

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DETERMINACIÓN Y APLICACIÓN DEL PORCENTAJE
ÓPTIMO DE PARTÍCULAS CON CARAS FRACTURADAS
PARA GARANTIZAR LA CAPACIDAD SOPORTE EN LA CAPA
GRANULAR BASE DEL PROYECTO “ENTRE RÍOS-
CANALETAS”**

POR:

SOPHIA RODRÍGUEZ ITURRICA

Modalidad de graduación Proyecto de grado presentada a consideración de la
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho como requisito para optar por el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Julio del 2013

TARIJA – BOLIVIA

Vo.Bo.

.....
Ing. Mabel Zambrana

DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Lic. Gustavo Succi

VICEDECANO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Marcelo Pacheco

.....
Ing. Laura Soto

.....
Ing. Óscar Chávez

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

Dedicado a las personas que amo...

Gracias a Dios por darme fuerza y amor en todo momento.

“Todo lo que necesitas es amor..”

ÍNDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

Página

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1.Generalidades. **¡Error! Marcador no definido.**

1.2.Justificación. **¡Error! Marcador no definido.**

1.3.Problema. **¡Error! Marcador no definido.**

1.4.Objetivos. **¡Error! Marcador no definido.**

1.4.1.Objetivo general. **¡Error! Marcador no definido.**

1.4.2.Objetivos específicos. **¡Error! Marcador no definido.**

1.5.Alcance. **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA BASE

2.1. CAPA BASE. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.1.Función. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.2. Capa granular base. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.Tipos de capa base granular. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.1.Macadam. 8

2.1.3.2.De granulometría continua (zahorras). 9

2.1.3.2.1.Zahorras naturales. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.2.2.Zahorras artificiales. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.El árido. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.1.Tamaño. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.2.Granulometría. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.3.Forma. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.3.4.Dureza o resistencia a la fragmentación. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.4Requerimientos para una capa granular base según normas vigentes. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.4.1.Normas generales internacionales. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.4.2.Normas nacionales. **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.4.3.Especificaciones técnicas proyecto Entre Ríos- Canaletas. **¡Error! Marcador no definido.**

2.2.CAPACIDAD SOPORTE. **¡Error! Marcador no definido.**

2.2.1.Ensayo de compactación Proctor Modificado T-180. **¡Error! Marcador no definido.**

2.2.1.1.Procedimiento del ensayo. 19

2.2.2.Ensayo de soporte California (CBR). **¡Error! Marcador no definido.**

2.2.2.1.Procedimiento del ensayo. **¡Error! Marcador no definido.**

2.2.2.2.Valores relacionados al tipo de estructura. **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO III CARAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO

3.1.Caras fracturadas. **¡Error! Marcador no definido.**

3.1.2.Definición. **¡Error! Marcador no definido.**

3.1.2.Descripción del ensayo de reconocimiento del porcentaje en peso del material con una o más caras fracturadas en el agregado ASTM D 5821. **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.TIPOS Y PROCESOS DE TRITURACIÓN DE MATERIALES PARA PAVIMENTOS. 29

3.2.1.Principios de la trituración de rocas. 29

3.2.2.Trituradoras para la producción de agregado. 29

3.2.3.Tipos de trituradoras. **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.3.1.Trituradora de mandíbula **¡Error! Marcador no definido.**

Trituradora giratoria y de cono. **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.3.2.Trituradora de rodillo **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.4.El proceso de trituración. **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.5.Trituradoras en el medio. **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO IV INVESTIGACIÓN

4.1.UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 38

4.2.CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO. 39

4.3.OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS. 40

4.3.1.Preparación del material para la investigación. 42

4.3.1.1.Viabilidad del proyecto. 42

4.3.1.2.Caracterización del material. 43

4.3.2.Ensayo del porcentaje de caras fracturadas ASTM-D 5821. 49

4.3.3.Desgaste de Los Ángeles. 50

4.4.Curva Humedad VS. % de caras fracturadas. 51

4.5.Curva Densidad VS. % de caras fracturadas. 52

4.6.Curva CBR VS. % de caras fracturadas al 100% de la Densidad Máxima. 53

4.7.Curva CBR VS. % de caras fracturadas al 100% de la Densidad Máxima. 54

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES: 56

5.2. RECOMENDACIONES: 58

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura Nro. 1 Corte longitudinal de la estructura de un pavimento.....7

Figura Nro. 2 Distribución de cargas en el pavimento flexible.....	8
Figura Nro. 3 Macadam.....	9
Figura Nro. 4 Zahorras.....	10
Figura Nro. 5 Densidad VS. Contenido de humedad.....	20
Figura Nro. 6 Esquema de una partícula con una cara fracturada.....	25
Figura Nro. 7 Trituradora de mandíbula.....	30
Figura Nro. 8 Trituradora de cono giratoria.....	31
Figura Nro. 9 Proceso de trituración mediante trituradora de cono giratoria.....	32
Figura Nro. 10 Trituradora de dos rodillos.....	33
Figura Nro. 11 Planta trituradora VAFECOM Tolomosa.....	34
Figura Nro. 12 Zaranda vibratoria VAFECOM Tolomosa.....	35
Figura Nro. 13 Zaranda vibratoria Constructora ERIKA “El Rancho”	35
Figura Nro. 14 Correas de transporte.....	36
Figura Nro. 15 Tramo “Entre Ríos – Canaletas”.....	38
Figura Nro. 16 Vegetación al borde del camino.....	39
Figura Nro. 17 Campos de preparación y acopio de materiales.....	40
Figura Nro. 18 Banco de préstamo de material.....	40
Figura Nro. 19 Recolección de la capa base.....	41
Figura Nro. 20 Materiales acopiados (capa base, chip).....	41
Figura Nro. 21 Planta trituradora Proyecto “Entre Ríos - Canaletas”	41
Figura Nro. 21 Clasificación SUCS.....	47
Figura Nro. 22 Clasificación AASHTO.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro Nro. 1 Curva granulométrica del material.....	44
Cuadro Nro. 2 Representación de los husos especificados y la curva granulométrica del material.....	45
Cuadro Nro. 3 Representación del huso B especificado y la curva granulométrica del material.....	46
Cuadro Nro. 4 Desgaste de Los Ángeles.....	50
Cuadro Nro. 5 Curva Humedad óptima VS. % de partículas con caras fracturadas...51	
Cuadro Nro. 6 Curva Densidad Máxima VS. % de partículas con caras fracturada...52	
Cuadro Nro. 7 Curva CBR VS. % de partículas con caras fracturadas.....	53
Cuadro Nro. 7 Curva CBR VS. % de partículas con caras fracturadas (más punto ensayado con canto rodado).....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla Nro. 1 AASTHO M-146-65.....	13
-----------------------------------	----

Tabla Nro. 2 Requerimientos mínimos para capa base según norma AASHTO.....	13
Tabla Nro. 3 Granulometría para capa base según IN VIAS.....	14
Tabla Nro. 4 Requerimientos mínimos para capa base según IN VIAS.....	14
Tabla Nro. 5 Requerimientos mínimos para capa base según la ABC.....	15
Tabla Nro.6 Especificaciones técnicas de la capa base proyecto “Entre Ríos - Canaletas”	16
Tabla Nro. 7 Especificación tipo de material para capa base proyecto “Entre Ríos - Canaletas”	16
Tabla Nro. 8 Resumen de requerimientos mínimos para la conformación de la capa base.....	17
Tabla Nro. 9 Resumen tipo de suelo- capacidad soporte- uso.....	24
Tabla Nro. 10 Pesos mínimos para el ensayo de caras fracturadas.....	26
Tabla Nro. 11 Modelo para la realización de los cálculos del ensayo de caras fracturadas.....	27
Tabla Nro. 12 Resumen Trituradoras (tipo-función).....	33
Tabla Nro. 13 Resumen de características de las trituradoras en la ciudad de Tarija.	37
Tabla Nro. 14Tabla resumen CBR con canto rodado.....	42
Tabla Nro. 15Tabla resumen CBR con canto rodado Gran. Tipo A Optimizada....	42
Tabla Nro. 16Tabla resumen CBR con canto rodado Gran. Tipo B Optimizada....	43
Tabla Nro. 17Tabla resumen CBR con canto rodado Gran. Tipo C Optimizada....	43
Tabla Nro. 18Granulometría del material.....	44
Tabla Nro. 19 Husos según la AASHTO M-147-65 ESP. TEC. PROYECTO.....	45
Tabla Nro. 20 Cálculos y resultados ensayo de caras fracturadas.....	49
Tabla Nro. 21 Características del material.....	49
Tabla Nro. 17 Resumen de resultados y depuración de datos obtenidos en gabinete ensayo CBR.....	55

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Página

Fórmula Nro. 1 Peso unitario Húmedo.....	23
Fórmula Nro. 2 Peso unitario de la muestra seca	23
Fórmula Nro. 3 Expansión.....	23
Fórmula Nro. 4 CBR para 0.1”	23
Fórmula Nro. 5 CBR para 0.2”	24
Fórmula Nro. 6 % de caras fracturadas.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Viabilidad del proyecto.

ANEXO 2 Caracterización del material.

ANEXO 3 Ensayo caras fracturadas.

ANEXO 4 Compactación.

ANEXO 5 Capacidad soporte CBR.

ANEXO 6 Ítem capa base proyecto “Entre Ríos-Canaletas”.

ANEXO 7 Estimación costo árido rodado - triturado.