabla 34).

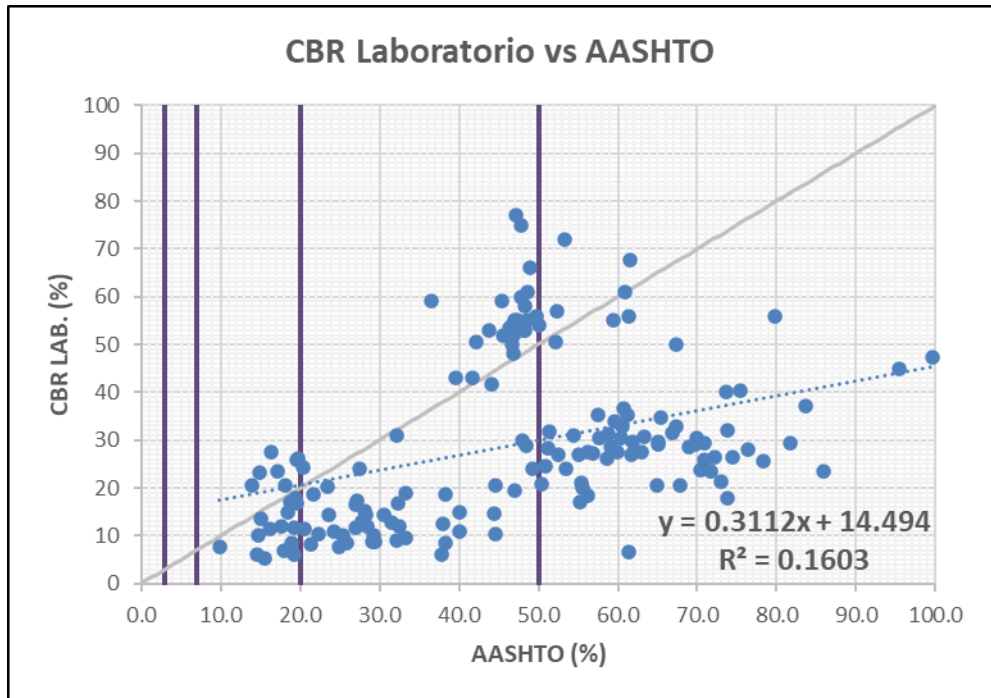


Figura 18. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 02

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 18 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas aplicada a la Fórmula de Correlación 2 “AASHTOWare Pavement ME Design”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 7-20% de CBR que aplica a un CBR regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 33.1% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 25.1%, con una variación promedio de 31.8%; aplicado a tipos de suelo CL, CL-ML, ML, ML-CL, SC, SC-SM. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.1603, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).



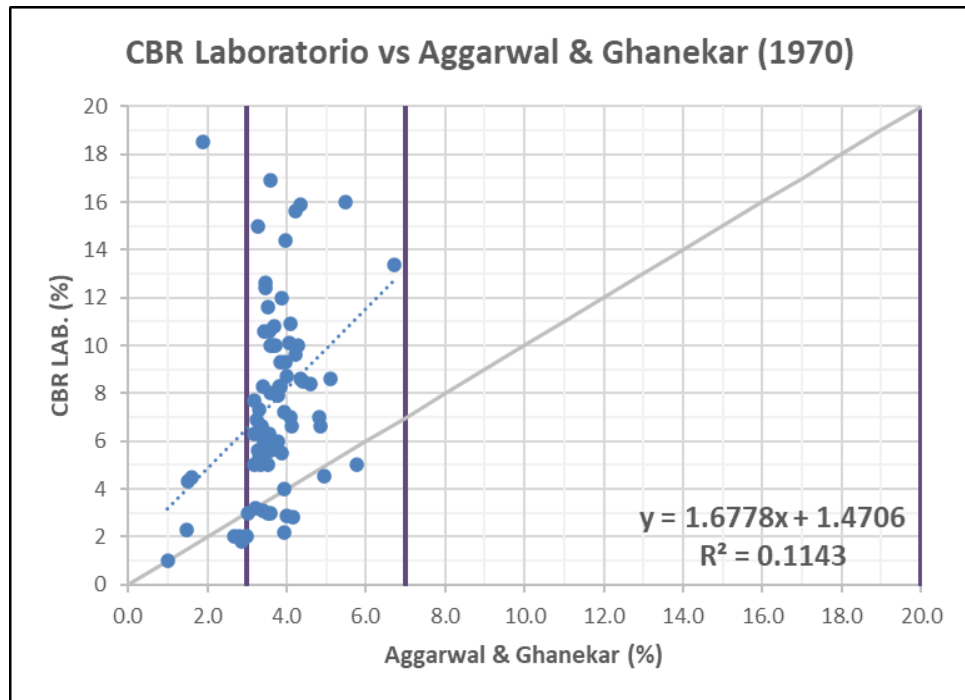


Figura 19. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 03

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 19 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas aplicada a la Fórmula de Correlación 3 “Aggarwal & Ghanekar (1970)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 3-7% de CBR que aplica a un CBR pobre o regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 4.9% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 5.9%, con una variación promedio de 16.5%; aplicado a tipos de suelo CH Y MH. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.1143, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).

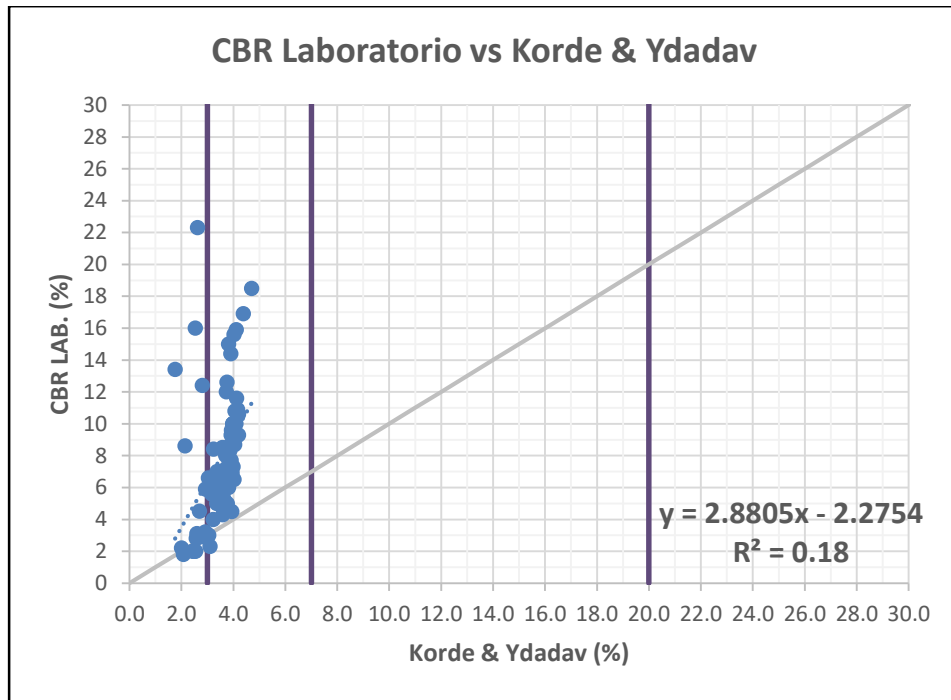


Figura 20. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 04

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 20 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 4 “Korde & Ydadav (2015)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 0-3% de CBR que aplica a un CBR muy pobre. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 2.1% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 6.6%, con una variación promedio de 16.5%; aplicado a tipos de suelo CH y MH. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.18, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).

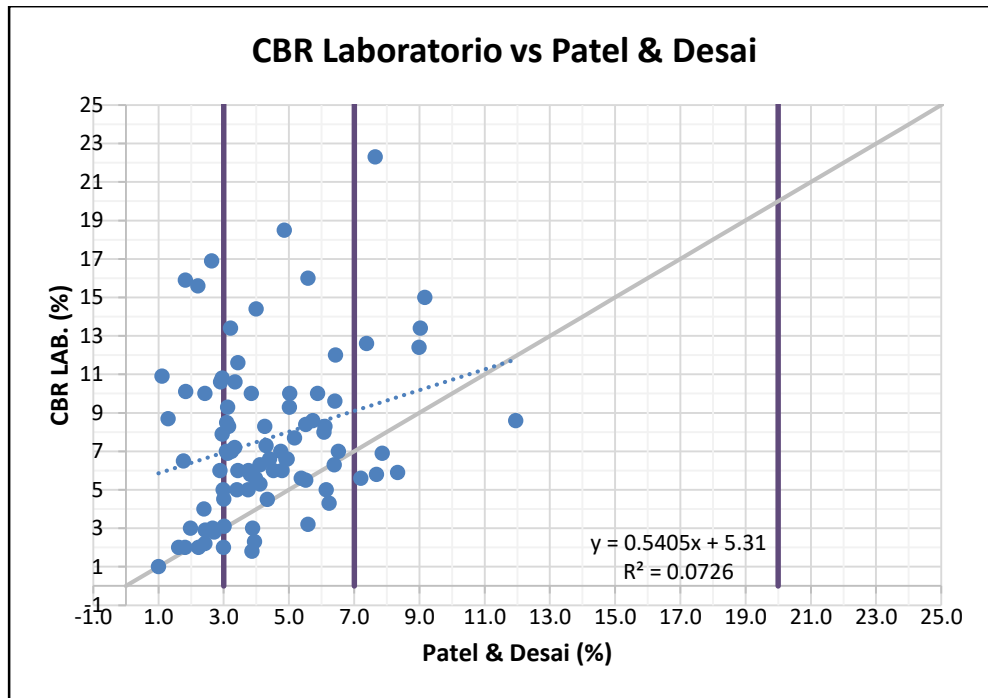


Figura 21. Resultados CBR<sub>CORR</sub> según CBRLAB y Fórmula N 05

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 21 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 5 “PATEL & DESAI (2010)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 3-7% de CBR que aplica a un CBR pobre o regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de CBR<sub>CORR</sub> promedio de 5.3% y de CBR<sub>LAB</sub> promedio de 6.0%, con una variación promedio de 11.2%; aplicado a tipos de suelo CH y MH. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.0726, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).

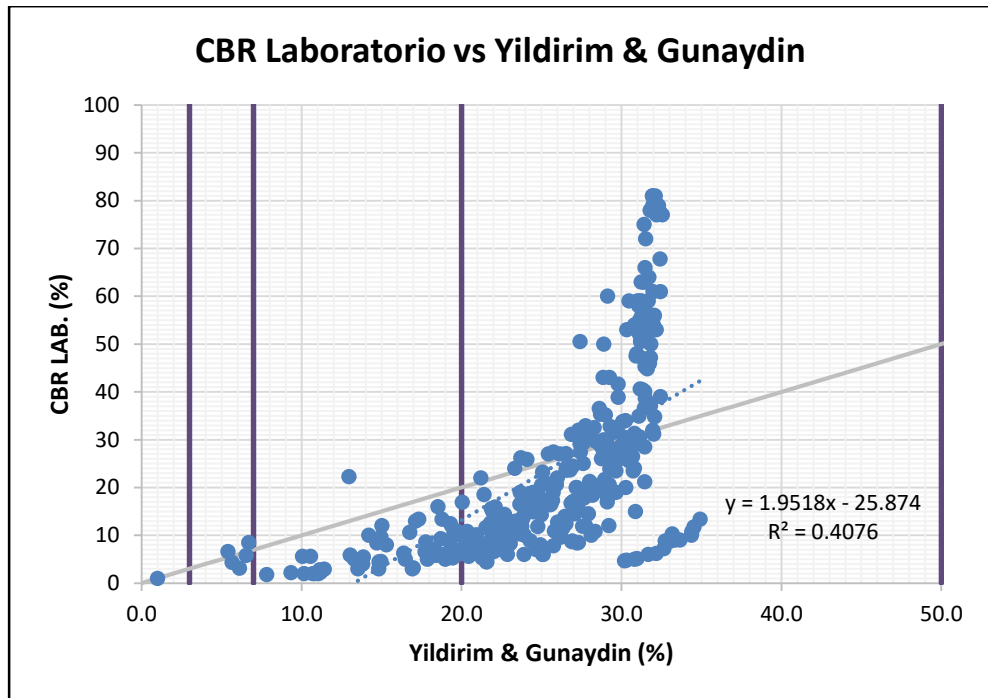


Figura 22. Resultados CBR<sub>CORR</sub> según CBR<sub>LAB</sub> y Fórmula N 06

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 22 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 6 “Yildirim & Gunaydin (2011)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 20-50% de CBR que aplica a un CBR bueno. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de CBR<sub>CORR</sub> promedio de 30.0% y de CBR<sub>LAB</sub> promedio de 32.4%, con una variación promedio de 7.6%; aplicado a tipos de suelo SP-SM, SP, SW-SM, GC, GC-GM, GM, GP-GM, GP-GC. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación (R<sup>2</sup>) es de 0.4076, que dentro sus parámetros es un coeficiente aceptable. (Ver Tabla 34).

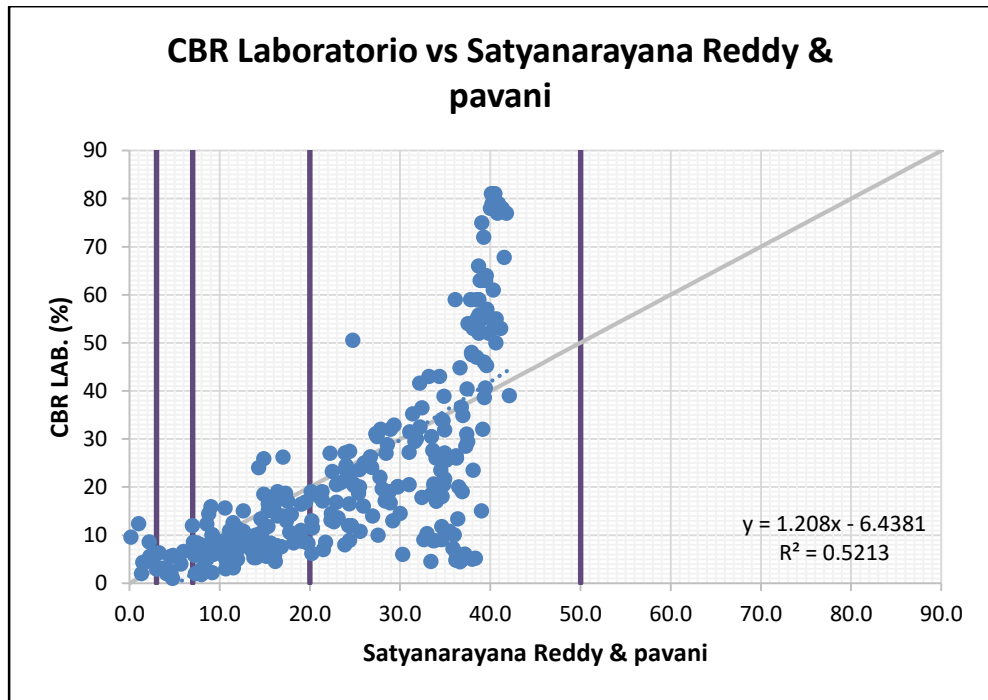


Figura 23. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 07

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 23 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicada a la Fórmula de Correlación 7 “Satyanarayana Reddy & Pavani (2006)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 7-20% de CBR que aplica a un CBR regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 20.4% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 15.7%, con una variación promedio de 30.1%; aplicado a tipos de suelo CL, CL-ML, CL, ML-CL, ML, SC, SC-SM, SM, SP-SM, SP. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.5213, que dentro sus parámetros es un coeficiente aceptable. (Ver Tabla 34).

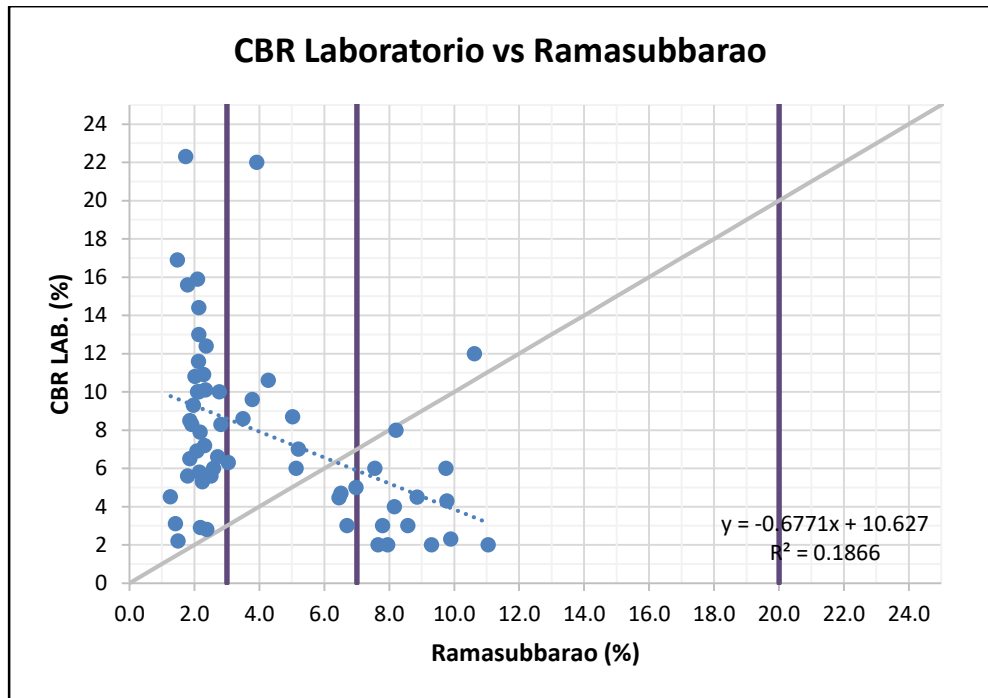


Figura 24. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 08  
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 24 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 8 “Ramasubbarao (2013)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 3-7% de CBR que aplica a un CBR pobre o regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 1.8% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 3.1%, con una variación promedio de 41.0%; aplicado a tipos de suelo CH. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.1866, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).

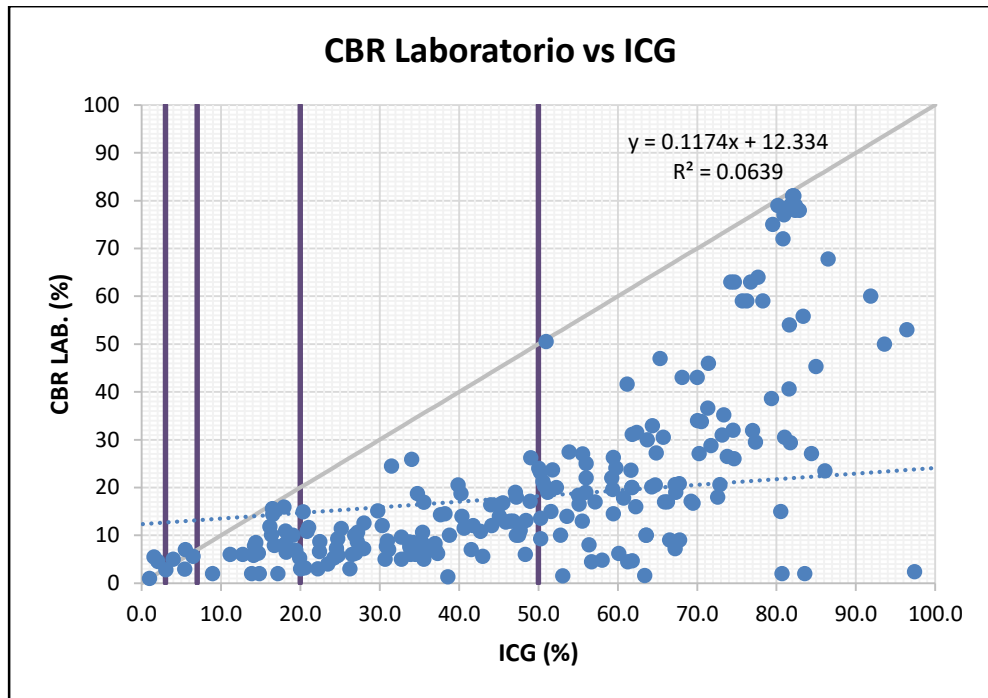


Figura 25. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 09

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 25 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 9 “ICG (2014)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 3-7% de CBR que aplica a un CBR pobre o regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de CBRCORR promedio de 103.7% y de CBRLAB promedio de 6.2%, con una variación promedio de 1571.2%; aplicado a tipos de suelo CH. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.0639, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).

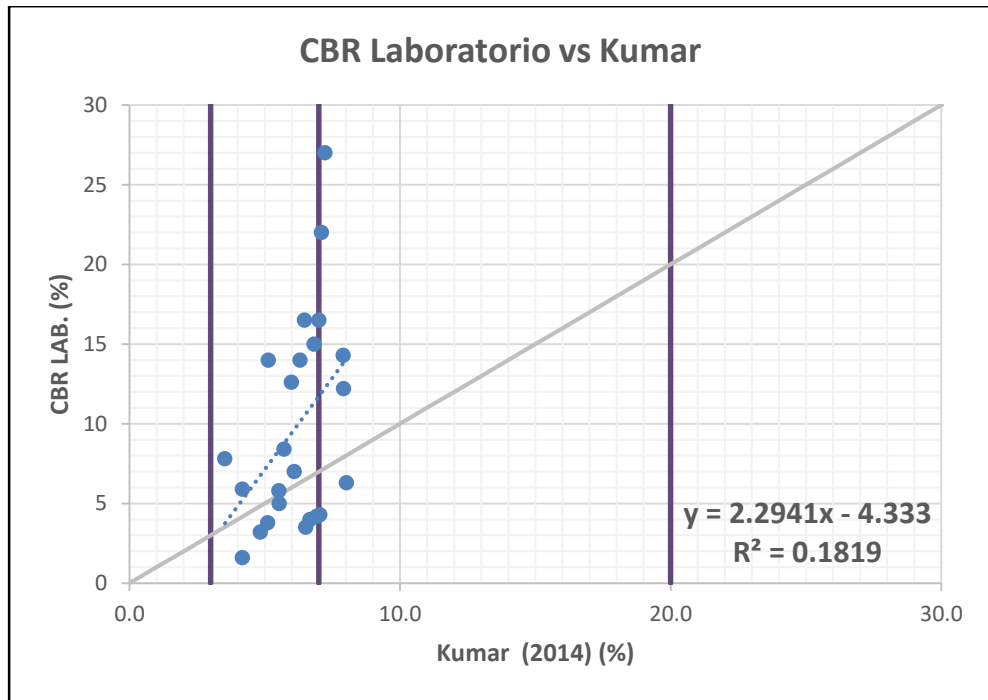


Figura 26. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 10  
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 26 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 10 “Kumar (2014)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 3-7% de CBR que aplica a un CBR pobre o regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 6.2% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 9.8 %, con una variación promedio de 36.2%; los suelos evaluados para este método son ML en su totalidad. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.1819, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).



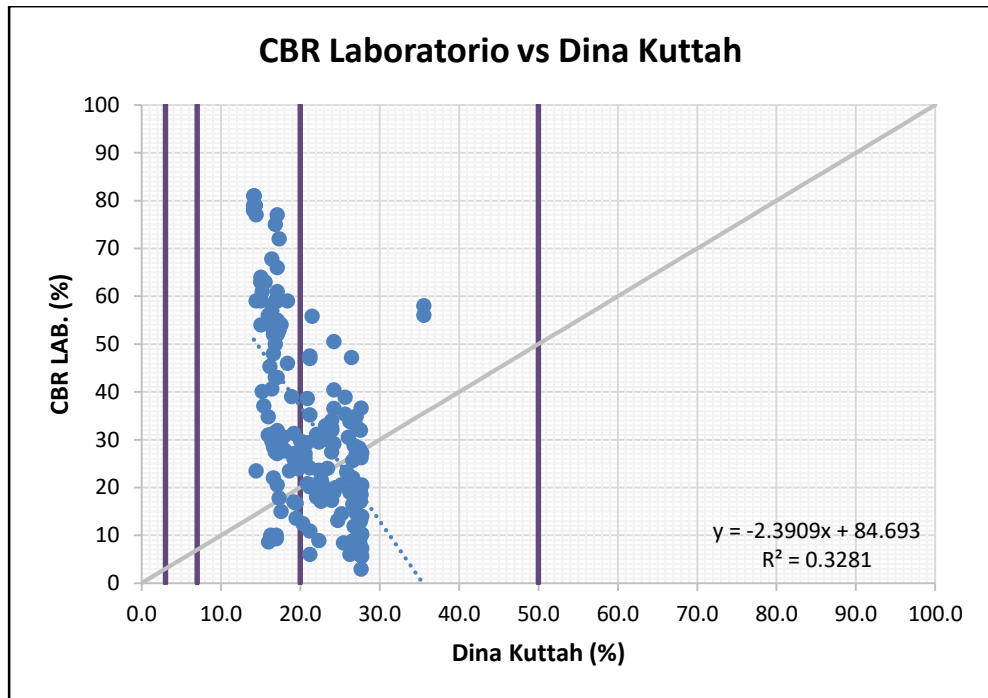


Figura 27. Resultados CBR<sub>CORR</sub> según CBRLAB vs Fórmula N 11

Fuente: Elaboración Propia.

En el Figura 27 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas aplicada a la Fórmula de Correlación 11 “Dina Kuttah (2019)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 20-50% de CBR que aplica a un CBR bueno. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de CBR<sub>CORR</sub> promedio de 21.5% y de CBR<sub>LAB</sub> promedio de 34.3%, con una variación promedio de 37.3%; aplicado a tipos de suelo SW-SM, GC, GC-GM, GP-GM. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación (R<sup>2</sup>) es de 0.3281, que dentro sus parámetros es un coeficiente pobre. (Ver Tabla 34).

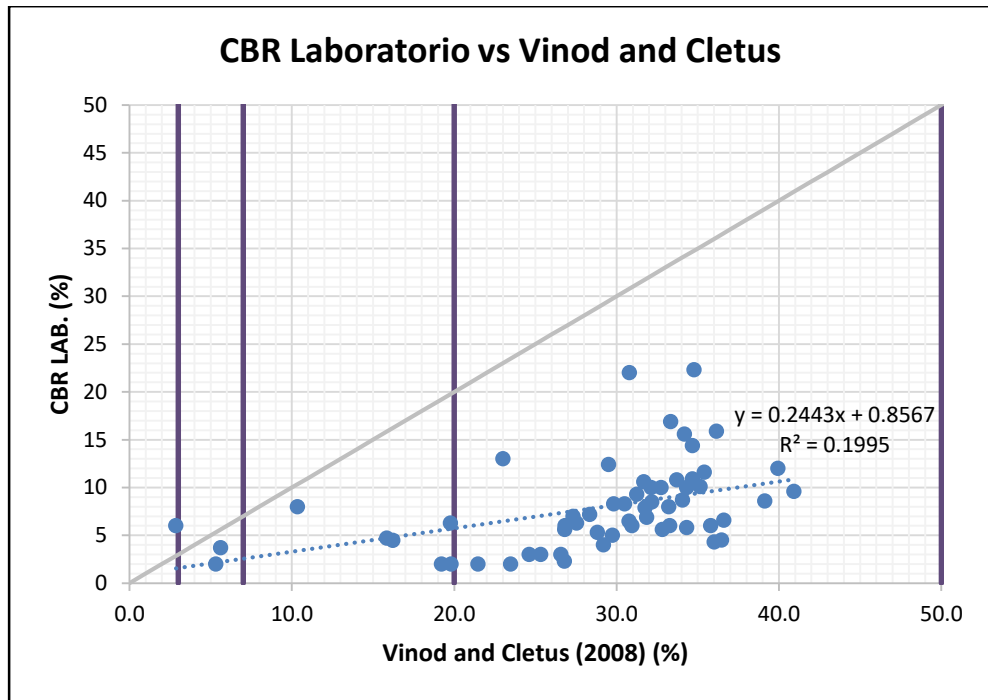


Figura 28. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 12

Fuente: Elaboración Propia.

En el Figura 28 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas aplicada a la Fórmula de Correlación 12 “Vinod and Cletus (2008)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 3-7% de CBR que aplica a un CBR pobre a regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 33.9% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 7.9%, con una variación promedio de 329.9%; aplicado a tipos de suelo CH, MH. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.1995, que dentro sus parámetros es un coeficiente pobre. (Ver Tabla 34).

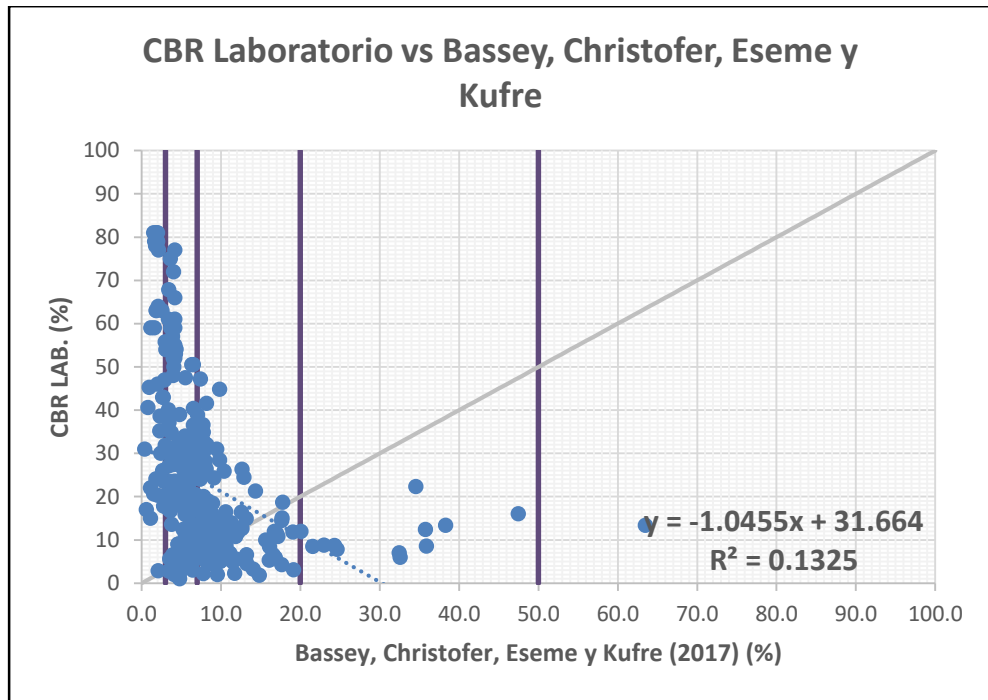


Figura 29. Resultados CBRCORR según CBRLAB y Fórmula N 13

Fuente: Elaboración Propia.

En el Figura 29 podemos visualizar los valores en dispersión de propiedades físicas y mecánicas aplicadas a la Fórmula de Correlación 13 “Bassey, Christofer, Esemey y Kufre (2017)”. Se visualiza que el sector de menos dispersión de valores es entre 7-20% de CBR que aplica a un CBR regular. Se obtienen valores, en el sector de menos dispersión, de  $CBR_{CORR}$  promedio de 8.7% y de  $CBR_{LAB}$  promedio de 16.0%, con una variación promedio de 45.8%; aplicado a tipos de suelo CL, CL-ML, ML, SC-SM, SC, SM, SP-SM, SP-SC, SP. En la gráfica podemos ver que el coeficiente de variación ( $R^2$ ) es de 0.1325, que dentro sus parámetros es un coeficiente muy pobre. (Ver Tabla 34).

Considerando todas las gráficas antes descritas, se realizó una Tabla resumen (Ver Tabla 33), donde visualizamos los parámetros donde hay menor dispersión, y su tipo de suelo que corresponde. Esta nos ayudará a determinar qué tipo de suelo a obtenido mayor correlación según gráficas.

Tabla 33. Resumen de valores por Método de Correlación

Nº	Autor	Parámetro de menor dispersión %	CBR LAB promedio%	CBR CORR promedio %	Variación promedio %	Tipo de suelo en menor dispersión
1	AASHTO (2002) / NCHRP 1-37A, 2004	7-20%	13.8	22.4	61.6	CL, CL-ML, ML, ML-CL, SC, SC-SM
2	AASHTOWare Pavement ME Design	7-20%	25.1	33.1	31.8	CL, CL-ML, ML, ML-CL, SC, SC-SM
3	Aggarwal & Ghanekar (1970)	3-7%	5.9	4.9	16.5	CH,MH
4	Korde & Ydadav (2015)	0-3%	6.6	2.1	68.8	CH,MH
5	Patel & Desai (2010)	3-7%	6.0	5.3	11.2	CH,MH
6	Yildirim & Gunaydin (2011)	20-50%	32.4	30.0	7.6	SP-SM, SP, SW-SM, GC, GC-GM, GM, GP-GM, GP-GC
7	Satyanarayana & Pavani, (2006)	7-20%	15.7	20.4	30.1	CL, CL-ML, ML-CL, ML, SC, SC-SM, SM, SP-SM, SP
8	Ramasubbarao (2013)	3-7%	3.1	1.8	41.0	CH
9	ICG (2014)	3-7%	6.2	103.7	1571.2	CH
10	Kumar (2014)	3-7%	9.8	6.2	36.2	CH,MH
11	Kuttah (2019)	20-50%	34.3	21.5	37.3	SW-SM, GC, GC-GM, GP-GM
12	Vinod & Cletus (2008)	3-7%	7.9	33.9	329.9	CH, MH
13	Bassey, Christofer, Esemé & Kufre (2017)	7-20%	16.0	8.7	45.8	CL, CL-ML, ML, SC-SM, SC, SM, SP-SM, SP-SC, SP

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar el nivel de confiabilidad de nuestros datos, resultado de la aplicación de cada Método de Correlación de diferentes autores, realizamos la aplicación del Método de Coeficiente de Correlación Producto-Momento de Pearson (R). Este método determino el grado de correlación de

las dos variables que posee cada Método de Correlación, dado que son variables cuantitativas y continuas.

- Aplicando la Fórmula de Coeficiente de Correlación Producto-Momento de Pearson (R)

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

- Evaluando el resultado de R de Pearson (Ver Tabla 34), se evaluó según parámetro de nivel de correlación, y nivel de confiabilidad descritas en la Tabla 28 y 29.
- El resultado de R<sup>2</sup> de bondad de ajuste, obtenido de las gráficas, se evaluó según sus parámetros para determinar la proporción de la varianza total de las variables resultadas por cada Método de Correlación.
- Para indicar el coeficiente de determinación que posee cada Método se analizó los parámetros según la Tabla 30.

Tabla 34. Confiabilidad de datos por Método de correlación

N°	AUTOR	Coefficiente de Pearson R	Nivel de Correlación	Nivel de Confiabilidad	Bondad de ajuste R <sup>2</sup> (gráfica)	Coefficiente de determinación
1	AASHTO (2002) / NCHRP 1-37A, 2004	0.56	Correlación positiva media	Confiabilidad baja	0.37	Pobre
2	AASHTOWare Pavement ME Design	0.36	Correlación positiva débil	Confiabilidad nula	0.16	Muy Pobre
3	Aggarwal & Ghanekar (1970)	0.12	Correlación positiva muy débil	Confiabilidad nula	0.11	Muy Pobre
4	Korde & Ydadav (2015)	-0.01	No existe correlación	Confiabilidad negativa nula	0.18	Muy Pobre
5	Patel & Desai (2010)	0.09	No existe correlación	Confiabilidad nula	0.07	Muy Pobre
6	Yildirim & Gunaydin (2011)	0.51	Correlación positiva media	Confiabilidad nula	0.41	Aceptable
7	Satyanarayana & Pavani, (2006)	0.72	Correlación positiva media	Excelente confiabilidad	0.52	Aceptable

N°	AUTOR	Coefficiente de Pearson R	Nivel de Correlación	Nivel de Confiabilidad	Bondad de ajuste R2 (gráfica)	Coefficiente de determinación
8	Ramasubbarao (2013)	-0.43	Correlación negativa débil	Confiabilidad negativa nula	0.19	Muy pobre
9	ICG (2014)	0.08	No existe correlación	Confiabilidad nula	0.06	Muy Pobre
10	Kumar (2014)	-0.13	Correlación negativa muy débil	Confiabilidad negativa nula	0.18	Muy Pobre
11	Kuttah (2019)	-0.57	Correlación negativa media	Confiabilidad negativa baja	0.33	Pobre
12	Vinod & Cletus (2008)	0.05	No existe correlación	Confiabilidad nula	0.20	Pobre
13	Bassey, Christofer, Esemé & Kufre (2017)	-0.36	Correlación negativa débil	Confiabilidad negativa nula	0.13	Muy Pobre

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3 Resultados de Diseño de pavimento

Realizamos un diseño de pavimento flexible para carreteras de bajo volumen de tránsito, bajo parámetros establecidos por la Norma MTC. Diseñamos con la Fórmula AASHTO 93 y consideramos los espesores mínimos de cada capa para un diseño de pavimento flexible de carpeta asfáltica en caliente, para un periodo de diseño de 20 años; considerando sería una carretera nueva.

Fórmula AASHTO 93 a utilizar:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dado que nuestra investigación se enfoca en un diseño de pavimento de bajo volumen de tránsito, nos basamos en sus parámetros mínimos; seleccionamos los valores para ejes equivalentes (EE) que corresponden a este tipo de carreteras; según el MTC (2014) aplica a todo EE menor a 1'000.000. Según la Tabla 20, este tipo de carreteras clasifica para un TP4 como categoría máxima; siguiendo esta categoría, su nivel de confiabilidad sería 80% como máximo. A partir de estos parámetros diseñamos los espesores de pavimento

con los  $CBR_{CORR}$  de los tipos de suelo que tuvieron menor dispersión en sus gráficas, y seleccionando el tipo de suelo que corresponda y aplique a los demás métodos de correlación.

Según la Tabla 33 y 34 podemos observar que el Método de mayor confiabilidad es el N° 07, con un tipo de suelo CL, ML, SC, SM, SP; estos tipos de suelo pertenecen a un CBR regular. Diseñamos los espesores de pavimento para este tipo de suelos, siendo los  $CBR_{CORR}$  seleccionados para los Métodos de Correlación N° 1,2,7,13.

Para el diseño de pavimento flexible se consideró los siguientes parámetros, según MTC (2014):

- Indicador CBR (%): Seleccionamos los valores CBR que correspondan a mismo tipo de suelo, según su Método de correlación; y el CBR promedio de laboratorio de los mismo Métodos de correlación seleccionados. (Ver Tabla 35).
- Módulo Resiliente ( $M_r$ ): Aplicamos la fórmula de correlación de CBR- $M_r$  según Manual del MTC de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (Ver Tabla 35)

$$M_r(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Tabla 35. CBR % para diseño de pavimento

N°	Descripción	CBR %	MR (PSI)
1	CBR de Laboratorio Promedio	17.7	16043.8
2	CBR CORR % por método 1	22.4	18687.4
3	CBR CORR % por método 2	33.1	23992.8
4	CBR CORR % por método 7	20.4	17601.7
5	CBR CORR % por método 13	8.7	10202.0

Fuente: Elaboración propia

- Número de Ejes Equivalente ( $W_{18}$ ): Seleccionamos el número de Ejes Equivalente de 1'000,000 EE, que corresponde a carreteras de bajo volumen de tránsito. Según Tabla 20, que se basa en Manual del MTC (2014). Aplicó para todos los diseños que realizamos.
- Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ): Según la Tabla 22, de Coeficiente Estadístico de  $Z_r$ , seleccionamos para carreteras de bajo volumen (TP4)

una desviación estándar normal de -0.842. Aplicó para todos los diseños que realizamos.

- Desviación Estándar Combinada (So): Según el Manual del MTC (2014) se recomienda usar el valor de 0.45. Aplicó para todos los diseños que realizamos.
- Variación de índice de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI): Según Tabla 24 de Diferencial de Serviciabilidad, corresponde para carreteras de bajo volumen (TP4), una  $\Delta$ PSI de 1.8. Aplicó para todos los diseños que realizamos.
- Coeficientes estructurales de capas de pavimento ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ): Según la Tabla 25 determinamos para la capa superficial ( $a_1$ ), un valor de 0.170 cm; que corresponde a una carpeta asfáltica en caliente. Para la base ( $a_2$ ), un valor de 0.052; que corresponde a un 80% de CBR y a tráficos menores igual a 10'000.000 EE. Para la sub base ( $a_3$ ), un valor de 0.047 cm; que corresponde para todo tipo de tráfico.
- Coeficientes de Drenaje de las capas de pavimento ( $m_2$ ,  $m_3$ ): Según el Manual del MTC (2014) de carreteras recomiendan el valor de 1.
- Numero Estructural Requerido ( $SN_{REQUERIDO}$ ): Según la fórmula de AASHTO 93, se determinó en  $SN_{REQUERIDO}$ . (Ver Tabla 36).
- Número Estructural Resultado ( $SN_{RESULTADO}$ ): Aplicando la fórmula del Número Estructural Propuesto según el Manual MTC (2014). Tomando como valores recomendados  $D_1$ (espesor de carpeta asfáltica) y  $D_2$ (espesor de base granular), según Tabla 26, 8.0cm y 20.0cm según corresponda. Determinamos los valores de  $D_3$ (espesor sub base).

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Fuimos iterando los valores  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  para aplicarlo a la Fórmula de Número Estructural, respetando la condición de que el  $SN_{RESULTADO}$  será mayor el  $SN_{REQUERIDO}$ . Si cumple la condición se considerará aceptable. Los espesores se detallan en la Tabla 37.



Tabla 36. SN resultado y SN Requerido

Descripción	SN resultado	SN requerido	Condición
CBR de Laboratorio Promedio	2.57	2.395	Si Cumple
CBR CORR % por método 1	2.335	2.26	Si Cumple
CBR CORR % por método 2	2.335	2.051	Si Cumple
CBR CORR % por método 7	2.335	2.311	Si Cumple
CBR CORR % por método 13	2.886	2.844	Si Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Espesores de Diseño de Pavimento

Descripción	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Espesor de Pavimento (cm)
CBR de Laboratorio Promedio	5	15	20	40
CBR CORR % por método 1	5	15	15	35
CBR CORR % por método 2	5	15	15	35
CBR CORR % por método 7	5	15	15	35
CBR CORR % por método 13	6	16	22	44

Fuente: Elaboración propia

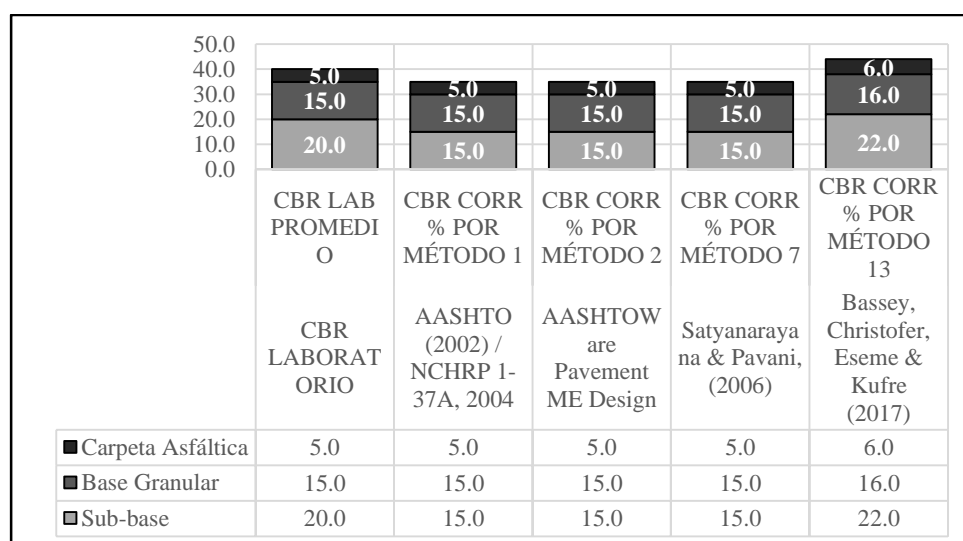


Figura 30. Gráfico de espesores por Método.

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3 Análisis de Resultados

En la Tabla 33 se ha identificado que el tipo de suelo de menor dispersión que más veces se ha repetido, evaluado en las fórmulas de correlación, ha sido de CBR de 3-7%; que corresponde a suelos de limo y arcilla. Estas aplicaron a la Fórmula de correlación 3, 5, 8, 9, 10 y 12. Para este tipo de suelo MH, CH que corresponde, se

obtuvo como menor variación a la Fórmula de correlación 5 con una variación promedio de 11.2%; esto corresponda a la fórmula que aplica a suelos que componen gravas, arenas, limos y arcilla. Dicha fórmula aplica a propiedades físicas (plasticidad) y a propiedades mecánicas (máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad).

Según la Tabla 33 podemos identificar que la siguiente de mayor repetición de parámetro de menor dispersión es de 7-20% para suelos CL, ML, SC, SM y SP que son suelos de arcilla, limo y arena de baja plasticidad. Esta menor dispersión dentro de estos parámetros se ha repetido en la Fórmula de correlación 1, 2, 7 y 13. Siendo entre ellas la menor variación promedio perteneciente a la Fórmula de Correlación 7 con una variación promedio de 30.1%. Dicha fórmula aplica a propiedades físicas (granulometría de la malla N°200, plasticidad) y a propiedades mecánicas (máxima densidad seca).

También podemos identificar en la Tabla 33 que para suelos GM, GC, SW, SM, SP, GP; bajo parámetro de CBR de 20-50%, ha obtenido menor dispersión la Fórmula de correlación 6 y 11. Para este tipo de suelo, de grava y arena, se obtuvo como menor variación promedio de 7.6%; que corresponde a la Fórmula de Correlación 6. Dicha fórmula aplica para suelos de grano fino, utilizando propiedades físicas (granulometría de la malla N°200 y N°4, plasticidad) y propiedades mecánicas (máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad).

Según Araujo, W. (2014) indica que los parámetros más influyentes en la determinación del CBR son el porcentaje de grava y finos como propiedad física, y máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad; pero que no depende de un solo parámetro sino se correlaciona mejor en conjunto.

En respuesta a nuestros objetivos específicos 1 y 2, que propiedades físicas y mecánicas determinan CBR por correlación, se analiza nuestros resultados y se determina que la propiedad que más influye y que se encuentre en los rangos de menor dispersión, es la plasticidad y el porcentaje que pasa la malla N°200 como propiedad física; y la máxima densidad seca como propiedad mecánica. Esto indica la veracidad de la relación de los parámetros físicos y mecánicos para la determinación del CBR% por correlación;

En la Tabla 34 podemos visualizar los niveles de correlación, confiabilidad y determinación por Método de Correlación, según parámetros establecidos internacionalmente. Podemos identificar que el método de mayor correlación según R de Pearson es de la Fórmula de Correlación 7, con una excelente confiabilidad y de determinación aceptable bajo indicador de bondad de ajuste ( $R^2$ ). Esto indica que la fórmula ha tenido mayor correlación con los valores de CBR de laboratorio obtenidos de nuestra investigación y visualizamos que en la Tabla 33, el tipo de suelo que obtuvo menos dispersión fueron los suelos CL, ML, SC, SM y SP.

El siguiente método que obtuvo mayor correlación fue la de la Fórmula de Correlación 1, que obtuvo una correlación positiva media, con confiabilidad baja y una determinación pobre. Esta fórmula se basó en propiedades netamente físicas (porcentaje que pasa la malla N°200 e índice de plasticidad). Este método igual que el de la Fórmula de correlación 7 su menor dispersión fueron para suelos CL, ML, SC, SM y SP.

Siguiendo con la interpretación de los resultados, podemos identificar que el método de menor correlación fue la de Fórmula de Correlación 12, dado que resultó con un coeficiente de Pearson de 0.05; que se interpreta como correlación inexistente, de confiabilidad nula y de determinación pobre. Esta descripción de confiabilidad nula resultó también para la Fórmula de Correlación 4, 5 y 9 que, a pesar de ser evaluadas para todo tipo de suelo, solo resultó una mejor correlación en los suelos MH y CH de suelos limosos y arcilloso de CBR % muy pobre.

Según Manzano, P. (2021) indica que el CBR por correlación sirve como referencia para el diseño preliminar de pavimentos, dado que cumplen con los espesores teóricos y existe poca variación del número estructural entre CBR de laboratorio y CBR que se obtuvo de la correlación.

De los diseños de espesores de pavimento de la Tabla 37, se puede visualizar que con los CBR% determinados cumplen los espesores mínimos para una carretera de bajo volumen de tránsito. Se realizó el diseño para los tipos de suelo del método de mayor confiabilidad, siendo los CL, ML, SC, SM, SP como suelos analizados; estos tipos de suelo pertenecen a un CBR regular.

## 5.4 Contratación de hipótesis

### 5.4.1 Hipótesis específica 1

H11: Determinando las propiedades físicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

H01: Determinando las propiedades físicas de los suelos no se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Luego de analizar los resultados, se puede visualizar que los valores CBR por correlación han podido ser determinados por propiedades físicas; están usadas en las fórmulas de correlación 1, 2, 3, 11, 12; cómo podemos ver la Tabla 32. Dichas fórmulas de correlación son basadas en investigaciones internacionales con un R<sup>2</sup> (bondad de ajuste o parámetro de confiabilidad) mayores a 0.

Araujo (2014). Menciona que las propiedades físicas, como contenido humedad, límites de consistencia, gradación de suelos finos; son inversamente proporcionales al valor del CBR. Demostró que de la correlación múltiple se obtiene una mayor correlación, que analizando los datos de propiedades físicas individualmente. El CBR no depende de un solo parámetro; ya que estos conforman una correlación múltiple del suelo. Así mismo esta proporción se da con la humedad natural siendo inversamente proporcional al CBR.

Manzano (2021). Menciona que el porcentaje de correlación de propiedades físicas como el límite líquido, límite plástico logran una buena confiabilidad y estas propiedades son directamente proporcionales entre sí. De manera que si el límite líquido es constante, el límite plástico es inversamente proporcional al CBR; ya que, si posee mayor cantidad de agua, entonces la resistencia disminuye.

Se comprobó que, si se puede correlacionar las propiedades físicas para obtener el valor del CBR, pero los métodos que solo aplican dichas propiedades poseerán baja confiabilidad que aplicando junto con las

propiedades mecánicas; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H11) y se rechaza la hipótesis nula (H01).

#### 5.4.2 Hipótesis específica 2

H12: Determinando las propiedades mecánicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

H02: Determinando las propiedades mecánicas de los suelos no se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Luego de analizar los resultados, podemos visualizar en la Tabla 34 que los métodos que aplicaron las propiedades mecánicas obtuvieron mayor correlación con los valores CBR; como la del autor Satyanarayana Reddy & Pavani, (2006) que tiene una correlación de confiabilidad aceptable mayor del 52%.

Manzano (2021). Indica que la correlación múltiple entre el óptimo contenido de humedad, el límite líquido e incluido el límite plástico marcan con una tendencia logarítmica una correlación de confiabilidad alta. También indica que el límite líquido es directamente proporcional al óptimo contenido de humedad, pero a la vez esta es inversamente proporcional a la máxima densidad seca. Lo cual indica que a mayor porcentaje de humedad la resistencia del suelo como CBR disminuye.

Araujo (2014). Menciona que la correlación entre las propiedades físicas de la gradación de suelos para agregado grueso y el óptimo contenido de humedad obtienen una buena correlación lineal simple; así mismo la máxima densidad seca y el porcentaje de grava es directamente proporcional al CBR.

Se comprobó que, si se puede correlacionar las propiedades mecánicas para obtener el valor del CBR, y se obtienen una mejor confiabilidad al aplicarlas a los métodos de correlación.; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H12) y se rechaza la hipótesis nula (H02).

### 5.4.3 Hipótesis específica 3

H13: Determinando el CBR por correlación puede ser aplicado en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito con una confiabilidad del 80%.

H03: Determinando el CBR por correlación no puede ser aplicado en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito con una confiabilidad del 80%.

Luego de analizar los resultados, podemos visualizar en la Tabla 34 de Confiabilidad de datos por Método de correlación, se determina que el nivel de correlación por el método 7 del autor Satyanarayana & Pavani (2006) el valor de la relación de soporte de california CBR a partir de la propiedades físicas y mecánicas cuentan con un nivel de confiabilidad excelente y con una bondad de ajuste  $R^2$ : 0.52 y coeficiente de determinación aceptable. Así mismo este valor es para un determinado tipo de suelo como las arenas limosas y suelo gravoso. Con ello se determinó el diseño de una estructura de pavimento que cumple con los espesores mínimo requeridos para una carretera de bajo volumen. Y viendo la Tabla 36 podemos ver que los valores de número estructural de los métodos seleccionados cumplen los parámetros mínimos.

Suarez (2016). Menciona que se considera coherente usar los valores de correlación, a partir de análisis de granulometría y plasticidad, de ahí que la asunción hecha en cuanto a su capacidad portante para efectos de diseño se considera correcta.

Manzano (2021). Menciona que para el diseño de pavimento flexible con espesores mínimos que establece la norma AASHTO, puede ser aplicado con el valor CBR por correlación y el CBR de laboratorio. Estos funcionarían como diseño preliminar de pavimentos, debido a que ambos son ensayos usados en la evaluación de calidad de bases, sub bases y sub rasantes de la estructura del pavimento.

Se comprobó que, si se puede usar para diseñar los valores CBR por correlación como las fórmulas 1, 2 y 7 que son las que se obtienen los

diseños de pavimentos flexible para carreteras de bajo volumen de tránsito y cumplen con los espesores mínimos; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H13) y se rechaza la hipótesis nula (H03).

## CONCLUSIONES

1. Se determinó que las propiedades físicas y mecánicas pueden determinar el CBR por correlación, aplicando fórmulas que involucran las propiedades, como es el porcentaje que pasa la malla N°200 y N°4, la plasticidad, máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad. En la Tabla 34 podemos visualizar los 13 métodos y cuáles tienen mejor correlación. Según la Tabla 32, Fórmulas de correlación según autor, estas involucran las propiedades físicas y mecánicas, además de las correlaciones 1 y 2 de AASHTO, la fórmula de correlación 7, obtuvo una excelente confiabilidad.
2. Se determinó que las propiedades físicas que influyen en la determinación del CBR por correlación, son los porcentajes que pasa la malla según granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad; cómo podemos ver en la Tabla 32. Las fórmulas de correlación resultan menos confiables para determinar el CBR a partir de las propiedades físicas; es necesario incluir las propiedades mecánicas.
3. Se determinó que las propiedades mecánicas que influyen en la determinación del CBR por correlación, son la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad; cómo podemos ver en la Tabla 32. Siendo las fórmulas de correlación con mejores resultados al combinar las propiedades mecánicas con las físicas llegando a obtener una confiabilidad aceptable. Se demostró esto, con la Fórmula de Correlación 7 “Satyanarayana Reddy & Pavani (2006)”; que obtuvo una confiabilidad excelente y con una bondad de ajuste de 0.52, que se considera aceptable.
4. Se determinó qué si es posible aplicar el CBR por correlación para un diseño de pavimento de carretera de bajo volumen, dado que dicha carretera se diseña con un nivel de tráfico menor a 1'000,000 EE de ejes equivalentes; que según el ítem 5.2.3 los parámetros a usar en el diseño son bajo una confiabilidad del 80%, y en esta categoría los valores para diseñar son mínimos en comparación con los demás tipos de carreteras. Al aplicar el diseño de pavimentos en los suelos que obtuvieron menor variación según la Fórmula de correlación 7, (ver Tabla 34); cumplen con los espesores mínimos según su número estructural (ver Tabla 36)
5. Se determinó que los parámetros más influyentes en el CBR como el óptimo contenido de humedad, la máxima densidad seca, gradación de suelo, el porcentaje de finos que pasa la malla N°200, como se muestran cada una de ellas respecto a



sus R, ello concluyendo el tipo de confiabilidad que proporciona en su determinado método de correlación; y los menos influyentes son el límite plástico, índice de plasticidad, gravedad específica. Obteniendo de estas una correlación de confiabilidad de baja a nula.

6. Los métodos de correlación más aceptables son los métodos: AASHTO (2002) / NCHRP 1-37A (2004), AASHTOWare Pavement ME Design, Satyanarayana Reddy & Pavani (2006).

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación para ampliar la base de datos de CBR de laboratorio y de propiedades del suelo, y recopilar la misma cantidad de datos de CBR según su tipo de suelo; para poder representar mejor la variación del CBR por correlación para cada clasificación del tipo de suelo y obtener correlaciones más confiables debido a que cada suelo tiene diferentes propiedades físicas y mecánicas.
2. Se recomienda ampliar la recopilación de fórmulas de correlación que solo aplique a propiedades físicas, para obtener resultados con mayor confiabilidad; y analizarlo para cada tipo de suelo.
3. Se recomienda ampliar la recopilación de fórmulas de correlación que solo aplique a propiedades mecánicas, para obtener resultados con mayor confiabilidad según un determinado tipo de suelo.
4. Si bien se utilizó el CBR de laboratorio y se obtuvo el CBR por correlación con nivel de confiabilidad excelente, solo se recomienda usar en método como diseño preliminar. Dado que no se obtuvieron un coeficiente de determinación excelente del 100%, ello debido a las distintas propiedades de cada tipo de suelo.
5. Se recomienda que para una mayor correlación se determinen los parámetros de una determinada vía o área, para poder mantener una relación constante de valores de CBR y así se obtenga menos dispersión de datos al momento de la determinación de correlación. Dado que influye las variables de las propiedades físicas y mecánicas que se obtenga de cada tipo de suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (1993). *American Association of State Highway and Transportation Officials. Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D. C.
- AASHTO (1993). *American Association of State Highway and Transportation Officials. Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D. C.
- Agarwal, K.; & Ghanekar, K. (1970). Prediction of CBR values from plasticity characteristics of soil. *In Processing of 2nd South East Asian Conference on Soil Engineering, Singapore*, 11-15.
- Amaya Arcos, J (2020) *Correlación entre el CBR y las Propiedades Índice y Mecánicas en Suelos granulares, de las parroquias Izamba y Picaihua, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31274>
- Araujo Navarro, W. (2014) *Ecuaciones de correlación de CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura* [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura]. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2192>
- Bassey Bassey, O., Christopher Attah, I., E. Ambrose, E. y Kufre Etim, R. (2017). Correlation between CBR Values and Index Properties of Soils: A Case Study of Ibiono, Oron and Onna in Akwa Ibom State. *Resources and Environment* 2017, 7(4), 94-102.
- Bermúdez Sierra, J., y Vásquez Sikaffy, O. (2016). Validación del Método de DCP aplicado en campo en relación al ensayo CBR en laboratorio. *Innovaciones de Ingeniería para la sostenibilidad global*. Recuperado de <http://www.laccei.org/LACCEI2016-SanJose/StudentPapers/SP61.pdf>
- Bowles, J. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil* (1a ed.). McGRAW-HILL.
- Braja M, Das. (1999). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (4a ed.). Cengage Learning.
- Carrasco Mendoza, B. (2016) *Correlación del valor de soporte de california (CBR) con la resistencia a la compresión confinada en suelos cohesivos en el pueblo joven nuevo progreso en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, región Lambayeque* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4433/Carrasco%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Christopher, B.; Schwartz, C.; Boudreau, R. (2009). *Geotechnical Aspects of Pavements Reference Manual. U.S. Department of Transportation Publication No. HWA NHI-05-037, Federal Highway Administration.* Recuperado de <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/pubs/05037/>
- Cordova Valentin, K., & Mori Montalvo, A. (2021) *Modelo matemático para la predicción de la Capacidad de Soporte (CBR) en suelos expansivos estabilizados con cenizas de cáscara de arroz y cal a partir de sus propiedades índice y de compactación* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/657405>
- Cruz Yong, G. (2019) *Correlación número de golpes DCP vs penetración CBR in situ para resistencia al esfuerzo normal de pavimentos urbanos, Lambayeque.2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6885>
- Datta T., y Chottopadhyay B.C., (2011). Correlation Between CBR And Index Properties of Soil. *Proceedings of Indian Geotechnical Conference, Kochi* (Paper No. A-350). Recuperado de [https://gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2011/articles/T01\\_11.pdf](https://gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2011/articles/T01_11.pdf)
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación.* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Herrera Montealegre, M. (2014) Determinación del módulo resiliente de diseño de pavimentos mediante criterios ASSHTO 1993 y 2002 [Tesis de Maestría, Universidad de Piura]. Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2018/MAS\\_ICIV-L\\_025.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2018/MAS_ICIV-L_025.pdf)
- Herrera Rojas, A. (1998). Notas sobre Psicometría. *Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Facultad de Ciencias Humanas Departamento de Psicología.* Recuperado de <https://pdfslide.tips/documents/herrera-a-1998-notas-de-psicometria-1-2-historia-de-psicometria-y-teoria.html>
- Juárez, R. (2005). *Mecánica de Suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos* (1a ed.). Limusa Noriega Editores.
- Kaniz, R., Tabassum, I. (2018) Relationship between CBR and Soil Index Properties of Bangladesh Soil Samples. *Journal of Modern Science and Technology*, 6(2). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/326814428\\_Relationship\\_betweenCBR\\_and\\_soil\\_index\\_properties\\_of\\_Bangladesh\\_soil\\_samples](https://www.researchgate.net/publication/326814428_Relationship_betweenCBR_and_soil_index_properties_of_Bangladesh_soil_samples)

- Kerlinger, F. (1988). *Investigación del Comportamiento. Tercera Edición (Segunda Edición en español). México, McGraw-Hill.* Recuperado de [https://ulatina.metabiblioteca.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblio\\_numero=4306](https://ulatina.metabiblioteca.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblio_numero=4306)
- Kuttah, D. (2019). Strong correlation between the laboratory dynamic CBR and the compaction characteristics of sandy soil. *International Journal of Geo-Engineering 2019*, 1-13. Recuperado de <https://d-nb.info/1195522991/34>
- Manotoa Santana, A. (2016) *Estudio de la correlación entre los ensayos (DCP) Penetrómetro dinámico de cono y (CBR) Relación de soporte de California en los diferentes tipos de suelos* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23638>
- Manzano, P. (2021) *Correlación entre el CBR, DCP, Propiedades índice y mecánicas en suelos del Cantón Píllaro; Parroquia Marcos Espinel; de la provincia de Tungurahua* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32598>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Morales Vallejo, P. (2012). Correlación y regresión, simple y múltiple. *Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.* Recuperado de <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Regresion.pdf>
- Patel, R., & Desai, M. (2010). CBR Predicted by Index Properties of Soil for Alluvial Soils of South Gujarat. *Indian Geotechnical Conference, Proc. IGC, Vol. I, 79-82.* Recuperado de <https://gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2010/articles/020.pdf>
- Paucar Naranjo, L. (2012) *Determinación de la ecuación de correlación entre los ensayos CBR de laboratorio y PDC in situ para los tipos de suelos de la subrasante de la vía Riobamba-Alausi* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo].

- Recuperado de <https://1library.co/document/y6e4537z-determinacion-ecuacion-correlacion-ensayos-laboratorio-subrasante-riobamba-alausi.html>
- Pellinen, T. (2001). Investigation of the use of dynamic modulus as an indicator of hot-mix asphalt performance. *Arizona State University*. Recuperado de <https://www.worldcat.org/title/investigation-of-the-use-of-dynamic-modulus-as-an-indicator-of-hot-mix-asphalt-performance/oclc/48087059>
- Puentes Morales, J. (2018) *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.* [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14118>
- Rodríguez Vásquez, R. (2019) *Evaluación de la resistencia de suelos con Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y Relación de Soporte California (CBR) in situ, Laredo-Trujillo 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38478?locale-attribute=es>
- Sabah S. Razouki y Dina K. Kuttah (s/f) Strong Correlation between the Bearing Capacity and CBR of a Gypsiferous Subgrade Soil Subjected to Long-Term Soaking. *Department of Civil Engineering, College of Engineering, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq*. Recuperado de <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/BCRRA/article/view/3228/3113>
- Sánchez Lizárraga, J., & Yataco Morillo, J. (2017) *Propiedades índice de los suelos y su relación con el diseño estructural de los pavimentos en el distrito de Nuevo Chimbote* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/225485616.pdf>
- Satyanarayana, R. & Pavani, K. (2006), Mechanically stabilized soils- regression equation for CBR evaluation. *Proc. of Indian Geotechnical Conference*, 731-734. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/295256031 MECHANICALLY\\_STABILISED\\_SOILS\\_-REGRESSION\\_EQUATION\\_FOR\\_CBR\\_EVALUATION](https://www.researchgate.net/publication/295256031_MECHANICALLY_STABILISED_SOILS_-REGRESSION_EQUATION_FOR_CBR_EVALUATION)
- Suarez, J. (2016) *Validación de la ecuación para cálculo de CBR a partir de plasticidad en la UPZ Ismael Perdomo de la localidad de Ciudad Bolívar* [Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15655>

- Triola, M. (2009). *Estadística* (10 a ed.). Pearson Educación.
- Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (5a ed.). Limusa Noriega Editores.
- Vinod, P., & Cletus R. (2008), Prediction of CBR value of Lateritic Soils using Liquid Limit and Gradation Characteristics Data. *Highway Research Journal, Vol. I, No. 1 2008*, 89-98.
- Yildirim, B. & Gunaydin. O. (2011). Estimation of CBR by soft computing systems. *Expert Systems with Applications, Elsevier*, 38, 6381-6391.
- Z. U. Rehman, U. Khalid, K. Farooq y H. Mujtaba (2017) Prediction of CBR Value from Index Properties of different Soils. *Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET) Taxila, Pakistan*. Recuperado de <https://tj.uettaxila.edu.pk/older-issues/2017/No2/3-Prediction%20of%20CBR%20Value%20from%20Index%20Properties%20of%20different%20Soils.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente				
¿Como las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos se correlacionan con el CBR para aplicarlo en carreteras de bajo volumen de tránsito?	Determinar cómo las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos se correlacionan con el Soporte de California (CBR) para su aplicación en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.	Determinando las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) se aplica para el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.	Diseño de Pavimentos.	Tráfico  Suelos	Ejes Equivalentes  CBR Subrasante  CBR capas granulares	<u>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN:</u> Método: Inductivo Orientación: Investigación Aplicada Enfoque: Cuantitativo Fuente: Retro lectiva	
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis específico 1	Variable independiente			<u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u> Descriptivo	
1. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito?	1. Determinar las propiedades físicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.	1. Determinando las propiedades físicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.	Soporte de California (CBR)	Propiedades Físicas	Peso Específico  Contenido de humedad  Gravedad Específica Grado de saturación  Granulometría  Plasticidad	<u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u> Descriptivo	
2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito.?	2. Determinar las propiedades mecánicas de los suelos y su correlación con el Soporte de California (CBR) para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito.	2. Determinando las propiedades mecánicas de los suelos se puede obtener por correlación el Soporte de California (CBR) y ser aplicado en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen de tránsito			Propiedades Mecánicas	Máxima densidad seca  Óptimo Contenido de Humedad  Relación de Soporte de California (CBR)  Cono Dinámico de Penetración	<u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</u> Observacional - Transversal - Retrospectivo <u>POBLACIÓN:</u> Estudio de suelos de expedientes técnicos de carreteras de pavimento flexible <u>MUESTRA:</u> Propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas de expedientes técnicos. <u>TÉCNICA:</u> Recopilación de data de propiedades de suelos a base de ensayos ya realizados para relación correspondiente al CBR.
3. ¿Cuál es la confiabilidad del CBR por correlación para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito?	3. Determinar la confiabilidad del Soporte de California (CBR) por correlación para aplicarlo en diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito revisando expedientes técnicos de los años 2010 – 2020.	3. Determinando la confiabilidad del CBR por correlación se puede aplicar en el diseño de pavimentos de carreteras de bajo volumen tránsito con una confiabilidad de diseño del 80%			Indicador de Relación de Soporte de California (CBR)	Relación de Soporte de California (CBR)	<u>INSTRUMENTOS:</u> Registro de ensayos de laboratorio para las propiedades de suelos y CBR conforme a normativas ASTM, AASHTO, MTC de expedientes técnicos nacionales.

Fuente: Elaboración Propia.



## ANEXO 2: Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTAS
<u>VARIABLE DEPENDIENTE:</u>  Diseño de Pavimentos.	El diseño de pavimentos es la que determina los espesores de estructura del carpeta asfáltica, con el objetivo de soportar cargas específicas en periodo determinado.	Optimiza los materiales según tipo de suelos y niveles de tráfico que se encuentre insitu, considerándose dentro del diseño. Influye las características del suelo, ambiente y periodo.	Tráfico	Ejes equivalentes	EAL	Cuantitativa discontinua	Registro de propiedades de suelos de ensayos de laboratorio y CBR de expedientes técnicos / Investigaciones nacionales e internacionales sobre correlación de propiedades de suelos	Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
			Suelos	Cbr subrasante	%	Cuantitativa continua		
				Cbr capas granulares	%	Cuantitativa continua		
<u>VARIABLE INDEPENDIENTE:</u> Relación de Soporte de California (CBR)	El CBR es un ensayo que evalúa la resistencia de la subrasante, subbase y material de base. El índice obtenido del CBR se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de la subrasante, capas de base y subbase; y de afirmado del suelo.	Los ensayos de laboratorio son los que definen las propiedades del suelo para obtener la resistencia al esfuerzo del terreno a pavimentar que se relaciona con el ensayo CBR y su indicador.	Propiedades Físicas	Peso específico	Adimensional	Cuantitativa continua		Estudio de Mecánica de Suelos (data) / Manual de Ensayo de Materiales (MTC) / Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos, MTC
				Contenido de humedad	%	Cuantitativa continua		
				Gravedad específica	gr/cm <sup>3</sup>	Cuantitativa continua		
				Grado de saturación	%	Cuantitativa continua		
				Granulometra	SUCS/ASSTHO	Cuantitativa continua		
				Plasticidad	%	Cuantitativa continua		
			Propiedades Mecánicas	Maxima densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	Cuantitativa continua		Estudio de Mecánica de Suelos (data) / Manual de Ensayo de Materiales (MTC) / Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos, MTC
				Optimo contenido de humedad	%	Cuantitativa continua		
				Relacion de soporte de california (cbr)	%	Cuantitativa continua		
				Cono dinamico de penetracion	mm/golpe	Cuantitativa continua		
Indicador de Relación de soporte de California (CBR)	Cbr	%	Cuantitativa continua	Manual de Ensayo de Materiales (MTC) / Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos, MTC				

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 3: MUESTRA DE DATOS EET1

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUANUCO - CONOCOCHA, SECTOR: HUÁNUCO - LA UNION - HUALLANCA  
 UBICACIÓN : HUALLANCA - HUÁNUCO  
 ID : EETT 1

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-001	0+012.16	M-01	100	65	26	15	11	CL	A-6(5)			6.4			0.075		65.3	
2	C-001	0+012.16	M-02	44.4	20	17	NP		GM	A-1-b(0)	41.2	28.5	8.5	6.3	2.271	19.05	12.7	68.8	59.6
3	C-002	0+208.22	M-01	100	45	26	16	10	SC	A-4(1)			8.8			0.425	0.3	64.7	58.3
4	C-002	0+208.22	M-02	54.3	4	37	25	12	SW	A-2-6(0)			2.1			9.525	6.35	61.2	57.1
5	C-003	0+408.02	M-01	39.1	19	25	15	9	GC	A-2-4(0)			4.7			25.4	19.05	61.2	56.2
6	C-004	0+548.51	M-01	70.5	49	54	33	21	GM	A-7-5(7)			5.8			0.85	0.6	62.4	59.7
7	C-005	0+662.01	M-01	34.8	19	37	32	5	GM	A-1-b(0)			3.3			19.05	12.7	71.8	55.7
8	C-005	0+662.01	M-02	99.5	94	35	20	15	CL	A-6(149)			17.2			0.075			93.9
9	C-006	0+861.22	M-01	53.5	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	26.5	17.1	4.8	8.5	2.123	9.525	6.35	64	58
10	CA-001	0+980.00	M-01	48.7	19	29	26	4	GM	A-1-b(0)			4.1			12.7	9.525	64.6	58.7
11	C-007	1+120.00	M-01	41.8	30	44	33	12	GM	A-2-7(0)			5.5			12.7	9.525	60.3	48.3
12	C-008	1+296.71	M-01	71.1	55	58	34	25	MH	A-7-5(12)			3.8			0.6	0.425	60	58.3
13	C-008	1+296.71	M-02	38	20	33	24	9	GM	A-2-4(0)			4.2			19.05	12.7	63.8	52.1
14	C-009	1+490.8	M-01	47.9	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)			4.3			19.05	12.7	65.8	57.1
15	C-010	1+690.70	M-01	57.7	29	42	33	10	GM	A-2-5(0)			3.7			6.35	4.75	63.4	57.7
16	C-011	1+862.35	M-01	43.1	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	36.4	23.5	1.8	7.1	2.147	19.05	12.7	65.1	57.5
17	C-012	2+024.42	M-01	46.4	21	38	32	6	GM	A-1-b(0)			2.8			19.05	12.7	67	59.6
18	C-012	2+024.42	M-02	42.1	18	31	23	8	GC	A-2-4(0)			3.0			19.05	12.7	62.3	54.1
19	C-013	2+221.50	M-01	73.8	23	40	34	6	SM	A-1-b(0)			5.4			1.18	0.85	63.1	58
20	C-014	2+420.00	M-01	72.6	15	23	17	7	SM-SC	A-2-4(0)			5.5			2.36	2	61.7	55.6
21	C-015	2+619.90	M-01	67.5	36	47	33	14	GM	A-7-5(1)			6.8			1.18	0.85	61	58.1
22	C-016	2+819.86	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	33.7	16.7	3.7	7.4	2.141	2	1.18	62.1	57.7
23	CA-002	2+960.00	M-01	55.3	23	21	19	3	GM	A-1-b(0)			3.4			9.525	6.35	63.7	58.6
24	C-017	3+112.55	M-01	54	21	53	33	20	GM	A-2-7(1)			2.9			9.525	6.35	62.8	58.1
25	C-018	3+312.53	M-01	34	11	36	24	12	GP-GC	A-2-6(0)			1.0			19.05	12.7	61.2	52.1
26	C-019	3+555.74	M-01	72.4	9	35	23	12	SW-SC	A-2-6(0)			2.9			2	1.18	60.8	53.2
27	C-020	3+755.39	M-01	50.5	24	43	29	14	GM	A-2-7(0)			3.1			9.525	6.35	60.2	54.6
28	C-020	3+755.39	M-02	46.8	21	27	24	4	GM	A-2-4(0)			4.0			9.525	6.35	60.7	51.3
29	C-021	3+954.61	M-01	54.3	16	38	26	12	GM	A-2-6(0)			5.7			9.525	6.35	62.9	58.4
30	C-021	3+954.61	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	21	14.5	5.1	9.5	2.111	1.18	0.85	60.6	56.5
31	C-022	4+128.36	M-01	54.4	31	45	29	16	GM	A-2-7(1)			3.7			9.525	6.35	62.2	57
32	C-022	4+128.36	M-02	84.4	35	30	22	8	SC	A-4(0)			4.2			2	1.18	61.6	57.3
33	C-023	4+323.02	M-01	62.9	47	53	26	27	GC	A-7-6(8)			3.7			3.36	2.36	60.4	58.6
34	C-024	4+520.82	M-01	44.7	21	38	31	7	GM	A-2-4(0)			2.6			19.05	12.7	64.9	59.2
35	C-025	4+720.10	M-01	44.4	30	28	21	7	GM-GC	A-2-4(0)			6.7			12.7	9.525	64.4	59
36	C-026	4+877.44	M-01	51.8	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	48.2	27.1	2.0	6.5	2.253	9.525	6.35	72.4	57.5
37	C-027	5+059.42	M-01	41.2	26	27	23	3	GM	A-2-4(0)			7.0			12.7	9.525	60.3	54.7
38	CA-004	5+175.00	M-01	51.2	21	25	21	3	GM	A-1-b(0)			4.6			9.525	6.35	61.1	55
39	C-028	5+294.10	M-01	73.1	41	26	24	2	SM	A-4(0)			7.7			0.425	0.3	60.1	57.9
40	CA-005	5+430.00	M-01	80.1	45	28	23	5	SM	A-4(0)			8.1			0.3	0.18	62.2	58.2
41	C-029	5+587.45	M-01	67.2	53	57	33	24	MH	A-7-5(10)			6.0			0.85	0.6	60.9	59.6
42	C-030	5+746.62	M-01	49.3	43	52	33	19	GM	A-7-5(5)			2.1			9.525	6.35	61.8	53.6
43	C-030	5+746.62	M-02	100	55	51	36	15	MH	A-7-5(7)			1.6			0.15	0.075	69	55.3
44	C-031	5+927.64	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6(2)	10.4	6.2	13.5	10.9	1.935	0.3	0.18	62.5	58.9
45	C-032	6+117.38	M-01	72	41	50	29	20	SM	A-7-6(4)			3.2			0.6	0.425	61.3	59.2
46	C-033	6+316.89	M-01	64.6	23	40	31	9	SM	A-2-4(0)			2.5			3.36	2.36	62	59.8
47	C-034	6+516.19	M-01	34.4	26	23	NP		GM	A-2-4(0)			4.4			19.05	12.7	64.3	55.3
48	C-035	6+685.14	M-01	92.7	26	41	32	9	SM	A-2-5(0)			10.6			0.85	0.6	68.7	59.4
49	C-035	6+685.14	M-02	92.7	26	46	31	15	SM	A-2-7(1)			6.5			0.6	0.425	65.6	57.5
50	C-036	6+879.54	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	25	13.6	4.9	7.4	2.103	0.18	0.15	60.2	58.2

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUANUCO - CONOCOCHA, SECTOR: HUÁNUCO - LA UNION - HUALLANCA  
 UBICACIÓN : HUALLANCA - HUÁNUCO  
 ID : EETT 1

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51	CA-006	6+995.00	M-01	71.2	19	20	19	2	SM	A-1-b(0)			1.4			2	1.18	62.3	56.3
52	C-037	7+109.00	M-01	78.5	34	45	34	11	SM	A-2-7(0)			6.1			1.18	0.85	64.2	57.6
53	C-037	7+109.00	M-02	74.4	22	41	27	14	SM	A-2-7(0)			3.8			2	1.18	63.3	56.7
54	C-038	7+303.07	M-01	64.5	18	24	20	4	GM	A-2-4(0)			3.8			3.36	2.36	61.5	58.5
55	C-039	7+497.90	M-01	86.8	28	41	32	9	SM	A-2-5(0)			3.8			0.85	0.6	67.5	59.4
56	CA-007	7+610.00	M-01	65.6	21	33	25	8	SM	A-2-4(0)			3.5			3.36	2.36	61.4	57.5
57	C-040	7+726.41	M-01	69.1	20	37	31	7	SM	A-2-4(0)			11.2			2.36	2	61.5	57.6
58	C-041	7+893.08	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	39	24.1	3.8	8	2.2072	1.18	0.85	65.2	57.6
59	C-042	8+075.68	M-01	64.9	35	33	17	15	GC	A-2-6(1)			4.3			3.36	2.36	61.9	59.5
60	CA-008	8+195.00	M-01	76.3	20	31	20	11	SC	A-2-6(0)			6.4			2.36	2	64.1	56.9
61	C-043	8+310.79	M-01	77.1	20	38	36	2	SM	A-1-b(0)			2.1			2	1.18	66	59.5
62	C-043	8+310.79	M-02	76.1	36	37	24	13	SC	A-6(1)			1.9			1.18	0.85	60.2	53
63	C-044	8+494.23	M-01	100	76	26	23	3	ML	A-4(1)			7.2			0.075		76.3	
64	C-045	8+691.87	M-01	100	24	40	33	7	SM	A-2-5(0)			6.6			0.6	0.425	65.5	53.5
65	C-046	8+881.86	M-01	72.6	19	35	32	3	SM	A-1-b(0)			4.3			2	1.18	62.2	56.5
66	C-046	8+881.86	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	20.7	15	1.8	6.7	2.15	3.36	2.36	66.1	49.3
67	C-047	9+079.92	M-01	62.3	21	16	NP		SM	A-1-b(0)			5.7			4.75	3.36	62.3	58.6
68	C-048	9+277.72	M-01	69.1	16	17	NP		SM	A-1-b(0)			5.5			2.36	2	60.7	58.3
69	C-048	9+277.72	M-02	71.9	10	18	NP		SW-SM	A-1-b(0)			3.3			3.36	2.36	63.6	56.1
70	C-049	9+472.84	M-01	100	39	16	NP		SM	A-4(0)			6.9			0.425	0.3	60.7	53.7
71	C-049	9+472.84	M-02	100	40	17	NP		SM	A-4(0)			6.3			0.6	0.425	64.1	55.2
72	C-049	9+472.84	M-03	100	32	17	NP		SM	A-2-4(0)			9.7			0.3	0.18	62.1	48.6
73	C-050	9+671.54	M-01	73	39	25	23	2	SM	A-4(0)			13.6			0.425	0.3	60.5	57.3
74	C-050	9+671.54	M-02	73.4	34	17	NP		SM	A-2-4(0)			3.5			0.85	0.6	61.3	57.2
75	CA-009	9+785.00	M-01	95	50	30	18	12	CL	A-6(3)			4			0.425	0.3	61.6	58.7
76	C-051	9+898.61	M-01	61.8	22	24	NP		SM	A-1-b(0)	30.5	20.5	2.1	6.5	2.197	4.75	3.36	61.8	58.8
77	C-052	10+097.57	M-01	48.9	17	23	22	1	GM	A-1-b(0)			3.5			9.525	6.35	60.4	53.6
78	C-052	10+097.57	M-02	100	40	17	NP		SM	A-4(0)			10			0.425	0.3	66.1	59.8
79	C-053	10+296.17	M-01	30	19	22	NP		GM	A-1-b(0)			3.5			19.05	12.7	69.2	55.3
80	C-053	10+296.17	M-02	100	30	17	NP		SM	A-2-4(0)			4.7			0.15	0.075	65.3	29.9
81	C-055	10+693.62	M-01	69.1	12	21	NP		SM	A-1-b(0)			2.4			2.36	2	61.7	59.6
82	C-056	10+893.58	M-01	64.7	20	20	16	4	SM-SC	A-1-b(0)			5.3			3.36	2.36	61.4	58.2
83	CA-010	10+010.00	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	29.9	17.8	2.2	6.6	2.185	0.425	0.3	61.4	58.8
84	C-057	11+129.35	M-01	18	15	32	18	14	GC	A-2-6(0)			6.8			38.1	25.4	89.7	59.3
85	C-058	11+318.45	M-01	35.5	10	25	NP		GP-GM	A-1-a(0)			4.3			19.05	12.7	67.1	55.4
86	C-059	11+479.88	M-01	30	20	16	NP		GM	A-1-b(0)			6.1			38.1	25.4	61.9	51.3
87	C-059	11+479.88	M-02	48.8	4	18	NP		GP	A-1-a(0)			3			12.7	9.525	63.6	59.8
88	C-060	11+661.06	M-01	59.6	40	19	NP		GM	A-4(0)			8.5			6.35	4.75	63.1	59.6
89	C-061	11+857.49	M-01	70.4	40	32	19	14	SC	A-6(2)			16.8			0.85	0.6	61.8	58.8
90	C-061	11+857.49	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	15.7	8.3	8.5	10.9	1.909	0.15	0.075	67.6	54.6
91	C-062	12+039.06	M-01	100	36	26	14	12	SC	A-6(0)			13.2			0.6	0.425	64.8	58.6
92	CA-011	12+140.00	M-01	75.9	27	18	17	1	SM	A-2-4(0)			6.8			1.18	0.85	60.8	56.2
93	C-063	12+272.40	M-02	50.1	20	25	18	7	GC	A-2-4(0)			7.8			9.525	6.35	63.6	55.8
94	C-064	12+472.28	M-01	49.9	33	23	17	6	GM-GC	A-2-4(0)			3.7			9.525	6.35	61.5	53.8
95	C-064	12+472.28	M-02	76.3	26	20	15	5	SM-SC	A-2-4(0)			6.7			1.18	0.85	62.3	56.6
96	C-065	12+672.18	M-01	87.5	40	28	17	11	SC	A-6(1)			6.1			0.425	0.3	62.5	57.4
97	C-065	12+672.18	M-02	90.9	41	31	18	13	SC	A-6(2)			8.2			0.425	0.3	63.5	58.3
98	C-066	12+871.80	M-01	48.1	12	20	NP		GM	A-1-a(0)			3.3			9.525	6.35	61.5	53.7
99	C-066	12+871.80	M-02	70.5	46	14	12	2	GM	A-4(0)	17.3	13.1	6.7	9.3	2.019	1.18	0.85	60.6	58.2
100	C-067	13+069.1	M-01	67.7	31	28	22	6	SM-SC	A-2-4(0)			7.5			3.36	2.36	63.2	59.4

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 4: MUESTRA DE DATOS EET2

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PATAHUASI-YAURI-SICUANI TRAMO-NEGROMAYO-YAURI-SAN GENARO  
 UBICACIÓN : CUSCO, AREQUIPA  
 ID : EETT 2

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MACA N°4 (%)	MACA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-37	68+470	M-1	36.1	11	40	29	11	GP-GM	A-2-6(0)			5.6			19.05	9.525	66.3	51.1
2			M-2	80.5	49	59	31	28	SM	A-7-6(10)			56.5			0.425	0.075	65.8	49.1
3	C-38	68+700	M-1	75.2	39	46	32	13	SM	A-7-5(2)			9.4			2	0.425	66.5	54.2
4			M-2	74	49	33	24	8	GM	A-4(3)			12.3			2	0.425	67	58.7
5			M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	8.5	5.8	14.0	16	1.6	0.045	0.075	77.1	59.9
6	C-39	68+990	M-1	63.3	7	35	23	12	SW-SC	A-2-6(0)			7.4			4.75	2	63.6	47.7
7			M-2	62.5	32	35	26	9	GM	A-2-4(0)			16.6			4.75	2	62.5	55.4
8			M-3	87.2	59	52	29	24	CH	A-7-5(12)			38.4			0.425	0.075	77.2	59.3
9	C-40	69+250	M-1	37.3	17	39	26	12	GM	A-2-7(0)			7.3			19.05	9.525	70.8	53
10			M-2	86.7	48	44	30	14	SM	A-7-5(8)			35.8			0.425	0.075	65.1	47.9
11	C-41	69+500	M-1	57.1	30	34	23	11	GC	A-2-6(0)			9.1			9.525	4.75	67.8	57.1
12			M-2	78.5	48	51	28	23	SC	A-7-5(4)			44.4			2	0.425	69	56.7
13	C-42	69+760	M-1	57.4	30	35	24	11	GM	A-2-6(0)			6.2			9.525	4.75	69.2	57.4
14			M-2	75.2	46	51	27	24	SC	A-7-5(8)			49.6			2	0.425	65.8	55.7
15	C-43	70+040	M-1	59.5	25	41	27	14	GM	A-2-7(0)			5.8			9.525	4.75	70.5	59.5
16			M-2	76.7	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	25.6	18.7	31.2	14.3	1.963	2	0.425	69.9	59.6
17	C-44	70+290	M-1	43.5	16	39	24	15	GC	A-2-6(0)			6.4			19.05	9.525	68.9	56.4
18			M-2	81.9	42	58	37	21	SM	A-7-6(5)			32.2			2	0.425	71	58.8
19	C-45	70+550	M-1	63.4	36	38	26	12	GM	A-6(0)			6.7			4.75	2	63.4	56.8
20			M-2	71.5	46	43	32	10	GM	A-7-6(3)			11.8			2	0.425	63	51.2
21			M-3	79.6	38	42	24	18	SC	A-7-5(2)			27.5			2	0.425	70.8	55.9
22	C-46	70+800	M-1	62.6	28	41	27	13	GM	A-2-7(0)			13.4			4.75	2	62.6	54
23			M-2	69.3	19	53	30	23	SM	A-2-7(1)			25.5			4.75	2	69.3	55.9
24			M-3	80.5	42	41	24	16	SC	A-7-5(3)			34.4			2	0.425	72.8	56.2
25	C-47	71+060	M-1	62.4	26	41	28	13	GM	A-2-7(0)			14.5			4.75	2	62.4	54
26			M-2	63.2	19	52	37	15	SM	A-2-7(0)			39.5			4.75	2	63.2	51.8
27	C-48	71+310	M-1	58.5	21	40	26	13	GM	A-2-6(0)			7.4			9.525	4.75	75	58.5
28			M-2	56.1	28	35	16	19	GC	A-2-6(1)			17.2			9.525	2	66.4	56.1
29			M-3	88.3	55	43	22	21	CL	A-7-5(11)			42.4			0.425	0.075	69.7	54.6
30	C-49	71+560	M-1	58.3	25	40	29	11	GM	A-2-6(0)			8.7			9.525	4.75	70.4	58.3
31			M-2	65.1	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	54	50.5	33.3	12.9	2	4.75	2	65.1	57
32	C-50	71+830	M-1	53.3	26	41	27	14	GM	A-2-7(0)			7.3			9.525	2	65.5	53.3
33			M-2	70.8	48	53	27	26	GC	A-7-5(9)			35.4			2	0.425	64.4	55.2
34	C-51	72+083	M-1	51.6	24	39	24	15	GC	A-2-6(0)			15.4			9.525	4.75	62.1	51.6
35			M-2	83	40	44	28	17	SM	A-7-5(3)			48.8			2	0.425	71.6	53.9
36	C-52	72+330	M-1	56.7	27	40	25	16	GC	A-2-6(0)			8.4			9.525	4.75	67	56.7
37			M-2	80.4	50	69	31	38	SC	A-7-6(11)			32.6			0.425	0.075	60.8	49.7
38	C-53	72+585	M-1	53.1	26	40	26	14	GM	A-2-5(0)			15.7			9.525	4.75	64	53.1
39			M-2	87.1	44	45	28	17	SM	A-7-5(4)			38.7			0.425	0.075	60.7	43.6
40	C-54	72+845	M-1	60.8	29	40	25	14	GM	A-2-6(0)			7.2			4.75	2	60.8	53.5
41			M-2	57.4	33	42	25	17	GC	A-2-7(1)			28.6			9.525	4.75	69.1	57.4
42	C-55	73+093	M-1	59.9	29	40	27	13	GM	A-2-6(0)			6.2			9.525	4.75	71.5	59.9
43			M-2	68.9	46	64	39	25	GM	A-7-6(8)			23.2			2	0.425	62.9	54.8
44			M-3	84.5	48	39	26	12	SM	A-6-3	31.3	25.9	37.2	16.7	1.76	0.425	0.075	63.7	47.7
45	C-56	73+343	M-1	60.2	27	39	26	14	GM	A-2-6(0)			6.7			4.75	2	60.2	53
46			M-2	84.5	41	40	24	16	SC	A-6(3)			31.2			2	0.425	75.8	57
47	C-57	73+600	M-1	58.4	27	39	25	14	GM	A-2-6(0)			9.4			9.525	4.75	71.6	58.4
48			M-2	83	34	39	26	13	SM	A-2-6(1)			18.2			2	0.425	71.7	53.2
49			M-3	88.3	39	49	23	25	SC	A-7-5(4)			20.6			2	0.425	78.5	58.9
50	C-58	73+870	M-1	58.5	15	24	21	3	SM	A-1-a(0)			8.4			9.525	4.75	69.8	58.5

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PATAHUASI-YAURI-SICUANI TRAMO-NEGROMAYO-YAURI-SAN GENARO  
 UBICACIÓN :CUSCO, AREQUIPA  
 ID : EETT 2

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51			M-2	86.9	38	31	21	10	SC	A-4(0)	23.5	16.8	13.4	12.5	1.94	0.425	0.075	64.4	37.7
52	C-59	74+090	M-1	29.5	10	34	28	6	GP-GM	A-1-a(0)			11.2			19.05	9.525	64.1	42.8
53	C-60	74+373	M-1	58.5	28	43	29	14	GM	A-2-7(0)			8.7			9.525	4.75	68.9	58.5
54			M-2	68.6	40	57	35	22	GM	A-7-6(5)			22.6			2	0.425	61	50.9
55	C-61	74+620	M-1	63.9	15	24	19	5	SC-SM	A-1-b(0)			10.5			4.75	2	63.9	50.7
56			M-2	37	12	35	22	13	GC	A-2-6(0)			9.5			19.05	9.525	67.6	56.9
57			M-3	75.1	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	19.9	14.9	32.7	21.6	1.8	0.425	0.075	67.3	45.5
58	C-62	74+870	M-1	57.5	27	41	26	14	GM	A-2-7(0)			7.6			9.525	4.75	67.9	57.5
59			M-2	78.1	38	51	38	14	SM	A-7-6(2)			20.2			2	0.425	68.5	52.1
60	C-63	75+120	M-1	65.1	20	26	21	5	SC-SM	A-1-b(0)			11.2			4.75	2	65.1	54.5
61			M-2	48.2	21	37	23	14	GC	A-2-6(0)			16.5			9.525	4.75	63.2	48.2
62			M-3	61.8	30	52	34	19	GM	A-2-7(3)			18.7			4.75	2	61.8	53.3
63	C-64	75+320	M-1	81	30	38	26	11	SM	A-2-6(0)			17.6			2	0.425	68.1	48.4
64	C-65	75+580	M-1	56.2	28	39	29	10	GM	A-2-4(0)			14.7			9.525	4.75	67.3	56.2
65			M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	46.9	35.2	27.6	8	2.11	9.525	4.75	61.2	49.3
66	C-66	75+810	M-1	53.7	25	40	29	10	GM	A-2-4(0)			14.2			9.525	4.75	66.2	53.7
67			M-2	31.6	18	33	19	14	GC	A-2-6(0)			23.2			19.05	9.525	63.2	49
68	C-67	76+060	M-1	64	38	43	29	13	GM	A-7-5(1)			14.6			4.75	2	64	57
69			M-2	73	42	56	33	24	SM	A-7-6(6)			30.6			2	0.425	60	58.1
70	C-68	76+360	M-1	52.4	18	40	31	9	GM	A-2-4(0)			8.6			9.525	4.75	65.8	52.4
71			M-2	49.8	31	46	38	7	GM	A-2-4(0)	38.4	30.5	16.7	12.5	2.075	9.525	4.75	61.7	49.8
72	C-69	76+650	M-1	59.7	21	33	25	9	GM	A-2-4(0)			5.7			9.525	4.75	71.3	59.7
73			M-2	21.2	5	26	22	4	GM	A-2-4(0)			10.2			50.8	19.05	91.1	58.4
74	C-70	76+930	M-1	54.1	13	26	21	5	GC-GM	A-1-a(0)			9.5			9.525	4.75	66.1	54.1
75			M-2	58.2	30	41	25	16	GC	A-2-7(1)			20.4			9.525	4.75	71.9	58.2
76	C-71	77+180	M-1	62.9	34	44	36	9	GM	A-2-5(0)			6.4			4.75	2	62.9	54.5
77			M-2	72.5	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	25.6	19	26.4	12.5	1.903	2	0.425	62.5	49.3
78	C-72	77+430	M-1	58.1	30	39	25	15	GC	A-2-6(0)			7.3			9.525	4.75	69.9	58.1
79			M-2	78.2	32	40	26	14	SM	A-2-6(1)			16.3			4.75	2	78.2	58.5
80	C-73	77+760	M-1	52.5	18	38	24	14	GC	A-2-6(0)			5.5			9.525	4.75	64.6	52.5
81			M-2	26.3	12	35	26	8	GP-GM	A-2-4(0)			12.8			50.8	19.05	72.2	50.5
82	C-74	78+020	M-1	49	25	45	31	14	GM	A-2-7(0)			9.9			9.525	4.75	60.2	49
83			M-2	29.6	15	44	35	9	GM	A-2-5(0)			31.3			19.05	9.525	65.3	55.4
84	C-75	78+340	M-1	48.6	15	37	28	8	GM	A-2-4(0)			7.4			9.525	4.75	60.2	48.6
85	C-76	78+560	M-1	48	30	46	35	11	GM	A-2-7(0)			6.7			9.525	4.75	65	48
86			M-2	81.9	48	39	29	9	SM	A-4(3)			8.5			0.425	0.075	61.4	48.4
87	C-77	78+825	M-1	53.1	13	26	20	5	GC-GM	A-1-a(0)			7.4			9.525	4.75	66.6	53.1
88			M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	27.3	17.1	12.7	11.9	1.842	0.425	0.075	72.7	36.4
89	C-78	79+130	M-1	54.8	20	39	25	13	GM	A-2-6(0)			5.5			9.525	4.75	68.4	54.8
90			M-2	69.5	39	56	37	18	SM	A-7-6(3)			26.1			2	0.425	61.8	51.4
91	C-79	79+420	M-1	26.8	14	39	25	14	GM	A-2-6(0)			8.6			50.8	19.05	73	51.5
92	C-80	79+760	M-1	32.5	13	40	27	13	GM	A-2-6(0)			16.6			19.05	9.525	64.2	45.7
93	C-81	80+010	M-1	59.2	14	24	21	3	SM	A-1-a(0)			11.3			9.525	4.75	71.8	59.2
94			M-2	63.4	46	31	25	5	GM	A-4(2)			37.8			4.75	2	63.4	58.6
95	C-82	80+256	M-1	46.8	28	37	27	9	GM	A-2-4(0)			5.7			9.525	4.75	66.5	46.8
96			M-2	79.5	41	38	33	5	SM	A-4(1)			28.2			2	0.425	73.9	59.6
97	C-83	80+560	M-1	56.7	14	28	23	5	GM	A-1-a(0)			7.6			9.525	4.75	65.7	56.7
98			M-2	89	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	21.3	14.3	43.3	16.3	1.706	2	0.425	76.6	57.3
99	C-84	80+815	M-1	32.1	8	29	20	9	GP-GC	A-2-4(0)			8.3			19.05	9.525	64.3	44
100			M-2	86.8	37	39	27	12	SM	A-6(1)			20.5			2	0.425	75	55.4

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 5: MUESTRA DE DATOS EET3

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHAMAYA-JAEN-SAN IGNACIO-RIO CANCHIS

UBICACIÓN : CAJAMARCA

ID : EETT 3

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-1	0+000	M-1	38.1	12	27	17	10	GC	A-2-6(0)			5.4			25.4	19.05	67	58.2
2		0+000	M-2	58.4	25	26	NP		GM	A-1b(0)			7.9			9.525	4.75	63	58.7
3	C-2	0+250	M-1	34.7	6	23	NP		GP-GM	A-1a(0)			3.6			25.4	19.05	67.1	58.3
4		0+250	M-2	67	23	28	16	12	SC	A-2-6(0)			5.7			4.75	2	67	56
5		0+250	M-3	94.7	47	26	16	10	SC	A-4(2)			12.4			0.25	0.15	65.6	55.5
6	C-3	0+500	M-1	37.7	6	27	NP		GP-GM	A-1a(0)			5.5			19.05	9.525	60.2	48.5
7		0+500	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	25.6	20.3	7.8	8.6	2.071	0.85	0.425	65.6	55.6
8	C-4	0+750	M-1	61.4	24	29	17	13	GC	A-2-6(0)			9.9			4.75	2	61.4	55.5
9		0+750	M-2	39.3	6	25	NP		GP-GM	A-1a(0)			5.4			19.05	9.525	64	51.7
10	C-5	1+000	M-1	42.1	6	23	NP		GP-GM	A-1a(0)			5.6			19.05	9.525	64.4	52.6
11		1+000	M-2	50.3	9	21	NP		GP-GM	A-1a(0)			2.8			9.525	4.75	60.5	50.3
12	C-6	1+250	M-1	50.3	9	36	NP		GP-GM	A-1a(0)			3.4			9.525	4.75	60.5	50.3
13		1+250	M-2	99.3	84	58	23	35	CH	A-7-6(31)			17.1			0.075		84.3	
14		1+250	M-3	66.3	39	31	15	16	GC	A-6(2)			4.8			4.75	2	66.3	53.2
15	C-7	1+500	M-1	44	12	29	NP		GM	A-1a(0)			7.0			19.05	9.525	63.9	53.8
16		1+500	M-2	37.5	4	22	NP		GP	A-1a(0)			4.6			19.05	9.525	63.3	49.9
17	C-8	1+750	M-1	45	11	24	16	8	GP-Ge	A-2-4(0)			5.7			19.05	9.525	68.2	55.4
18		1+750	M-2	45.4	15	28	19	9	GC	A-2-4(0)			5.8			19.05	9.525	63.5	54.1
19		1+750	M-3	77.8	44	39	19	20	SC	A-6(4)	13.1	8.3	6.7	13.3	1.931	0.85	0.425	64.8	57.4
20	C-9	2+000	M-1	63.9	35	43	19	24	GC	A-2-7(4)			13.8			4.75	2	63.9	55.7
21		2+000	M-2	90.2	65	46	18	28	CI	A-7-6(15)			13.0			0.075		65.4	
22	C-10	2+250	M-1	42.4	5	31	NP		GP	A-1a(0)			5.6			19.05	9.525	66.5	53.4
23	C-11	2+500	M-1	98.9	66	47	20	28	CL	A-7-6(16)			26.0			0.075		66	
24		2+500	M-2	51.3	26	39	16	23	GC	A-2-6(0)			7.0			9.525	4.75	61.6	51.3
25	C-12	2+750	M-1	54.3	27	32	17	15	GC	A-2-6(0)			5.5			9.525	4.75	60.1	54.3
26	C-13	3+000	M-1	31.7	9	30	NP		GP-GM	A-1a(0)			4			38.1	25.4	61.5	52.5
27	C-14	3+250	M-1	32.9	10	29	NP		GP-GM	A-1a(0)			6.1			38.1	25.4	67.5	56
28	C-15	3+500	M-1	35	13	36	20	16	GC	A-2-6(0)			4.5			25.4	19.05	66	58.9
29	C-16	3+750	M-1	27.6	6	25	NP		GP-GM	A-1a(0)			10.6			38.1	25.4	66.7	55.3
30	C-17	4+000	M-1	30.5	9	24	NP		GP-GM	A-1a(0)	44	23.5	5.7	5	2.12	25.4	19.05	60.9	52.9
31	C-18	4+250	M-1	46.9	15	25	NP		GM	A-1b(0)			6.0			19.05	9.525	70.2	57
32	C-19	4+500	M-1	50.8	12	24	NP		GP-GM	A-1a(0)			5.4			9.525	4.75	62.8	50.8
33		4+500	M-2	33.4	17	27	20	6	GC-GM	A-2(0)			8.8			38.1	25.4	70	59.7
34	C-20	4+750	M-1	36.6	28	34	18	16	GC	A-2-6(0)			5.5			19.05	9.525	68.7	56.5
35	C-21	5+000	M-1	50.2	17	30	15	15	GC	A-2-6(0)			9.2			9.525	4.75	61.8	50.2
36		5+000	M-2	23	3	24	NP		GP	A-1a(0)			3.4			25.4	19.05	73.2	59.7
37	C-22	5+250	M-1	45.8	10	29	NP		GP-GM	A-1a(0)			4.9			19.05	9.525	73.7	56.8
38		5+250	M-2	37.5	2	29	NP		GP	A-1a(0)			4.7			38.1	25.4	67.9	56.9
39		5+250	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	27.1	20.6	12.1	8.4	2.157	19.05	9.525	66	58.6
40	C-23	5+500	M-1	28.1	2	31	NP		GP	A-1a(0)			5.1			38.1	25.4	72.7	55.3
41		5+500	M-2	77.6	56	32	17	15	CL	A-6(5)			7.1			0.425	0.25	61.2	59.4
42		5+500	M-3	96.7	27	30	NP		SM	A-2-4(0)			4.3			0.425	0.25	66.3	46.7
43	C-24	5+750	M-1	45.5	20	26	19	7	GC-GM	A-2-4(0)			4.1			9.525	4.75	62.7	45.5
44		5+750	M-2	36.2	12	26	NP		GM	A-1a(0)			5.7			25.4	19.05	65.3	58.6
45	C-25	6+000	M-1	36.5	23	29	20	9	GC	A-2-4(0)			5.2			25.4	19.05	62.5	58.4
46	C-26	6+250	M-1	36	23	29	19	9	GC	A-2-4(0)			4.3			25.4	19.05	62.1	58
47	C-27	6+500	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	36	26	4.1	7.3	2.23	19.05	9.525	69	52.5
48	C-28	6+750	M-1	44.5	4	24	NP		GP	A-1a(0)			6			19.05	9.525	65.2	54
49	C-29	7+000	M-1	41	18	29	22	7	GC	A-2-4(0)			7.5			19.05	9.525	69.4	55.4
50	C-30	7+250	M-1	32.1	14	27	NP		GM	A-1a(0)			8.2			19.05	9.525	60.1	45.2

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHAMAYA-JAEN-SAN IGNACIO-RIO CANCHIS  
 UBICACIÓN : CAJAMARCA  
 ID : EETT 3

#	Nº CALICATA	PROGRESIVA	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51		7+250	M-2	80.2	52	31	15	16	CL	A-6(5)			8.7			0.85	0.425	64.6	59.1
52	C-31	7+500	M-1	39.1	16	25	NP		GM	A-1b(0)			6.2			19.05	9.525	78.2	57.1
53	C-32	7+750	M-1	52.2	35	29	15	14	GC	A-2-6(1)			5			9.525	4.75	64.9	52.2
54	C-33	8+000	M-1	76.7	48	38	15	23	SC	A-6(6)			6.3			0.85	0.425	62.2	51.8
55	C-34	8+250	M-1	64.4	29	29	17	13	GC	A-2-6(0)			5.7			4.75	2	64.4	48.7
56		8+250	M-2	85.9	24	28	NP		SM	A-1b(0)			6.5			0.85	0.425	71.6	49.6
57		8+250	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	9.9	6.3	5	15.6	1.81	2	0.85	64.5	59.6
58	C-35	8+500	M-1	39	20	33	NP		GM	A-1b(0)			7.8			19.05	9.525	63.2	52.3
59	C-36	8+750	M-1	44.9	11	28	NP		GP-GM	A-1a(0)			8.9			19.05	9.525	75.5	58.3
60		8+750	M-2	49.1	23	28	NP		GM	A-1b(0)			5.2			9.525	4.75	63.1	49.1
61	C-37	9+000	M-1	44.9	11	38	NP		GP-GM	A-1a(0)			4.5			19.05	9.525	75.5	58.3
62		9+000	M-2	100	55	26	NP		ML	A-4(0)			4.5			0.15	0.075	76.3	55.1
63		9+000	M-3	66.1	1	25	NP		SP	A-1b(0)			4.2			4.75	2	66.1	55.8
64	C-38	9+250	M-1	64.8	30	34	19	15	GC	A-2-4(0)			5.7			4.75	2	64.8	58.9
65	C-39	9+500	M-1	50.2	23	28	22	7	GC-GM	A-2-4(0)			6.1			9.525	4.75	67.1	50.2
66		9+500	M-2	70.7	33	34	21	12	SC	A-2-6(0)			9.1			0.85	0.425	60	50.6
67	C-40	9+750	M-1	45.3	12	25	NP		GP-GM	A-1a(0)			6.9			19.05	9.525	61.2	53.1
68		9+750	M-2	38.6	15	27	NP		GM	A-1a(0)			4			19.05	9.525	66.3	51.8
69		9+750	M-3	64.9	34	33	19	14	GC	A-2-0(0)			6.4			4.75	2	64.9	50.8
70	C-41	10+000	M-1	93.7	78	33	18	16	CL	A-6-1(0)			6.4			0.075		77.8	
71		10+000	M-2	83.4	66	36	19	17	CL	A-6(9)			10			0.075		66.3	
72	C-42	10+250	M-1	51.1	26	28	NP		GC-GM	A-2-4(0)			5.2			9.525	4.75	67.2	51.1
73		10+250	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	8.5	5.6	7.5	15.8	1.8	0.85	0.425	61.4	55.2
74	C-43	10+500	M-1	11	2	24	NP		GP	A-1a(0)			3.5			38.1	25.4	77	44
75	C-44	10+750	M-1	54.6	32	22	16	7	GC-GM	A-2-4(0)			5.2			9.525	4.75	67	54.6
76	C-45	11+000	M-1	75.7	30	26	16	9	SC	A-2-4(0)			6.4			0.85	0.425	61.2	46.5
77		11+000	M-2	32.3	4	27	NP		GP	A-1a(0)			3.3			19.05	9.525	75.3	53.6
78	C-46	11+250	M-1	51.5	25	25	NP		GM	A-1b(0)	40.5	27.6	5.4	6.9	2.201	9.525	4.75	68.6	51.5
79	C-47	11+500	M-1	59.1	39	23	15	9	GC	A-4(0)			6.4			9.525	4.75	78	59.1
80		11+500	M-2	71	38	23	16	7	SC	A-4(0)			6.7			2	0.85	61.5	57.5
81		11+500	M-3	50.5	23	23	16	7	GC-GM	A-2-4(0)			7.3			9.525	4.75	62.4	50.5
82	C-48	11+750	M-1	59.1	39	27	NP		GC	A-4(0)			10.7			9.525	4.75	78	59.1
83	C-49	12+000	M-1	41.9	19	24	NP		GM	A-1b(0)			6.5			19.05	9.525	69.5	57.7
84	C-50	12+250	M-1	64.3	30	23	17	6	GC-GM	A-2-4(0)			5.2			4.75	2	64.3	58.9
85	C-51	12+500	M-1	55.6	15	23	NP		GM	A-1b(0)			7.1			9.525	4.75	65.2	55.6
86	C-52	12+750	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	31	18	6.9	8.3	2.14	19.05	9.525	61.8	54.7
87	C-53	13+000	M-1	56	27	32	18	14	GC	A-2-6(0)			6.5			9.525	4.75	62.4	56
88	C-54	13+250	M-1	49	18	30	18	12	GC	A-2-6(0)			6.3			19.05	9.525	70.2	57.1
89	C-55	13+000	M-1	31.9	11	36	17	20	GP-GC	A-2-6(0)			10			25.4	19.05	64.1	52.4
90		13+500	M-2	50.1	20	26	19	7	GC	A-2-4(0)			5.3			9.525	4.75	69.9	50.1
91	C-56	13+750	M-1	58.4	18	24	17	7	GC-GM	A-2-4(0)			7.1			9.525	4.75	65.6	58.4
92	C-57	13+000	M-1	60.9	26	34	20	14	GC	A-2-6(0)			7.3			4.75	2	60.9	56.3
93	C-58	14+250	M-1	45.6	9	25	NP		GP-GM	A-1a(0)			4.4			19.05	9.525	71.6	57.3
94		14+250	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	45.4	30	6	8.8	2.15	4.75	2	60.4	52.1
95	C-59	14+500	M-1	49	12	23	NP		GP-GM	A-1a(0)			6.2			9.525	4.75	63.6	49
96	C-60	14+750	M-1	37.7	8	24	NP		GP-GM	A-1a(0)			4.8			19.05	9.525	66.4	52.2
97	C-61	15+000	M-1	98	83	63	34	30	MH	A-7-5(29)			20.1			0.075		83.2	
98	C-62	15+250	M-1	29.9	22	28	19	9	GC	A-2-4(0)			4.4			19.05	9.525	78.6	49
99	C-63	15+500	M-1	54.6	11	21	NP		GP-GM	A-1a(0)			3.1			9.525	4.75	62.7	54.6
100		15+500	M-2	18.4	4	21	NP		GP	A-1a(0)			4.1			25.4	19.05	66.9	53.7

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 6: MUESTRA DE DATOS EET4

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUAURA SAYAN PUENTE TINGO

UBICACIÓN : LIMA

ID : EETT 4

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C29-T1	01+200	M-01	59.5	10	NP	NP		SP-SM	A-1-b(0)	106	54.1	2.1	6.7	2.202	9.525	4.75	69.2	59.5
2			M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	47.7	23.6	2.0	8.4	1.929	0.425	0.15	77.1	53
3			M-03	97	72	26	16	10	CL	A-4(7)			3.5			0.075		71.9	
4	C01	01+0202	M-01	69.5	27	21	15	6	SM	A-2-4(0)	65	43	1.5	6.5	2.211	4.75	0.425	69.5	51.7
5			M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	7.7	5.3	16.4	14.7	1.848	0.425	0.075	89.2	56.1
6	C02	01+140	M-01	74.5	10	19	NP		GM	A-1-b(0)	66	53	1.6	6.4	2.224	4.75	0.425	74.5	36.7
7			M-02	98.8	64	31	21	10	CL	A-4(4)	13.8	9.9	21.8	16.2	1.865	0.0425		63.8	
8	C03	01+820	M-01	68.6	13	18	NP		SC	A-1-b(0)	78	52	1.7	6.3	2.261	4.75	0.425	68.6	36.6
9			M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	8.9	6.9	23.4	16.1	1.907	0.425	0.075	90.2	58.8
10	C30-T1	03+250	M-01	65.4	11	NP	NP		SP-SM	A-1-a(0)	111	53.6	3.6	6.2	2.276	4.75	2	65.4	46.9
11			M-02	96.2	59	29	20	9	CL	A-4(5)			9.4	13.6	1.928	0.15	0.075	75.7	59
12	C31-T1	03+450	M-01	51.8	17	18	16	2	GM	A-1-b(0)			2.0	6.2	2.276	9.525	4.75	63.5	51.8
13			M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	20.1	11.6	2.7	13.6	1.928	0.075		66.8	
14			M-03	100	23	NP	NP		SM	A-2-4(0)			1.7			0.425	0.15	97	41.1
15			M-04	62.5	23	NP	NP		SM	A-1-b(0)			0.8			4.75	2	62.5	54.1
16	C32-T1	03+800	M-01	50.4	13	NP	NP		GM	A-1-b(0)			4.0	6.2	2.276	9.525	4.75	64.3	50.4
17			M-02	99.2	64	27	18	9	CL	A-4(6)			3.4	13.6	1.928	0.075		63.6	
18	C33-T1	04+250	M-01	52	9	NP	NP		GW-GM	A-1-a(0)			1.9	6.2	2.276	9.525	4.75	67.8	52
19			M-02	98	66	27	17	10	CL	A-4(6)			5.5	13.6	1.928	0.075		65.5	
20	C06	03+380	M-01	58	16	20	NP		GC	A-1-b(0)	77	59	2.0	6.5	2.265	9.525	0.425	70.3	58
21			M-02	97.7	64	30	19	11	CL	A-4(5)	17.9	10.8	13.2	14.2	1.936	0.075		64.1	
22	C34-T1	04+600	M-01	57	10	21	18	3	SP-SM	A-1-a(0)			1.7	6	2.287	9.525	4.75	67.1	57
23			M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	68.6	32.9	3.7	8.7	2.112	9.525	4.75	60.4	57.4
24	C35-T1	05+000	M-01	66.9	7	NP	NP		SP-SM	A-1-b(0)			2.2	6	2.287	4.75	2	66.9	47.8
25			M-02	96.6	65	28	17	11	CL	A-6(6)			3.7	8.3	2.091	0.075		65.4	
26			M-03	57	18	NP	NP		GM	A-1-b(0)			5			9.525	4.75	61.2	57
27	C08	04+060	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	51	43	1.8	6.4	2.264	4.75	0.425	69.5	48.2
28			M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	8.1	6	19.8	15.3	1.882	0.075		74.2	
29	C36-T1	05+650	M-01	59.5	11	NP	NP		SW-SM	A-1-a(0)	114.4	56	1.7	6	2.287	9.525	4.75	76	59.5
30			M-02	63	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	56.2	31.1	6.3	8.3	2.091	2	0.85	60.6	59.3
31	C11	04+662	M-01	64.6	15	19	NP		SC	A-1-b(0)	68	48	1.8	6.3	2.204	4.75	0.425	64.6	37.7
32			M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	8.2	6.5	15.4	16.2	1.984	0.425	0.075	92.1	58.1
33	C37-T1	06+050	M-01	57.1	11	NP	NP		SP-SM	A-1-a(0)			1.4	6	2.287	9.525	4.75	71.1	57.1
34			M-02	100	61	28	18	10	CL	A-4(5)			4.1	11.3	2.07	0.075		60.8	
35	C15	05+380	M-01	62.2	11	19	NP		SW-SC	A-1-a(0)	74	61	1.8	6.5	2.255	4.75	0.425	62.2	27.2
36			M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	9	7.2	10.5	13.3	1.906	0.425	0.075	85.4	56.7
37	C38-T1	06+750	M-01	57.2	8	NP	NP		SW-SM	A-1-a(0)			2.7	6	2.287	9.525	4.75	69.1	57.2
38			M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	42.8	20.5	5.3	11.3	2.07	0.15	0.075	65.7	45.4
39	C39-T1	07+000	M-01	53.3	12	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)			1.7	6	2.287	9.525	4.75	65.6	53.3
40			M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	48.2	27.4	4.2	9	2.044	0.425	0.15	71	57.5
41			M-03	62.2	31	20	15	5	GM-GC	A-2-4(0)			1.4			4.75	2	62.2	59
42	C01-T1	07+050	M-01	44.7	13	18	16	2	GM	A-1-a(0)			2.1	5.6	2.29	19.05	9.525	70.7	55
43			M-02	40.1	9	NP	NP		GP-GM	A-1-b(0)			1.9	9	2.044	38.1	25.4	70.1	55.9
44	C18	06+260	M-01	61.2	12	18	NP		SP-SC	A-1-b(0)	80	55	1.64	6.5	2.279	4.75	0.425	61.2	32.4
45			M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	10.6	8.7	22.7	13.1	2.036	4.75	0.425	64.1	38.2
46	C02-T1	07+550	M-01	48.3	9	NP	NP		GW-GM	A-1-a(0)			3.8	5.6	2.29	9.525	4.75	61.9	48.3
47			M-02	100	41	25	18	7	SM-SC	A-4(1)			0.425	10.3		0.425	0.15	88.1	55.8
48			M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	33.5	16.9	10	11.2	2.017	0.15	0.075	68.2	51.3
49			M-04	84	11	NP	NP		SP-SM	A-2-4(0)			6.8			0.85	0.425	68.7	52.4
50	C19	06+380	M-01	61.4	13	18	NP		SC	A-1-a(0)	83	66	1.89	6.5	2.203	4.75	0.425	61.4	25.3

Fuente: Elaboración Propia.



PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUAURA SAYAN PUENTE TINGO

UBICACIÓN : LIMA

ID : EETT 4

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	% <sub>61</sub>	% <sub>2</sub>
51			M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	12.5	10	19.9	13.6	1.976	0.075		68.8	
52	C113	06+400	M-01	66.6	17	19	NP		SC	A-1-b(0)	69	54	6.4	6.4	2.22	4.75	0.425	66.6	32.6
53			M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	11.1	10	23.4	13.6	1.897	0.425	0.075	84.8	58.7
54	C114	06+420	M-01	62.6	16	18	NP		SC	A-1-b(0)	67	53	1.7	6.5	2.237	4.75	0.425	62.6	31.4
55			M-02	94.8	66	34	20	14	CL	A-6(8)	9.8	7.9	21.7	15.5	1.895	0.075		65.6	
56	C03-T1	07+750	M-01	48	9	NP	NP		GW-GM	A-1-a(0)	112.6	61	3.5	5.6	2.29	9.525	4.75	63.1	48
57			M-02	81.9	55	27	18	9	CL	A-4(4)			12.8	11.2	2.017	0.15		68.7	54.9
58	C20	06+560	M-1	69.5	15	18	NP		SC	A-1-b(0)	75	59	2.72	6.4	2.246	4.75	0.425	69.5	36.7
59			M-2	99.4	69	34	21	13	CL	A-6(7)	15.6	14.4	21.2	15.5	1.848	0.075		68.8	
60	C21	06+660	M-1	62.7	10	17	NP		SW-SC	A-1-a(0)	84	53	2.3	6.6	2.266	4.75	0.425	62.7	28.6
61			M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	13.3	10.9	19	12.7	2.054	0.075		73.3	
62	C22	06+740	M-01	59.3	15	21	20	1	GP-GM	A-1-b(0)	88	72	2.3	6.6	2.284	9.525	4.75	62.2	59.3
63			M-02	96.4	60	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	14.6	10.6	15.9	13.3	1.952	0.075		60.4	
64	C23	06+820	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	92	75	3.31	6.4	2.284	4.75	0.425	63.2	38
65			M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	17.5	15.6	32.9	14.5	1.952	0.075		69.1	
66	C04-T1	08+050	M-01	47.5	15	18	16	2	GM	A-1-b(0)			3.3	5.6	2.29	19.05	9.525	65.5	49
67			M-02	88.3	58	27	18	9	CL	A-4(5)			12.8	9.8	1.993	0.075		57.8	
68	C25	07+040	M-01	66.7	9	17	NP		SP-SC	A-1-b(0)	94	77	2.57	6.5	2.279	4.75	0.425	66.7	30.5
69			M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	20.5	15.9	30.9	12.22	2.011	0.075		76	
70	C26	07+240	M-01	66.3	12	18	NP		SC	A-1-b(0)	72	50	1.83	6.4	2.283	4.75	0.425	66.3	33.9
71			M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	9.8	6.6	28.9	19.5	1.716	0.075		86.3	
72	C115	07+300	M-01	64.3	14	18	NP		SC	A-1-b(0)	70	55	1.4	6.3	2.247	4.75	0.425	64.3	35.8
73			M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	12	10.6	21.6	13.5	1.965	4.75	0.425	69.3	39
74	C05-T1	08+550	M-01	54.7	14	20	17	3	GM	A-1-b(0)			4.4	5.6	2.29	9.525	4.75	69.5	54.7
75			M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	47.6	23.2	11.3	9.8	1.993	0.425	0.15	76.5	59.6
76			M-03	100	44	NP	NP		SM	A-4(2)			17.9			0.425	0.15	92.8	59.5
77	C116	07+400	M-01	64.7	16	19	NP		SC	A-1-b(0)	68	55	1.7	6.4	2.25	4.75	0.425	64.7	36.1
78			M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	10.2	8.3	23.6	16.1	1.874	0.075		61.2	
79	C27	07+460	M-01	66.6	16	19	NP		SC	A-1-b(0)	76	52	2.15	6.5	2.264	4.75	0.425	66.6	32
80			M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	12.8	10.1	40.6	13.1	2.009	0.075		75.9	
81	C06-T1	09+150	M-01	60.4	10	21	18	3	SP-SM	A-1-a(0)			2.8	6.2	2.282	4.75	2	60.4	41.2
82			M-02	35.1	5	22	19	3	GP-GM	A-1-a(0)			4.5	9.8	1.993	19.05	9.525	69.8	50.4
83			M-03	100	85	NP	NP		ML	A-4(8)			10			0.075		85.2	
84	C118	08+000	M-01	58.2	14	19	NP		SC	A-1-b(0)	70	57	1.6	6.2	2.274	9.525	4.75	68.5	58.2
85			M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	12.1	9.3	21.7	13.6	1.924	0.075		60	
86	C29	08+020	M-01	48	25	22	19	3	SC	A-2-4(0)	75	50	1.9		2.302	12.7	9.525	61.6	56.8
87			M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	11.6	9.3	28.4	2.6	2.026	0.075		64.3	
88	C30	08+080	M-01	62.1	16	19	17	2	SM	A-1-b(0)	75	53	1.5		2.274	4.75	0.425	62.1	45.5
89			M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	11.1	8.6	40.3	2.9	1.946	0.075		91.3	
90	C31	08+420	M-01	61.8	24	22	19	3	SM	A-1-b(0)	75	60	1.9		2.296	4.75	0.425	61.8	44
91			M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	14	9.6	39.7	2.8	1.926	0.075		95.9	
92	C32	08+500	M-01	51.8	11	17	NP		GC	A-1-b(0)	77	56	1.94		2.263	9.525	4.75	61.3	51.8
93			M-02	99.6	49	36	22	14	SC	A-6(4)	14.9	10	35.7	2.6	1.744	0.425	0.075	97	48.5
94	C33	08+540	M-01	62.6	12	18	NP		SC	A-1-a(0)	84	58	2.06		2.276	4.75	0.425	62.6	29.9
95			M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	12.9	10	28	2.8	1.954	0.075		61.2	
96	C07-T1	09+750	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	113.9	67.8	3.8	6.2	2.282	9.525	4.75	62.6	45.8
97			M-02	89.1	46	28	18	10	SC	A-4(2)			15.5	14.2	1.794	0.15	0.075	63.6	46.2
98			M-03	100	27	NP	NP		SM	A-2-4(0)			25.9			0.425	0.15	60.9	39.4
99	C34	08+620	M-01	52.8	13	18	NP		GC	A-1-a(0)	79	55	1.76	6.4	2.266	9.525	4.75	63.3	52.8
100			M-02	100	48	34	21	13	SC	A-6(3)	13.7	11.4	32.2	18.1	1.614	0.425	0.075	77.9	48.3

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 7: MUESTRA DE DATOS EET5

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUANCVELICA-LIRCAY, TRAMO KM. 1+550 (AV. LOS CHANCAS)-LIRCAY

**UBICACIÓN :** HUIRONAY - C CERABAMBA - ABRA CUSQUEÑA

**ID :** EETT 5

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-01	1+550	M-1	36.8	11	21	19	2	GP-GM	A-1-a(0)			6.0			19.05	12.7	63.8	53.6
2			M-2	100	66	35	27	8	ML	A-4(7)			17.9			0.075		66.4	
3			M-3	47.9	17	24	NP		GM	A-1-b(0)			13.9			19.05	12.7	62	55.1
4			M-2	61.1	43	39	23	16	GC	A-6(3)			13.6			4.75	2	61.1	56.8
5			M-3	68.5	53	42	24	18	CL	A-7-6(5)			15.2			0.425	0.075	61.4	53.2
6	C-02	1+770	M-1	64.9	45	33	25	8	GM	A-4(2)			12.2			4.75	2	64.9	58.7
7			M-2	61.4	45	35	26	9	GM	A-4(2)			11.8			4.75	2	61.4	57.4
8			M-3	47.3	34	34	29	5	GM	A-2-4(0)			13.6			12.7	9.525	60.6	55.8
9	C-03	1+955	M-1	56.8	16	NP	NP		GM	A-1-b(0)	77.8	50.5	8.8	9.1	2.218	9.525	4.75	75.7	56.8
10			M-2	42.4	34	38	20	18	GC	A-2-6(1)	28.1	23.7	7.7	13.6	1.937	19.05	12.7	69.4	57.5
11	C-04	2+150	M-1	24.7	19	34	27	7	GM	A-2-4(0)			9.0			19.05	12.7	62.8	45.2
12	C-05	2+340	M-1	68.7	27	23	NP		SM	A-2-4(0)			9.5			4.75	2	68.7	59.9
13			M-2	58.6	37	32	20	12	GC	A-6(1)			12.4			9.525	4.75	76.1	58.6
14	C-06	2+520	M-1	40.8	8	22	NP		GP-GM	A-1-a(0)			10.1			12.7	9.525	63.7	55.9
15	C-07	2+710	M-1	50.5	20	25	18	7	GC-GM	A-2-4(0)			8.4			9.525	4.75	63	50.5
16			M-2	30.1	7	22	NP		GP-GM	A-1-a(0)			6.0			19.05	12.7	63.2	49.7
17	C-08	2+940	M-1	46.8	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	57.6	36.6	8.4	11.8	2.136	9.525	4.75	62.5	46.8
18			M-2	64.6	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	52.3	41.6	11.6	12.3	2.071	4.75	2	64.6	54.6
19			M-3	51.7	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	24.2	20.1	10.4	10.7	2.047	9.525	4.75	68	51.7
20	C-09	3+110	M-1	36.1	11	22	19	3	GP-GM	A-1-a(0)			6.6			12.7	51	60.1	51
21	C-10	3+245	M-1	45	20	24	19	5	GC-GM	A-1-b(0)			9.7			12.7	9.525	63.8	57.5
22	C-11	3+455	M-1	100	57	27	21	6	CL-ML	A-4(5)			18.9			0.425	0.075	76.7	57
23	C-12	3+640	M-1	46.6	16	24	21	3	GM	A-1-b(0)			12.9			9.525	4.75	62.4	46.6
24			M-2	39	19	25	22	3	GM	A-1-b(0)			13.6			12.7	9.525	62.3	56.5
25	AD3	3+700	M-1	34.3	32	37	20	17	GC	A-2-6(1)			7.6			19.05	12.7	69.7	55.9
26	C-13	3+835	M-1	48.6	20	22	19	3	GM	A-1-b(0)	59.6	33.8	5	10	2.15	9.525	4.75	63.7	48.6
27			M-2	52.1	27	31	20	11	GC	A-2-6(0)	22.4	18.4	6.3	13.4	2.003	9.525	4.75	65.4	52.1
28	C-14	4+050	M-1	36.5	12	24	22	2	GM	A-1-a(0)			13.0			19.05	12.7	73.8	59.1
29			M-2	56.5	36	38	22	16	GC	A-2-6(2)			14.3			9.525	4.75	77.3	56.5
30			M-3	54.7	36	37	21	16	GC	A-6(2)			16.5			9.525	4.75	84.8	54.7
31			M-4	60.2	37	38	21	17	GC	A-6(2)			16.4			4.75	2	60.2	52.8
32	C-15	4+230	M-1	49.7	16	24	20	4	GC-GM	A-1-a(0)			9.8			9.525	4.75	66.1	49.7
33			M-2	50.2	19	37	25	12	GM	A-2-6(0)			12.5			9.525	4.75	72.1	50.2
34	C-16	4+400	M-1	38	14	26	20	6	GC-GM	A-1-a(0)			5.0			19.05	12.7	67.6	57.3
35	C-17	4+630	M-1	30.9	14	28	22	6	GC-GM	A-1-a(0)			6.2			50.8	19.5	61.1	54
36			M-2	54.1	21	33	25	8	GM	A-2-4(0)			10.1			9.525	4.75	66.9	54.1
37	C-18	4+810	M-1	50.1	14	22	NP		GM	A-1-a(0)	57.4	34.9	7.4	10.5	2.158	9.525	4.75	64.5	50.1
38			M-2	74.5	17	27	23	4	SM	A-1-b(0)	22.3	18.7	14.0	22.7	1.659	4.75	2	74.5	56.7
39	C-19	4+985	M-1	43.1	15	22	18	4	GM	A-1-a(0)			10.0			9.525	4.75	61.8	43.1
40			M-2	65.7	44	38	22	16	GC	A-6(3)			18.3			2	0.425	62.4	56
41	C-20	5+170	M-1	35.8	15	23	NP		GM	A-1-a(0)			7.5			19.05	12.7	64.2	52.1
42			M-2	43.8	18	26	23	3	GM	A-1-b(0)			10.5			19.05	12.7	66.7	56.8
43	C-21	5+370	M-1	37	14	23	21	2	GM	A-1-a(0)			8.8			19.05	12.7	68.2	55
44			M-2	70	24	21	NP		SM	A-1-b(0)			13.2			2	0.425	62.1	43
45			M-3	54.1	22	30	22	8	GC	A-2-4(0)			17			9.525	4.75	66.8	54.1
46	C-22	5+585	M-1	50.9	20	20	NP		GM	A-1-b(0)			12.3			9.525	4.75	63.2	50.9
47			M-2	63	18	22	NP		SM	A-1-b(0)			13.7			4.75	2	63	56
48	C-23	5+785	M-1	38.8	12	21	NP		GM	A-1-a(0)	54.3	40.4	4.6	9.1	2.134	19.05	12.7	64.7	54.4
49			M-2	35.6	13	23	NP		GM	A-1-a(0)	62.4	25.6	6.9	10.2	2.045	19.05	12.7	60.4	49.5
50			M-3	60.3	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	32.9	19.6	14.6	11.9	1.973	4.75	2	60.3	54.9

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUANCABELICA-LIRCAY, TRAMO KM. 1+550 (AV. LOS CHANCAS)-LIRCAY  
 UBICACIÓN : HUIRONAY - CHERABAMBA - ABRA CUSQUEÑA  
 ID : EETT 5

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51	C-24	5+985	M-1	57.7	18	22	NP		GM	A-1-b(0)			10			9.525	4.75	70.5	57.7
52			M-2	60	18	20	NP		SM	A-1-b(0)			13.2			4.75	2	60	51.8
53	C-25	6+190	M-1	62	18	21	NP		SM	A-1-b(0)			12.7			4.75	2	62	53.5
54			M-2	68.4	30	36	32	4	SM	A-2-4(0)			13.3			2	0.425	63.8	50.3
55	C-26	6+360	M-1	62.9	21	21	NP		SM	A-1-b(0)			13.8			4.75	2	62.9	49.9
56			M-2	74.8	24	19	NP		SM	A-1-b(0)			13.2			2	0.425	67.4	48.9
57			M-3	72.3	31	34	22	12	SC	A-2-6(0)			15.5			2	0.425	66.9	52
58			M-4	76.2	20	24	19	5	SC-SM	A-1-b(0)			13.9			2	0.425	71	48.6
59	C-27	6+570	M-1	51.8	19	22		22	GM	A-1-b(0)			13.7			9.525	4.75	67.7	51.8
60			M-2	100	38	28	25	3	SM	A-4(1)			14.5			0.425	0.075	71.5	37.8
61	C-28	6+785	M-1	70.6	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	19.4	12.8	11.7	16.8	1.778	2	0.425	64.3	49.7
62			M-2	100	37	30	22	8	SC	A-4(0)	17.8	11.8	13	25.2	1.546	0.425	0.075	63.8	36.7
63	C-29	6+960	M-1	65.7	21	21		21	SM	A-1-b(0)			12.9			4.75	2	65.7	55
64			M-2	79.2	23	19		19	SM	A-1-b(0)			12.2			2	0.425	71.4	48.3
65	C-30	7+190	M-1	57.2	21	24		24	GM	A-1-b(0)			12.6			9.525	4.75	67.1	57.2
66			M-2	100	49	27	24	3	SM	A-4(3)			17.7			0.425	0.075	75.9	48.7
67			M-3	84.5	52	37		37	ML	A-4(4)			13.5			0.425	0.075	70.9	52.4
68	AD4	7+300	M-1	60	20	27	21	6	SC-SM	A-1-b(0)			11			4.75	2	60	48
69			M-2	68.4	34	36		36	SM	A-2-4(0)			14.1			2	0.425	63.2	51.3
70			M-3	89	43	33	29	4	SM	A-4(2)			16.5			0.425	0.075	66.1	43.2
71	C-31	7+615	M-1	100	64	27	24	3	ML	A-4(6)			15.6			0.075		63.9	
72			M-2	100	64	36	27	9	ML	A-4(5)			14.1			0.075		63.8	
73			M-1	100	55	39	33	6	ML	A-4(4)			12.3			0.425	0.075	79.5	54.5
74	AD5	7+930	M-1	58.2	26	26	22	4	GC-GM	A-1-b(0)			11.8			9.525	4.75	76	58.2
75			M-2	72.1	35	34	27	7	SM	A-2-4(0)			14.9			2	0.425	64.1	49.2
76			M-3	95.4	76	35	29	6	ML	A-4(6)			18.5			0.075		75.8	
77	C-33	8+030	M-1	39	15	26	24	2	GM	A-1-a(0)	41.2	30.5	9.4	9.9	2.003	19.05	12.7	76	58
78			M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	5.2	3.2	10.8	19.1	1.64	0.425	0.075	76.9	50.5
79	C-34	8+230	M-1	52.6	16	24	20	4	GM	A-1-b(0)			9.1			9.525	4.75	67.6	52.6
80			M-2	64.3	27	39	31	8	SM	A-2-4(0)			16.5			4.75	2	64.3	55.8
81	AD6	8+300	M-1	42.7	14	24	22	2	GM	A-1-a(0)			7			12.7	9.525	64.1	58.1
82	C-35		M-1	84.6	64	36	NP		ML	A-4(6)			16			0.075		64.4	
83			M-1	100	82	37	31	6	ML	A-4(8)			12.3			0.075		82.2	
84	C-37	8+850	M-1	100	65	39	32	7	ML	A-4(6)			13.2			0.075		64.9	
85			M-1	76.2	40	28	26	2	SM	A-4(1)	23.5	15.1	17.4	22.1	1.613	2	0.425	67.7	54.9
86	C-39	9+250	M-1	48.2	23	21	18	3	GM	A-1-b(0)			13.6			19.05	12.7	67.9	59.1
87			M-2	25.4	8	26	19	7	GP-GC	A-2-4(0)			13.5			38.1	25.4	77.6	55.8
88	C-40	9+450	M-1	49.3	19	26	21	5	GC-GM	A-1-b(0)			12.6			9.525	4.75	62.6	49.3
89			M-2	100	64	39	29	10	ML	A-4(6)			13.6			0.075		63.9	
90	C-41		M-1	86.8	52	48	NP		ML	A-5(4)			14.6			0.425	0.075	62	51.5
91			M-2	89.3	55	37	31	6	ML	A-4(5)			11.6			0.425	0.075	76.4	55.2
92	AD7	9+730	M-1	46.4	16	17	NP		GM	A-1-b(0)			6.6			12.7	9.525	64.4	59.3
93	C-42	9+850	M-1	57.2	20	26	NP		GM	A-1-b(0)			10.5			9.525	4.75	65.9	57.2
94			M-1	28.5	8	40	NP		GP-GM	A-1-a(0)			13.2			38.1	25.4	71.4	59.2
95	C-43	10+055	M-1	33.2	13	20	NP		GM	A-1-a(0)	79.9	44.8	7.2	12.8	2.101	38.1	25.4	65.9	55.1
96			M-2	34.9	10	-	NP		GW-GM	A-1-a(0)	76.6	47.2	4.3	10.1	2.1	38.1	25.4	62	53
97	C-44	10+255	M-1	54.9	19	41	NP		GM	A-1-b(0)			9.6			9.525	4.75	66.7	54.9
98			M-2	100	68	40	NP		ML	A-4(7)			12.2			0.075		68.1	
99			M-3	49.5	19	18	NP		GM	A-1-b(0)			10.3			12.7	9.525	63.1	58.5
100	C-45	10+460	M-1	100	51	27	21	6	CL-ML	A-4(3)			13			0.425	0.075	83.1	50.9

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 8: MUESTRA DE DATOS EET6

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRIGUEZ DE MENDOZA-EMPALME RUTA PE-5N(CALZADA), TRAMO\_SELVA ALEGRE-EMPALME RUTA PE  
**UBICACIÓN :** SAN MARTIN  
**ID :** EETT 6

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-001	0+000	E-01	65.15	27	16	11	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.1			2	1.19	60.03	57.88
2			E-02	73.89	47	20	16	4	SM-SC	A-4(0)			11.5			0.25	0.177	60.49	55.29
3			E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	5.3	2.9	19.6	11.8	1.886	0.075		94.05	
4	C-002	0+250	E-01	65.73	27	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.8			2	1.19	60.67	58.5
5			E-02	100	96	52	27	25	CH	A-7-6(20)			30.2			0.075		96.47	
6			E-03	100	96	48	31	17	ML	A-7-5(20)			35.1			0.075		95.58	
7			E-04	100	98	79	40	39	CH	A-7-5(20)			38.8			0.075		98.18	
8	C-003	0+500	E-01	65.94	27	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.3			2	1.19	60.86	58.66
9			E-02	100	91	31	17	15	CL	A-6(12)			17.4			0.075		90.99	
10			E-03	100	93	42	26	15	CL	A-7-6(18)			27.5			0.075		92.83	
11			E-04	100	92	37	19	19	CL	A-6(17)			19.5			0.075		92.18	
12	C-004	0+750	E-01	64.6	27	16	11	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.1			4.76	2.38	64.6	59.92
13			E-02	100	87	34	19	15	CL	A-6(13)			20.8			0.075		87.36	
14			E-03	100	82	45	22	22	CL	A-7-6(19)			22.2			0.075		81.58	
15	C-005	01+000	E-01	66.1	27	16	11	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.9			2	1.19	61.16	58.93
16			E-02	100	89	37	22	15	CL	A-6(13)			25.4			0.075		88.71	
17			E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7-6(14)	14	8.5	22.2	14.3	1.875	0.075		73.13	
18	C-006	01+250	E-01	65.32	28	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.3			2.38	2	60.96	59.87
19			E-02	100	93	33	19	14	CL	A-6(12)			18.1			0.075		92.56	
20			E-03	100	82	43	22	21	CL	A-7-6(18)			22.0			0.075		82.3	
21			E-04	81.4	36	17	13	4	SM-SC	A-4(0)			6.2			0.297	0.25	62.35	57.31
22	C-007	01+500	E-01	65.03	26	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.5			2.38	2	60.65	59.43
23			E-02	100	75	44	23	22	CL	A-7-6(16)			23.5			0.075		74.51	
24			E-03	100	70	37	19	18	CL	A-6(11)			23.0			0.075		70.16	
25	C-008	01+750	E-01	65.41	26	16	11	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.2			2	1.19	60.13	58.02
26			E-02	100	83	29	18	11	CL	A-6(7)			16.28			0.075		83.12	
27			E-03	100	64	23	18	5	CL-ML	A-4(1)			16.3			0.075		64.14	
28			E-04	100	69	34	18	16	CL	A-6(9)			20.5			0.075		69.22	
29	C-009	02+000	E-01	65.66	28	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.2			2.38	2	61.28	59.24
30			E-02	100	95	40	21	19	CL	A-6(20)			25.5			0.075		94.93	
31			E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	5.1	2.8	30.6	13.8	1.818	0.075		94.35	
32	C-010	02+250	E-01	65.45	27	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.3			2	1.19	60.16	58.06
33			E-02	100	89	25	17	7	CL	A-4(4)			15.8			0.075		89.06	
34			E-03	100	92	58	24	34	CH	A-7-6(20)			31.0			0.075	1.19	92.28	
35	C-011	02+500	E-01	65.63	27	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.4			2	1.19	60.18	58
36			E-02	100	97	62	26	36	CH	A-7-6(20)			30.4			0.075		96.83	
37			E-03	100	84	67	28	40	CH	A-7-6(20)			23.5			0.075		83.84	
38	C-012	02+750	E-01	67.18	28	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.6			2	1.19	61.62	59.27
39			E-02	68.45	30	26	17	9	SC	A-2-4(0)			8.6			1.19	0.848	60.05	58.61
40			E-03	70.43	28	23	17	6	SM-SC	A-2-4(0)			9.1			0.848	0.595	60.73	56.86
41	C-013	03+000	E-01	66.96	27	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.0			2	1.19	61.34	58.81
42			E-02	53.1	25	22	18	4	GM-GC	A-1-b(0)			8.1			12.7	9.525	61.04	58.62
43			E-03	99.53	93	57	25	32	CH	A-7-6(20)			30.4			0.075		92.55	
44	C-014	03+250	E-01	68.36	29	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.01			2	1.19	62	59.48
45			E-02	100	90	35	20	15	CL	A-6(14)			24.48			0.075		90.37	
46			E-03	55.36	36	23	16	7	GC	A-4(0)			7.35			12.7	9.525	60.72	59.12
47			E-04	100	87	25	18	7	CL	A-4(5)			14.94			0.075		87.41	
48	C-015	03+500	E-01	66.37	24	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.18			2.38	2	61.57	59.46
49			E-02	100	79	42	21	21	CL	A-7-6(16)			21.95			0.075		78.57	
50			E-03	100	81	39	20	19	CL	A-6(15)			19.05			0.075		80.59	

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRIGUEZ DE MENDOZA-EMPALME RUTA PE-5N(CALZADA), TRAMO SELVA ALEGRE-EMPALME RUTA PE  
 UBICACIÓN : SAN MARTIN  
 ID : EETT 6

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51	C-016	03+750	E-01	53.62	19	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			6.33			9.525	6.35	60.4	55.9
52			E-02	100	87	45	23	22	CL	A-7-6(20)			21.46			0.075		87.47	
53	C-017	04+000	E-01	58.98	24	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.83			6.35	4.76	61.89	58.98
54			E-02	72.29	49	20	16	4	GM-SC	A-4(0)			11.48			0.297	0.25	61.07	59.75
55			E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	9.5	5.8	17.74	11.8	1.888	0.075		81.4	
56	C-018	04+250	E-01	62.97	23	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.51			4.76	2.38	62.97	58.57
57			E-02	100	92	56	26	30	CH	A-7-6(20)			31			0.075		91.78	
58			E-03	100	99	84	43	42	CH	A-7-5(20)			44.93			0.075		98.59	
59	C-019	04+500	E-01	65.24	26	16	11	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.94			2.38	2	60.39	59.6
60			E-02	100	92	66	36	30	CH	A-7-5(20)			44.93			0.075		92.3	
61	C-020	04+750	E-01	65.51	24	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			10.05			2.38	2	60.08	59.12
62			E-02	89.46	58	22	16	6	CL-ML	A-4(1)			9.95			0.15	0.075	64	57.54
63			E-03	100	98	82	33	49	CH	A-7-5(20)			38.89			0.075		98	
64	C-021	05+000	E-01	64.29	25	15	10	4	CM-SC	A-2-4(0)			8.61			2.38	2	60.01	59.17
65			E-02	56.61	33	20	15	5	GM-SC	A-2-4(0)			9.11			9.525	6.35	60.36	57.89
66			E-03	100	95	51	21	30	CH	A-7-6(20)			25.52			0.075		95.4	
67	C-022	05+250	E-01	65.68	26	15	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.63			2	1.19	60.48	57.61
68			E-02	100	98	83	36	47	CH	A-7-5(20)			14.07			0.075		97.7	
69			E-03	100	99	93	36	57	CH	A-7-5(20)			15.38			0.075		99.32	
70	C-023	05+500	E-01	84.3	31	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.56			0.425	0.297	63.64	49.43
71			E-02	100	92	57	26	31	CH	A-7-6(20)			32.16			0.075		91.89	
72	C-024	05+750	E-01	67.13	26	15	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.93			2	1.19	61.82	58.57
73			E-02	99.89	88	52	15	38	CH	A-7-6(20)			29.87			0.075		87.59	
74			E-03	91.47	33	28	19	9	SC	A-6(4)			10.99			0.595	0.425	70.64	55.18
75	C-025	06+000	E-01	65	25	15	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.25			2.38	2	61.24	59.76
76			E-02	98.97	71	34	19	15	CL	A-6(9)			25.52			0.075		70.63	
77			E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	8.58	4.52	25.7	164	1.749	0.075		82.04	
78	C-026	06+250	E-01	66.15	26	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.61			2	1.19	61.57	59.11
79			E-02	95.22	41	27	18	9	SC	A-4(1)			13.21			0.425	0.297	72.19	59.11
80			E-03	100	93	52	26	26	CH	A-7-6(20)			28.76			0.075		92.82	
81			E-04	100	97	75	31	44	CH	A-7-5(20)			41.51			0.075		97.3	
82	C-027	06+500	E-01	67.76	29	17	13	4	SM-SC	A-2-4(0)			8			1.19	0.848	60.18	58.38
83			E-02	100	99	56	24	33	CH	A-7-6(20)			36.99			0.075		99.04	
84			E-03	100	94	95	38	58	CH	A-7-5(20)			25.5			0.075		93.53	
85	C-028	06+750	E-01	67.85	28	17	13	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.26			1.19	0.848	60.15	58.17
86			E-02	100	95	47	24	23	CL	A-7-6(20)			29.31			0.075		95.42	
87	C-029	07+000	E-01	67.45	28	17	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.27			2	1.19	61.76	59
88			E-02	100	83	42	21	21	CL	A-7-6(18)			23.46			0.075		82.67	
89			E-03	100	96	84	35	49	CH	A-7-5(20)			38.25			0.075		95.95	
90	C-030	07+250	E-01	68.79	29	17	13	4	SM-SC	A-2-4(0)			8.15			2	1.19	62.13	59.37
91			E-02	94.05	30	27	18	9	SC	A-2-4(0)			10.31			0.425	0.297	61.23	47.41
92			E-03	100	92	51	27	25	CH	A-7-6(20)			27.66			0.075		91.73	
93	C-031	07+500	E-01	67.49	25	15	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.47			2.38	2	61.65	59.57
94			E-02	100	85	35	26	9	ML	A-4(8)			31			0.075		84.87	
95			E-03	100	94	63	33	30	CH	A-7-5(20)			36.36			0.075		94.28	
96	C-032	07+750	E-01	65.45	25	14	10	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.02			4.76	2.38	65.45	59.26
97			E-02	94.5	51	32	20	12	CL	A-6(3)			12.04			0.15	0.075	60.13	50.71
98			E-03	98.36	62	29	19	10	CL	A-4(4)			22.45			0.075		61.64	
99	C-033	08+000	E-01	65.87	28	16	12	4	SM-SC	A-2-4(0)			7.09			2	1.19	60.29	58.14
100			E-02	93.5	26	23	20	3	SM-SC	A-2-4(0)			11.52			0.595	0.425	68.17	59.26

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 9: MUESTRA DE DATOS EET7

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA - CELENDIN - BALSAS, TRAMO II KM 26+000-KM 52+000

UBICACIÓN : CAJAMARCA

ID : EETT 7

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	1	26+000	M-01	53	18	28	17	11	GC	A-2-6(0)			6.1			19.05	9.525	73.2	59.3
2			M-02	97.6	83	42	18	25	CL	A-7-6(20)			20.5			0.075			82.5
3			M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	2.5	3.1	33.9	30.01	1.56	0.075			83.9
4	2	26+250	M-01	21.8	12	29	16	13	GP-GC	A-2-6(0)			6.1				19.05		42.1
5			M-02	98.7	87	48	28	20	ML	A-7-6(20)			19.9			0.075			87.1
6			M-03	100	89	44	19	25	CL	A-7-6(26)			28.1			0.075			89.3
7	3	26+500	M-01	50.3	49	30	22	8	GC	A-4(1)			6.2			19.05	9.525	72.8	59
8			M-02	49.5	37	36	22	14	GC	A-6(1)			8.3			19.05	9.525	64.4	54.2
9	4	26+750	M-01	44.2	40	30	21	9	GC	A-4(1)			3.9			19.05	9.525	72.4	54.8
10			M-02	33.7	32	35	26	9	GM	A-2-4(0)			15.8				19.05		43.1
11			M-03	44.2	40	30	21	9	GC	A-4(1)			3.9			19.05	9.525	72.4	54.8
12	5	27+000	M-01	46.6	22	28	21	7	GM-GC	A-4(0)			3.7			19.05	9.525	72.3	57.1
13			M-02	49.6	21	30	26	3	GM	A-4(0)	19.9	26.3	5.3	16.83	1.8	9.525	4.76	64	49.6
14	6	27+250	M-01	63	43	32	21	11	GC	A-6(1)			4.9			4.76	2	63	52.7
15			M-02	67.5	44	32	18	14	GC	A-6(3)			6.8			2	0.425	63.6	49.6
16	7	27+500	M-01	33.7	31	26	19	6	GM-GC	A-2-4(0)			4.3			19.05	9.525	60.9	43.1
17			M-02	93.9	90	49	40	10	ML	A-5(13)			20.5			0.075			90.3
18			M-03	78	75	46	35	12	ML	A-7-5(10)			16.8			0.075			75.2
19	8	27+750	M-01	32.2	30	32	21	11	GC	A-2-6(0)			6.6			19.05	9.525	62.5	43.2
20			M-02	35	31	31	25	6	GM	A-2-4(0)			10.8				19.05		59.3
21	9	28+000	M-01	34.2	17	31	25	7	GM	A-2-4(0)			8.1			19.05	9.525	67	45.7
22			M-02	43.4	28	30	24	6	GM	A-4(0)			12.4			19.05	9.525	70.8	54.2
23			M-03	38.9	24	31	24	7	GM	A-2-4(0)	18.1	21.3	11.6	19.57	1.73	19.05	9.525	66.5	49.1
24	10	28+250	M-01	41	24	26	18	8	GC	A-2-4(0)			4.7			19.05	9.525	74.9	52.1
25			M-02	42.2	26	27	17	10	GC	A-2-6(0)			6.3			19.05	9.525	74.5	54.6
26	11	28+500	M-01	31.4	3	34	18	16	GP	A-2-6(0)			10.14			19.05	9.525	69.9	46.8
27			M-02	69.4	47	31	18	13	CC	A-6(3)			12.4			2	0.425	61.5	52.9
28	12	28+750	M-01	37	9	27	22	5	GP-GC	A-1-a(0)			5.0			19.05	9.525	69.7	49
29			M-02	40.6	25	29	20	10	GC	A-2-4(0)			9.0			19.05	9.525	87.5	53.9
30	13	29+000	M-01	55.8	30	25	12	13	GC	A-2-6(0)			5.9			9.525	4.76	66.7	55.8
31			M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	44	55.8	5.4	8.1	2.16	19.05	9.525	60.8	38.6
32	14	29+250	M-01	30.3	17	35	31	4	GM	A-1-b(0)			7.2				19.05		55
33			M-02	47.6	21	29	13	17	GC	A-2-6(0)			10.1			19.05	9.525	73.1	57.4
34	15	29+500	M-01	27.5	7	23	14	8	GP-GC	A-2-4(0)			1.6			19.05	9.525	63.1	41
35			M-02	90.6	90	27	21	6	ML-CL	A-4(5)			17.1			0.075			90.1
36	16	29+750	M-01	59.7	48	29	16	13	GC	A-6(3)			14.1			9.525	4.76	65.6	59.7
37	17	30+000	M-01	62.1	44	26	21	5	GM-GC	A-4(0)			6.1			4.76	2	62.1	56.2
38			M-02	83.1	63	30	21	9	CL	A-4(4)			15.4			0.075			62.7
39			M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	4.6	5.6	6.1	16.4	1.69	0.075			77.3
40	18	30+250	M-01	52.2	25	25	20	5	GM-GC	A-2-4(0)			2.8			9.525	4.76	60.9	52.2
41			M-02	87.5	49	39	21	19	SC	A-6(6)			7.8			2	0.425	74.1	58.4
42	19	30+500	M-01	36.1	24	30	17	13	GC	A-2-6(0)			4.9			19.05	9.525	61.2	42.5
43	20	30+750	M-01	47.3	24	32	19	13	GC	A-2-6(0)			3.2			19.05	9.525	70	57.1
44			M-02	51.2	36	54	51	2	GM	A-5(0)			8.95			9.525	4.76	60.2	51.2
45	21	31+000	M-01	34	15	35	25	10	GM	A-2-6(0)			8.17			19.05	9.525	59.6	43
46			M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	4.1	5.5	18.28	17.9	1.7	0.075			94.3
47	22	31+250	M-01	34.1	13	24	13	11	GC	A-2-6(0)			1.94			19.05	9.525	62.6	42.7
48			M-02	100	98	47	33	14	ML	A-7-5(18)			30.38			0.075			97.7
49	23	31+500	M-1	26.9	10	26	19	7	GP-GC	A-2-4(0)			5.08				19.05		55.2
50	24	31+750	M-1	48.3	24	25	17	8	GC	A-2-4(0)			3.62			19.05	9.525	68.3	56.7

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA - CELENDIN - BALSAS, TRAMO II KM 26+000-KM 52+000  
 UBICACIÓN : CAJAMARCA  
 ID : EETT 7

#	N° CALCATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51			M-2	98.4	96	68	22	46	CH	A-7-6(50)			31.16			0.075		95.8	
52	25	32+000	M-1	58.2	31	25	17	7	GC	A-2-4(0)			3.92			9.525	4.76	66	58.2
53			M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	1.7	2.2	33.21	21.54	1.64	0.075		97.8	
54	26	32+250	M-1	54.9	20	18	NP		GM	A-1-b(0)			3.16			9.525	4.76	70.8	54.9
55			M-2	99.2	90	38	25	13	ML	A-6(13)			26.64			0.075		89.9	
56	27	32+500	M-1	32.7	12	21	21	1	GP-GM	A-1-a(0)			2.69			19.05	9.525	65.5	44.1
57			M-2	98.5	84	48	21	27	CL	A-7-6(24)			46.49			0.075		83.9	
58	28	32+750	M-1	42.4	21	29	17	12	GC	A-2-6(0)			3.55			19.05	9.525	65.4	51.7
59			M-2	48	32	37	19	18	GC	A-2-6(1)			2.97				19.05		59.3
60	29	33+000	M-1	47.1	18	22	15	7	GM-GC	A-2-4(0)			4.15			9.525	4.76	60.1	47.1
61			M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.6	1.8	35.95	21.31	1.59	0.075		95.9	
62	30	33+250	M-1	45	18	24	14	10	GC	A-2-6(0)			3.35			19.05	9.525	72.3	55.9
63			M-2	100	96	41	26	16	CL	A-7-6(17)			29.74			0.075		96.1	
64	31	33+500	M-1	32.6	10	21	16	4	GP-GC	A-1-a(0)			5.07			19.05	9.525	60.7	44.2
65			M-2	100	99	33	NP		ML	A-4(0)			30.93			0.075		99.1	
66	32	33+750	M-1	51.5	24	26	19	7	GM-GC	A-2-4(0)			5.03			9.525	4.76	61.4	51.5
67	33	34+000	M-1	36.4	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	17.8	26.5	2.97	10.62	2.1	19.05	9.525	66.7	46.4
68	34	34+250	M-1	30.6	13	20	16	4	GM-GC	A-1-a(0)			4.21				19.05		59.1
69			M-2	82.5	80	37	28	9	ML	A-4(8)			14.28			0.075		80	
70	35	34+500	M-1	38.7	18	20	15	5	GM-GC	A-1-b(0)			3.71			19.05	9.525	64.6	48.3
71			M-2	100	100	53	40	13	MH	A-7-5(20)			35.77			0.075		99.6	
72	36	34+750	M-1	49.4	22	22	17	5	GM-GC	A-1-b(0)			5.6			9.525	4.76	61.7	49.4
73			M-2	95.4	84	58	43	15	MH	A-7-5(18)			28.88			0.075		84.2	
74			M-3	76.8	46	26	NP		SM	A-4(0)			10.85			0.425	0.15	61.9	54.2
75	37	35+000	M-1	29.2	13	23	18	5	GM-GC	A-1-a(0)			6.61				19.05		53.2
76			M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	3.9	8.4	37.02	22.93	1.63	0.075		96.9	
77	38	35+250	M-1	34.1	5	16	NP		GP-GM	A-1-a(0)			2.14			19.05	9.525	67.6	48
78	39	35+500	M-1	46.5	18	23	13	10	GC	A-2-4(0)			3.9			19.05	9.525	75.9	57.2
79	40	35+750	M-1	51.1	21	30	18	12	GC	A-2-6(0)			6.35			9.525	4.76	62.2	55.1
80	41	36+400	M-1	72.6	46	27	21	6	GM-GC	A-4(0)			7.07			2	0.425	65.4	55.1
81			M-2	57.8	40	34	23	11	GC	A-6(1)	17	24.5	9.82	19.12	2.04	9.525	4.76	71.4	57.8
82	42	36+250	M-1	52.1	23	28	19	9	GC	A-2-4(0)			6.44			19.05	9.525	61.1	52.8
83			M-2	95.2	84	43	36	8	ML	A-5(9)			18.75			0.075		83.8	
84	43	36+500	M-1	34.1	19	26	16	10	GC	A-2-4(0)			4.49				19.05		54.8
85	44	36+750	M-1	72.6	44	32	23	9	SC	A-4(1)			8.3			2	0.425	65.3	53.8
86			M-2	64.1	53	57	21	37	CH	A-7-6(15)			13			2	0.425	61	56.6
87	45	37+000	M-1	48.5	17	31	18	13	GC	A-2-6(0)			6.14			9.525	4.76	61.3	48.5
88			M-2	48.5	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	18.2	27.2	10.12	11.42	2.1	9.525	4.76	69.7	48.5
89	46	37+250	M-1	61.8	38	20	14	6	GM-GC	A-4(0)			4.56			4.76	2	61.8	53.1
90	47	37+500	M-1	47.5	39	38	15	23	GC	A-6(4)			9.9				19.05		56
91			M-2	70.9	54	33	25	9	ML	A-4(3)			9.4			2	0.425	64.3	58
92	48	37+750	M-1	50.6	19	29	18	10	GC	A-2-6(0)			8.73			9.525	4.76	64	50.6
93			M-2	90.9	78	25	NP		ML	A-4(0)			21.77			0.075		77.7	
94	49	38+000	M-1	45.7	23	42	27	15	GM	A-2-7(0)	29.5	31.5	17.87	12.54	2.1	19.05	9.525	71.6	56.8
95	50	38+250	M-1	57.3	36	25	19	6	GM-GC	A-4(0)			9.72			9.525	4.76	64.7	57.3
96	51	38+500	M-1	63.6	34	32	24	8	GM	A-2-4(0)			7.1			4.76	2	63.6	55.3
97			M-2	100	92	36	31	5	ML	A-4(7)			24.46			0.075		92.2	
98	52	38+750	M-1	59.4	23	31	18	13	GC	A-2-6(0)			7.2			19.05	9.525	72.4	59.8
99			M-2	100	78	37	28	9	ML	A-4(7)			31.19			0.075		77.8	
100	53	39+000	M-1	52.7	33	29	20	9	GC	A-2-4(0)			5.92			9.525	4.76	60.8	52.7

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 10: MUESTRA DE DATOS EET8

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP AR-105(ACOY)-ANDAMAYO-VIRACO-DV MACHAHUAY-ANDAGUA-HUAMBO-CABANA CONDE-CHIVAY-  
 UBICACIÓN : AREQUIPA  
 ID : EETT 8

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-1	36+940	M-1	51	11	22	15	7	GW-GC	A-2-4(0)			7.4			9.525	4.76	66	51
2			M-2	68	17	NP	NP		SM	A-1-b(0)	18	8.4	3.4	9.6	2.016	4.76	2	68	55
3	C-2	42+010	M-1	36	10	20	14	6	GP-GC	A-1-a(0)			8.3			19.05	9.525	70	45
4			M-2	49	26	NP	NP		GM	A-2-4(0)	54.4	29.7	3.4	6.2	2.138	9.525	4.76	60	49
5	C-3	47+150	M-1	61	14	23	NP		SM	A-1-a(0)			7.1			4.76	2	61	46
6			M-2	66	21	27	NP		SM	A-1-b(0)	15.7	6	2.8	10	1.971	4.76	2	66	53
7	C-4	52+270	M-1	67	16	23	NP		SM	A-1-b(0)			6.5			4.76	2	67	51
8			M-2	55	32	21	NP		GM	A-2-4(0)			3.2			9.525	4.76	69	55
9			M-3	58	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	51.8	27.1	10.4	7.8	2.006	9.525	4.76	66	58
10	C-5	57+360	M-1	62	24	NP	NP		SM	A-1-b(0)			10.3			4.76	2	62	49
11			M-2	39	7	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)	67.3	34.8	7.4	6	2.213	19.05	9.525	79	57
12	C-6	62+450	M-1	65	24	NP	NP		SM	A-1-b(0)			11.0			4.76	2	65	50
13			M-2	21	7	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)	65.4	31.2	7.3	6.2	2.219	50.8	19.05	82	39
14	C-7	67+550	M-1	59	24	NP	NP		GM	A-1-b(0)			11.0			9.525	4.76	74	59
15			M-2	28	7	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)	77.1	37.1	6.2	5.7	2.153	50.8	19.05	100	57
16	C-8	72+640	M-1	67	21	NP	NP		SM	A-1-b(0)			4.3			4.76	2	67	52
17			M-2	66	22	29	19	10	SC	A-2-4(0)			7.5			4.76	2	66	52
18			M-3	56	31	52	29	23	GM	A-2-7(2)			13.3			9.525	4.76	63	56
19			M-4	79	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	14.7	7.6	17.6	16.4	1.799	2	0.425	74	54
20	C-9	77+690	M-1	75	21	NP	NP		SM	A-1-b(0)			3.0			4.76	2	75	57
21			M-2	46	36	33	30	3	GM	A-4(0)	41	20.6	11.6	8	2.01	19.05	9.525	70	55
22	C-10	81+940	M-1	62	21	NP	NP		SM	A-1-b(0)			3.9			4.76	2	62	49
23			M-2	44	12	38	22	16	GW-GC	A-2-6(0)			6.7			19.05	9.525	70	54
24			M-3	60	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	57.7	28.8	10.1	10.3	1.923	4.76	2	60	49
25	C-11	87+510	M-1	74	14	NP	NP		SM	A-1-b(0)	23.8	11.9	2.5	10.3	1.732	2	0.425	65	38
26	C-12	92+440	M-1	59	20	NP	NP		GM	A-1-b(0)	45.8	23.9	3.2	7.5	2.133	9.525	4.76	74	59
27	C-13	96+990	M-1	82	21	NP	NP		SM	A-1-b(0)			3.0			2	0.425	62	42
28			M-2	57	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	42.1	20.8	10.2	7.9	1.909	9.525	4.76	77	57
29	C-14	102+060	M-1	70	24	NP	NP		SM	A-1-b(0)			3.1			4.76	2	70	57
30			M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	11.9	5.9	3.4	23.3	1.436	0.075		98	
31	C-15	107+090	M-1	74	24	NP	NP		SM	A-1-b(0)			3.9			2	0.425	62	42
32			M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	13	6.6	8.2	11.3	1.813	0.425	0.075	67	52
33	C-16	112+170	M-1	59	24	NP	NP		GM	A-1-b(0)			2.8			9.525	4.76	68	59
34			M-2	52	25	35	22	13	GC	A-2-6(0)			5.4			9.525	4.76	62	52
35			M-3	80	43	36	20	16	SC	A-6(4)	16.8	8.4	7.9	14.7	1.824	0.425	0.075	61	43
36	C-17	117+040	M-1	79	21	NP	NP		SM	A-1-b(0)			8.2			2	0.425	63	39
37			M-2	55	4	NP	NP		SP	A-1-a(0)	43.8	21.2	2.2	8.5	2.033	9.525	4.76	65	55
38	C-18	122+130	M-1	82	23	NP	NP		SM	A-1-b(0)			9.4			2	0.425	66	44
39			M-2	46	12	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)	59.2	30.6	2.1	6.8	2.199	19.05	9.525	76	59
40	C-19	127+560	M-1	69	22	NP	NP		SM	A-1-b(0)			8.6			4.76	2	69	58
41			M-2	46	6	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)	59.7	29.7	2.0	7.6	1.932	19.05	9.525	72	58
42	C-20	132+370	M-1	63	48	26	18	8	GC	A-4(1)			10.4			2	0.425	60	56
43			M-2	75	44	NP	NP		SM	A-4(0)	22.5	10.5	6.5	12.3	1.893	2	0.425	68	59
44	C-21	134+900	M-1	69	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	54.1	26.2	12.3	11.1	1.828	0.425	0.075	63	48
45	C-22	137+490	M-1	54	21	NP	NP		GM	A-1-b(0)			4.6			9.525	4.76	68	54
46			M-2	74	40	NP	NP		SM	A-4(0)	25.1	11.8	5.3	13.1	1.75	2	0.425	67	56
47	C-023	142+430	M-1	38	21	NP	NP		GM	A-1-b(0)	63.9	32.8	4.6	10.5	2.024	19.05	9.525	77	55
48	C-024	147+500	M-1	65	28	NP	NP		SM	A-2-4(0)	21.8	10.9	5.2	8	1.951	4.76	2	65	56
49	C-025	152+510	M-1	88	43	NP	NP		SM	A-4(0)			4.9			0.425	0.075	61	43
50			M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	60.6	29.4	3.9	7.9	2.125	19.05	9.525	69	53

Fuente: Elaboración Propia.



PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP AR-105(ACOY)-ANDAMAYO-VIRACO-DV MACHAHUAY-ANDAGUA-HUAMBO-CABANA CONDE-CHIVAY  
 UBICACIÓN : AREQUIPA  
 ID : EETT 8

#	N° CALCATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51	C-26	157+570	M-1	69	52	NP	NP		ML	A-4(0)			10.8			4.76	2	60	52
52			M-2	75	36	NP	NP		SM	A-4(0)	20.6	10	8.1	11.1	1.781	2	0.425	66	52
53	C-27	162+580	M-1	72	50	NP	NP		ML	A-4(0)	26.7	13.2	9.8	11.9	1.809	0.425	0.075	60	50
54	C-28	167+130	M-1	74	28	NP	NP		SM	A-2-4(0)			4.3			2	0.425	67	55
55			M-2	56	24	NP	NP		GM	A-1-b(0)			9.4			9.525	4.76	63	56
56			M-3	100	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	10.5	5.3	20.1	22.7	1.637	0.425	0.075	74	43
57			M-4	94	91	36	21	15	CL	A-6(14)			19.8			0.075		91	
58	C-29	172+120	M-1	52	27	NP	NP		GM	A-2-4(0)			4.4			9.525	4.76	61	52
59			M-2	68	29	NP	NP		SM	A-2-4(0)			6.6			2	0.425	61	46
60			M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	15.2	7.3	5.8	11.6	1.919	0.075		74	
61	C-30	177+160	M-1	34	13	NP	NP		GM	A-1-a(0)	59.6	28	1.3	6.8	2.131	19.05	9.525	64	44
62	AYO 1	212+210	M-1	45	33	NP	NP		GM	A-2-4(0)	57.5	29.2	4.2	7.8	2.177	19.05	9.525	72	58
63	AYO 2	214+250	M-1	56	8	NP	NP		SP-SM	A-1-a(0)	53.6	24	1.9	8.8	1.992	9.525	4.76	68	56
64	C-31	214+310	M-1	71	38	NP	NP		SM	A-4(0)	34.9	17.3	2.7	9	2.06	2	0.425	66	57
65	C-32	223+340	M-1	66	30	NP	NP		SM	A-2-4(0)			3.5			4.76	2	66	59
66			M-2	46	33	NP	NP		GM	A-2-4(0)	58.3	29.2	2.3	9.1	2.113	19.05	9.525	68	55
67	C-33	228+250	M-1	66	27	NP	NP		SM	A-2-4(0)	24.9	12.4	4.3	7.7	2.017	4.76	2	66	58
68	C-34	233+250	M-1	81	22	NP	NP		SM	A-2-4(0)			1.9			0.425	0.075	61	22
69			M-2	50	33	NP	NP		GM	A-2-4(0)	54.4	27.4	2.8	6.4	2.203	19.05	9.525	77	59
70	C-35	238+260	M-1	50	13	NP	NP		GM	A-1-a(0)	54.3	27.4	3	10.7	1.767	9.525	4.76	62	50
71	C-36	242+850	M-1	78	42	NP	NP		SM	A-4(0)	20.6	10.3	1.6	11.6	1.904	4.76	2	62	42
72	C-37	249+370	M-1	46	14	NP	NP		GM	A-1-a(0)			3.2			19.05	9.525	74	55
73			M-2	46	33	NP	NP		GM	A-2-4(0)	13.3	6.6	2.3	20.3	1.283	19.05	9.525	68	55
74	C-38	253+510	M-1	67	34	28	NP		SM	A-2-4(0)	19.4	8.9	7.8	8.4	1.933	2	0.425	62	43
75	C-39	257+280	M-1	100	52	NP	NP		ML	A-4(0)	14.3	7	17.2	13.6	1.772	0.425	0.075	82	52
76	C-40	261+730	M-1	95	51	NP	NP		ML	A-4(0)	14.7	6.9	14.6	12.7	1.702	0.425	0.075	79	51
77	C-41	265+680	M-1	53	22	NP	NP		GM	A-1-b(0)	59.1	27.1	11	7.3	2.134	9.525	4.76	60	53
78	C-42	271+430	M-1	75	22	NP	NP		SM	A-1-b(0)			11.5			2	0.425	60	46
79			M-2	42	19	NP	NP		GM	A-1-b(0)	66.2	35.3	7.5	9.7	1.823	9.525	4.76	76	42
80	C-43	275+880	M-1	58	18	19	14	5	GM-SC	A-1-b(0)	57.3	31.9	9.7	6.5	2.118	9.525	4.76	71	58
81	C-44	280+910	M-1	38	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	61.9	29.5	9.5	8.4	2.012	50.8	19.05	100	58
82	C-45	285+980	M-1	57	26	NP	NP		GM	A-2-4(0)	57.8	31	13.7	12.4	1.827	9.525	4.76	65	57
83	C-46	290+930	M-1	70	22	NP	NP		SM	A-1-b(0)	19.5	9.6	3.4	12	1.801	2	0.425	60	43
84	C-47	295+770	M-1	58	19	NP	NP		GM	A-1-b(0)	57.4	28.2	7.5	10.8	1.921	9.525	4.76	70	58
85	C-48	300+670	M-1	62	20	NP	NP		SM	A-1-b(0)			12			4.76	2	62	53
86			M-2	34	6	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)	61.2	28.5	9.8	12.8	1.91	9.525	4.76	71	34
87	C-49	305+630	M-1	57	13	NP	NP		SM	A-1-a(0)			6.6			9.525	4.76	65	57
88			M-2	666	30	NP	NP		SM	A-2-4(0)			7.7			4.76	2	66	58
89			M-3	63	25	NP	NP		SM	A-1-b(0)			8.6			4.76	2	63	53
90			M-4	53	14	NP	NP		GM	A-1-a(0)	55.6	31.3	2.7	7.3	2.189	9.525	4.76	63	53
91	C-50	310+460	M-1	47	11	NP	NP		GP-GM	A-1-a(0)			2.6			19.05	9.525	63	55
92			M-2	37	14	NP	NP		GM	A-1-a(0)	55.3	26.4	1.7	10.9	1.854	19.05	9.525	70	49
93	C-51	315+420	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	12.6	6.3	10.3	14.4	1.726	0.075		78	
94	C-52	320+430	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	14.2	7.7	10	13.1	1.843	0.425	0.075	71	57
95	C-53	325+350	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	15.3	8.3	5.4	14.2	1.761	0.425	0.075	60	57
96	C-54	330+300	M-1	55	15	NP	NP		GM	A-1-b(0)	57.3	30.4	1.8	6.3	2.136	9.525	4.76	63	55
97	C-55	335+000	M-1	62	24	NP	NP		SM	A-1-b(0)	28.1	14.6	3.5	10.5	1.886	4.76	2	62	54
98	C-56	340+050	M-1	36	26	24	NP		GM	A-2-4(0)	64	32	23.8	11	1.937	19.05	9.525	68	48
99	C-57	344+920	M-1	40	11	NP	NP		GW-GM	A-1-a(0)	79.6	40.1	1.5	5.6	2.214	19.05	9.525	66	52
100	C-58	349+820	M-1	53	12	NP	NP		GP-GM	A-1-b(0)			0.5			9.525	4.76	63	53

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 11: MUESTRA DE DATOS EET9

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS DE INGENIERIA PARA LA REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PUENTE PAUCA  
**UBICACIÓN :** PAUCARTAMBO - OXAPAMPA  
**ID :** EETT 9

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	C-3	00+748	M-1		20				GM	A-2-6 (0)		38.9		9.7	2.102				
2	C-4	01+000	M-2		27				GM	A-2-4 (0)		36.5		9.1	2.099				
3	C-5	01+335	M-1		22				GM	A-1b (0)		21.7		8.5	2.135				
4	C-10	03+056	M-1		26				GC	A-2-4 (0)		20.1		8	2.161				
5	C-11	03+236	M-1		25				GM-GC	A-2-4 (0)		18.4		8.7	2.109				
6	C-12	03+741	M-1		32				GM-GC	A-2-4 (0)		32		9	2.021				
7	C-14	04+315	M-1		29				GC	A-2-4 (0)		32.5		9	2.127				
8	C-19	05+808	M-1		17				GM	A-1b (0)		19		9.1	2.129				
9	C-33	10+376	M-1		5				GW	A-1a (0)		39		7.2	2.159				
10	C-52 BBI	17+080	M-1		40				SC-SM	A-4 (1)		27		7.5	2.164				
11	C-64	21+394	M-2		23				GC	A-2-4 (0)		26		7.8	2.114				
12	C-75	25+282	M-1		81				CL	A-6 (9)		4.3		21.5	1.622				
13	C-86	29+165	M-1		84				CL	A-6 (10)		2.3		14.9	1.816				
14	C-98	33+249	M-1		15				GC	A-2-4 (0)		47.5		8	2.14				
15	C-110	37+416	M-1		55				CL	A-6 (5)		4.5		16.6	1.837				
16	C-125	42+626	M-1		63				ML	A-4 (6)		18.5		11.8	1.927				
17	D-1	0-080	M-1		60	36	15	21	CL				12.8						
18		0+070	M-1		66	31	19	12	CL				18.4						
19	D-2	0+350	M-1		31	17	12	5	SC-SM				8.5						
20		0+430	M-1		42	30	16	14	SC				15.7						
21	D-3	0+566	M-1		56	32	14	18	CL				12.1						
22		0+590	M-1		51	22	12	10	CL				7.4						
23	D-4	1+243	M-1		14	21	11	10	SC				8.2						
24		1+287	M-1		14	21	11	10	idem				8.2						
25		1+715.313	M-1		45	22	12	9	GC				8.6						
26	D-5	1+755.388	M-1		45	22	12	9	GC				8.6						
27		1+793.175	M-1		45	22	12	9	GC				8.6						
28	D-6	1+913.7	M-1		59	28	15	13	CL				11.6						
29		7+865e	M-1		31	23	NP		GM				11.2						
30		7+542e	M-1		66	24	NP		ML				8.8						
31	D-7	7+793e	M-1		31	23	NP		GM				11.2						
32	Honda	7+588e	M-1		66	24	NP		ML				8.8						
33	Chica	7+720e	M-1		31	23	NP		GM				11.2						
34		7+670e	M-1		66	24	NP		ML				8.8						
35	D-8	11+208	M-1		18	18	NP		SM				6.1						
36		11+182	M-1		27	26	NP		SM				8.6						
37		11+195	M-1		23	24	NP		SM				6.9						
38		11+175	M-1		34	20	NP		SM				7.6						
39	D-9	18+368	M-1		28	30	14	16	GC				14.8						
40	D-10	13+700	M-1		25	15	NP		GM				5.8						
41	CORTES.		M-1																
42	C-1	4+020	M-1		24	21	15	6	GC-GM										
43		4+400	M-1		31	20	14	7	GC-GM										
44	C-2	6+840	M-1		8	26	NP		GP										
45	C-3	8+470; 8+920	M-1		52	26	NP		ML										
46	C-4	9+020; 9+080	M-1		46	21	14	7	GC-GM										
47	C-5	9+260	M-1		39	26	16	10	GC										
48		9+140	M-1		13	22	NP		GM										
49	C-6	14+820	M-1		39	25	18	7	GC-GM										
50		14+940	M-1		34	27	19	9	GC										

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 12: MUESTRA DE DATOS EET10

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA OYON-AMBO

UBICACIÓN : PASCO

ID : EETT 10

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	CMJ-001	135+010	M-01		59	25	5	20	CL-ML	A-4(1)			27.9						
2	CMJ-002	135+106	M-01		19	39	8	31	GM	A-2-4(0)			8.9						
3	CMJ-003	135+315	M-01		42	33	15	18	GC	A-6(3)			15.4						
4	CMJ-004	135+330	M-01		43	25	6	19	SC-SM	A-4(0)			11.2						
5	C-001	135+396	M-01		14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	57.6	40.6	0.8	6.2	2.253				
6	C-001	135+396	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	8.2	5.6	25.5	11.4	1.645				
7	CMJ-005	135+410	M-01		44	29	12	17	GC	A-6(2)			38.0						
8	CMJ-006	135+450	M-01		28	23	4	19	SC-SM	A-2-4(0)			11.0						
9	C-002	135+621	M-01		28	15	4	11	SC-SM	A-2-4(0)			1.9						
10		135+621	M-02		18	20	7	13	A-2-4(0)	GC			304.0						
11		135+621	M-03		16	20	7	13	A-2-4(0)	SC			2.3						
12	CMJ-007	135+650	M-01		40	31	14	17	A-6(2)	GC			11.8						
13	C-003	135+836	M-01		17	17		17	A-1-b(0)	GM			2.5						
14		135+836	M-02		37	19	6	13	A-4(0)	GC-GM			6.1						
15	C-004	136+065	M-01		14	16	7	9	A-2-4(0)	GC			1.8						
16	C-005	136+300	M-01		10	19	5	14	A-1-a(0)	GP-GC			3.3						
17		136+300	M-02		19	26	7	19	A-2-4(0)	GC			1.9						
18	C-006	136+527	M-01		17	13		13	A-1-b(0)	SM			1.9						
19		136+527	M-02		44	38	14	24	A-6(3)	SC			8.2						
20	CMJ-008	136+530	M-01		65	39	4	35	A-4(3)	ML			21.9						
21	C-007	136+702	M-01		16	24		24	A-1-b(0)	GM			1.7						
22		136+702	M-02		49	23	5	18	A-4(0)	SC-SM			5.1						
23	C-008	136+950	M-01		14				GM	A-1-a(0)			1.4						
24	C-009	137+200	M-01		12	15	3	12	GP-GM	A-1-b(0)	67.4	45.3	0.8	6.1	2.217				
25		137+200	M-02		12	17	4	13	GC-GM	A-1-a(0)	57.2	38.6	1.1	7.9	2.22				
26	CMJ-009	137+361	M-01		43	30	5	25	GC-GM	A-4(0)			9.3						
27		137+361	M-02		30	23	3	20	GM	A-2-4(0)			5.3						
28	C-010	137+450	M-01		25	21	7	14	GC	A-2-4(0)			2.6						
29		137+450	M-02		20	21	7	14	GC	A-2-4(0)			2.4						
30	CMJ-010	137+560	M-01		46	32	10	22	SC	A-4(2)			13.3						
31		137+560	M-02		60	39	7	32	ML	A-4(4)			19.3						
32	CMJ-011	137+600	M-01		49	26	7	19	SC	A-4(1)			12.6						
33	C-010-A	137+700	M-01		17	25	7	18	GC	A-2-4(0)			6.1						
34	CMJ-012	137+700	M-01		17	25	7	18	GC	A-2-4(0)			6.1						
35	C-011	137+924	M-01		26	23	8	15	GC	A-2-4(0)			3.4						
36		137+924	M-01		35	21	7	14	SC	A-2-4(0)			4.2						
37	CMJ-013	137+970	M-01		26	21	5	16	GC-GM	A-2-4(0)			9.0						
38	C-011-A	138+050	M-01		13	17		17	GC	A-1-a(0)			5.4						
39	CMJ-014	136+200	M-01		47	31	13	18	SC	A-6(3)			18.6						
40	C-012	138+300	M-01		37				SM	A-4(0)			5.5						
41		138+300	M-02		32	24	9	15	SC	A-2-4(0)			5.3						
42	C-013	138+550	M-01		6	21	3	18	GP-GM	A-1-a(0)			2.2						
43		138+550	M-02		39	18	5	13	SC-SM	A-4(0)			3.1						
44	C-013-A	138+800	M-01		69	37	18	19	CL	A-6(11)			19.3						
45	CMJ-015	138+800	M-01		69	37	18	19	CL	A-6(11)			19.3						
46	CMJ-016	138+950	M-01		61	36	17	19	CL	A-6(13)			20.6						
47	C-014	139+016	M-01		31	26	6	20	GC-GM	A-2-4(0)			9.5						
48		139+016	M-02		7				GP-GM	A-1-a(0)			1.8						

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 13: MUESTRA DE DATOS PD1

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** TESIS 2016 - VALIDACIÓN DE LA ECUACIÓN PARA CÁLCULO DE CBR A PARTIR DE PLASTICIDAD EN LA UPZ ISMAEL PERDOMO DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

**UBICACIÓN:** BOGOTÁ - COLOMBIA

**ID :** PD1

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	DN (mm/golpe)	ASTM D6952
1	50008188	---	M-1		34	27	17	10	SC				58.0	6.0
2	19001842	---	M-1		44	26	15	11	SC				70.0	5.0
3	19003002	---	M-1		68	21	16	5	C-CL-ML				83.0	4.2
4	19001105	---	M-1		40	20	16	3	SM				43.0	8.1
5	19013382	---	M-1		37	39	16	23	SC				51.0	6.8
6	50008199	---	M-1		72	55	27	28	CH				79.0	4.4
7	19000637	---	M-1		21	31	17	14	GC				60.0	5.8
8	19000460	---	M-1		48	29	14	15	SC				69.0	5.0
9	19001843	---	M-1		57	45	18	27	CL				54.0	6.5
10	19001129	---	M-1		45	24	16	8	SM-SC				38.0	9.2
11	19001460	---	M-1		52	32	15	17	CL				109.0	3.2
12	19001649	---	M-1		71	25	16	9	CL				36.0	9.7
13	19001741	---	M-1		57	29	20	9	GC				15.0	23.2
14	19001733	---	M-1		54	36	22	14	CL				38.0	9.2
15	19001270	---	M-1		53	25	10	15	CL				54.0	6.5
16	19001257	---	M-1		74	42	18	24	CL				87.0	4.0
17	19004275	---	M-1		100	44	23	21	CL				38.0	9.2
18	19002429	---	M-1		72	38	18	20	CL				25.0	13.9
19	30001692	---	M-1		57	44	26	18	CL				24.0	14.5
20	30001691	---	M-1		64	35	19	16	CL				46.0	7.6
21	19001010	---	M-1		60	31	17	14	CL				49.0	7.1
22	19001333	---	M-1		54	39	18	21	CL				77.0	4.5

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 14: MUESTRA DE DATOS PD2

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** TESIS 2016 - ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS ENSAYOS (DCP) PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y (CBR) RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELOS

**UBICACIÓN :** AMBATO, ECUADOR

**ID :** PDI 2

#	N° CALICATA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2	DN (mm/golpe)	ASTM D6952
1	Archidona	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5		7.8	91.2	32	1.415	0.074		75.95	24.05	50.0	7.0
2	Archidona	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6		22.3	88.6	45.4	1.128	0.074		74.17	25.8	66.0	5.3
3	Archidona	M-1	100	87	NP	NP		ML	A-4		13.4	96.4	44.5	1.146	0.074		86.89	13.1	103.5	3.4
4	Archidona	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4		12.4	69.8	44	1.11	0.42	0.074	62.29	50.21	93.0	3.7
5	Archidona	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5		13.4	105.5	78	0.83					65.0	5.4
6	Archidona	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5		6.6	72.3	18	1.71	0.42	0.074	76.94	50.26	97.7	3.6
7	Archidona	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5		8.6	67.5	43	0.95	0.074		72.99		65.0	5.4
8	Archidona	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5		16	119.0	57	1.1	0.074		88.35		63.0	5.5
9	Archidona	M-1	96.23	32	NP	NP		SM	A-4		24.3	44.3	12	1.87	0.42	0.074	61.97	32.1	81.0	4.3
10	Quisapincha	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4		12.6	34.4	17	1.67	0.42	0.074	78.13	53.56	24.0	14.5
11	Pinlo	M-1	98.91	32	24	22	3	SM	A-2-4		16.4	21.2	16.5	1.612	2	0.42	71.04	54.95	16.3	21.4

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 15: MUESTRA DE DATOS PD3

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002

**UBICACIÓN :** LIMA - PERÚ

**ID :** PDI 3

#	N° CALCATA	PROGRESIV A	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	DN (mm/golpe)	ASTM D6952
1	C-1	---	M-1			15	NP		SM	A-2-4(0)			1.9			50.0	7.0
2	C-1	---	M-2			11	NP		SP	A-3(0)			0.8			66.0	5.3
3	C-2	---	M-1			10	NP		SP	A-3(0)	11.71	10.32	0.5	10.75	1.65	103.5	3.4
4	C-3	---	M-1			10	NP		SP	A-3(0)			2.1			93.0	3.7
5	C-3	---	M-2			10	NP		SP	A-3(0)			1.2			65.0	5.4
6	C-4	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)	18.97	13.34	4.8	11.98	1.84	97.7	3.6
7	C-4	---	M-2			18	NP		SM	A-2-4(0)			2.3			65.0	5.4
8	C-5	---	M-1			9	NP		SP-SM	A-3(0)			0.6			63.0	5.5
9	C-5	---	M-2			10	NP		SP	A-3(0)			2.4			81.0	4.3
10	C-6	---	M-1			9	NP		SP	A-3(0)			4.4			24.0	14.5
11	C-6	---	M-2			11	NP		SP-SM	A-3(0)			0.4			16.3	21.4
12	C-7	---	M-1			17	NP		SP-SM	A-3(0)			5.2				
13	C-8	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.9				
14	C-8	---	M-2			10	NP		SP	A-3(0)			7.2				
15	C-8	---	M-3			21	NP		SM	A-2-4(0)			7.2			54.0	6.5
16	C-9	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)	11.2	9.85	0.9	11.88	1.66	87.0	4.0
17	C-10	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.9			38.0	9.2
18	C-10	---	M-2			29	3	26	ML	A-4(0)			6.0			25.0	13.9
19	C-11	---	M-1			16	NP		SP	A-3(0)			1.0			24.0	14.5
20	C-11	---	M-2			17	NP		SP	A-3(0)			0.9			46.0	7.6
21	C-11	---	M-3			18	NP		SM	A-2-4(0)			0.9			49.0	7.1
22	C-12	---	M-1			16	NP		SP	A-3(0)			1.0			77.0	4.5
23	C-13	---	M-1			34	5	29	SM	A-2-4(0)	10.61	9.02	5.1	14.65	1.71		
24	C-14	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			1.0				
25	C-14	---	M-2			31	8	22	CL	A-4(4)			6.8				
26	C-15	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			1.3				
27	C-15	---	M-2			11	NP		SP-SM	A-3(0)			6.8				
28	C-16	---	M-1			21	3	18	SM	A-2-4(0)			3.8				
29	C-16	---	M-2			30	5	25	ML	A-4(0)			6.3				
30	C-17	---	M-1			32	6	26	SM	A-2-4(0)	13.8	9.02	6.0	14	1.8		
31	C-18	---	M-2			36	8	28	ML	A-4(0)			6.6				
32	C-19	---	M-1			19	NP		SM	A-2-4(0)			1.3				
33	C-19	---	M-2			32	5	26	ML	A-4(0)			8.3				
34	C-19	---	M-3			34	7	27	ML	A-4(0)			8.9				
35	C-20	---	M-1			22	3	19	SM	A-2-4(0)			3.8				
36	C-20	---	M-2			26	6	20	SC-SM	A-4(0)			6.6				
37	C-20	---	M-3			33	7	26	ML	A-4(0)			10.2				
38	C-21	---	M-1			27	5	22	CL-ML	A-4(2)			6.8				
39	C-22	---	M-1			29	2	26	SM	A-2-4(0)			2.3				
40	C-22	---	M-2			30	9	22	CL	A-4(4)			7.8				
41	C-23	---	M-1			19	NP		SM	A-2-4(0)			1.2				
42	C-23	---	M-2			34	8	26	ML	A-4(0)			8.4				
43	C-23	---	M-3			28	9	19	CL	A-4(4)			14.9				
44	C-24	---	M-1			18	NP		SM	A-2-4(0)			1.3				
45	C-24	---	M-2			31	9	22	CL	A-4(4)			8.0				
46	C-24	---	M-3			22	3	19	SM	A-2-4(0)			6.8				
47	C-25	---	M-1			17	2	15	SM	A-2-4(0)			3.1				
48	C-25	---	M-2			23	1	22	SM	A-2-4(0)	14.25	10.02	7.7	15.25	1.84		
49	C-26	---	M-1			18	NP		SM	A-2-4(0)			1.8				
50	C-26	---	M-2			21	2	19	SM	A-2-4(0)			7.2				

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002

UBICACIÓN : LIMA - PERÚ

ID : PDI 3

#	N° CALICATA	PROGRESIV A	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	DN (mm/golpe)	ASTM D6952
51	C-26	---	M-3			23	2	21	SM	A-2-4(0)			6.2				
52	C-27	---	M-1			32	7	24	ML	A-4(0)			7.4				
53	C-27	---	M-2			30	7	23	CL	A-4(4)			8.7				
54	C-27	---	M-3			32	6	26	ML	A-4(0)			8.1				
55	C-28	---	M-1			22	1	21	SM	A-2-4(0)			2.8				
56	C-28	---	M-2			14	NP		SP-SM	A-3(0)	5.83	4.97	5.0	14.66	1.91		
57	C-28	---	M-3			20	NP		SM	A-2-4(0)			2.5				
58	C-29	---	M-1			14	NP		SP-SM	A-3(0)			0.7				
59	C-29	---	M-2			23	2	20	SM	A-2-4(0)			2.8				
60	C-29	---	M-3			14	NP		SP-SM	A-3(0)			2.3				
61	C-30	---	M-1			28	7	21	CL	A-4(4)			4.9				
62	C-30	---	M-2			28	7	21	SP	A-3(0)			1.3				
63	C-30	---	M-3			28	6	21	CL-ML	A-4(2)			5.2				
64	C-31	---	M-1			15	NP		SP-SM	A-3(0)			0.8				
65	C-31	---	M-2			27	6	21	CL-ML	A-4(2)			6.4				
66	C-32	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			0.8				
67	C-32	---	M-2			23	4	19	SM	A-2-4(0)			0.8				
68	C-33	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.9				
69	C-33	---	M-2			22	2	21	SM	A-2-4(0)	8.4	7.21	4.0	13.11	1.83		
70	C-34	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			1.5				
71	C-34	---	M-2			25	4	21	SC-SM	A-4(0)			5.9				
72	C-35	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			0.7				
73	C-35	---	M-2			18	NP		SM	A-2-4(0)			4.1				
74	C-36	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			0.8				
75	C-36	---	M-2			21	4	17	SC-SM	A-4(0)			4.1				
76	C-37	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			0.8				
77	C-37	---	M-2			28	6	22	ML	A-4(0)			6.8				
78	C-38	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.7				
79	C-38	---	M-2			24	8	16	CL	A-4(4)			7.2				
80	C-39	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.7				
81	C-39	---	M-2			25	6	20	CL-ML	A-4(2)			5.5				
82	C-40	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.9				
83	C-40	---	M-2			25	7	18	SC	A-4(0)			4.9				
84	C-41	---	M-1			27	9	18	CL	A-4(2)			5.7				
85	C-41	---	M-2			26	7	19	CL-ML	A-4(2)	5.73	4.49	7.0	16.58	1.72		
86	C-42	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.9				
87	C-42	---	M-2			14	NP		SW-SM	A-1-b(0)			1.7				
88	C-42	---	M-3			14	NP		SP-SM	A-3(0)			5.1				
89	C-43	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.8				
90	C-43	---	M-2			26	5	20	SC-SM	A-4(0)			0.8				
91	C-44	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.8				
92	C-44	---	M-2			26	7	19	CL	A-4(4)			7.0				
93	C-45	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.9				
94	C-45	---	M-2			24	3	21	SM	A-2-4(0)			5.8				
95	C-46	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.7				
96	C-46	---	M-2			21	3	18	SM	A-2-4(0)			5.2				
97	C-47	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.9				
98	C-47	---	M-2			23	5	18	SC-SM	A-4(0)			5.0				
99	C-48	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			0.7				
100	C-48	---	M-2			21	2	19	SM	A-2-4(0)			4.1				

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002

UBICACIÓN : LIMA - PERÚ

ID : PDI 3

#	Nº CALICATA	PROGRESIV A	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	DN (mm/golpe)	ASTM D6952
101	C-48	---	M-3			24	7	16	CL	A-4(4)			7.1				
102	C-49	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.7				
103	C-49	---	M-2			23	3	20	SM	A-2-4(0)	7.34	6.22	5.0	15.55	1.85		
104	C-50	---	M-1			13	NP		SP	A-3(0)			0.7				
105	C-50	---	M-2			23	5	18	SC-SM	A-4(0)			1.9				
106	C-51	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.7				
107	C-51	---	M-2			16	NP		SP-SM	A-3(0)			1.9				
108	C-52	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.9				
109	C-52	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			1.9				
110	C-52	---	M-3			17	NP		SM	A-2-4(0)			4.0				
111	C-53	---	M-1			14	NP		SP-SM	A-3(0)			0.8				
112	C-54	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.8				
113	C-54	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			4.0				
114	C-55	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.7				
115	C-55	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			5.9				
116	C-56	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.9				
117	C-56	---	M-2			22	1	20	SM	A-2-4(0)			6.6				
118	C-57	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			0.7				
119	C-57	---	M-2			24	6	18	SC-SM	A-4(0)			4.5				
120	C-57	---	M-3			16	NP		SM	A-2-4(0)	16.51	11.76	3.1	15.35	1.75		
121	C-58	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.9				
122	C-58	---	M-2			17	NP		SM	A-2-4(0)			4.4				
123	C-59	---	M-1			11	NP		SP-SM	A-3(0)			0.9				
124	C-59	---	M-2			25	NP		SM	A-2-4(0)			6.1				
125	C-60	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			2.5				
126	C-60	---	M-2			19	1	18	SM	A-2-4(0)			2.9				
127	C-60	---	M-3			13	NP		SP-SM	A-3(0)			2.0				
128	C-61	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			3.1				
129	C-61	---	M-2			22	2	20	SM	A-2-4(0)			3.1				
130	C-62	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			2.2				
131	C-62	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			3.1				
132	C-63	---	M-1			15	NP		SM	A-2-4(0)			2.5				
133	C-63	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			4.3				
134	C-64	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			2.7				
135	C-65	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			2.6				
136	C-65	---	M-2			24	2	21	SM	A-2-4(0)	5.54	4.79	7.7	14.64	1.85		
137	C-66	---	M-1			14	NP		SP-SM	A-3(0)			1.9				
138	C-66	---	M-2			23	2	21	SM	A-2-4(0)			0.8				
139	C-67	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			2.6				
140	C-67	---	M-2			24	4	21	SM	A-2-4(0)			7.0				
141	C-68	---	M-1			23	2	21	SM	A-2-4(0)			3.6				
142	C-68	---	M-2			19	1	17	SM	A-2-4(0)			0.8				
143	C-69	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			2.3				
144	C-69	---	M-2			14	NP		SP-SM	A-3(0)			5.6				
145	C-69	---	M-3			16	NP		SM	A-2-4(0)	15.63	10.76	6.3	15.07	1.79		
146	C-70	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			2.7				
147	C-70	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			4.1				
148	C-70	---	M-3			15	NP		SM	A-2-4(0)			4.5				
149	C-71	---	M-1			25	1	24	SM	A-2-4(0)			3.3				
150	C-71	---	M-2			15	NP		SP-SM	A-3(0)			3.3				

Fuente: Elaboración Propia.



PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002

UBICACIÓN : LIMA - PERÚ

ID : PD13

#	Nº CALICATA	PROGRESIV A	Nº MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	DN (mm/golpe)	AS TM D6952
151	C-71	---	M-3			15	NP		SP	A-3(0)			1.2				
152	C-71	---	M-4			23	1	22	SM	A-2-4(0)			5.2				
153	C-72	---	M-1			25	1	23	SM	A-2-4(0)			10.8				
154	C-72	---	M-2			15	NP		SP-SM	A-3(0)			10.8				
155	C-72	---	M-3			24	1	23	SM	A-2-4(0)			4.8				
156	C-73	---	M-1			27	3	24	SM	A-2-4(0)			3.7				
157	C-73	---	M-2			13	NP		SP	A-3(0)	9.9	8.83	0.5	10.17	1.7		
158	C-74	---	M-1			26	6	20	SC-SM	A-4(0)			4.5				
159	C-74	---	M-2			13	NP		SP-SM	A-3(0)			4.5				
160	C-75	---	M-1			24	3	21	SM	A-2-4(0)			3.7				
161	C-75	---	M-2			15	NP		SP-SM	A-2-4(0)			1.5				
162	C-75	---	M-3			13	NP		SP-SM	A-3(0)			1.6				
163	C-76	---	M-1			25	2	23	SM	A-2-4(0)			3.8				
164	C-76	---	M-2			24	3	21	SM	A-2-4(0)			5.3				
165	C-77	---	M-1			23	2	20	GM	A-1-b(0)			6.0				
166	C-77	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.8				
167	C-77	---	M-3			13	NP		SP-SM	A-3(0)			2.5				
168	C-78	---	M-1			18	NP		GM	A-1-b(0)			6.7				
169	C-78	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.6				
170	C-78	---	M-3			26	4	21	CL-ML	A-4(2)			7.7				
171	C-79	---	M-1			27	6	20	SC-SM	A-4(0)			3.3				
172	C-79	---	M-2			23	2	21	SM	A-2-4(0)			1.1				
173	C-79	---	M-3			26	4	21	SC-SM	A-4(0)			5.9				
174	C-80	---	M-1			22	2	20	SM	A-2-4(0)			2.9				
175	C-80	---	M-2			18	NP		SM	A-2-4(0)			3.9				
176	C-80	---	M-3			31	7	24	ML	A-4(0)			12.1				
177	C-80	---	M-4			19	NP		SM	A-2-4(0)			3.9				
178	C-81	---	M-1			22	2	20	SM	A-2-4(0)			3.7				
179	C-81	---	M-2			16	NP		SP-SM	A-3(0)			1.5				
180	C-81	---	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	5.9	4.46	7.7	13.39	1.89		
181	C-82	---	M-1			14	NP		SM	A-2-4(0)			1.1				
182	C-82	---	M-2			15	NP		SM	A-2-4(0)			1.1				
183	C-83	---	M-1			28	6	22	SM	A-2-4(0)			5.0				
184	C-83	---	M-2			13	NP		SP-SM	A-3(0)			0.6				
185	C-83	---	M-3			24	3	21	SM	A-2-4(0)			2.3				
186	C-83	---	M-4			27	7	20	SC-SM	A-4(0)			8.6				
187	C-84	---	M-1			24	1	22	SM	A-2-4(0)			3.5				
188	C-84	---	M-2			21	NP		SM	A-2-4(0)			3.5				
189	C-84	---	M-3			23	3	20	SM	A-2-4(0)			8.6				
190	C-85	---	M-1			24	4	20	SC-SM	A-4(0)			3.8				
191	C-85	---	M-2			13	NP		SP-SM	A-3(0)			1.0				
192	C-85	---	M-3			26	5	20	SC-SM	A-4(0)			7.8				
193	C-86	---	M-1			26	7	19	SC-SM	A-4(0)			4.9				
194	C-86	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.8				
195	C-86	---	M-3			12	NP		SP-SM	A-3(0)			0.7				
196	C-86	---	M-4			23	3	20	SM	A-2-4(0)			4.4				
197	C-87	---	M-1			28	6	22	SC-SM	A-4(0)			3.3				
198	C-87	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			1.1				
199	C-87	---	M-3			15	NP		SW-SM	A-1-b(0)			1.0				
200	C-87	---	M-4			19	NP		SM	A-2-4(0)			1.9				

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002

UBICACIÓN : LIMA - PERÚ

ID : PDI 3

#	N° CALICATA	PROGRESIV A	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	DN (mm/golpe)	ASTM D6952
201	C-88	---	M-1			17	NP		SM	A-2-4(0)			0.9				
202	C-88	---	M-2			26	4	23	ML	A-4(0)			10.1				
203	C-89	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			2.8				
204	C-89	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			4.0				
205	C-89	---	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	5.87	4.7	8.7	13.66	1.9		
206	C-90	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			1.3				
207	C-90	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			2.4				
208	C-90	---	M-3			22	3	20	SM	A-2-4(0)			7.3				
209	C-91	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			1.2				
210	C-91	---	M-2			16	NP		SM	A-2-4(0)			8.6				
211	C-92	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			2.9				
212	C-93	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			1.7				
213	C-93	---	M-2			27	3	24	SM	A-2-4(0)			6.8				
214	C-93	---	M-3			23	2	21	SM	A-2-4(0)			6.8				
215	C-94	---	M-1			13	NP		SP-SM	A-3(0)			7.6				
216	C-94	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.7				
217	C-95	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			2.7				
218	C-96	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			2.7				
219	C-96	---	M-2			11	NP		SP-SM	A-3(0)			5.2				
220	C-97	---	M-1			15	NP		SM	A-2-4(0)	4.67	6.01	5.8	11.89	1.87		
221	C-98	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			6.4				
222	C-98	---	M-2			14	NP		GP-GM	A-1-a(0)			9.1				
223	C-99	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			2.8				
224	C-99	---	M-2			15	NP		GP-GM	A-1-a(0)			6.3				
225	C-100	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.2				
226	C-100	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.0				
227	C-100	---	M-3			11	NP		SP	A-3(0)			0.8				
228	C-101	---	M-1			14	NP		GP-GM	A-1-a(0)			6.2				
229	C-102	---	M-1			13	NP		SM	A-2-4(0)			11.2				
230	C-103	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			7.9				
231	C-104	---	M-1			14	NP		SM	A-2-4(0)			9.0				
232	C-104	---	M-2			11	NP		SP-SM	A-3(0)			4.1				
233	C-104	---	M-3			26	4	22	SM	A-2-4(0)			4.1				
234	C-105	---	M-1			16	NP		SM	A-2-4(0)			2.6				
235	C-105	---	M-2			12	NP		SP	A-3(0)	9.86	8.82	0.8	13.71	1.69		
236	C-106	---	M-1			12	NP		SP	A-3(0)			1.0				
237	C-107	---	M-1			16	NP		GP-GM	A-1-a(0)			8.1				
238	C-108	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-1-a(0)			3.3				
239	C-108	---	M-2			16	NP		GM	A-1-b(0)			9.5				
240	C-109	---	M-1			14	NP		GW	A-1-b(0)			1.8				
241	C-109	---	M-2			14	NP		SM	A-2-4(0)			1.7				
242	C-109	---	M-3			12	NP		SP-SM	A-3(0)			1.1				
243	C-110	---	M-1			26	3	23	SP-SM	A-3(0)			2.1				
244	C-110	---	M-2			12	NP		SP	A-3(0)			0.9				
245	C-110	---	M-3			15	NP		GM	A-1-b(0)			6.2				
246	C-111	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			3.2				
247	C-111	---	M-2			16	NP		SW-SM	A-1-b(0)			1.1				
248	C-111	---	M-3			12	NP		SP-SM	A-3(0)			5.3				
249	C-112	---	M-1			12	NP		SP-SM	A-3(0)			3.4				
250	C-112	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)			5.7				
251	C-112	---	M-3			28	6	22	SM	A-2-4(0)			8.2				
252	C-113	---	M-1			27	5	22	GM	A-1-b(0)			6.9				
253	C-113	---	M-2			12	NP		SP-SM	A-3(0)	6.36	5.16	1.1	12.93	1.92		
254	C-113	---	M-3			13	NP		SM	A-2-4(0)			4.6				
255	C-113	---	M-4			17	NP		SM	A-2-4(0)			6.1				

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 16: MUESTRA DE DATOS PD4

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** CORRELACIÓN NÚMERO DE GOLPES DCP VS PENETRACIÓN CBR IN SITU PARA RESISTENCIA AL ESFUERZO NORMAL DE PAVIMENTOS URBANOS, LAMBAYEQUE. 2018

**UBICACIÓN:** PIMENTEL - PERÚ

**ID :** PD14

#	N° CALICATA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	PDC (N° golpes)	DN (mm/golpe)	ASTM D6952	TESIS
1	C-1	M-1	25	75	51	18	32	CH	A-7	2.38		18.4				150	2.3	3.0
2		M-2								4						283	1.2	4.4
3		M-3								2.7					1.37	433	0.8	3.8
4	C-2	M-1	9	91	56	29	27	CH	A-7	2.43		23.9				130	2.7	2.7
5		M-2								3.8						277	1.3	4.4
6		M-3								2.45					1.43	421	0.8	3.9
7	C-3	M-1	23	77	51	18	32	CH	A-7	3.03		23.4				145	2.4	3.0
8		M-2								4.77						280	1.2	4.4
9		M-3								4.28					1.43	410	0.8	4.0
10	C-4	M-1	23	77	52	27	25	CH	A-7	3.38		19.9				160	2.2	3.2
11		M-2								4.36						300	1.2	4.4
12		M-3								4.53					1.4	398	0.9	4.1
13	C-5	M-1	13	87	55	27	28	CH	A-7	4		23.2				190	1.8	3.6
14		M-2								4.5						298	1.2	4.4
15		M-3								4.89					1.25	402	0.9	4.1
16	C-6	M-1	10	90	56	28	28	CH	A-7	3.13		25.0				157	2.2	3.2
17		M-2								3.05						368	0.9	4.3
18		M-3								3.63					1.22	464	0.8	3.4
19	C-7	M-1	18	82	52	25	26	CH	A-7	3.12		21.8				159	2.2	3.2
20		M-2								4.45						305	1.1	4.4
21		M-3								4.3					1.34	422	0.8	3.9
22	C-8	M-1	4	96	59	26	33	CH	A-7	3.04		24.6				172	2.0	3.4
23		M-2								3.78						277	1.3	4.4
24		M-3								3.05					1.35	397	0.9	4.1
25	C-9	M-1	5	95	59	27	32	CH	A-7	3.36		23.6				139	2.5	2.9
26		M-2								5.23						293	1.2	4.4
27		M-3								4.12					1.47	401	0.9	4.1

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 17: MUESTRA DE DATOS PD5

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** CORRELACIÓN DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS COHESIVOS EN EL PUEBLO JOVEN NUEVO PROGRESO EN EL DISTRITO DE PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGIÓN LAMBAYEQUE

**UBICACIÓN :** PIMENTEL - PERÚ

**ID :** PD15

#	N° CALICATA	PROGRESIV A	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	qu (Kg/cm2)	TESIS
1	C1	---	M-1	31.4	68.6	25	8	17	CL		1.6		21.8	13.33	1.26	0.4	1.6
2	C2	---	M-1	41.3	58.7	22	8	14	CL		1.9		15.2	19.62	1.721	0.5	1.9
3	C3	---	M-1	49.5	50.5	27	16	11	CL		2.3		17.7	13.71	1.784	0.5	2.2
4	C4	---	M-1	46.4	53.6	24	23	2	ML		2.4		9.1	15.47	1.687	0.5	2.2
5	C5	---	M-1	39.6	60.4	25	13	12	CL		1.4		12.2	17.67	1.766	0.4	1.4
6	C6	---	M-1	47.9	52.1	27	27	1	ML		1.9		18.0	5.85	1.988	0.5	2.2
7	C7	---	M-1	38	62	24	21	3	ML		2.2		4.0	26.99	1.471	0.6	2.2
8	C8	---	M-1	37.4	62.6	24	22	2	ML		1.5		4.9	34.21	1.033	0.4	1.6

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 18: MUESTRA DE DATOS PD6

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** 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 BOGOTÁ D.C.

**UBICACIÓN :** BOGOTÁ - COLOMBIA

**ID :** PD16

#	N° CALICATA	PROGRESIV A	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	SPT (N)	TESIS
1	C-1	---	M-1			77	32	45	CH		1.6		50.5			5	1.5
2	C-2	---	M-1			159	49	110	CH		1.5		57.2			4	1.2
3	C-3	---	M-1			92	37	55	CH		1.8		43.9			2	1.7
4	C-4	---	M-1			184	59	125	CH		1.6		61.5			4	1.2
5	C-5	---	M-1			122	35	87	CH		1		53.8			3	1.3
6	C-6	---	M-1			139	33	106	CH		1.2		61.4			4	1.2
7	C-7	---	M-1			123	32	91	CH		2		65.0			6	2.1
8	C-8	---	M-1			123	33	90	CH		1.2		50.4			4	1.2
9	C-9	---	M-1			139	34	105	CH		1.6		55.2			5	1.5
10	C-10	---	M-1			70	30	40	CH		0.9		49.8			3	1.3
11	C-11	---	M-1			155	47	108	CH		1.3		63.9			5	1.5
12	C-12	---	M-1			81	34	47	CH		1.1		54.8			3	1.3
13	C-13	---	M-1			103	31	72	CH		1.7		50.7			2	1.7
14	C-14	---	M-1			78	30	48	CH		1		53.9			3	1.3
15	C-15	---	M-1			154	47	107	CH		1.5		53.0			4	1.2
16	C-16	---	M-1			85	35	50	CH		1.7		46.5			2	1.7
17	C-17	---	M-1			87	35	52	CH		2		50.3			2	1.7
18	C-18	---	M-1			81	31	50	CH		1.6		59.6			2	1.7
19	C-19	---	M-1			83	33	50	CH		3		41.1			7	3.0
20	C-20	---	M-1			87	37	50	CH		1.4		54.1			5	1.5
21	C-21	---	M-1			102	35	67	CH		2		49.1			2	1.7
22	C-22	---	M-1			94	37	57	CH		1.6		55.5			5	1.5
23	C-23	---	M-1			77	35	42	CH		1.9		54.7			2	1.7
24	C-24	---	M-1			87	30	57	CH		0.9		53.8			3	1.3
25	C-25	---	M-1			89	36	53	CH		1.7		54.8			4	1.2
26	C-26	---	M-1			87	35	52	CH		1.8		48.7			6	2.1
27	C-27	---	M-1			88	36	52	CH		1.4		51.0			4	1.2
28	C-28	---	M-1			85	34	51	CH		1		52.7			3	1.3
29	C-29	---	M-1			95	36	59	CH		1.4		52.4			5	1.5
30	C-30	---	M-1			81	32	49	CH		2		54.5			6	2.1

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 19: MUESTRA DE DATOS PD7

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO Y PENETRACIÓN DINÁMICA DE CONO (PDC) EN LA LOCALIDAD DE PICSI

**UBICACIÓN:** PIMENTEL - PERÚ

**ID :** PDI 7

#	N° CALICATA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2	PDC (N° golpes)	DN (mm/golpe)	ASTM D6952	TESIS
1	C-1	38	62	26	20	6	CL-ML	A-4(6)	5.05		16.6	12.95	2.043	0.075		61.8		7	93	3.7	13.3
2	C-2	50	50	20	11	9	CL	A-4(3)	3.12		14.8	11.51	2.099	0.25	0.106	78.6	54.9	7.6	61	5.7	6.5
3	C-3	46	54	25	13	11	CL	A-4(4)	2.55		15.2	11.44	2.052	0.25	0.106	80.3	58.2	10.5	69	5.0	4.2
4	C-4	44	57	24	19	4	CL-ML	A-4(5)	13.64		16.7	12.89	1.977	0.106	0.075	64.6	56.5	10.6	54	6.5	4.2
5	C-5	50	50	31	20	11	CL	A-6(3)	5.51		20.1	12.94	1.922	0.25	0.106	73.8	55.3	11.3	44	7.9	3.0
6	C-6	69	31	NP	NP		SM	A-2-4(0)	15.38		12.9	11.8	2.061	0.25	0.106	76	40	2	75	4.6	15.4
7	C-7	86	14	NP	NP		SM	A-2-4(0)	21.64		3.2	7.12	1.989	0.425	0.25	67.9	46.9	3.4	18	19.4	21.6
8	C-8	61	39	18	14	4	SM	A-4(1)	15.7		12.3	11.85	2.022	0.25	0.106	68.3	44	7.8	29	12.0	15.4
9	C-9	54	46	NP	NP		SM	A-4(2)	17.22		9.0	11.82	2.062	0.25	0.106	82.3	58.3	8.3	50	7.0	17.1

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 20: MUESTRA DE DATOS PD8

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DEL CANTÓN PÍLLARO; PARROQUIA MARCOS ESPINEL; DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA".

**UBICACIÓN:** AMBATO - ECUADOR

**ID :** PD18

#	N° CALICATA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2	DN (mm/golpe)	GE	ASTM D6952	TESIS
1	C-1	M-1	85	15	38	33	5	SM	A-2-4		8.8	36.2	28.8	1.333	2	1.19	69.95	55.87	37.313	2.277	5.3	8.8
2	C-2	M-1	78	22	37	32	5	SM	A-2-4		7	65.3	39.3	1.001	0.42	0.297	62.65	55.68	50.923	2.132	3.8	7.8
3	C-3	M-1	85	15	31	28	3	SM	A-2-4		8.7	27.4	29.6	1.327	2	1.19	70.38	56.61	29.128	2.426	7.0	9.6
4	C-4	M-1	89	11	30	25	5	SP-SM	A-2-4		10.8	36.3	22.3	1.566	1.19	0.565	68.34	56.08	28.555	2.656	7.1	9.7
5	C-5	M-1	88	12	24	23	1	SM	A-2-4		10	21.1	19.6	1.659	1.19	0.565	65.3	54.27	20.275	2.254	10.4	11.1
6	C-6	M-1	76	24	43	42	1	SM	A-2-5		6	55.1	38.5	1.046	0.565	0.42	62.8	56.52	38.324	2.276	5.2	8.7
7	C-7	M-1	84	16	25	23	2	SM	A-2-4		12	25.7	21	1.58	0.297	0.25	60.28	48	31.291	2.165	6.4	9.4
8	C-8	M-1	76	24	30	27	3	SM	A-2-4		11.5	29.3	21.7	1.553	0.565	0.42	64.55	57.76	16.761	2.372	12.8	11.9
9	C-9	M-1	93	7	38	33	5	SW-SM	A-2-4		12	31.7	25.5	1.463	2	1.19	79.92	59.98	22.985	2.392	9.1	10.6
10	C-10	M-1	76	24	24	21	3	SM	A-2-4		20.5	7.8	9.48	2.063	0.297	0.25	62.05	51.23	15.268	2.503	14.2	12.3
11	C-11	M-1	82	18	29	23	6	SM	A-4		14.5	28.8	23.1	1.533	2	1.19	69.5	56.83	5.023	2.294	48.5	18.8
12	C-12	M-1	88	12	35	31	4	SM	A-2-4		8.5	35.6	27	1.416	1.19	0.565	65.04	49.57	39.326	2.226	5.0	8.6

Fuente: Elaboración Propia.

# ANEXO 21: MUESTRA DE DATOS PD9

## PROYECTO DE TESIS

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : ECUACIONES DE CORRELACIÓN DEL CBR CON PROPIEDADES ÍNDICE DE SUELOS PARA LA CIUDAD DE PIURA

UBICACIÓN : PIURA - PERÚ

ID : PD19

#	N° CALCATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
1	TERMINAL TER	---		93	7	24	22	2	GW	A-1-a(0)		32		9	2.13				
2	TERMINAL TER	---		31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)		7		12.2	1.86				
3	TERMINAL TER	---		64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)		22		10.2	1.95				
4	TERMINAL TER	---		20	80	42	22	20	CH	A-7-6 (16)		1		12.5	1.89				
5	TERMINAL TER	---		60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)		27		10.5	1.92				
6	TERMINAL TER	---		46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)		5		15	1.71				
7	TERMINAL TER	---		37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)		3		13	1.82				
8	TERMINAL TER	---		58	42	24	14	10	ML	A-4 (1)		14		15.5	1.71				
9	TERMINAL TER	---		80	20	15	14	1	SM	A-2-4 (0)		16		12	1.7				
10	TERMINAL TER	---		58	42	30	24	6	ML	A-4 (0)		14		16	1.7				
11	TERMINAL TER	---		77	23	19	14	5	SM	A-2-4 (0)		8		12	1.67				
12	CARRETERA M	---		86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)		63		5.8	2.24				
13	PAVI DE TERM	---		64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)		65		10.2	1.95				
14	PAVI DE TERM	---		55	45	31	24	7	ML	A-4 (1)		65		15.5	1.71				
15	AA. HH. LOS JA	---		91	9	16	15	1	GW	A-1-a(0)		54		5.5	2.12				
16	CANTERA LA V	---		60	40	27	15	12	CL	A-6(1)		22		6.3	2.21				
17	HOME CENTER	---		15	85	29	19	10	CL	A-6(7)		6		13	1.85				
18	MAERSK -PAIT	---		51	49	36	25	11	SC	A-6(3)		11		11.5	1.98				
19	MAERSK -PAIT	---		58	42	24	21	3	SM	A-4(0)		13		15	1.73				
20	MAERSK -PAIT	---		51	49	36	25	11	SC	A-6(3)		10		13	1.74				
21	MAERSK -PAIT	---		51	49	36	25	11	SC	A-6(3)		24		13	1.75				
22	MAERSK -PAIT	---		85	15	24	13	11	GC	A-2-6(0)		47		8	2.25				
23	MAERSK -PAIT	---		89	11	26	15	11	SC	A-2-6(0)		46		7	2.22				
24	MAERSK -PAIT	---		79	21	31	18	13	CL	A-6(0)		13		12	1.93				
25	AA. HH. LOS JA	---		89	11	22	18	4	GM	A-1-b(0)		59		7	2.17				
26	AA. HH. LOS JA	---		40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)		6		8	1.93				
27	CLÍNICA UNIVE	---		57	43	20	17	3	SM	A-4(0)		19		12	1.87				
28	AA. HH. LOS JA	---		83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)		17		7.3	2.1				
29	CARRETERA K	---		5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)		5		19.2	1.62				
30	TERMINAL TER	---		72	28	27	17	10	SM	A-2-4(0)		20		13.2	1.87				
31	URBANIZACIO	---		43	57	39	15	24	CL	A-6(10)		7		13.4	1.87				
32	URBANIZACIO	---		73	27	28	19	9	SM	A-2-4(0)		25		12.6	1.88				
33	PAVI DE TERM	---		47	53	35	16	19	CL	A-6(7)		6		13	1.91				
34	FRANJA CENTE	---		55	45	28	17	11	SC	A-2-6(6)		7		12	2				
35	FRANJA CENTE	---		58	42	31	17	14	SC	A-2-6(13)		18		12	1.93				
36	URBANIZACIO	---		49	51	22	20	2	ML	A-4(0)		15		12.3	1.66				
37	URBANIZACIO	---		51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)		13		11	2				
38	URBANIZACIO	---		30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)		10		12.5	1.87				
39	URBANIZACIO	---		23	77	39	17	22	CL	A-6(16)		2		13	1.95				
40	URBANIZACIO	---		64	36	23	17	6	SM	A-2-4(0)		17		12	1.62				
41	TIENDAS MAE	---		83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)		19		10	1.8				
42	URBANIZACIO	---		70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)		14		11.5	1.96				
43	URBANIZACIO	---		34	66	32	17	15	CL	A-6(8)		5		12.3	1.93				
44	URBANIZACIO	---		31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)		5		12.5	1.92				
45	URBANIZACIO	---		33	67	33	20	13	CL	A-6(7)		6		12	1.9				
46	URBANIZACIO	---		25	75	41	20	21	CL	A-6(15)		3		12.5	1.95				
47	URBANIZACIO	---		12	88	44	21	23	CL	A-6(21)		2		13	1.88				
48	URBANIZACIO	---		21	79	43	20	23	CL	A-6(18)		4		12.5	1.92				
49	URBANIZACIO	---		19	81	43	21	22	CL	A-6(18)		3		13.2	1.88				
50	URBANIZACIO	---		24	76	43	21	22	CL	A-6(16)		2		12.3	1.94				

Fuente: Elaboración Propia.



PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : ECUACIONES DE CORRELACIÓN DEL CBR CON PROPIEDADES ÍNDICE DE SUELOS PARA LA CIUDAD DE PIURA

UBICACIÓN : PIURA - PERÚ

ID : PDI9

#	N° CALICATA	PROGRESIV A	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	D1 (mm)	D2 (mm)	%1	%2
51	CARRETERA K	---		2	98	37	22	15	CL	A-6(16)		2		16.5	1.78				
52	CARRETERA K	---		11	89	32	22	10	CL	A-6(9)		12		13	1.76				
53	CARRETERA K	---		33	67	30	22	8	CL	A-6(4)		8		14	1.76				
54	EPC ETANOL-C	---		85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)		20		9.2	2.18				
55	109 Km 50 - CHU	---		85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)		63		5.5	2.29				
56	109 Km 50 - CHU	---		84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)		63		5.5	2.29				
57	109 Km 50 - CHU	---		89	11	19	14	5	GW	A-1-a(0)		64		5.5	2.21				
58	109 Km 50 - CHU	---		85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)		59		5.5	2.21				
59	109 Km 50 - CHU	---		84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)		59		5	2.15				
60	CARRETERA M	---		90	10	18	15	3	GW	A-1-a(0)		79		4.5	2.24				
61	CARRETERA M	---		89	11	18	16	2	GW	A-1-a(0)		78		4.5	2.23				
62	CARRETERA M	---		91	9	19	16	3	GW	A-1-a(0)		79		4.9	2.23				
63	CARRETERA M	---		92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)		78		4.6	2.24				
64	CARRETERA M	---		90	10	19	16	3	GW	A-1-a(0)		81		4.7	2.22				
65	CARRETERA M	---		92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)		79		4.9	2.22				
66	CARRETERA M	---		91	9	18	15	3	GW	A-1-a(0)		77		5	2.23				
67	CARRETERA M	---		90	10	18	14	4	GW	A-1-a(0)		79		4.9	2.22				
68	CARRETERA M	---		90	10	17	15	2	GW	A-1-a(0)		81		4.6	2.22				
69	CARRETERA M	---		91	9	19	15	4	GW	A-1-a(0)		81		4.6	2.22				
70	ETANOL-PAITA	---		69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)		20		8.5	2.1				
71	109 Km 50 - CHU	---		89	11	27	13	14	SC	A-2-6(0)		31		6	2.13				
72	109 Km 50 - CHU	---		84	16	24	20	4	GM	A-1-b(0)		34		9	2.08				
73	PECHUQUIS-A	---		52	48	48	25	23	SM	A-2-4(20)		19		12	1.87				
74	PECHUQUIS-A	---		63	37	38	35	3	SM	A-2-4(0)		17		12	1.62				
75	HUACHARI-CH	---		41	59	51	29	22	MH	A-5(11)		7		13.4	1.87				

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 22: MUESTRA DE DATOS AD1

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

PROYECTO : CORRELACIÓN DEL CBR CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA

UBICACIÓN : COLOMBIA

ID : AD11

#	Nº CALICATA	PROGRESIVA	Nº MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	qu (Kg/cm2)	TESIS
1	Yumbo	---	M-1			73	31	42	42	CH			1.5				0.3	2.0
2	Candelaria 1	---	M-1			46	15	30	30	ML			3.8				0.4	2.1
3	Candelaria 2	---	M-1			28	24	4	4	ML			4				0.6	2.5
4	Popayán 1	---	M-1			80	52	28	28	MH			14.8				3.8	12.5
5	Popayán 2	---	M-1			58	49	9	9	MH			17.5				4.3	14.9
6	Candelaria 3	---	M-1			72	30	42	42	CH			7.2				2.3	6.8
7	Candelaria 4	---	M-1			38	31	7	7	ML			6.3				1.6	4.8
8	Popayán 3	---	M-1			36	26	10	10	ML			12.2				3.0	9.3
9	Popayán 4	---	M-1			49	27	22	22	CL			6				1.8	5.4
10	Popayán 5	---	M-1			56	20	37	37	CH			6.9				2.2	6.6
11	Miranda 1	---	M-1			51	32	18	18	MH			8.5				2.1	6.2
12	Miranda 2	---	M-1			47	30	17	17	ML			4.3				1.2	3.8
13	Florida 1	---	M-1			41	28	13	13	ML			3.5				1.2	3.8
14	Florida 2	---	M-1			61	36	24	24	MH			4.2				1.7	5.2
15	Puerto Tejada 1	---	M-1			26	18	8	8	CL			6.3				2.0	6.1
16	Puerto Tejada 2	---	M-1			81	24	57	57	CH			5.9				1.9	5.7
17	Puerto Tejada 3	---	M-1			56	35	21	21	MH			9.1				2.5	7.6
18	Palmira 1	---	M-1			67	40	27	27	MH			4.3				2.2	6.5
19	Palmira 2	---	M-1			47	29	17	17	ML			4.2				1.5	4.5
20	Palmira 3	---	M-1			44	25	19	19	CL			3.7				1.4	4.3
21	Palmira 4	---	M-1			39	18	21	21	CL			8				2.3	6.8
22	Cali 1	---	M-1			76	39	37	37	MH			3				0.8	3.0
23	Cali 2	---	M-1			42	23	19	19	CL			2				0.6	2.6
24	Jamundí	---	M-1			54	32	22	22	MH			7				1.5	4.6
25	Jamundí	---	M-1			66	28	38	38	CH			3.4				1.1	3.5
26	Villa Rica 1	---	M-1			54	33	21	21	MH			9.9				2.1	6.4
27	Villa Rica 2	---	M-1			93	37	56	56	MH			3.4				0.9	3.1
28	Villa Rica 3	---	M-1			66	36	29	29	MH			1.3				0.2	1.8
29	ander de Quilich	---	M-1			51	34	18	18	MH			2				0.7	2.7
30	ander de Quilich	---	M-1			64	47	17	17	MH			6.9				2.6	7.9
31	ander de Quilich	---	M-1			74	38	36	36	MH			20				6.6	27.7
32	Cali 3	---	M-1			58	38	21	21	MH			5.7				2.2	6.6
33	Cali 4	---	M-1			63	36	27	27	CH			0.93				0.1	1.7
34	Cali 5	---	M-1			45	27	18	18	ML			14.3				3.3	10.5
35	Popayán 6	---	M-1			69	37	32	32	MH			4.9				2.9	9.0
36	Popayán 7	---	M-1			48	34	14	14	ML			1.6				0.7	2.7
37	Popayán 8	---	M-1			51	33	18	18	MH			0.93				0.5	2.4
38	Popayán 9	---	M-1			54	35	19	19	MH			2.4				1.1	3.6

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 23: MUESTRA DE DATOS AD2

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

**PROYECTO :** MODELO PARA ESTIMAR EL MÓDULO DE RESILIENCIA DE SUELOS FINOS COMPACTADOS EN LA CONDICIÓN ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN

**UBICACIÓN :** SANFANDILA, QRO.

**ID :** ADI 2

#	N° CALICATA	PROGRESIVA	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	HUMEDAD w (%)	OCH (%)	MDS (gr/cc)	GE	TESIS
1	Lago La Venta, C	36+940	M-1		87	69	24	45	CH					33.5	1.2844	2.6	35.0
2	rosa Jáuregui, Qu		M-1		88	56	19	37	CH					27.6	1.4241	2.6	35.0
3	La Cañada, Quer	42+010	M-1		81	56	30	26	CH					31.25	1.3425	2.6	35.3
4	Pedro Escobedo,		M-1		79	70	28	42	CH					34.2	1.2813	2.7	35.9
5	Km 175+600, Lad	47+150	M-1		96	94	32	62	CH					36.1	1.2681	2.7	36.7
6	Km 39+600, Ladc		M-1		96	54	30	24	CH					29.25	1.4383	2.7	36.5
7	Laderas de San F	52+270	M-1		95	81	36	45	CH					39.5	1.1753	2.7	36.1
8	Instituto Mexicat		M-1		86	66	25	41	CH					30	1.3578	2.6	35.5
9	Arcilla del nuev		M-1		77	66	31	35	CH					30.25	1.3354	2.6	35.1
10	Mezcla: 90% arc	57+360	M-1		70	58	27	31	CH					28.7	1.3486	2.6	35.4
11	Fraccionamiento		M-1		61	37	17	20	CL					22.5	1.5291	2.6	35.6
12	Mezcla 1: 70.8%	62+450	M-1		71	50	22	28	CL					28	1.3965	2.6	35.5
13	Mezcla: 80% arc		M-1		70	47	21	26	CL					25.75	1.4271	2.6	35.4
14	Aeropuerto de Q	67+550	M-1		94	54	34	20	MH					36.5	1.2497	2.6	35.8
15	La Galera, Queré		M-1		90	59	33	26	MH					33.8	1.3252	2.7	36.2
16	Limo de la excava	72+640	M-1		72	66	37	29	MH					29.23	1.3507	2.6	35.7
17	Suelo de la capa		M-1		73	54	41	13	MH					43	1.0989	2.6	35.0
18	Mezcla: 80% arc		M-1		63	57	33	24	MH					27.2	1.3925	2.6	35.4
19	Terminal de Auto		M-1		92	47	36	11	ML					36.6	1.2477	2.6	35.4
20	Banco Misha de	77+690	M-1		87	44	33	11	ML					32	1.3211	2.7	36.7
21	Comercial Mexic		M-1		57	NP	NP		ML					28.6	1.2813	2.4	33.3
22	Mezcla: 80% lim	81+940	M-1		76	45	31	14	ML					28	1.3976	2.6	35.2
23	Mezcla: 70% lim		M-1		54	39	27	12	ML					24.22	1.4781	2.6	34.9
24	Suelo de tramo c		M-1		79	44	28	16	ML					37	1.2854	2.6	35.0
25	Mezcla: 70% lim	87+510	M-1		65	47	29	18	ML					27.5	1.4169	2.6	35.8
26	Mezcla: 60% lim	92+440	M-1		34	40	28	12	ML					26.16	1.4638	2.6	35.5
27	Banco San José.	96+990	M-1		13	NP	NP		SM					20.7	1.5066	2.4	33.8
28	Banco Los Cues.		M-1		37	NP	NP		SM					23.4	1.4179	2.5	34.6
29	Banco Confin-08	102+060	M-1		33	NP	NP		SM					24	1.3282	2.4	33.2
30	Banco Confin-09		M-1		32	NP	NP		SM					24.7	1.3914	2.5	34.3
31	Suelo de cimenta	107+090	M-1		44	51	30	21	SM					25.2	1.4771	2.6	35.6
32	Mezcla: 30% lim		M-1		34	NP	NP		SM					18.5	1.7074	2.7	35.9
33	Mezcla 2: 26.4%	112+170	M-1		26	31	18	13	SC					21	1.5647	2.7	36.4
34	Mezcla 1: 50% A		M-1		43	34	17	17	SC					23	1.5291	2.7	36.2
35	Mezcla 2: 50% li		M-1		34	35	23	12	SC					21.5	1.58	2.7	36.2

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 23: CORRELACIÓN POR MÉTODOS

### PROYECTO DE TESIS

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % NCHRP 1-37A, (2004)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	6	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	3.6	-0.2	0.7	24.1%
2	E-03	6	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	3.4	-0.2	0.6	21.4%
3	E-03	18	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.5	3.3	0.3	1.2	27.0%
4	M-2	2	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	2.5	-0.1	0.3	13.6%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6(16)	7.0	5.9	0.2	1.1	15.7%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5.0	2.1	0.6	2.9	58.0%
7	M-2	4	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	8.6	-3.8	6.8	377.8%
8	M-1	7	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	5.1	0.6	8.3	61.9%
9	M-1	50	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	7.7	-0.2	1.1	16.7%
10	M-1	27	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	22.2	-1.6	13.6	158.1%
11	M-1	12	88	65	56	9	MH	A-5	16.0	11.5	0.3	4.5	28.1%
12	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7.0	7.2	0.0	0.2	2.9%
13	M-02	45	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	14.3	-0.7	6.0	72.3%
14	M-3	49	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	11.4	-0.8	5.1	81.0%
15	M-2	50	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	10.3	-0.8	4.7	83.9%
16	M-02	44	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	16.0	-2.0	10.7	201.9%
17	M-02	41	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	18.8	-1.7	11.9	172.5%
18	M-02	33	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	13.9	-0.2	2.3	19.8%
19	M-02	36	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	12.2	-0.1	1.4	13.0%
20	M-02	26	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6.0	11.7	-1.0	5.7	95.0%
21	M-02	42	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	17.1	-1.6	10.6	163.1%
22	M-02	43	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	11.1	-0.5	3.9	54.2%
23	M-02	26	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	8.8	0.0	0.1	1.1%
24	M-03	49	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	17.2	0.0	0.3	1.8%
25	M-02	31	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10.0	11.5	-0.2	1.5	15.0%
26	M-02	41	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10.0	14.2	-0.4	4.2	42.0%
27	M-02	34	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	9.8	-0.2	1.9	24.1%
28	M-2	31	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	10.0	0.3	4.4	30.6%
29	M-2	27	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	8.9	0.2	2.0	18.3%
30	M-02	40	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	20.6	-0.9	10.0	94.3%
31	M-02	31	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	8.3	0.5	7.3	46.8%
32	M-02	24	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	7.6	0.5	8.3	52.2%
33	M-02	14	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	9.5	-0.4	2.9	43.9%
34	M-02	47	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	18.4	-0.7	7.8	73.6%
35	M-02	39	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	10.4	-0.3	2.1	25.3%
36	M-02	24	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	9.2	0.1	0.9	8.9%
37	M-02	40	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	11.2	-0.2	1.9	20.4%
38	M-02	36	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	19.7	-1.1	10.4	111.8%
39	M-02	9	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	8.4	0.0	0.2	2.3%
40	M-02	4	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	10.3	-0.1	0.7	7.3%
41	M-02	39	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10.0	13.7	-0.4	3.7	37.0%
42	E-03	27	73	43	23	21	CL	A-7-6(14)	8.5	6.3	0.3	2.2	25.9%
43	E-03	19	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	7.5	-0.3	1.7	29.3%
44	M-03	16	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	4.5	-0.5	1.4	45.2%
45	M-03	23	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	6.4	-0.1	0.8	14.3%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % NCHRP 1-37A, (2004)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-2	48	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	9.2	-0.4	2.6	39.4%
47	M-02	45	55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	8.0	-0.4	2.4	42.9%
48	M-1	26	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	6.6	0.7	15.7	70.4%
49	M-1	50	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	17.9	-0.4	5.5	44.4%
50	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3.0	9.5	-2.2	6.5	216.7%
51	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22.0	16.7	0.2	5.3	24.1%
52	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6.0	10.4	-0.7	4.4	73.3%
53	S/N	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13.0	25.1	-0.9	12.1	93.1%
54	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6.0	18.5	-2.1	12.5	208.3%
55	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7.0	6.8	0.0	0.2	2.9%
56	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6.0	9.0	-0.5	3.0	50.0%
57	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10.0	21.1	-1.1	11.1	111.0%
58	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2.0	5.6	-1.8	3.6	180.0%
59	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5.0	9.1	-0.8	4.1	82.0%
60	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5.0	18.7	-2.7	13.7	274.0%
61	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6.0	10.2	-0.7	4.2	70.0%
62	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3.0	6.0	-1.0	3.0	100.0%
63	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2.0	4.8	-1.4	2.8	140.0%
64	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4.0	5.3	-0.3	1.3	32.5%
65	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3.0	5.4	-0.8	2.4	80.0%
66	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2.0	5.7	-1.9	3.7	185.0%
67	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2.0	6.4	-2.2	4.4	220.0%
68	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12.0	10.0	0.2	2.0	16.7%
69	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8.0	15.3	-0.9	7.3	91.3%
70	M-3	40	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	15.1	-1.6	9.3	160.3%
71	M-2	50	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	23.4	-6.3	20.2	631.3%
72	M-02	6	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	9.4	-0.7	3.9	70.9%
73	M-2	3	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	8.0	0.0	0.4	4.8%
74	M-2	2	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	9.2	-0.6	3.3	55.9%
75	M-3	26	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	20.3	-1.8	13.0	178.1%
76	M-1	22	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	15.1	-1.4	8.8	139.7%
77	M-1	43	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	24.4	-2.2	16.7	216.9%
78	M-1	43	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	19.2	-1.3	10.9	131.3%
79	M-1	76	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	27.1	-2.5	19.3	247.4%
80	M-1	46	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	29.3	-1.3	16.7	132.5%
81	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)	7.0	13.6	-0.9	6.6	94.3%
82	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	22.0	26.5	-0.2	4.5	20.5%
83	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)	27.0	30.5	-0.1	3.5	13.0%
84	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)	5.0	18.1	-2.6	13.1	262.0%
85	S/N	58	42	24	14	10	ML	A-4 (1)	14.0	18.5	-0.3	4.5	32.1%
86	S/N	58	42	30	24	6	ML	A-4 (0)	14.0	26.5	-0.9	12.5	89.3%
87	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	16.5	26.5	-0.6	10.0	60.6%
88	S/N	55	45	31	24	7	ML	A-4 (1)	16.5	22.8	-0.4	6.3	38.2%
89	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15.0	43.0	-1.9	28.0	186.7%
90	M-01	56	44	32	19	13	SC	A-6 (2)	6.2	14.5	-1.3	8.3	133.9%
91	M-2	51	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	18.7	6.6	0.6	12.1	64.7%
92	M-2	62	38	31	21	10	SC	A-4(0)	16.8	20.3	-0.2	3.5	20.8%
93	M-3	55	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	14.9	10.2	0.3	4.7	31.5%
94	M-2	64	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	18.9	-0.1	1.8	10.5%
95	M-2	64	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	14.3	11.6	0.2	2.7	18.9%
96	M-2	61	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	12.8	0.4	7.5	36.9%
97	M-3	56	44	39	19	20	SC	A 6(4)	8.3	10.3	-0.2	2.0	24.1%
98	M-01	74	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43.0	35.0	0.2	8.0	18.6%
99	M-01	75	25	22	19	3	SC	A-2-4(0)	50.0	48.2	0.0	1.8	3.6%
100	M-02	52	49	36	22	14	SC	A-6(4)	10.0	12.6	-0.3	2.6	26.0%
101	M-02	52	48	34	21	13	SC	A-6(3)	11.4	13.5	-0.2	2.1	18.4%
102	M-2	78	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	41.6	41.9	0.0	0.3	0.7%
103	M-2	63	37	30	22	8	SC	A-4(0)	11.8	23.9	-1.0	12.1	102.5%
104	M-3	57	43	36	20	16	SC	A-6(4)	8.4	12.5	-0.5	4.1	48.8%
105	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	11.0	15.2	-0.4	4.2	38.2%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % NCHRP 1-37A, (2004)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	10.0	15.2	-0.5	5.2	52.0%
107	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	24.0	15.2	0.4	8.8	36.7%
108	S/N	83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)	17.0	23.2	-0.4	6.2	36.5%
109	S/N	55	45	28	17	11	SC	A-2-6(6)	7.0	16.3	-1.3	9.3	132.9%
110	S/N	58	42	31	17	14	SC	A-2-6(13)	18.0	14.2	0.2	3.8	21.1%
111	S/N	51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)	13.0	21.4	-0.6	8.4	64.6%
112	S/N	83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)	19.0	46.3	-1.4	27.3	143.7%
113	S/N	70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)	14.0	32.5	-1.3	18.5	132.1%
114	S/N	85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)	20.0	27.3	-0.4	7.3	36.5%
115	M-01	68	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	32.4	-0.9	15.7	94.0%
116	M-02	71	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	45.1	-2.1	30.6	211.0%
117	M-01	53	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	27.6	-1.0	14.0	102.9%
118	M-01	61	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	13.9	0.4	10.2	42.3%
119	M-01	72	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	32.8	-0.8	15.0	84.3%
120	M-3	52	48	39	26	12	SM	A-6-3	25.9	14.2	0.5	11.7	45.2%
121	M-2	63	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	19.0	16.2	0.1	2.8	14.7%
122	M-02	69	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	28.9	-0.2	5.3	22.5%
123	M-01	73	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43.0	34.3	0.2	8.7	20.2%
124	M-02	55	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	22.6	-0.1	2.1	10.2%
125	M-02	60	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	24.5	0.1	2.9	10.6%
126	M-02	57	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	23.6	0.0	0.4	1.7%
127	M-01	84	16	19	17	2	SM	A-1-b(0)	53.0	60.5	-0.1	7.5	14.2%
128	M-01	76	24	22	19	3	SM	A-1-b(0)	60.0	48.9	0.2	11.1	18.5%
129	M-2	83	17	27	23	3	SM	A-1-b(0)	18.7	50.0	-1.7	31.3	167.4%
130	M-1	70	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	12.8	39.7	-2.1	26.9	210.2%
131	M-1	60	40	28	26	2	SM	A-4(1)	15.1	47.2	-2.1	32.1	212.6%
132	M-4	57	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	7.6	10.3	-0.4	2.7	35.5%
133	M-3	57	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	5.3	16.9	-2.2	11.6	218.9%
134	M-1	68	32	24	22	3	SM	A-2-4	16.4	47.6	-1.9	31.2	190.2%
135	M-1	85	15	38	33	5	SM	A-2-4	8.8	48.7	-4.5	39.9	453.4%
136	M-1	78	22	37	32	5	SM	A-2-4	7.0	41.4	-4.9	34.4	491.4%
137	M-1	85	15	31	28	3	SM	A-2-4	8.7	58.4	-5.7	49.7	571.3%
138	M-1	88	12	24	23	1	SM	A-2-4	10.0	67.2	-5.7	57.2	572.0%
139	M-1	76	24	43	42	1	SM	A-2-5	6.0	60.3	-9.1	54.3	905.0%
140	M-1	84	16	25	23	2	SM	A-2-4	12.0	61.1	-4.1	49.1	409.2%
141	M-1	76	24	30	27	3	SM	A-2-4	11.5	46.5	-3.0	35.0	304.3%
142	M-1	76	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	48.8	-1.4	28.3	138.0%
143	M-1	82	18	29	23	6	SM	A-4	14.5	42.2	-1.9	27.7	191.0%
144	M-1	88	12	35	31	4	SM	A-2-4	8.5	53.9	-5.3	45.4	534.1%
145	S/N	80	20	15	14	1	SM	A-2-4 (0)	16.0	65.5	-3.1	49.5	309.4%
146	S/N	77	23	19	14	5	SM	A-2-4 (0)	8.0	40.8	-4.1	32.8	410.0%
147	S/N	58	42	24	21	3	SM	A-4(0)	13.0	39.1	-2.0	26.1	200.8%
148	S/N	57	43	20	17	3	SM	A-4(0)	19.0	38.7	-1.0	19.7	103.7%
149	S/N	72	28	27	17	10	SM	A-2-4(0)	20.0	24.7	-0.2	4.7	23.5%
150	S/N	73	27	28	19	9	SM	A-2-4(0)	25.0	27.1	-0.1	2.1	8.4%
151	S/N	64	36	23	17	6	SM	A-2-4(0)	17.0	29.2	-0.7	12.2	71.8%
152	S/N	85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)	59.0	42.5	0.3	16.5	28.0%
153	S/N	84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)	59.0	41.3	0.3	17.7	30.0%
154	S/N	69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)	20.0	61.2	-2.1	41.2	206.0%
155	S/N	52	48	48	25	23	SM	A-2-4(20)	19.0	8.3	0.6	10.7	56.3%
156	S/N	63	37	38	35	3	SM	A-2-4(0)	17.0	41.5	-1.4	24.5	144.1%
157	M-2	65	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	50.5	15.5	0.7	35.0	69.3%
158	M-2	76	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	22.5	0.4	12.7	36.1%
159	M-3	80	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	20.2	0.0	0.4	1.9%
160	M-1	81	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	26.0	32.4	-0.2	6.4	24.6%
161	M-1	81	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18.0	39.2	-1.2	21.2	117.8%
162	M-2	75	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	30.0	19.1	0.4	10.9	36.3%
163	M-02	69	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	31.7	0.0	1.2	3.6%
164	M-2	66	34	38	20	18	GC	A-2-6(1)	23.7	13.8	0.4	9.9	41.8%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % NCHRP 1-37A, (2004)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
165	M-1	87	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	36.6	51.0	-0.4	14.4	39.3%
166	M-2	73	27	31	20	11	GC	A-2-6(0)	18.4	23.9	-0.3	5.5	29.9%
167	M-3	73	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	19.6	31.6	-0.6	12.0	61.2%
168	M-2	60	40	34	23	11	GC	A-6(1)	24.5	18.0	0.3	6.5	26.5%
169	M-2	65	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	20.8	22.8	-0.1	2.0	9.6%
170	M-02	88	12	17	4	13	GC-GM	A-1-a(0)	38.6	34.5	0.1	4.1	10.6%
171	S/N	85	15	24	13	11	GC	A-2-6(0)	47.0	34.1	0.3	12.9	27.4%
172	M-01	69	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	17.1	21.8	-0.3	4.7	27.5%
173	M-01	82	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	23.5	49.4	-1.1	25.9	110.2%
174	M-01	78	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	27.1	50.8	-0.9	23.7	87.5%
175	M-02	54	46	14	12	2	GM	A-4(0)	13.1	46.8	-2.6	33.7	257.3%
176	M-2	69	31	46	38	7	GM	A-2-4(0)	30.5	29.0	0.0	1.5	4.9%
177	M-02	65	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	31.1	26.8	0.1	4.3	13.8%
178	M-3	74	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	20.1	27.9	-0.4	7.8	38.8%
179	M-1	80	20	22	19	2	GM	A-1-b(0)	33.8	52.4	-0.6	18.6	55.0%
180	M-1	85	15	26	24	4	GM	A-1-a(0)	30.5	61.9	-1.0	31.4	103.0%
181	M-02	79	21	30	26	3	GM	A-4(0)	26.3	49.6	-0.9	23.3	88.6%
182	M-03	76	24	31	24	7	GM	A-2-4(0)	21.3	34.9	-0.6	13.6	63.8%
183	M-1	86	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	26.5	54.7	-1.1	28.2	106.4%
184	M-2	75	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	27.2	29.7	-0.1	2.5	9.2%
185	M-1	77	23	42	27	15	GM	A-2-7(0)	31.5	20.7	0.3	10.8	34.3%
186	M-3	66	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	27.1	11.2	0.6	15.9	58.7%
187	M-2	64	36	33	30	3	GM	A-4(0)	20.6	42.0	-1.0	21.4	103.9%
188	M-3	79	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	28.8	28.0	0.0	0.8	2.8%
189	M-1	52	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	26.2	21.8	0.2	4.4	16.8%
190	M-1	82	18	19	14	5	GM-GC	A-1-b(0)	31.9	45.3	-0.4	13.4	42.0%
191	M-1	80	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	29.5	37.1	-0.3	7.6	25.8%
192	M-01	86	14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	40.6	32.0	0.2	8.6	21.2%
193	S/N	85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63.0	45.3	0.3	17.7	28.1%
194	S/N	84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63.0	44.1	0.3	18.9	30.0%
195	S/N	84	16	24	20	4	GM	A-1-b(0)	34.0	51.2	-0.5	17.2	50.6%
196	M-01	85	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72.0	67.5	0.1	4.5	6.3%
197	M-01	84	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75.0	61.0	0.2	14.0	18.7%
198	S/N	86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)	63.0	53.3	0.2	9.7	15.4%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % AASHTOWare Pavement ME Design	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	10.2	-0.3	2.4	30.6%
2	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6(2)	6.2	16.3	-1.6	10.1	162.3%
3	M-2	76.7	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	18.7	21.8	-0.2	3.1	16.4%
4	M-2	86.9	38	31	21	10	SC	A-4(0)	16.8	19.8	-0.2	3.0	18.1%
5	M-3	75.1	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	14.9	18.7	-0.3	3.8	25.7%
6	M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	18.8	-0.1	1.7	10.2%
7	M-2	89	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	14.3	24.4	-0.7	10.1	70.6%
8	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	23.7	-0.2	3.4	16.7%
9	M-3	77.8	44	39	19	20	SC	A 6(4)	8.3	23.1	-1.8	14.8	178.5%
10	M-01	68.6	13	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	45.4	0.1	6.6	12.6%
11	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43	41.7	0.0	1.3	3.0%
12	M-01	64.6	15	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	48	46.8	0.0	1.2	2.5%
13	M-01	61.4	13	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	66	48.7	0.3	17.3	26.3%
14	M-01	66.6	17	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	54	46.6	0.1	7.4	13.6%
15	M-01	62.6	16	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	53	48.1	0.1	4.9	9.3%
16	M-1	69.5	15	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	59	45.1	0.2	13.9	23.5%
17	M-01	66.3	12	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	50	46.6	0.1	3.4	6.8%
18	M-01	64.3	14	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	47.1	0.1	7.9	14.3%
19	M-01	64.7	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	46.9	0.1	8.1	14.7%
20	M-01	66.6	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	46.7	0.1	5.3	10.2%
21	M-01	58.2	14	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	57	52.2	0.1	4.8	8.4%
22	M-01	48	25	22	19	3	SC	A-2-4(0)	50	67.7	-0.4	17.7	35.4%
23	M-02	99.6	49	36	22	14	SC	A-6(4)	10	15.3	-0.5	5.3	52.7%
24	M-01	62.6	12	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	58	48.1	0.2	9.9	17.0%
25	M-02	100	48	34	21	13	SC	A-6(3)	11.4	16.7	-0.5	5.3	46.4%
26	M-2	64.6	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	41.6	44.2	-0.1	2.6	6.2%
27	M-2	100	37	30	22	8	SC	A-4(0)	11.8	20.0	-0.7	8.2	69.3%
28	M-3	80	43	36	20	16	SC	A-6(4)	8.4	20.4	-1.4	12.0	142.7%
29	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	33.4	-1.0	16.7	99.8%
30	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	29.4	-1.0	14.9	102.6%
31	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	15.1	-0.1	1.5	11.1%
32	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	27.7	-0.1	3.6	14.8%
33	M-01	61.8	22	24	NP	NP	SM	A-1-b(0)	20.5	45.8	-1.2	25.3	123.6%
34	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	19.5	-0.1	1.7	9.3%
35	M-3	84.5	48	39	26	12	SM	A-6-3	25.9	19.3	0.3	6.6	25.3%
36	M-2	72.5	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	19	34.2	-0.8	15.2	79.9%
37	M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	16.9	0.3	6.7	28.5%
38	M-01	69.5	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43	39.6	0.1	3.4	8.0%
39	M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	13.6	0.3	6.9	33.7%
40	M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	15.9	0.4	11.5	41.8%
41	M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	14.5	0.4	8.7	37.6%
42	M-01	62.1	16	19	17	2	SM	A-1-b(0)	53	47.2	0.1	5.8	10.9%
43	M-01	61.8	24	22	19	3	SM	A-1-b(0)	60	47.6	0.2	12.4	20.6%
44	M-2	74.5	17	27	23	3	SM	A-1-b(0)	18.7	39.4	-1.1	20.7	110.6%
45	M-1	70.6	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	12.8	33.1	-1.6	20.3	158.3%

Fuente: Elaboración Propia.



#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % AASHTOWare Pavement ME Design	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-1	76.2	40	28	26	2	SM	A-4(1)	15.1	29.0	-0.9	13.9	92.0%
47	M-2	68	17	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	8.4	42.3	-4.0	33.9	403.3%
48	M-2	66	21	27	NP	NP	SM	A-1-b(0)	6	44.3	-6.4	38.3	637.8%
49	M-4	79	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	7.6	27.6	-2.6	20.0	263.1%
50	M-1	74	14	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	11.9	34.4	-1.9	22.5	189.3%
51	M-2	75	44	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.5	23.6	-1.2	13.1	124.3%
52	M-2	74	40	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	11.8	28.4	-1.4	16.6	140.7%
53	M-1	65	28	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.9	43.0	-2.9	32.1	294.2%
54	M-2	75	36	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10	31.4	-2.1	21.4	214.5%
55	M-3	100	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	5.3	18.0	-2.4	12.7	240.1%
56	M-1	71	38	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	17.3	27.8	-0.6	10.5	61.0%
57	M-1	66	27	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	12.4	40.2	-2.2	27.8	224.3%
58	M-1	78	42	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.3	48.2	-3.7	37.9	368.4%
59	M-1	67	34	28	NP	NP	SM	A-2-4(0)	8.9	35.1	-2.9	26.2	294.1%
60	M-1	70	22	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	9.6	36.0	-2.8	26.4	275.1%
61	M-1	62	24	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	14.6	46.6	-2.2	32.0	219.0%
62	M-1	96.23	32	NP	NP	NP	SM	A-4	24.3	20.3	0.2	4.0	16.5%
63	M-1	98.91	32	24	22	3	SM	A-2-4	16.4	27.7	-0.7	11.3	68.9%
64	M-1	85.32	15	38	33	5	SM	A-2-4	8.8	32.1	-2.6	23.3	264.4%
65	M-1	77.58	22	37	32	5	SM	A-2-4	7	19.8	-1.8	12.8	182.4%
66	M-1	84.96	15	31	28	3	SM	A-2-4	8.7	31.7	-2.6	23.0	264.8%
67	M-1	87.85	12	24	23	1	SM	A-2-4	10	27.1	-1.7	17.1	170.9%
68	M-1	76.27	24	43	42	1	SM	A-2-5	6	22.0	-2.7	16.0	265.9%
69	M-1	83.72	16	25	23	2	SM	A-2-4	12	18.2	-0.5	6.2	51.4%
70	M-1	75.71	24	30	27	3	SM	A-2-4	11.5	21.4	-0.9	9.9	86.3%
71	M-1	75.51	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	18.0	0.1	2.5	12.2%
72	M-1	81.98	18	29	23	6	SM	A-4	14.5	31.8	-1.2	17.3	119.0%
73	M-1	87.53	12	35	31	4	SM	A-2-4	8.5	28.1	-2.3	19.6	231.0%
74	M-01	59.5	10	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-b(0)	54.1	50.0	0.1	4.1	7.5%
75	M-01	65.4	11	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	53.6	46.3	0.1	7.3	13.6%
76	M-01	61.2	12	18	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	55	48.6	0.1	6.4	11.7%
77	M-01	66.7	9	17	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	77	46.8	0.4	30.2	39.2%
78	M-2	55	4	NP	NP	NP	SP	A-1-a(0)	21.2	57.1	-1.7	35.9	169.2%
79	M-1	56	8	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	24	54.8	-1.3	30.8	128.2%
80	M-1	88.61	11	30	25	5	SP-SM	A-2-4	10.8	25.7	-1.4	14.9	137.8%
81	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	15	41.8	-1.8	26.8	178.5%
82	M-01	59.5	11	NP	NP	NP	SW-SM	A-1-a(0)	56	49.7	0.1	6.3	11.3%
83	M-01	62.2	11	19	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	61	48.4	0.2	12.6	20.7%
84	M-1	62.7	10	17	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	53	48.2	0.1	4.8	9.1%
85	M-1	92.85	7	38	33	5	SW-SM	A-2-4	12	29.9	-1.5	17.9	149.2%
86	M-2	65.1	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	50.5	41.9	0.2	8.6	17.0%
87	M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	61.9	-0.8	26.7	75.9%
88	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	67.2	-2.3	46.6	226.1%
89	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	26	72.6	-1.8	46.6	179.3%
90	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18	77.1	-3.3	59.1	328.1%
91	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	30	48.6	-0.6	18.6	62.1%
92	M-01	58	16	20	NP	NP	GC	A-1-b(0)	59	36.2	0.4	22.8	38.7%
93	M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	61.5	-0.9	28.6	86.8%
94	M-01	51.8	11	17	NP	NP	GC	A-1-b(0)	56	61.5	-0.1	5.5	9.8%
95	M-01	52.8	13	18	NP	NP	GC	A-1-a(0)	55	59.5	-0.1	4.5	8.1%
96	M-2	42.4	34	38	20	18	GC	A-2-6(1)	23.7	72.5	-2.1	48.8	206.0%
97	M-1	46.8	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	36.6	61.3	-0.7	24.7	67.6%
98	M-2	52.1	27	31	20	11	GC	A-2-6(0)	18.4	58.4	-2.2	40.0	217.3%
99	M-3	60.3	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	19.6	48.5	-1.5	28.9	147.6%
100	M-2	57.8	40	34	23	11	GC	A-6(1)	24.5	52.1	-1.1	27.6	112.5%
101	M-2	57	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	20.8	52.0	-1.5	31.2	149.8%
102	M-02	44.4	20	17	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.5	70.4	-1.5	41.9	146.9%
103	M-01	53.5	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	17.1	57.6	-2.4	40.5	237.1%
104	M-01	43.1	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	23.5	73.9	-2.1	50.4	214.3%
105	M-01	51.8	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	27.1	56.2	-1.1	29.1	107.4%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % AASHTOWare Pavement ME Design	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	M-02	70.5	46	14	12	2	GM	A-4(0)	13.1	29.1	-1.2	16.0	121.8%
107	M-2	49.8	31	46	38	7	GM	A-2-4(0)	30.5	61.5	-1.0	31.0	101.5%
108	M-1	51.5	25	25	NP	NP	GM	A-1b(0)	27.6	57.2	-1.1	29.6	107.3%
109	M-01	74.5	10	19	NP	NP	GM	A-1-b(0)	53	43.7	0.2	9.3	17.6%
110	M-02	63	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	31.1	32.3	0.0	1.2	3.7%
111	M-1	56.8	16	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	50.5	52.3	0.0	1.8	3.5%
112	M-3	51.7	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	20.1	57.4	-1.9	37.3	185.4%
113	M-1	48.6	20	22	19	2	GM	A-1-b(0)	33.8	60.4	-0.8	26.6	78.6%
114	M-1	50.1	14	22	NP	NP	GM	A-1-a(0)	34.9	166.0	-3.8	131.1	375.7%
115	M-1	38.8	12	21	NP	NP	GM	A-1-a(0)	40.4	76.3	-0.9	35.9	88.9%
116	M-2	35.6	13	23	NP	NP	GM	A-1-a(0)	25.6	80.4	-2.1	54.8	214.0%
117	M-1	39	15	26	24	4	GM	A-1-a(0)	30.5	71.3	-1.3	40.8	133.9%
118	M-1	33.2	13	20	NP	NP	GM	A-1-a(0)	44.8	96.6	-1.2	51.8	115.6%
119	M-02	49.6	21	30	26	3	GM	A-4(0)	26.3	60.0	-1.3	33.7	128.1%
120	M-03	38.9	24	31	24	7	GM	A-2-4(0)	21.3	75.5	-2.5	54.2	254.5%
121	M-1	36.4	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	26.5	76.3	-1.9	49.8	187.8%
122	M-2	48.5	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	27.2	58.0	-1.1	30.8	113.1%
123	M-1	45.7	23	42	27	15	GM	A-2-7(0)	31.5	67.9	-1.2	36.4	115.7%
124	M-2	49	26	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.7	63.0	-1.1	33.3	112.0%
125	M-3	58	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	27.1	53.4	-1.0	26.3	97.0%
126	M-2	46	36	33	30	3	GM	A-4(0)	20.6	70.3	-2.4	49.7	241.3%
127	M-3	60	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	28.8	49.1	-0.7	20.3	70.5%
128	M-1	59	20	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	23.9	50.4	-1.1	26.5	110.8%
129	M-1	69	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	26.2	19.5	0.3	6.7	25.5%
130	M-1	38	21	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	32.8	68.4	-1.1	35.6	108.4%
131	M-1	34	13	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	28	78.1	-1.8	50.1	179.1%
132	M-1	45	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.2	66.3	-1.3	37.1	127.2%
133	M-2	46	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.2	71.2	-1.4	42.0	143.9%
134	M-2	50	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	27.4	64.4	-1.3	37.0	134.9%
135	M-1	50	13	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	27.4	61.2	-1.2	33.8	123.4%
136	M-2	46	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	6.6	71.2	-9.8	64.6	978.9%
137	M-1	53	22	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	27.1	63.0	-1.3	35.9	132.3%
138	M-2	42	19	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	35.3	58.1	-0.6	22.8	64.7%
139	M-1	58	18	19	14	5	GM-GC	A-1-b(0)	31.9	51.9	-0.6	20.0	62.8%
140	M-1	38	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	29.5	83.6	-1.8	54.1	183.4%
141	M-1	57	26	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	31	55.3	-0.8	24.3	78.3%
142	M-1	58	19	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.2	52.1	-0.8	23.9	84.8%
143	M-4	53	14	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	31.3	59.6	-0.9	28.3	90.5%
144	M-2	37	14	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	26.4	74.0	-1.8	47.6	180.2%
145	M-1	55	15	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	30.4	58.7	-0.9	28.3	92.9%
146	M-1	36	26	24	NP	NP	GM	A-2-4(0)	32	75.2	-1.3	43.2	134.9%
147	M-1	30.5	9	24	NP	NP	GP-GM	A-1a(0)	23.5	88.6	-2.8	65.1	277.1%
148	M-01	59.3	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72	53.1	0.3	18.9	26.2%
149	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75	47.4	0.4	27.6	36.8%
150	M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	55.8	80.3	-0.4	24.5	43.9%
151	M-2	39	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	34.8	66.3	-0.9	31.5	90.6%
152	M-2	21	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	31.2	102.8	-2.3	71.6	229.5%
153	M-2	28	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	37.1	84.9	-1.3	47.8	128.8%
154	M-2	46	12	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	30.6	64.4	-1.1	33.8	110.6%
155	M-2	46	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	29.7	66.3	-1.2	36.6	123.4%
156	M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	29.4	72.3	-1.5	42.9	145.9%
157	M-2	34	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	28.5	60.3	-1.1	31.8	111.5%
158	M-01	48	9	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	61	60.8	0.0	0.2	0.3%
159	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	67.8	61.4	0.1	6.4	9.4%
160	M-2	34.9	10	-	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	47.2	100.8	-1.1	53.6	113.6%
161	M-1	40	11	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	40.1	74.5	-0.9	34.4	85.8%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Aggarwal & Ghanekar (1970)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	4.6	-0.6	1.7	57.9%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	4.9	-0.8	2.1	75.4%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	5.1	-0.1	0.6	12.2%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	5.4	-1.5	3.2	145.6%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6 (16)	1	3.8	-2.8	2.8	284.3%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5	6.0	-0.2	1.0	19.3%
7	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	4.2	-1.3	2.4	134.0%
8	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	6.2	0.5	7.2	53.9%
9	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	4.5	0.3	2.1	31.4%
10	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	4.6	0.5	4.0	46.1%
11	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	4.8	0.7	11.2	70.0%
12	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	4.4	0.4	2.6	36.5%
13	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	3.2	0.6	5.1	61.6%
14	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	3.1	0.5	3.2	51.5%
15	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	3.0	0.5	2.6	45.7%
16	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	2.9	0.5	2.4	46.0%
17	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	2.6	0.6	4.3	62.1%
18	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	2.8	0.8	8.8	76.2%
19	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	2.9	0.7	7.9	72.7%
20	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	2.9	0.5	3.1	51.4%
21	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	2.8	0.6	3.7	57.7%
22	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	3.4	0.5	3.8	52.8%
23	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	3.4	0.6	5.3	60.9%
24	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	2.8	0.8	14.1	83.6%
25	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	3.0	0.7	7.0	69.6%
26	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	3.0	0.7	7.0	70.3%
27	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	3.2	0.6	4.7	59.6%
28	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	3.2	0.8	11.2	77.8%
29	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	3.4	0.7	7.5	68.7%
30	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	2.7	0.7	7.9	74.6%
31	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	3.4	0.8	12.2	78.0%
32	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	3.6	0.8	12.3	77.5%
33	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	2.8	0.6	3.8	57.4%
34	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	2.8	0.7	7.8	73.3%
35	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	3.2	0.6	5.1	60.9%
36	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	3.4	0.7	6.7	66.3%
37	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	3.2	0.7	6.1	65.8%
38	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	3.3	0.6	6.0	64.1%
39	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	3.8	0.6	4.8	56.1%
40	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	3.6	0.6	6.0	62.7%
41	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	3.7	0.6	6.3	63.5%
42	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7 6 (14)	8.5	3.9	0.5	4.6	54.6%
43	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	3.2	0.4	2.6	44.9%
44	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	3.6	-0.1	0.5	14.9%
45	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	3.2	0.4	2.4	43.3%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Aggarwal & Ghanekar (1970)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	3.7	0.4	2.9	44.3%
47	M-1		81				CL	A-6(9)	4.3	0.7	0.8	3.6	84.5%
48	M-1		84				CL	A-6(10)	2.3	0.8	0.6	1.5	64.1%
49	M-1		55				CL	A-6(5)	4.5	0.8	0.8	3.7	82.7%
50	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	2.8	0.5	2.8	50.7%
51	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	3.5	0.8	18.8	84.5%
52	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	2.7	0.8	9.7	78.5%
53	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6(7)	3	3.1	0.0	0.1	1.9%
54	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	2.9	0.5	3.1	51.4%
55	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	3.1	0.5	2.9	49.1%
56	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	3.6	0.5	3.4	48.5%
57	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	3.3	0.4	2.7	44.4%
58	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	2.9	0.7	7.1	71.4%
59	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	3.6	-0.8	1.6	80.8%
60	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	3.2	0.4	1.8	37.0%
61	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	2.7	0.5	2.3	45.5%
62	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	3.2	0.5	2.8	46.2%
63	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	3.8	-0.3	0.8	25.8%
64	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	4.0	-1.0	2.0	98.3%
65	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	3.9	0.0	0.1	2.2%
66	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	3.9	-0.3	0.9	29.6%
67	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	3.9	-1.0	1.9	96.0%
68	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	3.4	-0.7	1.4	68.6%
69	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	3.1	0.7	8.9	73.9%
70	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	3.0	0.6	5.0	63.1%
71	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	3.1	0.5	2.7	46.3%
72	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	3.2	0.0	0.0	1.2%
73	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	3.5	0.4	2.0	36.4%
74	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	4.1	0.5	4.3	51.3%
75	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	3.3	0.4	2.6	44.2%
76	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	2.7	0.6	4.6	63.2%
77	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	2.6	0.6	3.7	58.9%
78	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	2.5	0.7	5.2	67.6%
79	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	2.7	0.7	5.6	67.0%
80	M-1		63				ML	A-4(6)	18.5	0.9	0.9	17.6	95.0%
81	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	2.7	0.8	9.9	78.6%
82	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4(2)	5	2.9	0.4	2.1	41.5%
83	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	2.5	0.8	12.5	83.7%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Korde & Yádav (2015)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	2.7	0.1	0.2	7.8%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	2.4	0.1	0.4	12.8%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	2.2	0.5	2.3	51.7%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	1.9	0.2	0.3	15.8%
5	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	2.4	-0.4	0.6	35.7%
6	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	0.8	0.9	12.6	93.9%
7	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	2.4	0.6	4.2	63.4%
8	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	1.3	0.9	7.3	85.0%
9	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	1.6	0.9	14.4	89.7%
10	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	2.8	0.6	4.2	60.4%
11	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	3.3	0.6	5.0	60.7%
12	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	3.0	0.5	3.3	51.8%
13	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	3.0	0.5	2.6	46.6%
14	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	3.2	0.4	2.1	38.8%
15	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	3.5	0.5	3.4	49.9%
16	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	3.4	0.7	8.2	70.5%
17	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	3.4	0.7	7.4	68.7%
18	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	3.3	0.5	2.7	45.1%
19	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	3.6	0.5	2.9	45.0%
20	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	3.2	0.6	4.0	55.9%
21	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	3.4	0.6	5.3	60.4%
22	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	3.6	0.8	13.3	78.7%
23	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	3.4	0.7	6.6	65.6%
24	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	3.3	0.7	6.7	66.9%
25	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	3.2	0.6	4.7	59.4%
26	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	3.1	0.8	11.3	78.3%
27	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	3.5	0.7	7.4	68.1%
28	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	3.5	0.7	7.1	66.7%
29	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	3.2	0.8	12.4	79.2%
30	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	3.3	0.8	12.6	79.1%
31	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	3.0	0.5	3.6	54.9%
32	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	3.5	0.7	7.1	66.9%
33	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	3.2	0.6	5.1	62.0%
34	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	3.4	0.7	6.7	66.3%
35	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	3.3	0.6	6.0	64.8%
36	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	3.6	0.6	5.7	61.4%
37	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	3.2	0.6	5.4	62.4%
38	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	3.3	0.7	6.3	65.9%
39	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	3.3	0.7	6.7	66.9%
40	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7-6(14)	8.5	2.9	0.7	5.6	65.6%
41	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	3.2	0.5	2.6	45.6%
42	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	2.4	0.2	0.7	24.0%
43	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	2.7	0.5	2.9	51.7%
44	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	2.8	0.6	3.8	57.6%
45	M-1		81				CL	A-6(9)	4.3	3.4	0.2	0.9	21.3%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Korde & Yáadav (2015)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-1		84				CL	A-6 (10)	2.3	3.7	-0.6	1.4	61.7%
47	M-1		55				CL	A-6 (5)	4.5	3.8	0.2	0.7	15.9%
48	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	2.6	0.5	3.0	52.8%
49	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	1.7	0.9	20.6	92.4%
50	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	2.0	0.8	10.4	84.2%
51	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3	3.0	0.0	0.0	1.6%
52	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	3.2	0.5	2.8	46.4%
53	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	3.4	0.4	2.6	43.6%
54	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	2.9	0.6	4.1	58.4%
55	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	3.1	0.5	2.9	48.0%
56	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	3.3	0.7	6.7	66.6%
57	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	3.1	-0.6	1.1	55.2%
58	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	3.3	0.3	1.7	34.9%
59	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	3.5	0.3	1.5	30.9%
60	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	3.2	0.5	2.8	46.6%
61	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	3.1	0.0	0.1	2.8%
62	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	2.9	-0.4	0.9	43.6%
63	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	3.0	0.3	1.0	25.9%
64	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	2.9	0.0	0.1	3.2%
65	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	3.0	-0.5	1.0	51.0%
66	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	2.9	-0.5	0.9	45.9%
67	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	3.0	0.8	9.0	75.1%
68	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	3.1	0.6	4.9	61.3%
69	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	2.7	0.5	3.1	53.8%
70	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	2.8	0.1	0.4	12.4%
71	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	2.8	0.5	2.7	49.0%
72	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	2.5	0.7	5.9	69.7%
73	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	2.3	0.6	3.6	60.5%
74	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	3.5	0.5	3.8	52.4%
75	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	3.1	0.5	3.2	51.3%
76	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	3.4	0.6	4.3	56.4%
77	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	3.1	0.6	5.2	62.5%
78	M-1		63				ML	A-4 (6)	18.5	3.9	0.8	14.6	78.8%
79	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	3.0	0.8	9.6	76.3%
80	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)	7	3.3	0.5	3.7	53.1%
81	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)	5	3.0	0.4	2.0	40.8%
82	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	3.0	0.8	12.0	79.8%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % PATEL & DESAI (2010)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	2.2	0.2	0.7	24.3%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	2.7	0.0	0.1	4.7%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	2.6	0.4	1.9	43.1%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	2.6	-0.2	0.4	18.7%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6(16)	1	2.7	-1.7	1.7	170.2%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5	3.0	0.4	2.0	39.8%
7	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	6.5	-2.6	4.7	258.7%
8	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	2.4	0.8	11.0	82.2%
9	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	4.0	0.4	2.6	39.2%
10	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	12.4	-0.4	3.8	44.2%
11	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	4.9	0.7	11.1	69.4%
12	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	2.6	0.6	4.4	62.7%
13	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	3.7	0.6	4.6	55.4%
14	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	3.7	0.4	2.6	41.2%
15	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	3.6	0.4	2.0	35.2%
16	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	3.8	0.3	1.5	27.6%
17	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	2.5	0.6	4.4	64.0%
18	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	2.7	0.8	8.9	77.0%
19	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	2.2	0.8	8.6	80.1%
20	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	2.9	0.5	3.1	51.3%
21	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	0.9	0.9	5.6	86.0%
22	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	2.7	0.6	4.5	62.3%
23	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	0.3	1.0	8.4	96.2%
24	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	1.7	0.9	15.2	89.7%
25	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	1.6	0.8	8.4	84.2%
26	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	3.2	0.7	6.8	68.4%
27	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	2.2	0.7	5.7	71.6%
28	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	3.2	0.8	11.2	77.7%
29	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	0.1	1.0	10.8	98.9%
30	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	2.6	0.8	8.0	75.5%
31	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	1.3	0.9	14.3	91.7%
32	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	0.9	0.9	15.0	94.4%
33	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	4.6	0.3	2.0	29.6%
34	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	2.1	0.8	8.5	80.2%
35	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	2.5	0.7	5.8	70.5%
36	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	0.9	0.9	9.2	90.8%
37	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	2.4	0.7	6.9	74.5%
38	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	4.5	0.5	4.8	51.6%
39	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	5.4	0.4	3.2	37.8%
40	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	6.0	0.4	3.6	37.1%
41	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	5.4	0.5	4.6	45.8%
42	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7-6(14)	8.5	2.4	0.7	6.1	72.1%
43	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	3.4	0.4	2.4	41.2%
44	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	3.0	0.0	0.1	3.8%
45	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	5.3	0.0	0.3	4.7%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % PATEL & DESAI (2010)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	4.6	0.3	2.0	30.1%
47	M-1		81				CL	A-6(9)	4.3	6.8	-0.6	2.5	58.6%
48	M-1		84				CL	A-6(10)	2.3	5.2	-1.3	2.9	126.6%
49	M-1		55				CL	A-6(5)	4.5	4.3	0.0	0.2	4.6%
50	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	7.5	-0.3	1.9	34.8%
51	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	7.0	0.7	15.3	68.8%
52	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	8.7	0.3	3.7	29.9%
53	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6(7)	3	4.3	-0.4	1.3	44.2%
54	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	4.2	0.3	1.8	29.5%
55	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	4.5	0.2	1.5	24.2%
56	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	2.4	0.7	4.6	65.3%
57	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	2.3	0.6	3.7	62.3%
58	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	4.5	0.6	5.5	55.3%
59	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	1.2	0.4	0.8	38.3%
60	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	2.5	0.5	2.5	50.5%
61	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	3.4	0.3	1.6	31.2%
62	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	3.3	0.4	2.7	44.7%
63	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	1.5	0.5	1.5	50.6%
64	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	2.5	-0.2	0.5	22.8%
65	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	1.9	0.5	2.1	53.5%
66	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	2.5	0.2	0.5	17.1%
67	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	1.6	0.2	0.4	18.1%
68	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	4.0	-1.0	2.0	100.0%
69	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	5.9	0.5	6.1	50.7%
70	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	5.8	0.3	2.2	27.5%
71	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	8.1	-0.4	2.3	39.4%
72	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	6.7	-1.1	3.5	108.3%
73	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	5.5	0.0	0.0	0.4%
74	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	5.1	0.4	3.3	38.9%
75	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	8.8	-0.5	2.9	49.7%
76	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	3.8	0.5	3.5	47.5%
77	M-1	100	52	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	7	6.4	0.1	0.6	8.0%
78	M-1	95	51	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	6.9	8.0	-0.2	1.1	16.4%
79	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	6.4	0.0	0.1	1.7%
80	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	4.8	0.4	2.9	37.7%
81	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	5.8	0.3	2.5	30.0%
82	M-1		63				ML	A-4(6)	18.5	4.1	0.8	14.4	77.9%
83	M-1	100	87	NP	NP	NP	ML	A-4	13.4	8.7	0.4	4.7	35.3%
84	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	6.9	0.4	5.7	45.0%
85	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4(4)	7	4.4	0.4	2.6	37.4%
86	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4(2)	5	6.4	-0.3	1.4	28.6%
87	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	8.8	0.4	6.2	41.6%

Fuente: Elaboración Propia.



PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Yildirim & Gunaydin (2011)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	15.9	-4.5	13.0	448.9%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	15.8	-4.6	13.0	463.9%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	17.9	-3.0	13.4	296.7%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	15.3	-5.9	13.1	594.8%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6(16)	1	18.5	-17.5	17.5	1748.2%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5	15.4	-2.1	10.4	207.9%
7	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	15.4	-7.5	13.6	752.9%
8	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	19.2	-0.4	5.8	43.5%
9	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	23.5	-2.6	16.9	256.1%
10	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	19.0	-1.2	10.4	120.6%
11	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	18.7	-0.2	2.7	16.9%
12	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	22.2	-2.2	15.2	216.7%
13	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	22.8	-1.7	14.5	175.0%
14	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	23.6	-2.7	17.3	274.7%
15	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	23.7	-3.2	18.1	323.0%
16	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	22.7	-3.3	17.4	328.9%
17	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	21.6	-2.1	14.7	213.8%
18	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	22.5	-0.9	10.9	93.7%
19	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	21.3	-1.0	10.5	97.5%
20	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	21.5	-2.6	15.5	257.9%
21	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	19.8	-2.0	13.3	204.6%
22	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	22.5	-2.1	15.3	213.2%
23	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	22.7	-1.6	14.0	161.3%
24	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	20.3	-0.2	3.4	19.9%
25	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	23.9	-1.4	13.9	139.5%
26	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	21.0	-1.1	11.0	109.8%
27	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	22.4	-1.8	14.5	183.2%
28	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	23.3	-0.6	8.9	61.9%
29	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	20.6	-0.9	9.7	89.1%
30	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	20.5	-0.9	9.9	93.0%
31	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	22.3	-0.4	6.7	43.0%
32	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	22.5	-0.4	6.6	41.7%
33	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	19.7	-2.0	13.1	198.8%
34	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	17.4	-0.6	6.8	64.2%
35	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	23.7	-1.9	15.4	185.8%
36	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	22.1	-1.2	12.0	119.2%
37	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	19.8	-1.1	10.5	113.3%
38	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	22.3	-1.4	13.0	139.5%
39	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	20.7	-1.4	12.1	140.3%
40	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	15.6	-0.6	6.0	62.5%
41	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	14.7	-0.5	4.7	46.9%
42	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7 6 (14)	8.5	6.5	0.2	2.0	23.8%
43	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	6.7	-0.2	0.9	15.4%
44	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	7.6	-1.4	4.5	144.0%
45	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	11.0	-1.0	5.4	96.9%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Yildirim & Gunaydin (2011)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	5.2	0.2	1.4	21.5%
47	M-1		81				CL	A-6(9)	4.3	6.1	-0.4	1.8	41.3%
48	M-1		84				CL	A-6(10)	2.3	18.1	-6.9	15.8	685.8%
49	M-1		55				CL	A-6(5)	4.5	17.8	-3.0	13.3	295.7%
50	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	11.6	-1.1	6.0	107.9%
51	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	12.5	0.4	9.8	43.8%
52	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	19.9	-0.6	7.5	60.6%
53	M-2			26	7	19	CL-ML	A-4(2)	4.49	26.5	-4.9	22.0	490.2%
54	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	4.46	26.5	-4.9	22.0	494.2%
55	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	4.7	37.1	-6.9	32.4	689.2%
56	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6(7)	3	23.9	-7.0	20.9	696.2%
57	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	21.2	0.0	0.8	3.7%
58	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	26.2	-3.4	20.2	337.4%
59	S/N	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13	17.5	-0.3	4.5	34.4%
60	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	28.9	-3.8	22.9	382.3%
61	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	21.6	-2.1	14.6	208.9%
62	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	22.5	-2.8	16.5	275.4%
63	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	23.4	-1.3	13.4	133.6%
64	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	20.1	-9.1	18.1	906.8%
65	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	19.4	-2.9	14.4	287.0%
66	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	21.1	-3.2	16.1	321.9%
67	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	20.5	-2.4	14.5	242.5%
68	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	20.7	-5.9	17.7	591.4%
69	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	19.6	-8.8	17.6	882.1%
70	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	17.1	-3.3	13.1	327.4%
71	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	18.8	-5.3	15.8	526.6%
72	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	18.3	-8.2	16.3	817.2%
73	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	19.4	-8.7	17.4	869.7%
74	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	15.3	-0.3	3.3	27.5%
75	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	16.4	-1.0	8.4	104.4%
76	M-1			49	27	22	CL		6	20.3	-2.4	14.3	238.7%
77	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	21.1	-2.6	15.3	263.0%
78	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	23.3	-6.3	20.1	627.0%
79	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	15.7	-1.9	10.2	186.1%
80	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	15.6	-0.9	7.2	85.3%
81	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	14.5	-1.5	8.6	145.7%
82	M-1	72	50	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	13.2	23.3	-0.8	10.1	76.3%
83	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	19.6	-1.7	12.3	167.9%
84	M-1	100	52	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	7	23.0	-2.3	16.0	228.0%
85	M-1	95	51	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	6.9	22.7	-2.3	15.8	228.8%
86	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	18.3	-1.9	12.0	190.3%
87	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	22.4	-1.9	14.7	190.4%
88	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	22.1	-1.7	13.8	166.3%
89	M-1		63				ML	A-4(6)	18.5	21.6	-0.2	3.1	16.7%
90	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	28.4	-2.6	20.6	264.1%
91	M-1	100	87	NP	NP	NP	ML	A-4	13.4	17.7	-0.3	4.3	31.7%
92	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	22.6	-0.8	10.0	79.5%
93	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4(4)	7	20.2	-1.9	13.2	189.0%
94	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4(0)	22	26.2	-0.2	4.2	19.0%
95	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4(0)	27	25.4	0.1	1.6	6.0%
96	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4(2)	5	22.5	-3.5	17.5	349.7%
97	S/N	58	42	24	14	10	ML	A-4(1)	14	24.6	-0.8	10.6	76.0%
98	S/N	58	42	30	24	6	ML	A-4(0)	14	24.7	-0.8	10.7	76.1%
99	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4(0)	16.5	26.2	-0.6	9.7	58.7%
100	S/N	55	45	31	24	7	ML	A-4(1)	16.5	24.1	-0.5	7.6	46.2%
101	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	22.4	-0.5	7.4	49.6%
102	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6(2)	6.2	24.7	-3.0	18.5	299.1%
103	M-2	76.7	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	18.7	24.5	-0.3	5.8	31.2%
104	M-2	86.9	38	31	21	10	SC	A-4(0)	16.8	26.1	-0.6	9.3	55.5%
105	M-3	75.1	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	14.9	25.2	-0.7	10.3	69.1%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Yildirim & Gunaydin (2011)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	25.8	-0.5	8.7	50.9%
107	M-2	89	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	14.3	25.8	-0.8	11.5	80.4%
108	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	26.0	-0.3	5.7	28.2%
109	M-3	77.8	44	39	19	20	SC	A 6(4)	8.3	25.1	-2.0	16.8	202.1%
110	M-01	68.6	13	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	31.2	0.4	20.8	40.0%
111	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43	28.9	0.3	14.1	32.7%
112	M-01	64.6	15	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	48	30.6	0.4	17.4	36.2%
113	M-01	61.4	13	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	66	31.0	0.5	35.0	53.1%
114	M-01	66.6	17	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	54	30.4	0.4	23.6	43.7%
115	M-01	62.6	16	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	53	30.5	0.4	22.5	42.4%
116	M-1	69.5	15	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	59	30.8	0.5	28.2	47.8%
117	M-01	66.3	12	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	50	31.5	0.4	18.5	37.1%
118	M-01	64.3	14	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	30.9	0.4	24.1	43.8%
119	M-01	64.7	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	30.7	0.4	24.3	44.2%
120	M-01	66.6	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	30.7	0.4	21.3	40.9%
121	M-01	58.2	14	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	57	31.0	0.5	26.0	45.5%
122	M-01	48	25	22	19	3	SC	A-2-4(0)	50	28.5	0.4	21.5	43.1%
123	M-02	99.6	49	36	22	14	SC	A-6(4)	10	22.1	-1.2	12.1	120.9%
124	M-01	62.6	12	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	58	30.6	0.5	27.4	47.2%
125	M-02	100	48	34	21	13	SC	A-6(3)	11.4	23.4	-1.1	12.0	105.3%
126	M-2	64.6	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	41.6	29.5	0.3	12.1	29.0%
127	M-2	100	37	30	22	8	SC	A-4(0)	11.8	26.0	-1.2	14.2	120.2%
128	M-3	80	43	36	20	16	SC	A-6(4)	8.4	24.9	-2.0	16.5	196.6%
129	M-1		40				SC-SM	A-4 (1)	27	26.1	0.0	0.9	3.3%
130	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	11	24.2	-1.2	13.2	120.1%
131	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	10	23.3	-1.3	13.3	132.6%
132	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	24	23.3	0.0	0.7	2.9%
133	S/N	89	11	26	15	11	SC	A-2-6(0)	46	31.4	0.3	14.6	31.6%
134	S/N	83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)	17	29.9	-0.8	12.9	75.7%
135	S/N	55	45	28	17	11	SC	A-2-6(6)	7	25.1	-2.6	18.1	258.1%
136	S/N	58	42	31	17	14	SC	A-2-6(13)	18	25.3	-0.4	7.3	40.3%
137	S/N	51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)	13	24.2	-0.9	11.2	86.5%
138	S/N	83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)	19	28.8	-0.5	9.8	51.4%
139	S/N	70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)	14	27.4	-1.0	13.4	96.0%
140	S/N	85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)	20	30.8	-0.5	10.8	54.1%
141	S/N	89	11	27	13	14	SC	A-2-6 (0)	31	30.9	0.0	0.1	0.3%
142	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	27.5	-0.6	10.8	64.7%
143	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	28.0	-0.9	13.5	93.2%
144	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	24.6	-0.8	11.0	81.1%
145	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	26.7	-0.1	2.6	10.6%
146	M-01	61.8	22	24	NP	NP	SM	A-1-b(0)	20.5	29.4	-0.4	8.9	43.4%
147	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	28.2	-0.6	10.4	58.7%
148	M-3	84.5	48	39	26	12	SM	A-6-3	25.9	24.0	0.1	1.9	7.2%
149	M-2	72.5	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	19	26.1	-0.4	7.1	37.4%
150	M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	26.7	-0.1	3.1	13.1%
151	M-01	69.5	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43	28.5	0.3	14.5	33.7%
152	M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	25.2	-0.2	4.7	23.1%
153	M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	25.7	0.1	1.7	6.2%
154	M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	25.2	-0.1	2.0	8.5%
155	M-01	62.1	16	19	17	2	SM	A-1-b(0)	53	29.9	0.4	23.1	43.6%
156	M-01	61.8	24	22	19	3	SM	A-1-b(0)	60	28.6	0.5	31.4	52.3%
157	M-2	74.5	17	27	23	3	SM	A-1-b(0)	18.7	29.6	-0.6	10.9	58.4%
158	M-1	70.6	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	12.8	27.1	-1.1	14.3	112.0%
159	M-1	76.2	40	28	26	2	SM	A-4(1)	15.1	25.3	-0.7	10.2	67.4%
160	M-2	68	17	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	8.4	29.8	-2.5	21.4	254.2%
161	M-2	66	21	27	NP	NP	SM	A-1-b(0)	6	28.9	-3.8	22.9	381.4%
162	M-4	79	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	7.6	25.0	-2.3	17.4	229.0%
163	M-1	74	14	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	11.9	29.0	-1.4	17.1	143.8%
164	M-2	75	44	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.5	24.8	-1.4	14.3	135.9%
165	M-2	74	40	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	11.8	24.9	-1.1	13.1	110.9%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Yildirim & Gunaydin (2011)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
166	M-1	65	28	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.9	27.3	-1.5	16.4	150.7%
167	M-2	75	36	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10	25.5	-1.5	15.5	154.9%
168	M-3	100	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	5.3	25.0	-3.7	19.7	371.7%
169	M-1	71	38	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	17.3	26.2	-0.5	8.9	51.5%
170	M-1	66	27	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	12.4	27.8	-1.2	15.4	124.0%
171	M-1	78	42	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.3	25.1	-1.4	14.8	143.6%
172	M-1	67	34	28	NP	NP	SM	A-2-4(0)	8.9	26.2	-1.9	17.3	194.8%
173	M-1	70	22	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	9.6	28.1	-1.9	18.5	193.2%
174	M-1	62	24	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	14.6	28.0	-0.9	13.4	91.9%
175	M-1	96.23	32	NP	NP	NP	SM	A-4	24.3	26.7	-0.1	2.4	9.9%
176	M-1	98.91	32	24	22	3	SM	A-2-4	16.4	26.1	-0.6	9.7	59.3%
177	M-1			17	NP	NP	SM	A-2-4(0)	13.34	36.7	-1.7	23.3	175.0%
178	M-1			34	5	29	SM	A-2-4(0)	9.02	36.4	-3.0	27.4	303.4%
179	M-1			32	6	26	SM	A-2-4(0)	9.02	36.7	-3.1	27.7	307.3%
180	M-2			23	1	22	SM	A-2-4(0)	10.02	37.1	-2.7	27.1	270.1%
181	M-2			22	2	21	SM	A-2-4(0)	7.21	36.8	-4.1	29.6	410.0%
182	M-2			23	3	20	SM	A-2-4(0)	6.22	37.2	-5.0	30.9	497.5%
183	M-3			16	NP	NP	SM	A-2-4(0)	11.76	36.7	-2.1	24.9	211.8%
184	M-2			24	2	21	SM	A-2-4(0)	4.79	37.1	-6.7	32.3	673.6%
185	M-3			16	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.76	36.8	-2.4	26.1	242.2%
186	M-1			15	NP	NP	SM	A-2-4(0)	6.01	36.8	-5.1	30.8	512.5%
187	M-1	85.32	15	38	33	5	SM	A-2-4	8.8	29.3	-2.3	20.5	232.5%
188	M-1	77.58	22	37	32	5	SM	A-2-4	7	27.6	-2.9	20.6	294.5%
189	M-1	84.96	15	31	28	3	SM	A-2-4	8.7	29.3	-2.4	20.6	236.4%
190	M-1	87.85	12	24	23	1	SM	A-2-4	10	30.1	-2.0	20.1	201.3%
191	M-1	76.27	24	43	42	1	SM	A-2-5	6	27.5	-3.6	21.5	358.4%
192	M-1	83.72	16	25	23	2	SM	A-2-4	12	29.2	-1.4	17.2	143.3%
193	M-1	75.71	24	30	27	3	SM	A-2-4	11.5	27.8	-1.4	16.3	141.4%
194	M-1	75.51	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	28.6	-0.4	8.1	39.7%
195	M-1	81.98	18	29	23	6	SM	A-4	14.5	28.9	-1.0	14.4	99.5%
196	M-1	87.53	12	35	31	4	SM	A-2-4	8.5	29.8	-2.5	21.3	250.8%
197	S/N	80	20	15	14	1	SM	A-2-4 (0)	16	28.0	-0.8	12.0	75.1%
198	S/N	77	23	19	14	5	SM	A-2-4 (0)	8	27.4	-2.4	19.4	241.9%
199	S/N	58	42	24	21	3	SM	A-4(0)	13	24.7	-0.9	11.7	89.8%
200	S/N	57	43	20	17	3	SM	A-4(0)	19	24.8	-0.3	5.8	30.5%
201	S/N	72	28	27	17	10	SM	A-2-4(0)	20	27.6	-0.4	7.6	37.9%
202	S/N	73	27	28	19	9	SM	A-2-4(0)	25	27.7	-0.1	2.7	10.9%
203	S/N	64	36	23	17	6	SM	A-2-4(0)	17	24.8	-0.5	7.8	46.1%
204	S/N	85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)	59	30.5	0.5	28.5	48.3%
205	S/N	84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)	59	30.0	0.5	29.0	49.2%
206	S/N	69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)	20	27.6	-0.4	7.6	37.8%
207	S/N	52	48	48	25	23	SM	A-2-4(20)	19	23.9	-0.3	4.9	25.9%
208	S/N	63	37	38	35	3	SM	A-2-4(0)	17	24.7	-0.5	7.7	45.1%
209	M-01	59.5	10	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-b(0)	54.1	<b>31.6</b>	0.4	22.5	41.6%
210	M-01	65.4	11	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	53.6	<b>31.6</b>	0.4	22.0	41.0%
211	M-01	61.2	12	18	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	55	<b>31.5</b>	0.4	23.5	42.7%
212	M-01	66.7	9	17	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	77	<b>32.0</b>	0.6	45.0	58.5%
213	M-2	55	4	NP	NP	NP	SP	A-1-a(0)	21.2	<b>32.0</b>	-0.5	10.8	50.8%
214	M-1	56	8	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	24	<b>31.1</b>	-0.3	7.1	29.6%
215	M-1			10	NP	NP	SP	A-3(0)	10.32	<b>35.6</b>	-2.5	25.3	245.3%
216	M-1			13	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	9.85	<b>35.8</b>	-2.6	26.0	263.6%
217	M-2			14	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	4.97	<b>37.3</b>	-6.5	32.4	651.3%
218	M-2			13	NP	NP	SP	A-3(0)	8.83	<b>35.8</b>	-3.1	27.0	305.4%
219	M-2			12	NP	NP	SP	A-3(0)	8.82	<b>36.2</b>	-3.1	27.4	310.2%
220	M-2			12	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	5.16	<b>37.2</b>	-6.2	32.0	620.5%
221	M-1	88.61	11	30	25	5	SP-SM	A-2-4	10.8	<b>30.1</b>	-1.8	19.3	179.2%
222	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	15	<b>32.0</b>	-1.1	17.0	113.4%
223	M-01	59.5	11	NP	NP	NP	SW-SM	A-1-a(0)	56	<b>31.6</b>	0.4	24.4	43.5%
224	M-01	62.2	11	19	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	61	<b>31.5</b>	0.5	29.5	48.4%
225	M-1	62.7	10	17	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	53	<b>31.8</b>	0.4	21.2	40.0%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Yildirim & Gunaydin (2011)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
226	M-1	92.85	7	38	33	5	SW-SM	A-2-4	12	<b>30.8</b>	-1.6	18.8	156.6%
227	M-2	65.1	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	50.5	<b>26.9</b>	0.5	23.6	46.6%
228	M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	<b>28.8</b>	0.2	6.4	18.2%
229	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	<b>29.7</b>	-0.4	9.1	44.1%
230	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	26	<b>30.1</b>	-0.2	4.1	15.6%
231	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18	<b>29.8</b>	-0.7	11.8	65.7%
232	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	30	<b>28.9</b>	0.0	1.1	3.8%
233	M-01	58	16	20	NP	NP	GC	A-1-b(0)	59	<b>30.7</b>	0.5	28.3	48.0%
234	M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	<b>27.6</b>	0.2	5.3	16.1%
235	M-01	51.8	11	17	NP	NP	GC	A-1-b(0)	56	<b>30.8</b>	0.4	25.2	44.9%
236	M-01	52.8	13	18	NP	NP	GC	A-1-a(0)	55	<b>31.3</b>	0.4	23.7	43.1%
237	M-2	42.4	34	38	20	18	GC	A-2-6(1)	23.7	<b>26.9</b>	-0.1	3.2	13.7%
238	M-1	46.8	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	36.6	<b>31.3</b>	0.1	5.3	14.5%
239	M-2	52.1	27	31	20	11	GC	A-2-6(0)	18.4	<b>28.5</b>	-0.5	10.1	54.6%
240	M-3	60.3	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	19.6	<b>28.1</b>	-0.4	8.5	43.3%
241	M-2	57.8	40	34	23	11	GC	A-6(1)	24.5	<b>27.1</b>	-0.1	2.6	10.5%
242	M-2	57	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	20.8	<b>25.9</b>	-0.2	5.1	24.4%
243	M-1		26				GC	A-2-4 (0)	20.1	<b>28.6</b>	-0.4	8.5	42.2%
244	M-1		29				GC	A-2-4 (0)	32.5	<b>28.2</b>	0.1	4.3	13.4%
245	M-2		23				GC	A-2-4 (0)	26	<b>28.9</b>	-0.1	2.9	11.0%
246	M-1		15				GC	A-2-4 (0)	47.5	<b>30.6</b>	0.4	16.9	35.6%
247	M-02		12	17	4	13	GC-GM	A-1-a(0)	38.6	<b>31.3</b>	0.2	7.3	18.9%
248	S/N	85	15	24	13	11	GC	A-2-6(0)	47	<b>31.0</b>	0.3	16.0	34.0%
249	M-02	44.4	20	17	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.5	<b>30.0</b>	-0.1	1.5	5.2%
250	M-01	53.5	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	17.1	<b>27.6</b>	-0.6	10.5	61.5%
251	M-01	43.1	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	23.5	<b>29.9</b>	-0.3	6.4	27.3%
252	M-01	51.8	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	27.1	<b>29.7</b>	-0.1	2.6	9.4%
253	M-02	70.5	46	14	12	2	GM	A-4(0)	13.1	<b>24.6</b>	-0.9	11.5	88.1%
254	M-2	49.8	31	46	38	7	GM	A-2-4(0)	30.5	<b>28.0</b>	0.1	2.5	8.2%
255	M-1	51.5	25	25	NP	NP	GM	A-1b(0)	27.6	<b>28.9</b>	0.0	1.3	4.8%
256	M-01	74.5	10	19	NP	NP	GM	A-1-b(0)	53	<b>31.6</b>	0.4	21.4	40.3%
257	M-02	63	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	31.1	<b>26.7</b>	0.1	4.4	14.0%
258	M-1	56.8	16	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	50.5	<b>30.8</b>	0.4	19.7	39.0%
259	M-3	51.7	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	20.1	<b>28.5</b>	-0.4	8.4	41.8%
260	M-1	48.6	20	22	19	2	GM	A-1-b(0)	33.8	<b>30.0</b>	0.1	3.8	11.4%
261	M-1	50.1	14	22	NP	NP	GM	A-1-a(0)	34.9	<b>31.0</b>	0.1	3.9	11.2%
262	M-1	38.8	12	21	NP	NP	GM	A-1-a(0)	40.4	<b>31.1</b>	0.2	9.3	23.0%
263	M-2	35.6	13	23	NP	NP	GM	A-1-a(0)	25.6	<b>30.7</b>	-0.2	5.1	19.8%
264	M-1	39	15	26	24	4	GM	A-1-a(0)	30.5	<b>30.1</b>	0.0	0.4	1.2%
265	M-1	33.2	13	20	NP	NP	GM	A-1-a(0)	44.8	<b>31.3</b>	0.3	13.5	30.1%
266	M-02	49.6	21	30	26	3	GM	A-4(0)	26.3	<b>28.9</b>	-0.1	2.6	10.1%
267	M-03	38.9	24	31	24	7	GM	A-2-4(0)	21.3	<b>28.4</b>	-0.3	7.1	33.1%
268	M-1	36.4	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	26.5	<b>30.9</b>	-0.2	4.4	16.5%
269	M-2	48.5	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	27.2	<b>29.0</b>	-0.1	1.8	6.6%
270	M-1	45.7	23	42	27	15	GM	A-2-7(0)	31.5	<b>29.4</b>	0.1	2.1	6.7%
271	M-2	49	26	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.7	<b>28.3</b>	0.0	1.4	4.6%
272	M-3	58	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	27.1	<b>26.5</b>	0.0	0.6	2.2%
273	M-2	46	36	33	30	3	GM	A-4(0)	20.6	<b>26.2</b>	-0.3	5.6	27.2%
274	M-3	60	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	28.8	<b>28.7</b>	0.0	0.1	0.4%
275	M-1	59	20	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	23.9	<b>29.5</b>	-0.2	5.6	23.5%
276	M-1	69	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	26.2	<b>23.6</b>	0.1	2.6	9.9%
277	M-1	38	21	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	32.8	<b>29.2</b>	0.1	3.6	11.0%
278	M-1	34	13	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	28	<b>30.7</b>	-0.1	2.7	9.5%
279	M-1	45	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.2	<b>27.5</b>	0.1	1.7	5.8%
280	M-2	46	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.2	<b>27.3</b>	0.1	1.9	6.3%
281	M-2	50	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	27.4	<b>27.4</b>	0.0	0.0	0.2%
282	M-1	50	13	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	27.4	<b>29.4</b>	-0.1	2.0	7.3%
283	M-2	46	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	6.6	<b>24.8</b>	-2.8	18.2	275.5%
284	M-1	53	22	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	27.1	<b>29.2</b>	-0.1	2.1	7.6%
285	M-2	42	19	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	35.3	<b>28.5</b>	0.2	6.8	19.3%
286	M-1	58	18	19	14	5	GM-GC	A-1-b(0)	31.9	<b>29.7</b>	0.1	2.2	7.0%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Yildirim & Gunaydin (2011)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
287	M-1	38	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	29.5	<b>29.1</b>	0.0	0.4	1.5%
288	M-1	57	26	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	31	<b>27.6</b>	0.1	3.4	10.9%
289	M-1	58	19	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.2	<b>29.1</b>	0.0	0.9	3.2%
290	M-4	53	14	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	31.3	<b>30.8</b>	0.0	0.5	1.6%
291	M-2	37	14	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	26.4	<b>29.7</b>	-0.1	3.3	12.4%
292	M-1	55	15	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	30.4	<b>30.3</b>	0.0	0.1	0.4%
293	M-1	36	26	24	NP	NP	GM	A-2-4(0)	32	<b>28.0</b>	0.1	4.0	12.6%
294	M-1		20				GM	A-2-6 (0)	38.9	<b>29.6</b>	0.2	9.3	24.0%
295	M-2		27				GM	A-2-4 (0)	36.5	<b>28.4</b>	0.2	8.1	22.2%
296	M-1		22				GM	A-1b (0)	21.7	<b>29.3</b>	-0.4	7.6	35.0%
297	M-1		25				GM-GC	A-2-4 (0)	18.4	<b>28.8</b>	-0.6	10.4	56.3%
298	M-1		32				GM-GC	A-2-4 (0)	32	<b>27.2</b>	0.2	4.8	15.1%
299	M-1		17				GM	A-1b (0)	19	<b>30.3</b>	-0.6	11.3	59.3%
300	M-01		14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	40.6	<b>30.9</b>	0.2	9.7	23.8%
301	S/N	89	11	22	18	4	GM	A-1-b(0)	59	<b>31.2</b>	0.5	27.8	47.1%
302	S/N	85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	<b>30.9</b>	0.5	32.1	51.0%
303	S/N	84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	<b>30.7</b>	0.5	32.3	51.2%
304	S/N	84	16	24	20	4	GM	A-1-b (0)	34	<b>30.2</b>	0.1	3.8	11.3%
305	M-1	30.5	9	24	NP	NP	GP-GM	A-1a(0)	23.5	<b>31.1</b>	-0.3	7.6	32.2%
306	M-01	59.3	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72	<b>31.0</b>	0.6	41.0	57.0%
307	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75	<b>30.8</b>	0.6	44.2	58.9%
308	M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	55.8	<b>31.6</b>	0.4	24.2	43.3%
309	M-2	39	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	34.8	<b>32.0</b>	0.1	2.8	8.1%
310	M-2	21	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	31.2	<b>32.0</b>	0.0	0.8	2.7%
311	M-2	28	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	37.1	<b>31.7</b>	0.1	5.4	14.6%
312	M-2	46	12	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	30.6	<b>31.2</b>	0.0	0.6	1.8%
313	M-2	46	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	29.7	<b>31.0</b>	0.0	1.3	4.5%
314	M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	29.4	<b>31.1</b>	-0.1	1.7	5.8%
315	M-2	34	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	28.5	<b>31.6</b>	-0.1	3.1	10.7%
316	M-01		12	15	3	12	GP-GM	A-1-b(0)	45.3	<b>31.2</b>	0.3	14.1	31.2%
317	M-01	48	9	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	61	32.0	0.5	29.0	47.6%
318	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	67.8	31.9	0.5	35.9	53.0%
319	M-2	34.9	10	-	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	47.2	31.5	0.3	15.7	33.3%
320	M-1	40	11	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	40.1	31.3	0.2	8.8	22.1%
321	M-1		5	NP	NP	NP	GW	A-1a (0)	39	32.3	0.2	6.7	17.3%
322	S/N	93	7	24	22	2	GW	A-1-a(0)	32	32.0	0.0	0.0	0.1%
323	S/N	86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)	63	30.9	0.5	32.1	51.0%
324	S/N	91	9	16	15	1	GW	A-1-a(0)	54	31.1	0.4	22.9	42.3%
325	S/N	89	11	19	14	5	GW	A-1-a(0)	64	31.2	0.5	32.8	51.2%
326	S/N	90	10	18	15	3	GW	A-1-a(0)	79	31.4	0.6	47.6	60.2%
327	S/N	89	11	18	16	2	GW	A-1-a(0)	78	31.2	0.6	46.8	60.0%
328	S/N	91	9	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	31.6	0.6	47.4	60.0%
329	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	78	31.8	0.6	46.2	59.3%
330	S/N	90	10	19	16	3	GW	A-1-a(0)	81	31.3	0.6	49.7	61.3%
331	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	31.7	0.6	47.3	59.9%
332	S/N	91	9	18	15	3	GW	A-1-a(0)	77	31.6	0.6	45.4	59.0%
333	S/N	90	10	18	14	4	GW	A-1-a(0)	79	31.4	0.6	47.6	60.3%
334	S/N	90	10	17	15	2	GW	A-1-a(0)	81	31.3	0.6	49.7	61.3%
335	S/N	91	9	19	15	4	GW	A-1-a(0)	81	31.5	0.6	49.5	61.1%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Satyanarayana Reddy & pavani (2006)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	3.0	0.0	0.1	3.4%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	4.2	-0.5	1.4	50.0%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	2.0	0.6	2.5	55.8%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	9.2	-3.2	7.0	318.2%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6(16)	1	4.8	-3.8	3.8	379.0%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5	8.6	-0.7	3.6	72.0%
7	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	8.0	-3.4	6.2	344.4%
8	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	14.6	-0.1	1.2	9.0%
9	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	11.9	-0.8	5.3	80.2%
10	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	12.9	-0.5	4.3	50.0%
11	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	16.0	-	-	-
12	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	12.0	-0.7	5.0	70.8%
13	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	15.7	-0.9	7.4	89.0%
14	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	15.2	-1.4	8.9	140.7%
15	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	15.2	-1.7	9.6	171.4%
16	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	14.0	-1.6	8.7	164.9%
17	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	14.4	-1.1	7.5	108.5%
18	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	11.6	0.0	0.0	0.4%
19	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	12.7	-0.2	1.9	17.3%
20	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	7.6	-0.3	1.6	27.4%
21	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	16.1	-1.5	9.6	147.7%
22	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	14.5	-1.0	7.3	102.0%
23	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	10.4	-0.2	1.7	19.5%
24	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	19.5	-0.2	2.6	15.6%
25	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	11.6	-0.2	1.6	15.9%
26	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	14.0	-0.4	4.0	39.7%
27	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	11.0	-0.4	3.1	39.1%
28	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	8.8	0.4	5.6	38.9%
29	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	11.1	0.0	0.2	2.0%
30	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	14.7	-0.4	4.1	38.5%
31	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	10.6	0.3	5.0	32.0%
32	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	9.1	0.4	6.8	43.0%
33	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	6.0	0.1	0.6	9.1%
34	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	17.8	-0.7	7.2	67.6%
35	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	12.2	-0.5	3.9	47.1%
36	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	9.2	0.1	0.9	9.0%
37	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	13.8	-0.5	4.5	48.6%
38	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	14.7	-0.6	5.4	58.5%
39	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	2.2	0.7	6.4	74.6%
40	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	0.2	1.0	9.4	98.1%
41	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	14.2	-0.4	4.2	41.6%
42	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7-6(14)	8.5	7.1	0.2	1.4	16.7%
43	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	4.8	0.2	1.0	16.8%
44	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	3.5	-0.1	0.4	12.9%
45	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	2.3	0.6	3.3	59.5%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Satyanarayana Reddy & pavani (2006)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	14.3	-1.2	7.7	116.3%
47	M-1		81				CL	A-6 (9)	4.3	1.5	0.7	2.8	65.3%
48	M-1		84				CL	A-6 (10)	2.3	4.6	-1.0	2.3	99.9%
49	M-1		55				CL	A-6 (5)	4.5	16.2	-2.6	11.7	259.6%
50	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	10.6	-0.9	5.0	89.3%
51	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	12.3	8.6	0.3	3.7	30.1%
52	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	1.0	0.9	11.4	91.7%
53	M-2			26	7	19	CL-ML	A-4(2)	4.49	33.4	-6.4	28.9	644.4%
54	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	4.46	36.6	-7.2	32.2	721.7%
55	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	4.7	36.8	-6.8	32.1	682.9%
56	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3	10.7	-2.6	7.7	255.5%
57	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	27.8	-0.3	5.8	26.3%
58	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	2.9	0.5	3.1	52.2%
59	S/N	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13	29.2	-1.2	16.2	124.6%
60	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	14.3	-1.4	8.3	137.7%
61	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	13.5	-0.9	6.5	92.8%
62	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	16.1	-1.7	10.1	168.7%
63	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	9.2	0.1	0.8	8.4%
64	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	7.4	-2.7	5.4	268.5%
65	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	11.7	-1.3	6.7	133.5%
66	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	10.7	-1.1	5.7	113.9%
67	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	10.6	-0.8	4.6	76.9%
68	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	8.0	-1.7	5.0	167.2%
69	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	1.4	0.3	0.6	32.3%
70	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	5.7	-0.4	1.7	43.1%
71	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	4.1	-0.4	1.1	37.8%
72	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	7.3	-2.6	5.3	264.9%
73	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	4.1	-1.1	2.1	105.0%
74	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	7.0	0.4	5.0	41.7%
75	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	8.0	0.0	0.0	0.6%
76	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	7.2	-0.2	1.4	25.0%
77	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	11.5	-2.6	8.3	260.2%
78	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	4.5	0.2	1.0	18.2%
79	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	7.5	0.1	0.9	10.7%
80	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	11.2	-0.9	5.3	89.8%
81	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	8.8	-0.2	1.5	20.5%
82	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	3.3	0.5	3.0	47.4%
83	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	14.0	-0.8	6.3	81.5%
84	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	12.0	-0.5	3.7	45.1%
85	M-1		63				ML	A-4 (6)	18.5	14.9	0.2	3.6	19.4%
86	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	16.4	-1.1	8.6	110.0%
87	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	11.5	0.1	1.1	8.8%
88	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)	7	9.5	-0.4	2.5	35.3%
89	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	22	24.4	-0.1	2.4	10.8%
90	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)	27	22.3	0.2	4.7	17.5%
91	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)	5	12.0	-1.4	7.0	139.6%
92	S/N	58	42	24	14	10	ML	A-4 (1)	14	17.0	-0.2	3.0	21.6%
93	S/N	58	42	30	24	6	ML	A-4 (0)	14	16.4	-0.2	2.4	17.4%
94	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	16.5	24.4	-0.5	7.9	47.7%
95	S/N	55	45	31	24	7	ML	A-4 (1)	16.5	15.4	0.1	1.1	6.6%
96	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	12.6	0.2	2.4	15.8%
97	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6 (2)	6.2	20.2	-2.3	14.0	226.0%
98	M-2	76.7	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	18.7	17.3	0.1	1.4	7.4%
99	M-2	86.9	38	31	21	10	SC	A-4(0)	16.8	23.0	-0.4	6.2	36.7%
100	M-3	75.1	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	14.9	16.1	-0.1	1.2	8.1%
101	M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	21.4	-0.3	4.3	25.4%
102	M-2	89	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	14.3	18.0	-0.3	3.7	25.7%
103	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	24.9	-0.2	4.6	22.8%
104	M-3	77.8	44	39	19	20	SC	A 6(4)	8.3	19.8	-1.4	11.5	138.6%
105	M-01	68.6	13	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	39.8	0.2	12.2	23.4%

Fuente: Elaboración Propia.



#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Satyanarayana Reddy & pavani (2006)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43	34.4	0.2	8.6	20.1%
107	M-01	64.6	15	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	48	37.9	0.2	10.1	21.0%
108	M-01	61.4	13	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	66	38.7	0.4	27.3	41.4%
109	M-01	66.6	17	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	54	37.5	0.3	16.5	30.5%
110	M-01	62.6	16	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	53	38.1	0.3	14.9	28.1%
111	M-1	69.5	15	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	59	38.8	0.3	20.2	34.3%
112	M-01	66.3	12	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	50	40.6	0.2	9.4	18.7%
113	M-01	64.3	14	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	39.1	0.3	15.9	28.9%
114	M-01	64.7	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	38.5	0.3	16.5	29.9%
115	M-01	66.6	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	38.8	0.3	13.2	25.5%
116	M-01	58.2	14	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	57	39.6	0.3	17.4	30.5%
117	M-02	99.6	49	36	22	14	SC	A-6(4)	10	14.4	-0.4	4.4	44.2%
118	M-02	100	48	34	21	13	SC	A-6(3)	11.4	12.0	-0.1	0.6	5.1%
119	M-2	64.6	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	41.6	32.2	0.2	9.4	22.6%
120	M-2	100	37	30	22	8	SC	A-4(0)	11.8	15.3	-0.3	3.5	30.1%
121	M-3	80	43	36	20	16	SC	A-6(4)	8.4	18.2	-1.2	9.8	116.5%
122	M-1		40				SC-SM	A-4(1)	27	28.5	-0.1	1.5	5.4%
123	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	11	19.0	-0.7	8.0	73.1%
124	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	10	14.1	-0.4	4.1	41.5%
125	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	24	14.3	0.4	9.7	40.2%
126	S/N	89	11	26	15	11	SC	A-2-6(0)	46	39.3	0.1	6.7	14.5%
127	S/N	83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)	17	34.0	-1.0	17.0	100.2%
128	S/N	55	45	28	17	11	SC	A-2-6(6)	7	21.5	-2.1	14.5	207.3%
129	S/N	58	42	31	17	14	SC	A-2-6(13)	18	21.1	-0.2	3.1	17.0%
130	S/N	51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)	13	20.2	-0.6	7.2	55.5%
131	S/N	83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)	19	28.8	-0.5	9.8	51.6%
132	S/N	70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)	14	27.0	-0.9	13.0	92.6%
133	S/N	85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)	20	36.5	-0.8	16.5	82.5%
134	S/N	89	11	27	13	14	SC	A-2-6(0)	31	37.4	-0.2	6.4	20.7%
135	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	28.9	-0.7	12.2	73.1%
136	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	30.0	-1.1	15.5	107.1%
137	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	23.1	-0.7	9.5	70.0%
138	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	26.9	-0.1	2.8	11.5%
139	M-01	61.8	22	24	NP	NP	SM	A-1-b(0)	20.5	34.9	-0.7	14.4	70.0%
140	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	32.4	-0.8	14.6	82.2%
141	M-3	84.5	48	39	26	12	SM	A-6-3	25.9	14.9	0.4	11.0	42.5%
142	M-2	72.5	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	19	21.3	-0.1	2.3	12.4%
143	M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	25.5	-0.1	1.9	8.1%
144	M-01	69.5	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43	33.2	0.2	9.8	22.8%
145	M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	23.0	-0.1	2.5	12.1%
146	M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	24.4	0.1	3.0	10.9%
147	M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	22.5	0.0	0.7	3.0%
148	M-2	74.5	17	27	23	3	SM	A-1-b(0)	18.7	25.4	-0.4	6.7	35.9%
149	M-1	70.6	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	12.8	22.7	-0.8	9.9	77.1%
150	M-1	76.2	40	28	26	2	SM	A-4(1)	15.1	15.4	0.0	0.3	2.0%
151	M-2	66	21	27	NP	NP	SM	A-1-b(0)	6	30.3	-4.0	24.3	404.9%
152	M-4	79	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	7.6	16.8	-1.2	9.2	121.6%
153	M-3	100	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	5.3	13.8	-1.6	8.5	160.3%
154	M-1	67	34	28	NP	NP	SM	A-2-4(0)	8.9	24.4	-1.7	15.5	174.3%
155	M-1	98.91	32	24	22	3	SM	A-2-4	16.4	19.1	-0.2	2.7	16.3%
156	M-1			17	NP	NP	SM	A-2-4(0)	13.34	36.4	-1.7	23.1	172.9%
157	M-1			34	5	29	SM	A-2-4(0)	9.02	32.7	-2.6	23.6	262.1%
158	M-1			32	6	26	SM	A-2-4(0)	9.02	34.6	-2.8	25.6	283.8%
159	M-2			23	1	22	SM	A-2-4(0)	10.02	36.0	-2.6	26.0	259.5%
160	M-2			22	2	21	SM	A-2-4(0)	7.21	35.9	-4.0	28.7	397.4%
161	M-2			23	3	20	SM	A-2-4(0)	6.22	36.2	-4.8	30.0	482.5%
162	M-3			16	NP	NP	SM	A-2-4(0)	11.76	34.6	-1.9	22.9	194.6%
163	M-2			24	2	21	SM	A-2-4(0)	4.79	36.2	-6.6	31.4	655.6%
164	M-3			16	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.76	35.5	-2.3	24.7	229.7%
165	M-1			15	NP	NP	SM	A-2-4(0)	6.01	37.2	-5.2	31.2	518.5%

Fuente: Elaboración Propia.

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Satyanarayana Reddy & pavani (2006)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
166	M-1	85.32	15	38	33	5	SM	A-2-4	8.8	19.0	-1.2	10.2	116.2%
167	M-1	77.58	22	37	32	5	SM	A-2-4	7	9.3	-0.3	2.3	33.2%
168	M-1	84.96	15	31	28	3	SM	A-2-4	8.7	19.3	-1.2	10.6	121.3%
169	M-1	87.85	12	24	23	1	SM	A-2-4	10	27.6	-1.8	17.6	175.7%
170	M-1	76.27	24	43	42	1	SM	A-2-5	6	9.3	-0.6	3.3	55.8%
171	M-1	83.72	16	25	23	2	SM	A-2-4	12	24.3	-1.0	12.3	102.6%
172	M-1	75.71	24	30	27	3	SM	A-2-4	11.5	20.3	-0.8	8.8	76.6%
173	M-1	75.51	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	31.0	-0.5	10.5	51.3%
174	M-1	81.98	18	29	23	6	SM	A-4	14.5	22.4	-0.5	7.9	54.4%
175	M-1	87.53	12	35	31	4	SM	A-2-4	8.5	21.8	-1.6	13.3	156.0%
176	S/N	80	20	15	14	1	SM	A-2-4 (0)	16	25.9	-0.6	9.9	62.0%
177	S/N	77	23	19	14	5	SM	A-2-4 (0)	8	23.9	-2.0	15.9	198.7%
178	S/N	58	42	24	21	3	SM	A-4(0)	13	17.4	-0.3	4.4	34.0%
179	S/N	57	43	20	17	3	SM	A-4(0)	19	20.1	-0.1	1.1	6.0%
180	S/N	72	28	27	17	10	SM	A-2-4(0)	20	25.5	-0.3	5.5	27.6%
181	S/N	73	27	28	19	9	SM	A-2-4(0)	25	26.0	0.0	1.0	4.2%
182	S/N	64	36	23	17	6	SM	A-2-4(0)	17	17.6	0.0	0.6	3.4%
183	S/N	85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)	59	37.8	0.4	21.2	35.9%
184	S/N	84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)	59	36.1	0.4	22.9	38.8%
185	S/N	69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)	20	29.7	-0.5	9.7	48.7%
186	S/N	52	48	48	25	23	SM	A-2-4(20)	19	16.4	0.1	2.6	13.6%
187	S/N	63	37	38	35	3	SM	A-2-4(0)	17	16.2	0.0	0.8	4.5%
188	M-01	61.2	12	18	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	55	40.7	0.3	14.3	26.0%
189	M-01	66.7	9	17	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	77	41.8	0.5	35.2	45.7%
190	M-1			10	NP	NP	SP	A-3(0)	10.32	33.0	-2.2	22.7	219.7%
191	M-1			13	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	9.85	33.0	-2.4	23.1	235.0%
192	M-2			14	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	4.97	38.0	-6.6	33.0	664.8%
193	M-2			13	NP	NP	SP	A-3(0)	8.83	33.8	-2.8	25.0	283.0%
194	M-2			12	NP	NP	SP	A-3(0)	8.82	33.7	-2.8	24.9	281.9%
195	M-2			12	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	5.16	38.4	-6.4	33.2	643.4%
196	M-1	88.61	11	30	25	5	SP-SM	A-2-4	10.8	25.6	-1.4	14.8	136.8%
197	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	15	39.0	-1.6	24.0	160.2%
198	M-01	62.2	11	19	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	61	40.4	0.3	20.6	33.8%
199	M-1	62.7	10	17	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	53	41.2	0.2	11.8	22.3%
200	M-1	92.85	7	38	33	5	SW-SM	A-2-4	12	24.6	-1.1	12.6	105.1%
201	M-2	65.1	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	50.5	24.8	0.5	25.7	50.9%
202	M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	31.4	0.1	3.8	10.8%
203	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	33.8	-0.6	13.2	63.9%
204	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	26	36.3	-0.4	10.3	39.5%
205	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18	34.7	-0.9	16.7	92.7%
206	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	30	31.8	-0.1	1.8	6.1%
207	M-01	58	16	20	NP	NP	GC	A-1-b(0)	59	38.5	0.3	20.5	34.7%
208	M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	29.4	0.1	3.5	10.8%
209	M-01	52.8	13	18	NP	NP	GC	A-1-a(0)	55	40.1	0.3	14.9	27.1%
210	M-2	42.4	34	38	20	18	GC	A-2-6(1)	23.7	24.0	0.0	0.3	1.1%
211	M-1	46.8	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	36.6	36.8	0.0	0.2	0.5%
212	M-2	52.1	27	31	20	11	GC	A-2-6(0)	18.4	28.5	-0.5	10.1	54.8%
213	M-3	60.3	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	19.6	28.0	-0.4	8.4	43.1%
214	M-2	57.8	40	34	23	11	GC	A-6(1)	24.5	24.0	0.0	0.5	1.9%
215	M-2	57	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	20.8	23.3	-0.1	2.5	12.2%
216	M-1		26				GC	A-2-4 (0)	20.1	33.8	-0.7	13.7	68.1%
217	M-1		29				GC	A-2-4 (0)	32.5	32.2	0.0	0.3	0.9%
218	M-2		23				GC	A-2-4 (0)	26	34.0	-0.3	8.0	30.7%
219	M-1		15				GC	A-2-4 (0)	47.5	38.0	0.2	9.5	20.1%
220	M-02		12	17	4	13	GC-GM	A-1-a(0)	38.6	39.3	0.0	0.7	1.9%
221	S/N	85	15	24	13	11	GC	A-2-6(0)	47	38.5	0.2	8.5	18.1%
222	M-02	44.4	20	17	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.5	37.3	-0.3	8.8	30.9%
223	M-01	53.5	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	17.1	28.4	-0.7	11.3	65.8%
224	M-01	43.1	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	23.5	34.5	-0.5	11.0	47.0%
225	M-01	51.8	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	27.1	35.0	-0.3	7.9	29.0%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Satyanarayana Reddy & pavani (2006)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
226	M-02	70.5	46	14	12	2	GM	A-4(0)	13.1	22.4	-0.7	9.3	70.7%
227	M-2	49.8	31	46	38	7	GM	A-2-4(0)	30.5	27.5	0.1	3.0	10.0%
228	M-1	51.5	25	25	NP	NP	GM	A-1b(0)	27.6	33.6	-0.2	6.0	21.9%
229	M-01	74.5	10	19	NP	NP	GM	A-1-b(0)	53	40.4	0.2	12.6	23.8%
230	M-02	63	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	31.1	27.3	0.1	3.8	12.2%
231	M-3	51.7	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	20.1	29.8	-0.5	9.7	48.1%
232	M-1	48.6	20	22	19	2	GM	A-1-b(0)	33.8	34.8	0.0	1.0	2.9%
233	M-1	50.1	14	22	NP	NP	GM	A-1-a(0)	34.9	37.0	-0.1	2.1	6.0%
234	M-1	38.8	12	21	NP	NP	GM	A-1-a(0)	40.4	37.5	0.1	2.9	7.3%
235	M-2	35.6	13	23	NP	NP	GM	A-1-a(0)	25.6	35.2	-0.4	9.6	37.3%
236	M-1	39	15	26	24	4	GM	A-1-a(0)	30.5	33.5	-0.1	3.0	9.8%
237	M-1	33.2	13	20	NP	NP	GM	A-1-a(0)	44.8	36.6	0.2	8.2	18.2%
238	M-02	49.6	21	30	26	3	GM	A-4(0)	26.3	26.7	0.0	0.4	1.6%
239	M-03	38.9	24	31	24	7	GM	A-2-4(0)	21.3	23.9	-0.1	2.6	12.2%
240	M-1	36.4	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	26.5	36.2	-0.4	9.7	36.7%
241	M-2	48.5	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	27.2	31.0	-0.1	3.8	14.0%
242	M-1	45.7	23	42	27	15	GM	A-2-7(0)	31.5	31.1	0.0	0.4	1.4%
243	M-3	58	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	27.1	23.9	0.1	3.2	11.8%
244	M-2	46	36	33	30	3	GM	A-4(0)	20.6	24.9	-0.2	4.3	20.8%
245	M-3	60	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	28.8	28.6	0.0	0.2	0.7%
246	M-1	69	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	26.2	17.0	0.3	9.2	35.0%
247	M-1	58	18	19	14	5	GM-GC	A-1-b(0)	31.9	35.0	-0.1	3.1	9.6%
248	M-1	38	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	29.5	31.6	-0.1	2.1	7.3%
249	M-1	36	26	24	NP	NP	GM	A-2-4(0)	32	27.9	0.1	4.1	13.0%
250	M-1		20				GM	A-2-6(0)	38.9	34.9	0.1	4.0	10.3%
251	M-2		27				GM	A-2-4(0)	36.5	32.4	0.1	4.1	11.1%
252	M-1		22				GM	A-1b(0)	21.7	35.0	-0.6	13.3	61.1%
253	M-1		25				GM-GC	A-2-4(0)	18.4	33.5	-0.8	15.1	81.8%
254	M-1		32				GM-GC	A-2-4(0)	32	29.0	0.1	3.0	9.5%
255	M-1		17				GM	A-1b(0)	19	36.9	-0.9	17.9	94.2%
256	M-01		14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	40.6	39.4	0.0	1.2	2.8%
257	S/N	89	11	22	18	4	GM	A-1-b(0)	59	38.5	0.3	20.5	34.7%
258	S/N	85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	39.5	0.4	23.5	37.3%
259	S/N	84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	39.1	0.4	23.9	37.9%
260	S/N	84	16	24	20	4	GM	A-1-b(0)	34	34.6	0.0	0.6	1.9%
261	M-1	30.5	9	24	NP	NP	GP-GM	A-1a(0)	23.5	38.1	-0.6	14.6	62.2%
262	M-01	59.3	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72	39.3	0.5	32.7	45.5%
263	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75	39.1	0.5	35.9	47.9%
264	M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	55.8	38.8	0.3	17.0	30.5%
265	M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	29.4	37.5	-0.3	8.1	27.6%
266	M-01		12	15	3	12	GP-GM	A-1-b(0)	45.3	39.6	0.1	5.7	12.6%
267	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	67.8	41.6	0.4	26.2	38.7%
268	M-1		5	NP	NP	NP	GW	A-1a(0)	39	42.1	-0.1	3.1	8.0%
269	S/N	93	7	24	22	2	GW	A-1-a(0)	32	39.2	-0.2	7.2	22.4%
270	S/N	86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)	63	38.9	0.4	24.1	38.3%
271	S/N	91	9	16	15	1	GW	A-1-a(0)	54	38.7	0.3	15.3	28.4%
272	S/N	89	11	19	14	5	GW	A-1-a(0)	64	39.6	0.4	24.4	38.2%
273	S/N	90	10	18	15	3	GW	A-1-a(0)	79	40.6	0.5	38.4	48.6%
274	S/N	89	11	18	16	2	GW	A-1-a(0)	78	40.0	0.5	38.0	48.7%
275	S/N	91	9	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	40.7	0.5	38.3	48.4%
276	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	78	41.3	0.5	36.7	47.0%
277	S/N	90	10	19	16	3	GW	A-1-a(0)	81	40.1	0.5	40.9	50.4%
278	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	40.9	0.5	38.1	48.2%
279	S/N	91	9	18	15	3	GW	A-1-a(0)	77	40.8	0.5	36.2	47.0%
280	S/N	90	10	18	14	4	GW	A-1-a(0)	79	40.2	0.5	38.8	49.1%
281	S/N	90	10	17	15	2	GW	A-1-a(0)	81	40.3	0.5	40.7	50.3%
282	S/N	91	9	19	15	4	GW	A-1-a(0)	81	40.5	0.5	40.5	50.0%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Ramasubbarao (2013)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	2.2	0.2	0.7	24.7%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	2.4	0.1	0.4	14.9%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	1.3	0.7	3.3	72.0%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	1.5	0.3	0.7	32.1%
5	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	2.8	0.7	5.5	66.0%
6	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	3.0	0.5	3.3	51.7%
7	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	2.5	0.6	3.1	55.2%
8	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	2.2	0.6	3.1	57.6%
9	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	2.1	0.7	4.8	69.8%
10	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	2.1	0.8	9.5	81.6%
11	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	2.0	0.8	8.8	81.3%
12	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	2.6	0.6	3.4	56.8%
13	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	1.9	0.7	4.6	71.4%
14	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	2.3	0.7	4.9	67.8%
15	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	5.0	0.4	3.7	42.2%
16	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	1.5	0.9	15.4	91.2%
17	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	2.1	0.8	7.9	79.0%
18	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	2.1	0.8	7.9	78.6%
19	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	2.2	0.7	5.7	72.4%
20	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	2.1	0.9	12.3	85.1%
21	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	2.3	0.8	8.6	79.0%
22	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	1.8	0.9	13.8	88.5%
23	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	2.1	0.9	13.8	86.8%
24	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	2.7	0.6	3.9	58.9%
25	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	4.3	0.6	6.3	59.6%
26	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	1.9	0.8	6.4	76.9%
27	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	2.3	0.8	7.8	76.8%
28	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	2.0	0.8	7.3	78.8%
29	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	3.5	0.6	5.1	59.4%
30	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	3.8	0.6	5.8	60.5%
31	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	2.8	0.7	7.2	72.4%
32	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7 6 (14)	8.5	1.9	0.8	6.6	78.1%
33	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	2.2	0.6	3.6	62.8%
34	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	1.4	0.5	1.7	54.1%
35	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	1.8	0.7	3.8	68.0%
36	M-1		81				CL	A-6 (9)	4.3	9.8	-1.3	5.5	127.3%
37	M-1		84				CL	A-6 (10)	2.3	9.9	-3.3	7.6	330.2%
38	M-1		55				CL	A-6 (5)	4.5	8.9	-1.0	4.4	96.9%
39	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	1.7	0.9	20.6	92.2%
40	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	2.4	0.8	10.0	81.0%
41	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	4.46	6.5	-0.4	2.0	44.8%
42	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	4.7	6.5	-0.4	1.8	38.6%
43	S/M	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3	6.7	-1.2	3.7	123.5%
44	S/M	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	3.9	0.8	18.1	82.1%
45	S/M	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	9.7	-0.6	3.7	62.4%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Ramasubbarao (2013)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	S/M	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13	2.1	0.8	10.9	83.6%
47	S/M	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	5.2	0.3	1.8	25.7%
48	S/M	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	5.1	0.1	0.9	14.4%
49	S/M	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	7.7	-2.8	5.7	282.8%
50	S/M	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	7.0	-0.4	2.0	39.5%
51	S/M	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	7.6	-0.3	1.6	26.1%
52	S/M	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	7.8	-1.6	4.8	159.8%
53	S/M	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	9.3	-3.7	7.3	365.5%
54	S/M	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	8.2	-1.0	4.2	104.1%
55	S/M	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	8.6	-1.9	5.6	185.8%
56	S/M	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	8.0	-3.0	6.0	297.8%
57	S/M	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	11.0	-4.5	9.0	452.3%
58	S/M	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	10.6	0.1	1.4	11.5%
59	S/M	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	8.2	0.0	0.2	2.7%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	Nº MUESTRA	MALLA Nº4 (%)	MALLA Nº200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % ICG (2014)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	6.8	-1.3	3.9	133.3%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	3.2	-0.2	0.4	15.2%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	1.4	0.7	3.1	69.7%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	-22.3	11.2	24.5	1115.3%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6(16)	1	32.0	-31.0	31.0	3102.5%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5	3.7	0.3	1.3	25.4%
7	M-1			73	31	42	CH		1.5	156.2	-103.1	154.7	10313.2%
8	M-1			72	30	42	CH		7.2	155.9	-20.7	148.7	2065.9%
9	M-1			56	20	37	CH		6.9	152.0	-21.0	145.1	2102.8%
10	M-1			81	24	57	CH		5.9	148.4	-24.2	142.5	2415.1%
11	M-1			66	28	38	CH		3.4	155.7	-44.8	152.3	4480.4%
12	M-1			63	36	27	CH		0.93	163.6	-175.0	162.7	17496.1%
13	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	-3.2	2.8	5.0	277.5%
14	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	-142.1	11.6	155.5	1160.6%
15	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	25.3	-2.8	18.7	282.9%
16	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	-29.5	4.4	38.1	442.5%
17	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	-84.1	6.3	100.1	625.8%
18	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	42.0	-5.0	35.0	500.5%
19	M-1			80	52	28	MH		14.8	171.2	-10.6	156.4	1057.1%
20	M-1			58	49	9	MH		17.5	175.9	-9.1	158.4	905.1%
21	M-1			51	32	18	MH		8.5	164.2	-18.3	155.7	1831.9%
22	M-1			61	36	24	MH		4.2	164.5	-38.2	160.3	3816.0%
23	M-1			56	35	21	MH		9.1	164.7	-17.1	155.6	1710.4%
24	M-1			67	40	27	MH		4.3	165.2	-37.4	160.9	3742.9%
25	M-1			76	39	37	MH		3	162.0	-53.0	159.0	5298.7%
26	M-1			54	32	22	MH		7	163.3	-22.3	156.3	2232.8%
27	M-1			54	33	21	MH		9.9	163.6	-15.5	153.7	1552.4%
28	M-1			93	37	56	MH		3.4	154.8	-44.5	151.4	4454.0%
29	M-1			66	36	29	MH		1.3	162.9	-124.3	161.6	12429.9%
30	M-1			51	34	18	MH		2	165.1	-81.6	163.1	8156.0%
31	M-1			64	47	17	MH		6.9	172.3	-24.0	165.4	2397.1%
32	M-1			74	38	36	MH		20	161.8	-7.1	141.8	708.9%
33	M-1			58	38	21	MH		5.7	166.3	-28.2	160.6	2816.8%
34	M-1			69	37	32	MH		4.9	162.1	-32.1	157.2	3208.4%
35	M-1			51	33	18	MH		0.93	164.5	-175.9	163.6	17593.0%
36	M-1			54	35	19	MH		2.4	165.3	-67.9	162.9	6787.4%
37	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	40.9	-3.9	32.6	393.1%
38	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	30.9	-3.9	24.6	389.9%
39	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	28.6	-4.1	23.0	410.5%
40	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	28.6	-4.4	23.3	440.4%
41	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	21.6	-2.1	14.7	212.9%
42	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	22.0	-0.9	10.4	89.3%
43	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	21.9	-1.0	11.1	102.7%
44	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	14.1	-1.4	8.1	135.0%
45	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	20.4	-2.1	13.9	213.6%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % ICG (2014)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	31.4	-3.4	24.2	335.5%
47	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	24.2	-1.8	15.5	178.5%
48	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	36.7	-1.2	19.8	117.4%
49	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	20.1	-1.0	10.1	100.9%
50	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	28.7	-1.9	18.7	187.3%
51	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	18.0	-1.3	10.1	128.3%
52	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	16.7	-0.2	2.3	15.8%
53	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	18.9	-0.7	8.0	73.3%
54	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	29.0	-1.7	18.4	173.1%
55	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	16.5	-0.1	0.9	6.0%
56	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	18.1	-0.1	2.2	13.8%
57	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	-4.2	1.6	10.8	163.4%
58	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	38.0	-2.6	27.4	258.5%
59	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	19.5	-1.3	11.2	134.9%
60	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	17.1	-0.7	7.0	69.1%
61	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	26.6	-1.9	17.3	185.9%
62	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	55.2	-4.9	45.9	494.0%
63	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	37.1	-3.3	28.5	331.1%
64	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	35.4	-2.7	25.8	269.0%
65	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	57.6	-4.8	47.6	475.6%
66	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7 6 (14)	8.5	15.2	-0.8	6.7	78.5%
67	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	15.9	-1.7	10.1	173.6%
68	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	-35.0	12.3	38.1	1228.8%
69	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	6.7	-0.2	1.1	19.2%
70	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	41.0	-5.2	34.4	521.9%
71	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	51.1	-8.1	45.5	812.8%
72	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	-60.7	3.7	83.0	372.3%
73	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	-36.6	4.0	49.0	395.1%
74	M-2			26	7	19	CL-ML	A-4(2)	4.49	71.7	-15.0	67.2	1496.4%
75	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	4.46	77.7	-16.4	73.2	1641.9%
76	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	4.7	77.3	-15.4	72.6	1543.6%
77	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3	37.9	-11.6	34.9	1162.1%
78	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	61.0	-1.8	39.0	177.4%
79	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	30.6	-4.1	24.6	410.6%
80	S/N	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13	59.1	-3.5	46.1	354.5%
81	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	56.8	-8.5	50.8	847.2%
82	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	35.2	-4.0	28.2	402.3%
83	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	39.4	-5.6	33.4	557.4%
84	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	42.0	-3.2	32.0	319.8%
85	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	27.6	-12.8	25.6	1282.4%
86	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	37.1	-6.4	32.1	642.1%
87	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	39.7	-6.9	34.7	693.8%
88	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	40.2	-5.7	34.2	570.4%
89	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	31.8	-9.6	28.8	961.2%
90	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	25.8	-11.9	23.8	1187.7%
91	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	30.0	-6.5	26.0	649.5%
92	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	28.6	-8.5	25.6	853.0%
93	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	32.4	-15.2	30.4	1517.7%
94	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	15.9	-6.9	13.9	694.7%
95	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	32.0	-1.7	20.0	166.7%
96	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	39.5	-3.9	31.5	393.5%
97	M-1			49	27	22	CL		6	160.6	-25.8	154.6	2576.4%
98	M-1			26	18	8	CL		6.3	160.4	-24.5	154.1	2445.6%
99	M-1			44	25	19	CL		3.7	160.3	-42.3	156.6	4232.1%
100	M-1			39	18	21	CL		8	156.3	-18.5	148.3	1853.9%
101	M-1			42	23	19	CL		2	159.5	-78.7	157.5	7872.7%
102	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	28.7	-3.9	22.9	394.7%
103	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	28.4	-7.9	25.2	788.6%
104	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	0.7	0.9	4.8	87.5%
105	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	-10.5	2.2	18.9	224.5%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % ICG (2014)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	-13.2	3.2	19.1	324.3%
107	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	27.3	-2.7	20.0	274.0%
108	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	16.3	-1.6	10.0	159.1%
109	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	34.3	-3.5	26.6	345.5%
110	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	37.9	-3.6	29.6	356.5%
111	M-1		14	21	11	10	ML		8.6	146.9	-16.1	138.3	1608.6%
112	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	15.2	-0.9	7.4	94.5%
113	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	29.3	-1.3	16.7	132.9%
114	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)	7	39.2	-4.6	32.2	459.8%
115	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	22	57.7	-1.6	35.7	162.0%
116	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)	27	56.7	-1.1	29.7	109.9%
117	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)	5	43.2	-7.6	38.2	764.7%
118	S/N	58	42	24	14	10	ML	A-4 (1)	14	42.4	-2.0	28.4	202.9%
119	S/N	58	42	30	24	6	ML	A-4 (0)	14	47.5	-2.4	33.5	239.0%
120	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	16.5	57.7	-2.5	41.2	249.4%
121	S/N	55	45	31	24	7	ML	A-4 (1)	16.5	47.1	-1.9	30.6	185.5%
122	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	54.2	-2.6	39.2	261.2%
123	M-1			46	15	30	ML		3.8	151.9	-39.0	148.1	3897.9%
124	M-1			28	24	4	ML		4	164.6	-40.2	160.6	4015.6%
125	M-1			38	31	7	ML		6.3	167.3	-25.6	161.0	2555.3%
126	M-1			36	26	10	ML		12.2	163.3	-12.4	151.1	1238.7%
127	M-1			47	30	17	ML		4.3	163.5	-37.0	159.2	3703.0%
128	M-1			41	28	13	ML		3.5	163.6	-45.8	160.1	4575.4%
129	M-1			47	29	17	ML		4.2	163.1	-37.8	158.9	3783.4%
130	M-1			45	27	18	ML		14.3	161.5	-10.3	147.2	1029.5%
131	M-1			48	34	14	ML		1.6	166.4	-103.0	164.8	10298.6%
132	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6 (2)	6.2	43.3	-6.0	37.1	597.9%
133	M-2	76.7	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	18.7	35.7	-0.9	17.0	90.8%
134	M-2	86.9	38	31	21	10	SC	A-4(0)	16.8	47.4	-1.8	30.6	181.9%
135	M-3	75.1	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	14.9	20.8	-0.4	5.9	39.4%
136	M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	50.9	-2.0	33.8	197.8%
137	M-2	89	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	14.3	39.4	-1.8	25.1	175.6%
138	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	52.4	-1.6	32.1	157.9%
139	M-3	77.8	44	39	19	20	SC	A 6(4)	8.3	39.1	-3.7	30.8	371.2%
140	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43	70.7	-0.6	27.7	64.3%
141	M-01	48	25	22	19	3	SC	A-2-4(0)	50	94.5	-0.9	44.5	89.0%
142	M-02	99.6	49	36	22	14	SC	A-6(4)	10	69.5	-6.0	59.5	595.1%
143	M-02	100	48	34	21	13	SC	A-6(3)	11.4	26.5	-1.3	15.1	132.4%
144	M-2	64.6	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	41.6	61.7	-0.5	20.1	48.3%
145	M-2	100	37	30	22	8	SC	A-4(0)	11.8	16.6	-0.4	4.8	40.6%
146	M-3	80	43	36	20	16	SC	A-6(4)	8.4	38.7	-3.6	30.3	361.0%
147	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	11	51.4	-3.7	40.4	367.3%
148	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	10	51.3	-4.1	41.3	413.5%
149	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	24	51.2	-1.1	27.2	113.2%
150	S/N	89	11	26	15	11	SC	A-2-6(0)	46	72.0	-0.6	26.0	56.5%
151	S/N	83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)	17	68.9	-3.1	51.9	305.6%
152	S/N	55	45	28	17	11	SC	A-2-6(6)	7	47.3	-5.8	40.3	575.5%
153	S/N	58	42	31	17	14	SC	A-2-6(13)	18	48.9	-1.7	30.9	171.9%
154	S/N	51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)	13	49.7	-2.8	36.7	282.0%
155	S/N	83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)	19	70.0	-2.7	51.0	268.4%
156	S/N	70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)	14	56.7	-3.0	42.7	304.7%
157	S/N	85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)	20	64.0	-2.2	44.0	219.9%
158	S/N	89	11	27	13	14	SC	A-2-6 (0)	31	74.6	-1.4	43.6	140.6%
159	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	72.9	-3.4	56.2	336.3%
160	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	62.8	-3.3	48.3	333.1%
161	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	53.2	-2.9	39.6	291.4%
162	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	61.3	-1.5	37.2	154.4%
163	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	63.3	-2.6	45.5	255.7%
164	M-3	84.5	48	39	26	12	SM	A-6-3	25.9	34.4	-0.3	8.5	32.7%
165	M-2	72.5	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	19	58.0	-2.1	39.0	205.5%

Fuente: Elaboración Propia.



#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % ICG (2014)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
166	M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	63.4	-1.7	39.8	168.5%
167	M-01	69.5	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43	68.7	-0.6	25.7	59.8%
168	M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	40.9	-1.0	20.4	99.3%
169	M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	54.9	-1.0	27.5	100.3%
170	M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	51.5	-1.2	28.3	121.8%
171	M-01	62.1	16	19	17	2	SM	A-1-b(0)	53	97.3	-0.8	44.3	83.5%
172	M-01	61.8	24	22	19	3	SM	A-1-b(0)	60	92.4	-0.5	32.4	54.1%
173	M-2	74.5	17	27	23	3	SM	A-1-b(0)	18.7	41.5	-1.2	22.8	121.8%
174	M-1	70.6	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	12.8	48.7	-2.8	35.9	280.6%
175	M-1	76.2	40	28	26	2	SM	A-4(1)	15.1	30.8	-1.0	15.7	104.0%
176	M-4	79	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	7.6	37.8	-4.0	30.2	397.0%
177	M-3	100	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	5.3	23.3	-3.4	18.0	340.5%
178	M-1	98.91	32	24	22	3	SM	A-2-4	16.4	45.8	-1.8	29.4	179.2%
179	M-1			34	5	29	SM	A-2-4(0)	9.02	73.7	-7.2	64.7	717.3%
180	M-1			32	6	26	SM	A-2-4(0)	9.02	75.1	-7.3	66.1	732.7%
181	M-2			23	1	22	SM	A-2-4(0)	10.02	69.5	-5.9	59.5	594.1%
182	M-2			22	2	21	SM	A-2-4(0)	7.21	76.9	-9.7	69.7	966.3%
183	M-2			23	3	20	SM	A-2-4(0)	6.22	70.4	-10.3	64.2	1032.6%
184	M-2			24	2	21	SM	A-2-4(0)	4.79	72.1	-14.0	67.3	1405.0%
185	M-1	85.32	15	38	33	5	SM	A-2-4	8.8	33.8	-2.8	25.0	284.3%
186	M-1	77.58	22	37	32	5	SM	A-2-4	7	5.3	0.2	1.7	24.4%
187	M-1	84.96	15	31	28	3	SM	A-2-4	8.7	29.6	-2.4	20.9	239.9%
188	M-1	87.85	12	24	23	1	SM	A-2-4	10	51.7	-4.2	41.7	416.8%
189	M-1	76.27	24	43	42	1	SM	A-2-5	6	12.2	-1.0	6.2	103.4%
190	M-1	83.72	16	25	23	2	SM	A-2-4	12	47.1	-2.9	35.1	292.1%
191	M-1	75.71	24	30	27	3	SM	A-2-4	11.5	43.4	-2.8	31.9	277.6%
192	M-1	75.51	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	67.0	-2.3	46.5	226.9%
193	M-1	81.98	18	29	23	6	SM	A-4	14.5	40.0	-1.8	25.5	175.8%
194	M-1	87.53	12	35	31	4	SM	A-2-4	8.5	37.7	-3.4	29.2	343.5%
195	S/N	80	20	15	14	1	SM	A-2-4 (0)	16	65.4	-3.1	49.4	308.4%
196	S/N	77	23	19	14	5	SM	A-2-4 (0)	8	63.3	-6.9	55.3	691.5%
197	S/N	58	42	24	21	3	SM	A-4(0)	13	49.2	-2.8	36.2	278.8%
198	S/N	57	43	20	17	3	SM	A-4(0)	19	53.0	-1.8	34.0	178.9%
199	S/N	72	28	27	17	10	SM	A-2-4(0)	20	54.0	-1.7	34.0	169.9%
200	S/N	73	27	28	19	9	SM	A-2-4(0)	25	57.3	-1.3	32.3	129.3%
201	S/N	64	36	23	17	6	SM	A-2-4(0)	17	59.7	-2.5	42.7	251.0%
202	S/N	85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)	59	76.0	-0.3	17.0	28.8%
203	S/N	84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)	59	78.6	-0.3	19.6	33.2%
204	S/N	69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)	20	64.0	-2.2	44.0	220.0%
205	S/N	52	48	48	25	23	SM	A-2-4(20)	19	48.7	-1.6	29.7	156.1%
206	S/N	63	37	38	35	3	SM	A-2-4(0)	17	69.3	-3.1	52.3	307.8%
207	M-1	88.61	11	30	25	5	SP-SM	A-2-4	10.8	46.0	-3.3	35.2	325.6%
208	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	15	85.2	-4.7	70.2	468.1%
209	M-1	92.85	7	38	33	5	SW-SM	A-2-4	12	44.5	-2.7	32.5	270.9%
210	M-2	65.1	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	50.5	51.0	0.0	0.5	1.0%
211	M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	74.5	-1.1	39.3	111.6%
212	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	69.6	-2.4	49.0	237.9%
213	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	26	76.6	-1.9	50.6	194.7%
214	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18	75.8	-3.2	57.8	321.2%
215	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	30	64.9	-1.2	34.9	116.3%
216	M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	65.4	-1.0	32.5	98.6%
217	M-2	42.4	34	38	20	18	GC	A-2-6(1)	23.7	53.0	-1.2	29.3	123.7%
218	M-1	46.8	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	36.6	72.3	-1.0	35.7	97.7%
219	M-2	52.1	27	31	20	11	GC	A-2-6(0)	18.4	57.1	-2.1	38.7	210.6%
220	M-3	60.3	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	19.6	61.5	-2.1	41.9	213.7%
221	M-2	57.8	40	34	23	11	GC	A-6(1)	24.5	31.8	-0.3	7.3	29.8%
222	M-2	57	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	20.8	70.1	-2.4	49.3	237.2%
223	M-02		12	17	4	13	GC-GM	A-1-a(0)	38.6	80.5	-1.1	41.9	108.5%
224	S/N	85	15	24	13	11	GC	A-2-6(0)	47	65.7	-0.4	18.7	39.9%
225	M-01	53.5	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	17.1	72.5	-3.2	55.4	323.8%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % ICG (2014)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
226	M-01	43.1	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	23.5	88.9	-2.8	65.4	278.3%
227	M-01	51.8	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	27.1	86.6	-2.2	59.5	219.6%
228	M-02	70.5	46	14	12	2	GM	A-4(0)	13.1	51.4	-2.9	38.3	292.2%
229	M-2	49.8	31	46	38	7	GM	A-2-4(0)	30.5	66.9	-1.2	36.4	119.5%
230	M-02	63	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	31.1	62.8	-1.0	31.7	102.1%
231	M-3	51.7	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	20.1	66.6	-2.3	46.5	231.4%
232	M-1	48.6	20	22	19	2	GM	A-1-b(0)	33.8	71.7	-1.1	37.9	112.0%
233	M-1	39	15	26	24	4	GM	A-1-a(0)	30.5	82.7	-1.7	52.2	171.2%
234	M-02	49.6	21	30	26	3	GM	A-4(0)	26.3	60.8	-1.3	34.5	131.0%
235	M-03	38.9	24	31	24	7	GM	A-2-4(0)	21.3	52.0	-1.4	30.7	144.2%
236	M-1	36.4	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	26.5	75.7	-1.9	49.2	185.5%
237	M-2	48.5	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	27.2	66.3	-1.4	39.1	143.7%
238	M-1	45.7	23	42	27	15	GM	A-2-7(0)	31.5	63.4	-1.0	31.9	101.2%
239	M-3	58	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	27.1	71.9	-1.7	44.8	165.4%
240	M-2	46	36	33	30	3	GM	A-4(0)	20.6	75.6	-2.7	55.0	266.8%
241	M-3	60	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	28.8	73.3	-1.5	44.5	154.4%
242	M-1	69	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	26.2	49.9	-0.9	23.7	90.6%
243	M-1	58	18	19	14	5	GM-GC	A-1-b(0)	31.9	78.4	-1.5	46.5	145.9%
244	M-1	38	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	29.5	79.0	-1.7	49.5	167.9%
245	M-01		14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	40.6	82.6	-1.0	42.0	103.6%
246	S/N	89	11	22	18	4	GM	A-1-b(0)	59	76.6	-0.3	17.6	29.8%
247	S/N	85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	74.9	-0.2	11.9	18.9%
248	S/N	84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	74.4	-0.2	11.4	18.1%
249	S/N	84	16	24	20	4	GM	A-1-b(0)	34	71.2	-1.1	37.2	109.3%
250	M-01	59.3	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72	81.0	-0.1	9.0	12.4%
251	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75	79.6	-0.1	4.6	6.1%
252	M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	55.8	83.9	-0.5	28.1	50.3%
253	M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	29.4	83.6	-1.8	54.2	184.3%
254	M-01		12	15	3	12	GP-GM	A-1-b(0)	45.3	85.9	-0.9	40.6	89.6%
255	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	67.8	86.8	-0.3	19.0	28.0%
256	S/N	93	7	24	22	2	GW	A-1-a(0)	32	75.9	-1.4	43.9	137.2%
257	S/N	86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)	63	77.0	-0.2	14.0	22.2%
258	S/N	91	9	16	15	1	GW	A-1-a(0)	54	82.1	-0.5	28.1	52.1%
259	S/N	89	11	19	14	5	GW	A-1-a(0)	64	77.9	-0.2	13.9	21.7%
260	S/N	90	10	18	15	3	GW	A-1-a(0)	79	81.8	0.0	2.8	3.6%
261	S/N	89	11	18	16	2	GW	A-1-a(0)	78	82.4	-0.1	4.4	5.6%
262	S/N	91	9	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	81.8	0.0	2.8	3.6%
263	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	78	82.9	-0.1	4.9	6.3%
264	S/N	90	10	19	16	3	GW	A-1-a(0)	81	82.1	0.0	1.1	1.4%
265	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	82.4	0.0	3.4	4.3%
266	S/N	91	9	18	15	3	GW	A-1-a(0)	77	81.0	-0.1	4.0	5.2%
267	S/N	90	10	18	14	4	GW	A-1-a(0)	79	80.2	0.0	1.2	1.5%
268	S/N	90	10	17	15	2	GW	A-1-a(0)	81	82.2	0.0	1.2	1.5%
269	S/N	91	9	19	15	4	GW	A-1-a(0)	81	82.0	0.0	1.0	1.3%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
 : VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR% Kumar (2014)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	5.5	0.1	0.3	5.7%
2	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	5.6	-0.7	2.4	74.6%
3	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	5.3	0.4	3.1	36.3%
4	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	3.8	0.4	2.1	35.1%
5	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	2.9	0.6	4.9	62.8%
6	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	5.4	0.6	7.2	57.0%
7	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)	7	5.9	0.2	1.1	15.2%
8	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	22	6.4	0.7	15.6	70.9%
9	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)	27	6.5	0.8	20.5	76.1%
10	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)	5	5.7	-0.1	0.7	13.3%
11	S/N	58	42	24	14	10	ML	A-4 (1)	14	4.5	0.7	9.5	68.2%
12	S/N	58	42	30	24	6	ML	A-4 (0)	14	5.7	0.6	8.3	59.2%
13	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	16.5	6.4	0.6	10.1	61.3%
14	S/N	55	45	31	24	7	ML	A-4 (1)	16.5	5.8	0.6	10.7	64.7%
15	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	6.2	0.6	8.8	58.4%
16	M-1			46	15	30	ML		3.8	5.6	-0.5	1.8	46.8%
17	M-1			28	24	4	ML		4	7.6	-0.9	3.6	89.1%
18	M-1			38	31	7	ML		6.3	8.3	-0.3	2.0	32.4%
19	M-1			36	26	10	ML		12.2	7.5	0.4	4.7	38.3%
20	M-1			47	30	17	ML		4.3	7.9	-0.8	3.6	82.9%
21	M-1			41	28	13	ML		3.5	7.7	-1.2	4.2	120.6%
22	M-1			47	29	17	ML		4.2	7.8	-0.9	3.6	85.1%
23	M-1			45	27	18	ML		14.3	7.4	0.5	6.9	48.1%
24	M-1			48	34	14	ML		1.6	8.5	-4.3	6.9	428.6%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Dina Kuttah (2019)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	27.7	-8.5	24.8	853.9%
2	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	27.5	-2.3	19.2	231.5%
3	M-02	99.1	64	25	19	6	CL-ML	A-4(2)	9.3	17.0	-0.8	7.7	82.5%
4	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	16.0	-0.9	7.4	86.3%
5	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	16.3	-0.7	6.7	69.9%
6	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	16.3	-0.6	6.3	63.1%
7	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	27.7	-3.8	21.9	377.0%
8	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	27.8	-4.0	22.2	395.6%
9	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	16.6	0.2	5.4	24.5%
10	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	21.2	-2.5	15.2	253.3%
11	M-1	72	50	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	13.2	27.6	-1.1	14.4	109.1%
12	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	27.7	-2.8	20.4	280.0%
13	M-1		63				ML	A-4 (6)	18.5	27.7	-0.5	9.2	49.5%
14	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	22	26.6	-0.2	4.6	21.0%
15	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)	27	27.1	0.0	0.1	0.3%
16	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	16.5	26.6	-0.6	10.1	61.3%
17	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6 (2)	6.2	27.5	-3.4	21.3	343.7%
18	M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	27.6	-0.6	10.5	61.4%
19	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	22.9	-0.1	2.6	12.8%
20	M-01	68.6	13	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	16.6	0.7	35.4	68.0%
21	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43	16.9	0.6	26.1	60.8%
22	M-01	64.6	15	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	48	16.6	0.7	31.4	65.4%
23	M-01	61.4	13	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	66	17.1	0.7	48.9	74.1%
24	M-01	66.6	17	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	54	16.9	0.7	37.1	68.8%
25	M-01	62.6	16	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	53	17.1	0.7	35.9	67.7%
26	M-1	69.5	15	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	59	16.9	0.7	42.1	71.4%
27	M-01	66.3	12	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	50	16.9	0.7	33.1	66.3%
28	M-01	64.3	14	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	16.6	0.7	38.4	69.8%
29	M-01	64.7	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	16.9	0.7	38.1	69.4%
30	M-01	66.6	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	17.1	0.7	34.9	67.1%
31	M-01	58.2	14	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	57	16.4	0.7	40.6	71.2%
32	M-02	99.6	49	36	22	14	SC	A-6(4)	10	17.0	-0.7	7.0	69.7%
33	M-01	62.6	12	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	58	35.6	0.4	22.4	38.6%
34	S/N	89	11	26	15	11	SC	A-2-6(0)	46	18.4	0.6	27.6	60.0%
35	S/N	83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)	17	19.2	-0.1	2.2	12.9%
36	S/N	51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)	13	27.6	-1.1	14.6	112.2%
37	S/N	83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)	19	26.3	-0.4	7.3	38.2%
38	S/N	70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)	14	27.8	-1.0	13.8	98.3%
39	S/N	85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)	20	24.5	-0.2	4.5	22.4%
40	S/N	89	11	27	13	14	SC	A-2-6 (0)	31	16.0	0.5	15.0	48.5%
41	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	19.5	-0.2	2.8	16.7%
42	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	25.2	-0.7	10.7	73.9%
43	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	19.5	-0.4	5.9	43.2%
44	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	21.2	0.1	2.9	12.0%
45	M-01	61.8	22	24	NP	NP	SM	A-1-b(0)	20.5	17.1	0.2	3.4	16.6%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Dina Kuttah (2019)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	17.3	0.0	0.5	2.6%
47	M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	22.3	0.1	1.3	5.3%
48	M-01	69.5	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43	17.1	0.6	25.9	60.2%
49	M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	27.7	-0.4	7.2	35.3%
50	M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	24.0	0.1	3.4	12.5%
51	M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	25.9	-0.1	2.7	11.5%
52	M-2	68	17	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	8.4	25.4	-2.0	17.0	202.8%
53	M-2	66	21	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	6	26.3	-3.4	20.3	337.7%
54	M-1	74	14	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	11.9	26.8	-1.3	14.9	125.0%
55	M-1	65	28	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.9	21.2	-0.9	10.3	94.5%
56	M-2	75	36	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10	27.7	-1.8	17.7	176.5%
57	M-1	71	38	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	17.3	24.0	-0.4	6.7	38.6%
58	M-1	66	27	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	12.4	20.3	-0.6	7.9	64.0%
59	M-1	78	42	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.3	27.7	-1.7	17.4	169.3%
60	M-1	67	34	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	8.9	22.3	-1.5	13.4	151.0%
61	M-1	62	24	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	14.6	27.1	-0.9	12.5	85.4%
62	M-1			17	NP	NP	SM	A-2-4(0)	13.34	27.5	-1.1	14.2	106.4%
63	M-1			15	NP	NP	SM	A-2-4(0)	6.01	27.6	-3.6	21.6	359.3%
64	M-1	75.51	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	25.2	-0.2	4.7	22.7%
65	S/N	85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)	59	15.1	0.7	43.9	74.5%
66	S/N	84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)	59	14.4	0.8	44.6	75.6%
67	S/N	69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)	20	22.6	-0.1	2.6	13.1%
68	M-01	59.5	10	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-b(0)	54.1	17.6	0.7	36.5	67.5%
69	M-01	65.4	11	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	53.6	16.4	0.7	37.2	69.4%
70	M-01	61.2	12	18	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	55	17.1	0.7	37.9	68.9%
71	M-01	66.7	9	17	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	77	17.1	0.8	59.9	77.8%
72	M-2	55	4	NP	NP	NP	SP	A-1-a(0)	21.2	22.6	-0.1	1.4	6.7%
73	M-1	56	8	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	24	23.4	0.0	0.6	2.3%
74	M-1			10	NP	NP	SP	A-3(0)	10.32	27.4	-1.7	17.1	165.2%
75	M-1			13	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	9.85	27.6	-1.8	17.8	180.3%
76	M-2			13	NP	NP	SP	A-3(0)	8.83	26.6	-2.0	17.7	200.8%
77	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	15	17.6	-0.2	2.6	17.3%
78	M-01	59.5	11	NP	NP	NP	SW-SM	A-1-a(0)	56	16.0	0.7	40.0	71.5%
79	M-01	62.2	11	19	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	61	17.1	0.7	43.9	72.0%
80	M-1	62.7	10	17	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	53	17.3	0.7	35.7	67.3%
81	M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	21.2	0.4	14.0	39.8%
82	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	22.3	-0.1	1.7	8.4%
83	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A- 2-4(0)	26	19.2	0.3	6.8	26.1%
84	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18	22.1	-0.2	4.1	22.5%
85	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2 6(0)	30	23.4	0.2	6.6	21.8%
86	M-01	58	16	20	NP	NP	GC	A-1-b(0)	59	17.1	0.7	41.9	71.0%
87	M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	23.2	0.3	9.7	29.6%
88	M-01	51.8	11	17	NP	NP	GC	A-1-b(0)	56	35.6	0.4	20.4	36.4%
89	M-01	52.8	13	18	NP	NP	GC	A-1-a(0)	55	16.9	0.7	38.1	69.4%
90	M-1	46.8	13	27	22	5	GC-GM	A-1-a(0)	36.6	27.7	0.2	8.9	24.4%
91	M-3	60.3	27	27	20	7	GC-GM	A-2-4(0)	19.6	27.6	-0.4	8.0	40.8%
92	M-2	57	35	31	22	9	GC	A-2-4(0)	20.8	20.9	0.0	0.1	0.5%
93	M-1		26				GC	A-2-4 (0)	20.1	21.2	-0.1	1.1	5.5%
94	M-1		29				GC	A-2-4 (0)	32.5	24.0	0.3	8.5	26.2%
95	M-2		23				GC	A-2-4 (0)	26	20.6	0.2	5.4	20.7%
96	M-1		15				GC	A-2-4 (0)	47.5	21.2	0.6	26.3	55.4%
97	M-02		12	17	4	13	GC-GM	A-1-a(0)	38.6	20.9	0.5	17.7	45.8%
98	S/N	85	15	24	13	11	GC	A-2-6(0)	47	21.2	0.5	25.8	54.9%
99	M-02	44.4	20	17	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.5	16.6	0.4	11.9	41.7%
100	M-01	53.5	31	43	33	11	GM	A-2-7(0)	17.1	22.6	-0.3	5.5	32.3%
101	M-01	43.1	18	36	32	4	GM	A-1-b(0)	23.5	18.6	0.2	4.9	20.6%
102	M-01	51.8	22	39	36	3	GM	A-1-b(0)	27.1	17.1	0.4	10.0	36.9%
103	M-02	70.5	46	14	12	2	SM	A-4(0)	13.1	24.7	-0.9	11.6	88.8%
104	M-1	51.5	25	25	NP	NP	GM	A-1b(0)	27.6	18.1	0.3	9.5	34.4%
105	M-01	74.5	10	19	NP	NP	GM	A-1-b(0)	53	16.9	0.7	36.1	68.2%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Dina Kuttah (2019)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	M-02	63	35	25	18	7	GM-GC	A-4(0)	31.1	22.1	0.3	9.0	29.1%
107	M-1	56.8	16	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	50.5	24.2	0.5	26.3	52.0%
108	M-3	51.7	26	31	22	9	GM	A-2-4(0)	20.1	27.3	-0.4	7.2	35.9%
109	M-1	48.6	20	22	19	2	GM	A-1-b(0)	33.8	26.3	0.2	7.5	22.3%
110	M-1	50.1	14	22	NP	NP	GM	A-1-a(0)	34.9	27.1	0.2	7.8	22.4%
111	M-1	38.8	12	21	NP	NP	GM	A-1-a(0)	40.4	24.2	0.4	16.2	40.0%
112	M-2	35.6	13	23	NP	NP	GM	A-1-a(0)	25.6	26.6	0.0	1.0	4.0%
113	M-1	39	15	26	24	4	GM	A-1-a(0)	30.5	26.1	0.1	4.4	14.5%
114	M-1	36.4	14	20	16	4	GM	A-1-a(0)	26.5	27.2	0.0	0.7	2.7%
115	M-2	48.5	25	33	25	8	GM	A-2-4(0)	27.2	27.8	0.0	0.6	2.0%
116	M-2	49	26	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.7	16.4	0.4	13.3	44.8%
117	M-3	58	34	59	36	23	GM	A-2-7(2)	27.1	20.6	0.2	6.5	23.9%
118	M-2	46	36	33	30	3	GM	A-4(0)	20.6	21.2	0.0	0.6	2.9%
119	M-3	60	21	38	27	11	GM	A-2-6(0)	28.8	26.8	0.1	2.0	7.0%
120	M-1	59	20	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	23.9	19.8	0.2	4.1	17.3%
121	M-1	69	48	25	18	7	GM-GC	A-4(1)	26.2	27.7	-0.1	1.5	5.5%
122	M-1	38	21	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	32.8	27.1	0.2	5.7	17.5%
123	M-1	34	13	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	28	17.8	0.4	10.2	36.3%
124	M-1	45	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.2	20.6	0.3	8.6	29.4%
125	M-2	46	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	29.2	24.2	0.2	5.0	17.0%
126	M-2	50	33	NP	NP	NP	GM	A-2-4(0)	27.4	16.9	0.4	10.5	38.5%
127	M-1	50	13	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	27.4	27.3	0.0	0.1	0.3%
128	M-1	53	22	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	27.1	19.2	0.3	7.9	29.1%
129	M-2	42	19	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	35.3	25.7	0.3	9.6	27.3%
130	M-1	58	18	19	14	5	GM-GC	A-1-b(0)	31.9	17.1	0.5	14.8	46.4%
131	M-1	38	20	25	18	7	GM-GC	A-2-4(0)	29.5	22.3	0.2	7.2	24.3%
132	M-1	58	19	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	28.2	27.4	0.0	0.8	2.8%
133	M-4	53	14	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	31.3	19.2	0.4	12.1	38.7%
134	M-2	37	14	NP	NP	NP	GM	A-1-a(0)	26.4	27.5	0.0	1.1	4.2%
135	M-1	55	15	NP	NP	NP	GM	A-1-b(0)	30.4	16.6	0.5	13.8	45.3%
136	M-1	36	26	24	NP	NP	GM	A-2-4(0)	32	27.6	0.1	4.4	13.8%
137	M-1		20				GM	A-2-6(0)	38.9	25.7	0.3	13.2	34.1%
138	M-2		27				GM	A-2-4(0)	36.5	24.2	0.3	12.3	33.6%
139	M-1		22				GM	A-1b(0)	21.7	22.6	0.0	0.9	4.2%
140	M-1		25				GM-GC	A-2-4(0)	18.4	23.2	-0.3	4.8	26.0%
141	M-1		32				GM-GC	A-2-4(0)	32	24.0	0.3	8.0	25.1%
142	M-1		17				GM	A-1b(0)	19	24.2	-0.3	5.2	27.6%
143	M-01		14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	40.6	16.4	0.6	24.2	59.6%
144	S/N	89	11	22	18	4	GM	A-1-b(0)	59	18.4	0.7	40.6	68.9%
145	S/N	85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	15.1	0.8	47.9	76.1%
146	S/N	84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	15.1	0.8	47.9	76.1%
147	S/N	84	16	24	20	4	GM	A-1-b(0)	34	24.0	0.3	10.0	29.5%
148	M-1	30.5	9	24	NP	NP	GP-GM	A-1a(0)	23.5	14.4	0.4	9.1	38.6%
149	M-01	59.3	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72	17.3	0.8	54.7	75.9%
150	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75	16.9	0.8	58.1	77.5%
151	M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	55.8	21.5	0.6	34.3	61.5%
152	M-2	39	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	34.8	16.0	0.5	18.8	54.1%
153	M-2	21	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	31.2	16.4	0.5	14.8	47.5%
154	M-2	28	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	37.1	15.4	0.6	21.7	58.5%
155	M-2	46	12	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	30.6	17.8	0.4	12.8	41.7%
156	M-2	46	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	29.7	20.0	0.3	9.7	32.5%
157	M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	29.4	20.9	0.3	8.5	28.9%
158	M-01		12	15	3	12	GP-GM	A-1-b(0)	45.3	16.2	0.6	29.1	64.3%
159	M-01	48	9	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	61	15.2	0.8	45.8	75.0%
160	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	67.8	16.4	0.8	51.4	75.8%
161	M-2	34.9	10	-	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	47.2	26.4	0.4	20.8	44.0%
162	M-1	40	11	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	40.1	15.2	0.6	24.9	62.0%
163	M-1		5	NP	NP	NP	GW	A-1a(0)	39	18.9	0.5	20.1	51.5%
164	S/N	93	7	24	22	2	GW	A-1-a(0)	32	24.0	0.3	8.0	25.1%
165	S/N	86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)	63	15.6	0.8	47.4	75.3%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Dina Kuttah (2019)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
166	S/N	91	9	16	15	1	GW	A-1-a(0)	54	15.1	0.7	38.9	72.1%
167	S/N	89	11	19	14	5	GW	A-1-a(0)	64	15.1	0.8	48.9	76.5%
168	S/N	90	10	18	15	3	GW	A-1-a(0)	79	14.1	0.8	64.9	82.1%
169	S/N	89	11	18	16	2	GW	A-1-a(0)	78	14.1	0.8	63.9	81.9%
170	S/N	91	9	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	14.3	0.8	64.7	81.9%
171	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	78	14.2	0.8	63.8	81.9%
172	S/N	90	10	19	16	3	GW	A-1-a(0)	81	14.2	0.8	66.8	82.5%
173	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	14.3	0.8	64.7	81.9%
174	S/N	91	9	18	15	3	GW	A-1-a(0)	77	14.4	0.8	62.6	81.3%
175	S/N	90	10	18	14	4	GW	A-1-a(0)	79	14.3	0.8	64.7	81.9%
176	S/N	90	10	17	15	2	GW	A-1-a(0)	81	14.2	0.8	66.8	82.5%
177	S/N	91	9	19	15	4	GW	A-1-a(0)	81	14.2	0.8	66.8	82.5%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Vinod and Cletus (2008)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	32.8	-2.9	24.5	295.0%
2	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	31.5	-4.0	25.2	400.8%
3	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	31.4	-4.6	25.8	461.1%
4	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	34.3	-5.5	29.0	547.1%
5	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	36.1	-4.2	29.2	423.1%
6	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	37.6	-2.2	26.0	224.5%
7	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	36.0	-2.3	25.2	233.7%
8	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	38.7	-5.5	32.7	545.6%
9	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	35.2	-4.4	28.7	441.3%
10	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	31.8	-3.4	24.6	341.1%
11	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	37.4	-3.3	28.7	329.4%
12	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	34.4	-1.0	17.5	103.3%
13	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	37.0	-2.7	27.0	270.2%
14	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	34.6	-2.5	24.6	246.0%
15	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	35.2	-3.5	27.3	345.8%
16	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	36.2	-1.5	21.8	151.3%
17	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	37.1	-2.4	26.2	240.1%
18	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	35.5	-1.3	19.9	127.3%
19	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	37.5	-1.4	21.6	135.9%
20	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	42.0	-5.4	35.4	535.8%
21	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	33.9	-2.2	23.3	219.5%
22	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	33.5	-3.0	25.2	304.1%
23	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	37.9	-2.8	27.8	275.3%
24	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	33.9	-2.6	24.6	264.3%
25	M-02	98.4	91	32	20	12	CL	A-6(11)	8.6	43.1	-4.0	34.5	401.6%
26	M-02	99.6	96	29	20	9	CL	A-4(5)	9.6	44.6	-3.6	35.0	364.2%
27	M-02	97.5	61	30	20	10	CL	A-4(4)	10	35.3	-2.5	25.3	252.7%
28	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7 6 (14)	8.5	35.3	-3.2	26.8	315.5%
29	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	40.3	-5.9	34.5	594.2%
30	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	38.7	-5.9	33.1	591.7%
31	M-1		81				CL	A-6 (9)	4.3	45.6	-9.6	41.3	960.8%
32	M-1		84				CL	A-6 (10)	2.3	45.6	-18.8	43.3	1883.3%
33	M-1		55				CL	A-6 (5)	4.5	45.6	-9.1	41.1	913.7%
34	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	35.4	-0.6	13.1	58.6%
35	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	31.0	-1.5	18.6	150.1%
36	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	4.46	19.6	-3.4	15.2	340.1%
37	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	4.7	18.9	-3.0	14.2	301.4%
38	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3	35.4	-10.8	32.4	1080.6%
39	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	31.2	-0.4	9.2	41.9%
40	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	41.7	-6.0	35.7	595.8%
41	S/N	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13	23.8	-0.8	10.8	83.4%
42	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	30.7	-3.4	23.7	338.7%
43	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	31.0	-4.2	25.0	416.5%
44	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	37.6	-17.8	35.6	1782.1%
45	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	35.9	-6.2	30.9	618.9%



#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR LAB 95%	CBR CORR % Vinod and Cletus (2008)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	35.9	-5.0	29.9	498.9%
47	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	36.5	-11.2	33.5	1116.8%
48	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	40.9	-19.5	38.9	1946.1%
49	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	37.6	-8.4	33.6	839.7%
50	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	38.4	-11.8	35.4	1178.4%
51	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	36.4	-17.2	34.4	1722.1%
52	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	45.0	-21.5	43.0	2147.9%
53	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	42.5	-2.5	30.5	254.1%
54	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	36.8	-3.6	28.8	360.2%
55	M-1			49	27	22	CL		6	2.2	0.6	3.8	62.8%
56	M-1			26	18	8	CL		6.3	22.3	-2.5	16.0	254.4%
57	M-1			44	25	19	CL		3.7	6.3	-0.7	2.6	70.9%
58	M-1			39	18	21	CL		8	10.7	-0.3	2.7	33.5%
59	M-1			42	23	19	CL		2	8.6	-3.3	6.6	331.7%

Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO DE TESIS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN

TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 95%	Bassey, Christofer, Esem y Kufre (2017)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
1	E-03	100	94	52	24	29	CH	A-7-6(20)	2.9	2.1	0.3	0.8	27.2%
2	E-03	100	94	58	27	31	CH	A-7-6(20)	2.8	3.4	-0.2	0.6	22.3%
3	E-03	100	82	61	24	37	CH	A-7-6(20)	4.52	4.2	0.1	0.3	6.2%
4	M-2	99.9	98	68	26	42	CH	A-7-6(47)	2.2	7.8	-2.5	5.6	253.0%
5	S/N	20	80	42	22	20	CH	A-7-6(16)	1	4.8	-3.8	3.8	378.9%
6	S/N	5	95	75	26	49	CH	A-7-6(20)	5	3.9	0.2	1.1	22.5%
7	M-2	99.7	96	51	40	11	MH	A-7-5(16)	1.8	14.8	-7.2	13.0	724.8%
8	M-1	100	93	87	66	20	MH	A-7-5	13.4	63.5	-3.7	50.1	373.9%
9	M-1	98.38	50	54	30	24	MH	A-7-5	6.6	8.8	-0.3	2.2	32.8%
10	M-1	100	73	61	57	4	MH	A-5	8.6	35.9	-3.2	27.3	317.3%
11	M-1	99.21	88	65	56	9	MH	A-5	16	47.5	-2.0	31.5	196.7%
12	S/N	41	59	51	29	22	MH	A-5(11)	7	5.1	0.3	1.9	26.9%
13	M-02	89.9	55	32	21	11	CL	A-6(3)	8.3	5.6	0.3	2.7	32.8%
14	M-3	76.3	51	32	17	15	CL	A-6(5)	6.3	8.7	-0.4	2.4	38.8%
15	M-2	78.3	50	32	15	17	CL	A-6(5)	5.6	8.4	-0.5	2.8	50.0%
16	M-02	96.2	56	29	20	9	CL	A-4(3)	5.3	9.4	-0.8	4.1	77.2%
17	M-02	97.5	59	26	19	7	CL	A-4(2)	6.9	11.1	-0.6	4.2	61.3%
18	M-02	98.6	67	27	18	9	CL	A-4(6)	11.6	8.4	0.3	3.2	27.5%
19	M-02	97.7	64	30	19	10	CL	A-4(5)	10.8	8.5	0.2	2.3	21.6%
20	M-02	96.8	74	30	20	10	CL	A-6(6)	6	9.7	-0.6	3.7	61.6%
21	M-02	98.4	58	28	20	8	CL	A-4(2)	6.5	11.0	-0.7	4.5	68.9%
22	M-02	93.3	57	36	22	14	CL	A-6(5)	7.2	6.9	0.0	0.3	3.6%
23	M-02	64.1	74	36	22	14	CL	A-6(9)	8.7	6.8	0.2	1.9	22.3%
24	M-03	99.4	51	26	17	9	CL	A-4(3)	16.9	6.3	0.6	10.6	63.0%
25	M-02	99.1	69	31	20	11	CL	A-6(6)	10	7.9	0.2	2.1	20.7%
26	M-02	97.4	59	30	20	10	CL	A-4(4)	10	8.2	0.2	1.8	18.3%
27	M-02	94.8	66	34	20	15	CL	A-6(8)	7.9	8.9	-0.1	1.0	12.9%
28	M-2	99.4	69	34	21	12	CL	A-6(7)	14.4	9.2	0.4	5.2	36.4%
29	M-2	97.1	73	36	22	14	CL	A-6(9)	10.9	6.4	0.4	4.5	41.3%
30	M-02	96.4	60	26	20	7	CL-ML	A-4(2)	10.6	8.9	0.2	1.7	16.5%
31	M-02	99.7	69	37	21	16	CL	A-6(9)	15.6	7.5	0.5	8.1	51.7%
32	M-02	100	76	38	22	16	CL	A-6(11)	15.9	5.5	0.7	10.4	65.4%
33	M-02	98.5	86	30	19	11	CL	A-6(11)	6.6	13.2	-1.0	6.6	100.4%
34	M-02	69.3	53	28	20	8	CL	A-6(11)	10.6	8.6	0.2	2.0	19.3%
35	M-02	97.4	61	35	21	14	CL	A-6(6)	8.3	9.5	-0.1	1.2	13.9%
36	M-02	100	76	36	23	13	CL	A-6(9)	10.1	7.0	0.3	3.1	30.7%
37	M-02	96.8	60	33	20	13	CL	A-6(5)	9.3	7.4	0.2	1.9	19.9%
38	E-03	100	73	43	23	21	CL	A-7 6(14)	8.5	6.3	0.3	2.2	26.3%
39	E-03	100	81	32	17	15	CL	A-6(11)	5.8	5.3	0.1	0.5	8.2%
40	M-03	95.4	84	43	18	26	CL	A-7-6(21)	3.1	19.2	-5.2	16.1	518.4%
41	M-03	98.1	77	34	15	19	CL	A-6(13)	5.6	8.5	-0.5	2.9	51.8%
42	M-2	85	52	39	20	19	CL	A-6(7)	6.6	4.0	0.4	2.6	40.1%
43	M-1		81				CL	A-6(9)	4.3	17.7	-3.1	13.4	310.5%
44	M-1		84				CL	A-6(10)	2.3	11.7	-4.1	9.4	409.7%
45	M-1		55				CL	A-6(5)	4.5	13.3	-1.9	8.8	194.5%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 95%	Bassey, Christopher, Eseme y Kufre (2017)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
46	M-02		55	26	5	21	CL-ML	A-4(1)	5.6	3.6	0.4	2.0	36.4%
47	M-1	99.58	74	45	25	19	CL	A-7-6	22.3	34.5	-0.5	12.2	54.9%
48	M-1	91.85	50	33	24	9	CL	A-4	12.4	35.8	-1.9	23.4	188.4%
49	M-2			26	7	19	CL-ML	A-4(2)	4.49	8.7	-0.9	4.2	94.1%
50	M-3			29	8	22	CL	A-4(3)	4.46	5.2	-0.2	0.8	17.2%
51	M-3			30	9	21	CL	A-4(4)	4.7	5.5	-0.2	0.8	16.9%
52	S/N	37	63	31	16	15	CL	A-6 (7)	3	6.4	-1.1	3.4	114.4%
53	S/N	60	40	27	15	12	CL	A-6(1)	22	1.1	0.9	20.9	94.8%
54	S/N	15	85	29	19	10	CL	A-6(7)	6	7.6	-0.3	1.6	27.1%
55	S/N	79	21	31	18	13	CL	A-6(0)	13	6.0	0.5	7.0	53.7%
56	S/N	40	60	28	21	7	CL-ML	A-4(0)	6	3.9	0.4	2.1	35.8%
57	S/N	43	57	39	15	24	CL	A-6(10)	7	4.6	0.3	2.4	33.7%
58	S/N	47	53	35	16	19	CL	A-6(7)	6	5.5	0.1	0.5	8.7%
59	S/N	30	70	28	23	5	CL-ML	A-6(2)	10	8.4	0.2	1.6	16.3%
60	S/N	23	77	39	17	22	CL	A-6(16)	2	4.8	-1.4	2.8	138.0%
61	S/N	34	66	32	17	15	CL	A-6(8)	5	5.8	-0.2	0.8	16.1%
62	S/N	31	69	26	20	6	CL-ML	A-4(2)	5	8.1	-0.6	3.1	62.7%
63	S/N	33	67	33	20	13	CL	A-6(7)	6	6.0	0.0	0.0	0.2%
64	S/N	25	75	41	20	21	CL	A-6(15)	3	4.6	-0.5	1.6	51.7%
65	S/N	12	88	44	21	23	CL	A-6(21)	2	4.5	-1.3	2.5	126.1%
66	S/N	21	79	43	20	23	CL	A-6(18)	4	4.1	0.0	0.1	1.8%
67	S/N	19	81	43	21	22	CL	A-6(18)	3	4.9	-0.6	1.9	64.7%
68	S/N	24	76	43	21	22	CL	A-6(16)	2	4.1	-1.1	2.1	106.6%
69	S/N	2	98	37	22	15	CL	A-6(16)	2	9.6	-3.8	7.6	378.8%
70	S/N	11	89	32	22	10	CL	A-6(9)	12	7.6	0.4	4.4	36.4%
71	S/N	33	67	30	22	8	CL	A-6(4)	8	9.0	-0.1	1.0	12.6%
72	M-3	97	60	33	24	9	ML	A-4(4)	5.8	10.5	-0.8	4.7	81.7%
73	M-2	100	51	36	30	6	ML	A-4(3)	3.2	14.1	-3.4	10.9	339.4%
74	M-02	100	94	39	29	10	ML-CL	A-6(12)	5.5	12.0	-1.2	6.5	117.9%
75	M-2	99.2	97	49	38	12	ML	A-7-5(17)	8.4	16.1	-0.9	7.7	91.8%
76	M-2	100	98	38	28	10	ML	A-4(12)	5.9	16.9	-1.9	11.0	186.1%
77	M-1	72	50	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	13.2	9.0	0.3	4.2	31.6%
78	M-3	90	74	25	20	5	ML-CL	A-4(2)	7.3	7.6	0.0	0.3	3.6%
79	M-1	100	52	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	7	10.6	-0.5	3.6	50.8%
80	M-1	95	51	NP	NP	NP	ML	A-4(0)	6.9	9.7	-0.4	2.8	41.3%
81	M-1	100	78	25	18	7	ML-CL	A-4(3)	6.3	9.6	-0.5	3.3	52.4%
82	M-1	90	57	23	18	5	ML-CL	A-4(0)	7.7	8.9	-0.2	1.2	15.8%
83	M-1	66	57	27	20	7	ML-CL	A-4(2)	8.3	9.4	-0.1	1.1	13.5%
84	M-1		63				ML	A-4 (6)	18.5	8.9	0.5	9.6	51.7%
85	M-1	100	24	49	39	10	ML	A-5	7.8	24.7	-2.2	16.9	216.2%
86	M-1	100	87	NP	NP	NP	ML	A-4	13.4	38.3	-1.9	24.9	185.9%
87	M-1	100	54	28	24	4	ML	A-4	12.6	12.7	0.0	0.1	0.4%
88	S/N	31	69	26	17	9	ML	A-4 (4)	7	7.1	0.0	0.1	2.1%
89	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	22	5.8	0.7	16.2	73.5%
90	S/N	60	40	21	16	5	ML	A-4 (0)	27	6.6	0.8	20.4	75.6%
91	S/N	46	54	30	22	8	ML	A-4 (2)	5	9.9	-1.0	4.9	98.0%
92	S/N	58	42	24	14	10	ML	A-4 (1)	14	9.9	0.3	4.1	29.5%
93	S/N	58	42	30	24	6	ML	A-4 (0)	14	11.3	0.2	2.7	19.4%
94	S/N	64	36	22	15	7	ML	A-4 (0)	16.5	5.8	0.6	10.7	64.7%
95	S/N	55	45	31	24	7	ML	A-4 (1)	16.5	10.6	0.4	5.9	35.8%
96	S/N	49	51	22	20	2	ML	A-4(0)	15	8.9	0.4	6.1	40.6%
97	M-01	100	44	32	19	13	SC	A-6 (2)	6.2	5.0	0.2	1.2	18.6%
98	M-2	76.7	49	60	31	29	SC	A-7-6(11)	18.7	4.2	0.8	14.5	77.8%
99	M-2	86.9	38	31	21	10	SC	A-4(0)	16.8	7.2	0.6	9.6	57.0%
100	M-3	75.1	46	46	27	19	SC	A-7-5(5)	14.9	13.2	0.1	1.7	11.6%
101	M-2	85.9	36	31	20	11	SC	A-6(0)	17.1	6.4	0.6	10.7	62.8%
102	M-2	89	36	45	24	21	SC	A-7-6(2)	14.3	8.0	0.4	6.3	44.2%
103	M-2	79.5	39	33	16	17	SC	A-6(2)	20.3	2.0	0.9	18.3	90.1%
104	M-3	77.8	44	39	19	20	SC	A 6(4)	8.3	5.6	0.3	2.7	32.5%
105	M-01	68.6	13	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	4.0	0.9	48.0	92.3%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 95%	Bassey, Christopher, Eseme y Kufre (2017)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
106	M-01	69.5	26	25	19	6	SC-SM	A-2-4(0)	43	2.7	0.9	40.3	93.8%
107	M-01	64.6	15	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	48	4.0	0.9	44.0	91.7%
108	M-01	61.4	13	18	NP	NP	SC	A-1-a(0)	66	4.2	0.9	61.8	93.7%
109	M-01	66.6	17	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	54	4.1	0.9	49.9	92.4%
110	M-01	62.6	16	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	53	4.2	0.9	48.8	92.1%
111	M-1	69.5	15	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	59	4.1	0.9	54.9	93.1%
112	M-01	66.3	12	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	50	4.1	0.9	45.9	91.8%
113	M-01	64.3	14	18	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	4.0	0.9	51.0	92.7%
114	M-01	64.7	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	55	4.1	0.9	50.9	92.6%
115	M-01	66.6	16	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	52	4.2	0.9	47.8	92.0%
116	M-01	58.2	14	19	NP	NP	SC	A-1-b(0)	57	3.9	0.9	53.1	93.1%
117	M-02	100	48	34	21	13	SC	A-6(3)	11.4	11.5	0.0	0.1	0.8%
118	M-2	64.6	22	25	20	5	SC-SM	A-1-b(0)	41.6	8.2	0.8	33.4	80.3%
119	M-2	100	37	30	22	8	SC	A-4(0)	11.8	19.1	-0.6	7.3	61.5%
120	M-3	80	43	36	20	16	SC	A-6(4)	8.4	7.7	0.1	0.7	8.1%
121	M-1		40				SC-SM	A-4 (1)	27	5.1	0.8	21.9	81.2%
122	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	11	6.0	0.5	5.0	45.1%
123	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	10	7.4	0.3	2.6	26.1%
124	S/N	51	49	36	25	11	SC	A-6(3)	24	7.4	0.7	16.6	69.2%
125	S/N	89	11	26	15	11	SC	A-2-6(0)	46	2.0	1.0	44.0	95.7%
126	S/N	83	17	34	16	18	SC	A-2-6(0)	17	0.6	1.0	16.4	96.5%
127	S/N	55	45	28	17	11	SC	A-2-6(6)	7	6.5	0.1	0.5	7.3%
128	S/N	58	42	31	17	14	SC	A-2-6(13)	18	5.8	0.7	12.2	67.9%
129	S/N	51	49	24	17	7	SC-SM	A-2-5(0)	13	6.5	0.5	6.5	49.6%
130	S/N	83	17	20	15	5	SC-SM	A-2-5(0)	19	6.1	0.7	12.9	67.7%
131	S/N	70	30	21	15	6	SC-SM	A-2-5(0)	14	7.2	0.5	6.8	48.3%
132	S/N	85	15	33	17	16	SC	A-2-6(0)	20	2.8	0.9	17.2	86.1%
133	S/N	89	11	27	13	14	SC	A-2-6 (0)	31	0.4	1.0	30.6	98.8%
134	M-01	71	32	38	32	6	SM	A-2-4(0)	16.7	3.6	0.8	13.1	78.3%
135	M-02	78.2	29	25	22	3	SM	A-4(0)	14.5	6.1	0.6	8.4	57.7%
136	M-01	87.1	47	23	18	5	SM-SC	A-4(0)	13.6	3.8	0.7	9.8	72.1%
137	M-01	77.4	39	48	33	16	SM	A-7-5(2)	24.1	1.8	0.9	22.3	92.5%
138	M-01	61.8	22	24	NP	NP	SM	A-1-b(0)	20.5	4.2	0.8	16.3	79.6%
139	M-01	86.8	28	19	13	6	SM-SC	A-2-4(0)	17.8	2.8	0.8	15.0	84.5%
140	M-3	84.5	48	39	26	12	SM	A-6-3	25.9	10.4	0.6	15.5	59.8%
141	M-2	72.5	37	49	36	14	SM	A-7-6(1)	19	6.3	0.7	12.7	66.7%
142	M-02	88.4	31	26	19	7	SM-SC	A-2-4(0)	23.6	4.2	0.8	19.4	82.1%
143	M-01	69.5	27	21	15	2	SM	A-2-4(0)	43	2.7	0.9	40.3	93.6%
144	M-02	97.4	45	25	18	7	SM-SC	A-4(2)	20.5	6.8	0.7	13.7	66.7%
145	M-02	77.1	41	24	17	7	SM-SC	A-4(1)	27.4	4.8	0.8	22.6	82.7%
146	M-02	79.9	43	24	17	7	SM-SC	A-4(2)	23.2	5.5	0.8	17.7	76.4%
147	M-2	74.5	17	27	23	3	SM	A-1-b(0)	18.7	17.8	0.0	0.9	5.0%
148	M-1	70.6	31	27	23	4	SM	A-2-4(0)	12.8	12.5	0.0	0.3	2.5%
149	M-1	76.2	40	28	26	2	SM	A-4(1)	15.1	17.7	-0.2	2.6	17.3%
150	M-2	68	17	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	8.4	7.0	0.2	1.4	17.1%
151	M-2	66	21	27	NP	NP	SM	A-1-b(0)	6	7.3	-0.2	1.3	22.1%
152	M-4	79	43	49	29	20	SM	A-7-6(5)	7.6	8.3	-0.1	0.7	9.1%
153	M-1	74	14	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	11.9	7.6	0.4	4.3	36.2%
154	M-2	75	44	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.5	9.4	0.1	1.1	10.6%
155	M-2	74	40	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	11.8	10.1	0.1	1.7	14.3%
156	M-1	65	28	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.9	5.5	0.5	5.4	49.3%
157	M-2	75	36	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10	8.3	0.2	1.7	16.9%
158	M-3	100	43	45	34	11	SM	A-7-5(2)	5.3	16.1	-2.0	10.8	203.8%
159	M-1	71	38	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	17.3	6.4	0.6	10.9	62.9%
160	M-1	66	27	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)	12.4	5.3	0.6	7.1	57.6%
161	M-1	78	42	NP	NP	NP	SM	A-4(0)	10.3	8.8	0.1	1.5	14.9%
162	M-1	67	34	28	NP	NP	SM	A-2-4(0)	8.9	5.9	0.3	3.0	33.9%
163	M-1	70	22	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	9.6	9.1	0.1	0.5	5.0%
164	M-1	62	24	NP	NP	NP	SM	A-1-b(0)	14.6	7.8	0.5	6.8	46.8%
165	M-1	96.23	32	NP	NP	NP	SM	A-4	24.3	9.1	0.6	15.2	62.5%

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 95%	Bassey, Christofer, Eseme y Kufre (2017)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
166	M-1	98.91	32	24	22	3	SM	A-2-4	16.4	12.6	0.2	3.8	23.4%
167	M-1			17	NP	NP	SM	A-2-4(0)	13.34	9.1	0.3	4.2	31.8%
168	M-1			34	5	29	SM	A-2-4(0)	9.02	4.6	0.5	4.4	49.1%
169	M-1			32	6	26	SM	A-2-4(0)	9.02	4.6	0.5	4.4	48.9%
170	M-2			23	1	22	SM	A-2-4(0)	10.02	6.7	0.3	3.3	32.6%
171	M-2			22	2	21	SM	A-2-4(0)	7.21	5.2	0.3	2.0	27.7%
172	M-2			23	3	20	SM	A-2-4(0)	6.22	7.6	-0.2	1.4	22.3%
173	M-3			16	NP	NP	SM	A-2-4(0)	11.76	12.1	0.0	0.4	3.1%
174	M-2			24	2	21	SM	A-2-4(0)	4.79	6.4	-0.3	1.6	33.8%
175	M-3			16	NP	NP	SM	A-2-4(0)	10.76	11.9	-0.1	1.1	10.4%
176	M-1			15	NP	NP	SM	A-2-4(0)	6.01	9.0	-0.5	3.0	50.1%
177	M-1	85.32	15	38	33	5	SM	A-2-4	8.8	23.0	-1.6	14.2	161.4%
178	M-1	77.58	22	37	32	5	SM	A-2-4	7	32.4	-3.6		
179	M-1	84.96	15	31	28	3	SM	A-2-4	8.7	24.3	-1.8		
180	M-1	87.85	12	24	23	1	SM	A-2-4	10	15.6	-0.6		
181	M-1	76.27	24	43	42	1	SM	A-2-5	6	32.6	-4.4		
182	M-1	83.72	16	25	23	2	SM	A-2-4	12	16.7	-0.4		
183	M-1	75.71	24	30	27	3	SM	A-2-4	11.5	17.0	-0.5		
184	M-1	75.51	24	24	21	3	SM	A-2-4	20.5	6.1	0.7		
185	M-1	81.98	18	29	23	6	SM	A-4	14.5	17.7	-0.2		
186	M-1	87.53	12	35	31	4	SM	A-2-4	8.5	21.6	-1.5		
187	S/N	80	20	15	14	1	SM	A-2-4 (0)	16	8.9	0.4	7.1	44.5%
188	S/N	77	23	19	14	5	SM	A-2-4 (0)	8	7.9	0.0	0.1	0.9%
189	S/N	58	42	24	21	3	SM	A-4(0)	13	11.1	0.1	1.9	14.6%
190	S/N	57	43	20	17	3	SM	A-4(0)	19	8.4	0.6	10.6	55.8%
191	S/N	72	28	27	17	10	SM	A-2-4(0)	20	7.8	0.6	12.2	61.0%
192	S/N	73	27	28	19	9	SM	A-2-4(0)	25	7.5	0.7	17.5	70.0%
193	S/N	64	36	23	17	6	SM	A-2-4(0)	17	7.7	0.5	9.3	54.8%
194	S/N	85	15	22	15	7	SM	A-2-4(0)	59	1.6	1.0	57.4	97.3%
195	S/N	84	16	23	16	7	SM	A-2-4(0)	59	1.2	1.0	57.8	98.0%
196	S/N	69	31	16	15	1	SM	A-2-4(0)	20	5.7	0.7	14.3	71.3%
197	S/N	52	48	48	25	23	SM	A-2-4(20)	19	3.6	0.8	15.4	80.9%
198	S/N	63	37	38	35	3	SM	A-2-4(0)	17	8.4	0.5	8.6	50.6%
199	M-01	59.5	10	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-b(0)	54.1	<b>4.4</b>	0.9		
200	M-01	65.4	11	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	53.6	<b>3.9</b>	0.9		
201	M-01	61.2	12	18	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	55	<b>4.2</b>	0.9		
202	M-01	66.7	9	17	NP	NP	SP-SC	A-1-b(0)	77	<b>4.2</b>	0.9		
203	M-2	55	4	NP	NP	NP	SP	A-1-a(0)	21.2	<b>6.0</b>	0.7		
204	M-1	56	8	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a(0)	24	<b>6.2</b>	0.7		
205	M-1			10	NP	NP	SP	A-3(0)	10.32	<b>8.0</b>	0.2		
206	M-1			13	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	9.85	<b>9.0</b>	0.1		
207	M-2			14	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	4.97	<b>11.5</b>	-1.3		
208	M-2			13	NP	NP	SP	A-3(0)	8.83	<b>7.5</b>	0.2		
209	M-2			12	NP	NP	SP	A-3(0)	8.82	<b>10.7</b>	-0.2		
210	M-2			12	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	5.16	<b>10.0</b>	-0.9		
211	M-1	88.61	11	30	25	5	SP-SM	A-2-4	10.8	<b>17.2</b>	-0.6		
212	M-02	77	6	40	27	14	SW-SM	A-2-7(0)	15	1.1	0.9		
213	M-01	59.5	11	NP	NP	NP	SW-SM	A-1-a(0)	56	3.7	0.9		
214	M-01	62.2	11	19	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	61	4.2	0.9		
215	M-1	62.7	10	17	NP	NP	SW-SC	A-1-a(0)	53	4.3	0.9		
216	M-1	92.85	7	38	33	5	SW-SM	A-2-4	12	20.1	-0.7		
217	M-2	65.1	35	38	23	15	GC	A-2-6(1)	50.5	6.3	0.9		
218	M-2	49.3	24	37	24	14	GC	A-2-6(0)	35.2	2.3	0.9		
219	M-3	51.4	20	36	17	18	GC	A-2-6(0)	20.6	1.5	0.9		
220	M-1	40.7	19	26	16	9	GC	A-2-4(0)	26	2.7	0.9		
221	M-1	47.1	19	24	18	7	GC-GM	A-2-4(0)	18	4.2	0.8		
222	M-2	60.4	25	35	19	16	GC	A-2-6(0)	30	2.4	0.9		
223	M-01	58	16	20	NP	NP	GC	A-1-b(0)	59	4.2	0.9		
224	M-02	57.4	31	24	18	6	GC	A-2-4(0)	32.9	4.7	0.9		
225	M-01	52.8	13	18	NP	NP	GC	A-1-a(0)	55	4.1	0.9		

Fuente: Elaboración Propia.

#	N° MUESTRA	MALLA N°4 (%)	MALLA N°200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	CBR 95%	Bassey, Christofer, Esem y Kufre (2017)	EROR MEDIDO	Variación de CBR CORR	Variación % de CBR CORR
287	M-1		17				GM	A-1b (0)	19	6.5	0.7		
288	M-01		14	15	2	13	GM	A-1-b(0)	40.6	0.8	1.0		
289	S/N	89	11	22	18	4	GM	A-1-b(0)	59	3.7	0.9	55.3	93.8%
290	S/N	85	15	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	1.8	1.0	61.2	97.1%
291	S/N	84	16	21	15	6	GM	A-1-b(0)	63	1.8	1.0	61.2	97.1%
292	S/N	84	16	24	20	4	GM	A-1-b (0)	34	5.5	0.8	28.5	83.9%
293	M-1	30.5	9	24	NP	NP	GP-GM	A-1a(0)	23.5	2.8	0.9		
294	M-01	59.3	15	21	20	2	GP-GM	A-1-b(0)	72	4.0	0.9		
295	M-01	63.2	16	21	19	2	GP-GM	A-1-b(0)	75	3.6	1.0		
296	M-02	27.1	9	26	15	11	GP-GC	A-2-6(0)	55.8	3.0	0.9		
297	M-2	39	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	34.8	3.7	0.9		
298	M-2	21	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	31.2	3.9	0.9		
299	M-2	28	7	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	37.1	3.5	0.9		
300	M-2	46	12	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	30.6	4.5	0.9		
301	M-2	46	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	29.7	5.2	0.8		
302	M-2	39	11	24	17	7	GP-GC	A-2-4(0)	29.4	3.8	0.9		
303	M-2	34	6	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a(0)	28.5	9.8	0.7		
304	M-01		12	15	3	12	GP-GM	A-1-b(0)	45.3	1.0	1.0		
305	M-01	48	9	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	61	3.4	0.9		
306	M-01	45.8	10	19	17	2	GW-GM	A-1-a(0)	67.8	3.4	0.9		
307	M-2	34.9	10	-	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	47.2	7.4	0.8		
308	M-1	40	11	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	40.1	3.4	0.9		
309	M-1		5	NP	NP	NP	GW	A-1a (0)	39	4.8	0.9		
310	S/N	93	7	24	22	2	GW	A-1-a(0)	32	5.9	0.8	26.1	81.4%
311	S/N	86	14	21	17	4	GW	A-1-a(0)	63	2.6	1.0	60.4	95.9%
312	S/N	91	9	16	15	1	GW	A-1-a(0)	54	3.0	0.9	51.0	94.4%
313	S/N	89	11	19	14	5	GW	A-1-a(0)	64	2.1	1.0	61.9	96.7%
314	S/N	90	10	18	15	3	GW	A-1-a(0)	79	1.7	1.0	77.3	97.9%
315	S/N	89	11	18	16	2	GW	A-1-a(0)	78	1.9	1.0	76.1	97.6%
316	S/N	91	9	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	2.0	1.0	77.0	97.4%
317	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	78	1.8	1.0	76.2	97.7%
318	S/N	90	10	19	16	3	GW	A-1-a(0)	81	1.8	1.0	79.2	97.7%
319	S/N	92	8	19	16	3	GW	A-1-a(0)	79	2.0	1.0	77.0	97.4%
320	S/N	91	9	18	15	3	GW	A-1-a(0)	77	2.1	1.0	74.9	97.3%
321	S/N	90	10	18	14	4	GW	A-1-a(0)	79	1.8	1.0	77.2	97.7%
322	S/N	90	10	17	15	2	GW	A-1-a(0)	81	2.0	1.0	79.0	97.5%
323	S/N	91	9	19	15	4	GW	A-1-a(0)	81	1.5	1.0	79.5	98.1%

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 24: DISEÑO POR AASHTO 93

<b>PROYECTO DE TESIS</b>			
<b>DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN</b>			
<b>TESISTAS : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI</b> <b>: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA</b>			
<b>DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - FÓRMULA AASHTO 93</b>			
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$			
<b>PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93</b>			
1. PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	=	20	años
2. CBR(%)	=	17.7	%
3. MODULO DE RESILENCIA (PSI)	=	16043.81	PSI <i>Mr(PSI) = 2555 × CBR<sup>0.64</sup></i>
4. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W 18)	=	1,000,000	EE Tabla N°2-20
4.1 TRÁFICO CARRETERA BAJO VOLUMEN	=	TP4	Tabla N°2-20
5. FACTOR DE CONFIABILIDAD ( R )			
5.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	=	-0.842	Tabla N°2-22
5.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)	=	0.45	Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
6. VARIACIÓN DE ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	=	1.8	Tabla N°2-24
7. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO			
7.1 CAPA SUPERFICIAL (a1)	=	0.17	Tabla N°2-25
7.2 BASE (a2)	=	0.052	Tabla N°2-25
7.3 SUB-BASE (a3)	=	0.047	Tabla N°2-25
8. COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO			
8.1 BASE GRANULAR (m2)	=	1	Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
8.2 SUB-BASE (m3)	=	1	Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
<b>CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL</b>			
9. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNrequerido)	=	<b>2.395</b>	
<b>DISEÑO DE ESPESORES (cm)</b>			
10. ESPESOR CARPETA ASFALTICA (D1)	=	5.0	cm
11. ESPESOR BASE (D2)	=	15.0	cm
12. ESPESOR SUB-BASE (D3)	=	20.0	cm
Nota: Respetando los espesores mínimos de carpeta asfáltica y base			
$SN = a1 \times D1 + a2 \times D2 \times m2 + a3 \times D3 \times m3$			
13. NÚMERO ESTRUCTURAL RESULTADO (SNresultado)	=	<b>2.570</b>	SI CUMPLE
Nota: Teniendo en cuenta que SNresultado > SNrequerido			
14. ESPESOR DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (cm)	=	40.0	cm

Fuente: Elaboración Propia.

**PROYECTO DE TESIS**

**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN**

**TESISTAS** : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - FÓRMULA AASHTO 93**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93**

	<b>VALORES</b>	<b>GUÍA</b>
1. PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	= 20 años	
2. CBR(%)	= 22.4 %	
3. MODULO DE RESILENCIA (PSI)	= 18687.43 PSI	$M_r(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$
4. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	= 1,000,000 EE	Tabla N°2-20
4.1 TRÁFICO CARRETERA BAJO VOLUMEN	= TP4	Tabla N°2-20
5. FACTOR DE CONFIABILIDAD ( R )		
5.1 DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)	= -0.842	Tabla N°2-22
5.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)	= 0.45	
6. VARIACIÓN DE ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	= 1.8	Tabla N°2-24
7. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
7.1 CAPA SUPERFICIAL (a1)	= 0.17	Tabla N°2-25
7.2 BASE (a2)	= 0.052	Tabla N°2-25
7.3 SUB-BASE (a3)	= 0.047	Tabla N°2-25
8. COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
8.1 BASE GRANULAR (m2)	= 1	
8.2 SUB-BASE (m3)	= 1	

**CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL**

9. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNrequerido) = 2.26

**DISEÑO DE ESPESORES (cm)**

10. ESPESOR CARPETA ASFALTICA (D1)	= 5 cm
11. ESPESOR BASE (D2)	= 15 cm
12. ESPESO SUB-BASE (D3)	= 15 cm

Nota: Respetando los espesores mínimos de carpeta asfáltica y base

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times D2 \times m2 + a3 \times D3 \times m3$$

13. NÚMERO ESTRUCTURAL RESULTADO (SNresultado) = 2.335 SI CUMPLE

Nota: Teniendo en cuenta que SNresultado > SNrequerido

14. ESPESOR DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (cm) = 35 cm

Fuente: Elaboración Propia.



**PROYECTO DE TESIS**  
**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN**

**TESISTAS** : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - FÓRMULA AASHTO 93**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93	VALORES	GUÍA
1. PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	= 20 años	
2. CBR(%)	= 33.1 %	
3. MODULO DE RESILENCIA (PSI)	= 23992.79 PSI	$M_r(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$
4. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	= 1,000,000 EE	Tabla N°2-20
4.1 TRÁFICO CARRETERA BAJO VOLUMEN	= TP4	Tabla N°2-20
5. FACTOR DE CONFIABILIDAD ( R )		
5.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	= -0.842	Tabla N°2-22
5.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)	= 0.45	
6. VARIACIÓN DE ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	= 1.8	Tabla N°2-24
7. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
7.1 CAPA SUPERFICIAL (a1)	= 0.17	Tabla N°2-25
7.2 BASE (a2)	= 0.052	Tabla N°2-25
7.3 SUB-BASE (a3)	= 0.047	Tabla N°2-25
8. COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
8.1 BASE GRANULAR (m2)	= 1	
8.2 SUB-BASE (m3)	= 1	

**CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL**

9. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNrequerido) = 2.051

**DISEÑO DE ESPESORES (cm)**

10. ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (D1)	= 5 cm
11. ESPESOR BASE (D2)	= 15 cm
12. ESPESOR SUB-BASE (D3)	= 15 cm

Nota: Respetando los espesores mínimos de carpeta asfáltica y base

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times D2 \times m2 + a3 \times D3 \times m3$$

13. NÚMERO ESTRUCTURAL RESULTADO (SNresultado) = 2.335 SI CUMPLE

Nota: Teniendo en cuenta que SNresultado > SNrequerido

14. ESPESOR DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (cm) = 35 cm

Fuente: Elaboración Propia.

**PROYECTO DE TESIS**  
**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN**

**TESISTAS** : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE- FÓRMULA AASHTO 93**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93**

PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93	VALORES	GUÍA
1. PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	= 20 años	
2. CBR(%)	= 20.4 %	
3. MODULO DE RESILENCIA (PSI)	= 17601.68 PSI	$M_r(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$
4. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	= 1,000,000 EE	Tabla N°2-20
4.1 TRÁFICO CARRETERA BAJO VOLUMEN	= TP4	Tabla N°2-20
5. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)		
5.1 DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)	= -0.842	Tabla N°2-22
5.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)	= 0.45	
6. VARIACIÓN DE ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	= 1.8	Tabla N°2-24
7. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
7.1 CAPA SUPERFICIAL (a1)	= 0.17	Tabla N°2-25
7.2 BASE (a2)	= 0.052	Tabla N°2-25
7.3 SUB-BASE (a3)	= 0.047	Tabla N°2-25
8. COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
8.1 BASE GRANULAR (m2)	= 1	
8.2 SUB-BASE (m3)	= 1	

**CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL**

9. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNrequerido) = 2.311

**DISEÑO DE ESPESORES (cm)**

10. ESPESOR CARPETA ASFALTICA (D1)	= 5 cm
11. ESPESOR BASE (D2)	= 15 cm
12. ESPESO SUB-BASE (D3)	= 15 cm

Nota: Respetando los espesores mínimos de carpeta asfáltica y base

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times D2 \times m2 + a3 \times D3 \times m3$$

13. NÚMERO ESTRUCTURAL RESULTADO (SNresultado) = 2.335 SI CUMPLE

Nota: Teniendo en cuenta que SNresultado > SNrequerido

14. ESPESOR DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (cm) = 35 cm

Fuente: Elaboración Propia.

**PROYECTO DE TESIS**  
**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) A PARTIR DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS PARA PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN**

**TESISTAS** : EUGENIO CASTRO; KEILA STEFANI  
: VENTURA QUISPE, GERALDINE GABRIELA

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - FÓRMULA AASHTO 93**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93**

PARÁMETROS PARA FÓRMULA AASHTO 93	VALORES	GUÍA
1. PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	= 20 años	
2. CBR(%)	= 8.7 %	
3. MÓDULO DE RESILENCIA (PSI)	= 10201.95 PSI	$M_r(PSI) = 2555 \times CBR^{0.44}$
4. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	= 1,000,000 EE	Tabla N°2-20
4.1 TRÁFICO CARRETERA BAJO VOLUMEN	= TP4	Tabla N°2-20
5. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)		
5.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	= -0.842	Tabla N°2-22
5.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)	= 0.45	
6. VARIACIÓN DE ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	= 1.8	Tabla N°2-24
7. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
7.1 CAPA SUPERFICIAL (a1)	= 0.17	Tabla N°2-25
7.2 BASE (a2)	= 0.052	Tabla N°2-25
7.3 SUB-BASE (a3)	= 0.047	Tabla N°2-25
8. COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO		
8.1 BASE GRANULAR (m2)	= 1	
8.2 SUB-BASE (m3)	= 1	

**CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL**

9. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNrequerido) = 2.844

**DISEÑO DE ESPESORES (cm)**

10. ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (D1)	= 6 cm
11. ESPESOR BASE (D2)	= 16 cm
12. ESPESOR SUB-BASE (D3)	= 22 cm

Nota: Respetando los espesores mínimos de carpeta asfáltica y base

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times D2 \times m2 + a3 \times D3 \times m3$$

13. NÚMERO ESTRUCTURAL RESULTADO (SNresultado) = 2.886 SI CUMPLE

Nota: Teniendo en cuenta que SNresultado > SNrequerido

14. ESPESOR DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (cm) = 44 cm

Fuente: Elaboración Propia.