

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DEL CBR DE LA SUB BASE CON DIFERENTES
VALORES DE ÍNDICE PLÁSTICO”**

Por:

JONHNY RONALD FERNANDEZ LAURA

Febrero de 2012
TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS DEL CBR DE LA SUB BASE CON DIFERENTES
VALORES DE ÍNDICE PLÁSTICO”**

Por:

JONHNY RONALD FERNANDEZ LAURA

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Gestión académica II/S 2011

TARIJA – BOLIVIA

V° B°

.....
Ing. Msc. Luis Alberto Yurquina
DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Lic. Msc. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Trinidad Baldiviezo M.

.....
Ing. Moisés Díaz A.

.....
Ing. Ada López R.

HOJA DE ÉTICA DE AUTORÍA DEL PROYECTO

El presente Proyecto ha sido elaborado con la finalidad de relacionar la capacidad soporte (CBR) en función al valor del índice de plasticidad que presente un material de capa sub-base.

Tras varios meses de ensayos en laboratorio y haber realizado los análisis respectivos se ha determinado la relación existente entre el valor del índice de plasticidad y la capacidad soporte (CBR).

Los criterios, resultados y análisis encontrados en este trabajo, son de exclusiva responsabilidad de mi persona en calidad de autor. Por tanto espero que usted gentil lector, encuentre de mucha utilidad el fruto de mi esfuerzo y le pido que siempre que haga uso de la información de este trabajo, sepa usted referir la fuente original de la cual fue extraída.

El tribunal calificador del presente proyecto, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTOS.

Doy gracias a dios y a mis padres por darme la vida y por todo el esfuerzo y dedicación que tuvieron en educar a sus hijos.

Agradezco a la virgencita de Chaguaya por permitirme llegar hasta estas alturas de la vida, y ayudarme alcanzar una de mis más anheladas metas con salud, juventud y fuerza.

A mis queridos docentes que guiaron mis pasos para poder llegar a mi objetivo con su ayuda y enseñanza.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por permitirme adquirir los conocimientos y cobijarme en sus aulas

PENSAMIENTO.

No nos da miedo emprender ciertas cosas porque sean difíciles. Son difíciles porque nos da miedo emprenderlas.

SÉNECA.

INDICE

Agradecimientos.
Pensamiento.
Resumen.

CAPITULO I INTRODUCCION

	Página.
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Justificacion.....	2
1.3 Planeamiento de Hipotesis.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Alcance de la Investigación.....	5

CAPITULO II ESTADO DE CONOCIMIENTO PREVIO AL ANÁLISIS DEL CBR DE LA SUB-BASE CON DIFERENTES VALORES DE ÍNDICE PLÁSTICO

2.1 DEFINICION DE CAPA SUB-BASE.....	6
2.1.1 Generalidades de capa sub-base.....	7
2.1.2 Definicion de pavimento.....	7
2.1.3 Pavimento flexible.....	8
2.2 VARIABLES QUE PARTICIPAN EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS.....	9
2.3 PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.....	11
2.3.1 Tamaño de sus particulas.....	11
2.3.2 Estructura de su masa.....	12
2.3.3 Contenido de humedad.....	12
2.3.4 Análisis granulometrico.....	13
2.3.5 Límites de Atterberg.....	15
2.3.5.1 Límite liquido.....	17
2.3.5.2 Límite plástico e índice de plasticidad.....	19
2.3.6 Clasificación de suelos.....	20
2.3.6.1 Sistema AASHTO.....	21
2.3.6.2 Sistema SUCS.....	23
2.3.7 Compactación.....	27
2.3.7.1 Factores importantes que determinan la compactación.....	28
2.3.7.2 Ensayo Proctor.....	30
2.3.8 Ensayo de CBR (capacidad soporte).....	32
2.3.8.1 Determinacion de la expansión.....	35

	Página.
2.3.8.2 Determinacion de la resistencia a la penetración.....	36
2.4 SUELOS FINOS.....	38
2.4.1 Características y propiedades	39
2.4.1.1 Tamaño de sus partículas.....	39
2.4.1.2 Forma de sus partículas.....	39
2.4.1.3 Capacidad de absorción.....	40
2.4.1.4 Hidratación e hinchamiento.....	40
2.4.1.5 Plasticidad.....	41
2.4.1.6 Tixotropía.....	42
2.5 USOS DE LOS MATERIALES EN LA INGENIERÍA DE CARRETERAS.....	45
2.5.1 Terminología de las diferentes capas de pavimento flexible.....	45
2.5.2 Capas de un pavimento flexible.....	46
2.5.3 Función y características de la capa sub-base.....	49
2.5.3.1 Funciones de la capa sub-base.....	49
2.5.3.2 Características de la capa sub-base.....	50
2.6 INFLUENCIA DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN LA CONFORMACIÓN DE CAPA SUB-BASE.....	52
2.6.1 Presencia de material fino en los agregados para sub-base.....	53
2.6.1.1 Elevaciones y hundimientos.....	53
2.6.1.2 Levantamiento o hinchamiento (bufonamiento).....	54
2.6.1.3 Roderas por fallas en la sub-rasante.....	55
2.7 EXPLORACION Y MUESTREO DE SUELOS.....	56
2.7.1 Obtención de muestras.....	56
2.7.2 Identificación de las muestras.....	57
2.7.2.1 Ubicación de los materiales.....	58
2.7.3 Tipos de toma de muestra.....	58
2.7.4 Tipos de suelo usado para su identificación.....	59

CAPITULO III

INVESTIGACION SOBRE EL ANALISIS DEL CBR DE LA SUB-BASE CON DIFERENTES VALORES DE INDICE PLASTICO

3.1 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	61
3.2 ENSAYOS REALIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACION.....	62
3.2.1 Análisis granulométrico (ASTM D422 AASHTO T88).....	62
3.2.2 Contenido de humedad (ASTM D2216).....	64
3.2.3 Límite Líquido (LL) (ASTM D4318 AASTHO T89).....	64
3.2.4 Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318 AASTHO T90).....	66
3.2.5 Compactación Modificada (ASTM D422 AASTHO T180).....	67
3.2.6 Determinación del CBR (ASTM D1883 AASHTO T193).....	69
3.3 RESUMEN DE ENSAYOS.....	72
3.3.1 Resumen de ensayos contenido de Humedad.....	72
3.3.2 Resumen de ensayos Límites de Atterberg.....	73

	Página.
3.3.3 Resumen de clasificación.....	74
3.3.4 Resumen de ensayos de compactación Proctor T-180.....	75
3.3.5 Resumen de Ensayos Capacidad soporte (CBR).....	76
3.3.5.1 Resumen capacidad soporte (CBR) al 100 % de compactación.....	76
3.3.5.2 Resumen capacidad soporte (CBR) al 95 % de compactación.....	77
3.3.5.3 Resumen capacidad soporte (CBR) al 90 % de compactación.....	78
3.4 ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA QUE TIENE EL VALOR DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN LA RESISTENCIA DE LA CAPA SUB-BASE.....	79
3.4.1 Índice de Plasticidad vs densidad máxima.....	79
3.4.2 Índice de plasticidad vs contenido de humedad óptimo.....	82
3.4.3 Índice de plasticidad vs CBR al 100%.....	83
3.4.4 Índice de plasticidad vs CBR al 95%.....	86
3.5 RESULTADOS.....	89

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES	92
4.2 RECOMENDACIONES.....	97
Bibliografía.....	98

Anexos A Ensayos de Caracterización.

Anexos B Ensayos de desgaste los angeles al material de sub-base.

Anexos C Ensayos en estado natural del material de sub-base.

Anexos D Ensayos de Hidrometria al material fino que pasa el tamiz N° 200 usado para la variacion del indice plástico.

Anexos E Ensayos al 5 % de incremento en peso de material fino que pasa el tamiz N° 200 al material de sub-base.

Anexos F Ensayos al 10 % de incremento en peso de material fino que pasa el tamiz N° 200 al material de sub-base.

Anexos G Ensayos al 15 % de incremento en peso de material fino que pasa el tamiz N° 200 al material de sub-base.

Anexos H Ensayos al 20 % de incremento en peso de material fino que pasa el tamiz N° 200 al material de sub-base.

Anexos I Fotografías de la investigación.

INDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 2-1	Capas estructurales de un pavimento flexible..... 7
Figura 2-2	Mecanismo de disipación de tensiones en Pavimentos Flexibles..... 8
Figura 2-3	Serie de tamices..... 14
Figura 2-4	Curva granulométrica de suelos definidos..... 15
Figura 2-5	Estados de Consistencia..... 17
Figura 2-6	Curva de fluidez..... 17
Figura 2-7	Esquema de la copa de Casa Grande..... 18
Figura 2-8	Determinación del límite Plástico..... 19
Figura 2-9	Variabilidad de la plasticidad según el índice de plasticidad..... 20
Figura 2-10	Tabla Clasificación AASHTO..... 22
Figura 2-11	Carta de Plasticidad..... 25
Figura 2-12	Tabla sistema de clasificación USCS (suelos finos) (a)..... 26
Figura 2-13	Tabla sistema de clasificación USCS (suelos gruesos) (b)..... 27
Figura 2-14	Gráfica de la energía de compactación..... 31
Figura 2-15	Molde de ensayo de compactación Proctor Modificado T-180..... 31
Figura 2-16	Valores de carga unitaria para hallar el CBR..... 33
Figura 2-17	Valor del CBR, Calificación del suelo y uso..... 34
Figura 2-18	Tabla de valores soporte según el tipo de suelos..... 34
Figura 2-19	Instrumento para realización ensayo de CBR..... 37
Figura 2-20	Rango granulométrico para sub-base..... 50
Figura 2-21	Elevación en pavimento flexible..... 53
Figura 2-22	Hinchamiento en pavimento flexible..... 55
Figura 2-23	Roderas por fallas en la sub-rasante..... 55