



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

“Mayor holgura del porcentaje de caras fracturadas para la obtención del CBR  
óptimo en la base granular de la carretera Panamericana norte km 176.5 – 178

Lima“

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Josué Fernando Cabezas Dulanto

**ASESOR:**

Mgr. César Teodoro Arriola Prieto

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA - PERÚ**

**2017**

## **PÁGINAS PRELIMINARES**

**Página de jurado**

x 9-03

---

Dra. María Ysabel García Álvarez

**Presidente**



---

Mgtr. César Teodoro Arriola Prieto

**Secretario**



---

Mgtr. German Fernando Casusol Iberico

**Vocal**

### **Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada a Dios, mi hijo Zebastian, mis padres, mis hermanos y a la madre del regalo de mi vida Estefany. A todos ellos gracias por sus consejos, cariño y motivación, forjaron y guiaron el camino por el cual caminé, para de esta manera seguir adelante y levantarme con mucha más fuerza después de cada tropiezo.

### **Agradecimiento**

Agradezco en mi primer lugar a mis padres quienes motivaron todo esfuerzo realizado en mi vida.

A mi asesor Mgtr. César Arriola Prieto, quien me brindo el respaldo incondicional, a su vez al Mgtr. Raúl Heredia Benavides por la implementación en el área de investigación, esto motivó y ayudó la elaboración de la presente tesis.

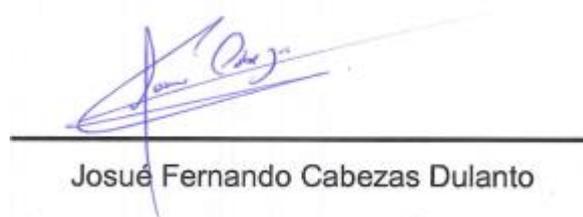
### **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Josué Fernando Cabezas Dulanto con DNI N° 45191458, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 09 de Diciembre del 2017.



Josué Fernando Cabezas Dulanto

## Presentación

Señores Miembros del jurado:

De concordancia y la realización de las condiciones estipuladas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: **“Mayor Holgura del Porcentaje de Caras Fracturadas para la Obtención del CBR Óptimo en la Base Granular de la Carretera Panamericana Norte km 176.5 – 178 Lima”**, la misma que pongo a vuestra apreciación y espero que cumpla con los requerimientos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

En el capítulo I, se muestra la realidad problemática, trabajos previos, teoría relacionada al tema, alcances, planteamiento del problema, justificación, hipótesis y objetivos. En el capítulo II, se muestran las variables, operacionalización de variables, la metodología de estudio, técnicas e instrumentos para reunir información. En el capítulo III, se encuentran los resultados. En el capítulo IV, se colocó la discusión de los resultados. En el capítulo V, se ubican las conclusiones. En el capítulo VI, se ubican las recomendaciones y por último en el capítulo VII la bibliografía usada.

El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado teniendo en cuenta las reglas plasmadas en el Manual de Carreteras, Manual de Ensayos de Materiales, normas técnicas para la infraestructura vial, empleo de los estudios obtenidos en el proceso de formación profesional en la universidad, asesoramiento a través de la experiencia del asesor y fuentes bibliográficas especializadas.

Atte,



Josué Fernando Cabezas Dulanto

## Índice

	<b>Página</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
<b>Índice de Tablas</b>	ix
<b>Índice de Figuras</b>	x
<b>RESUMEN</b>	xi
<b>ABSTRACT</b>	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Trabajos previos	3
1.3 Teoría relacionada al tema	5
1.4 Formulación del problema	31
1.5 Justificación del estudio	32
1.6 Hipótesis	32
1.7 Objetivos	33
<b>II. MARCO METODOLÓGICO</b>	
2.1 Variables	35
2.2 Operacionalización de las variables	35
2.3 Diseño de Investigación	39
2.4 Población, muestra y muestreo	40

2.5	Técnicas e instrumento de recolección de datos	41
2.6	Método de Análisis de datos	42
III.	<b>RESULTADOS</b>	
3.1	Presentación de los resultados	44
IV.	<b>DISCUSIÓN</b>	50
V.	<b>CONCLUSIONES</b>	54
VI.	<b>RECOMENDACIONES</b>	56
VII.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	58
<b>ANEXOS</b>		
	Anexo 1: Matriz de consistencia	64
	Anexo 2: Validación de los instrumentos	65
	Anexo 3: Certificados de ensayos en laboratorio de las muestras	66
	Anexo 4: Panel fotográfico	140
	Anexo 5: Evaluación de la similitud con turnitin	158

## Índice de tablas

	<b>Página</b>
Tabla N° 01. Clasificación de los suelos según su textura	7
Tabla N° 02. Valores de porosidad total de un suelo	9
Tabla N° 03. Tamaño del agregado para un peso determinado	12
Tabla N° 04. Formato para ensayo de caras fracturadas	15
Tabla N° 05. Requisitos granulométricos y de resistencia de la base granular	16
Tabla N° 06. Requerimientos granulométricos base granular	17
Tabla N° 07. Requerimientos del agregado grueso	18
Tabla N° 08. Requerimientos de ensayos para agregado grueso	19
Tabla N° 09. Requerimientos del agregado fino de base granular	19
Tabla N° 10. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	21
Tabla N° 11. Número de esferas para abrasión con respecto a su carga	24
Tabla N° 12. Gradación de las muestras de ensayo	25
Tabla N° 13. Peso de agregado y N° de esferas para agregados gruesos de tamaños mayores a $\frac{3}{4}$ , ADTM C-535	26
Tabla N° 14. Valores de carga unitaria para ecuación CBR	28
Tabla N° 15. Métodos 2 y 4 de las normas ASTM D698-70 o D1557-70	28
Tabla N° 16. Operacionalización de las variables	38
Tabla N° 17. Clasificación de las muestras de estudio	45
Tabla N° 18. Resultados Caras fracturas, Proctor y CBR	47
Tabla N° 19. Resumen de Ensayos	49

## Índice de figuras

	<b>Página</b>
Figura N° 01. Esquema de una partícula con una cara fracturada	10
Figura N° 02. Tamices y cuarteador para ensayo de caras fracturadas	11
Figura N° 03. Balanza y espátula para el ensayo de caras fracturadas	12
Figura N° 04. Imagen representativa de material con caras fracturadas	14
Figura N° 05. Curva esfuerzo vs. Penetración CBR	31
Figura N° 06. Porcentaje de 1 cara fracturada vs CBR	48
Figuro N° 07. Porcentaje de 2 o más caras fracturadas vs CBR	48

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar un mayor rango al de las especificaciones técnicas en el ensayo de caras fracturadas para obtener el CBR (relación de soporte California) óptimo. El tipo de investigación es aplicada, el nivel es descriptivo y el diseño de investigación es experimental. Se utilizó como población las canteras que posee la carretera Panamericana Norte km. 176.5 – 178 Lima, el tamaño de la muestra fue de 10 muestras de la cantera San Francisco. La validez del instrumento se hizo a través de la firma de profesionales en los formatos de laboratorio que se usan siguiendo la norma nacional para carreteras brindada por el MTC, la recolección de datos se hizo con los resultados en los ensayos de laboratorio y el análisis se hizo después de llenar los resultados y procesar los datos. Se analizó el material para base granular de la cantera San Francisco ubicada en el Kilómetro 159+400 de la carretera Panamericana norte Lima (< 3000 msnm) por medio de ensayos de laboratorio requeridos en las especificaciones técnicas de materiales de Ministerio de Transportes y Comunicaciones y analizar si aun disminuyendo el mínimo porcentaje de caras fracturadas (80% min para 1 cara fracturada y 40% min para 2 o más caras fracturadas) se pueda lograr obtener un CBR óptimo (100%) para material de base granular. En total se ensayaron en el laboratorio 10 muestras de material granular, en donde se procedió a realizar todos los ensayos de laboratorio requeridos para base granular de una primera muestra (1 cara fracturada 83.2%, 2 o más caras fracturadas 59.2%, CBR 110.0% a 1" de penetración y 145.5% a 2" de penetración), viendo que se cumplían los resultados en su totalidad, posteriormente se comenzó a disminuir los porcentajes de caras fracturadas, mientras que se comprobaba el valor del CBR de cada muestra. Se notó que el porcentaje para 2 o más caras fracturadas variaba mucho por lo que no se pudo lograr llegar al límite inferior. Finalmente se logró disminuir hasta aproximadamente un 19.2% el porcentaje de 1 cara fracturada obteniendo valores muy cercanos al CBR óptimo para base granular (100% mín.).

**Palabras claves:** caras fracturadas, CBR óptimo, base granular.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research is to determine a wider range of technical specifications for the fractured surface test to obtain the optimum CBR (California Bearing Ratio), we use applied research, descriptive level, and the research design is experimental. The chosen population is the quarries located alongside the Pan-American Highway North from kilometer marker 176.5 to 178 in Lima, the sample size was composed of 10 samples of the San Francisco quarry. The instrument was validated by professionals following laboratory formats according to the national highway norm issued by the Ministry of Transport and Communications, the data was collected through the laboratory results, then we performed the analysis after entering the results and processing the data. We used laboratory tests required in the materials technical specifications by the Ministry of Transport and Communications to analyze the material for granular base from the San Francisco quarry located on the Pan-American Highway North, kilometer marker 159+400 in Lima (<3000 m.a.s.l.), in order to find out if even by reducing the minimum percentage of fractured surfaces (80% minimum for 1 fractured surface and 40% minimum for 2 or more fractured surfaces) we could obtain an optimum (100%) CBR for granular base material. We tested a total of 10 samples of granular material, and performed all required laboratory tests for granular base on the first sample (1 fractured surface 83.2%, 2 or more fractured surfaces 59.2%, CBR 110.0% at 1" penetration, and 145.5% at 2" penetration), after all results were fully achieved we started to reduce the fractured surface percentages, while testing the CBR value in every sample. We noticed that the percentage for 2 or more fractured surfaces changed a lot, therefore we could not achieve the lower limit. Finally, we managed to reduce 1 fractured surface to 19.2% without affecting the optimum CBR result for granular base (100%min).

**Key words:** fractured surfaces, optimum CBR, granular base.