



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADO DE CERRO Y DE RÍO EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Vargas Alvarez Frank Dario

Asesor:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca – Perú

2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos	18
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	18
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. <i>Generalidades</i>	20
2.2.2. <i>Requerimiento para un afirmado</i>	23
2.2.3. <i>Ensayos que determinan las propiedades</i>	28
2.2.3.1. Desgaste de los Ángeles	28
2.2.3.2. Contenido de humedad (Norma NTP 339.160 - 2001).....	29
2.2.3.3. Granulometría (NTP 339.128 – 1999)	30
2.2.3.4. Plasticidad y Límites de consistencia o de Atterberg (NTP 339.129 – 1999)	30
2.2.3.5. Proctor modificado (NTP 339.141 – 1999)	32
2.2.3.6. Prueba de CBR	34
2.3. Definición de términos básicos	35
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....	36
3.1. Formulación de la hipótesis	36
3.2. Operacionalización de variables	36

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS	37
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	37
4.2. Material.....	37
4.2.1. <i>Unidad de estudio</i>	37
4.2.2. <i>Población</i>	37
4.2.3. <i>Muestra</i>	37
4.3. Métodos.....	39
4.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i>	39
4.3.2. <i>Procedimientos</i>	39
CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....	43
CAPÍTULO 6. RESULTADOS.....	54
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN.....	106
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES.....	111
CAPÍTULO 9. RECOMENDACIONES	112
CAPÍTULO 10. REFERENCIAS	113
ANEXO N° 1.....	115
ANEXO N° 2.....	127
FICHAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION PARA DATOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cuadro de doble entrada, tipo y afirmado y granulometría % que pasa.....	24
Tabla N° 2: Gradación del material de afirmado	26
Tabla N° 3: Gradación del material de afirmado	27
Tabla N° 4: Condiciones variables del proctor modificado.....	33
Tabla N° 5: Operacionalización de variable	36
Tabla N° 6: Recolección de datos	39
Tabla N° 7: Resultados del contenido de humedad de la cantera del río Chonta	55
Tabla N° 8: Resultados del contenido de humedad de la cantera del Bazán.	55
Tabla N° 9: Resultados del análisis granulométrico de la cantera del río Chonta.	56
Tabla N° 10: Resultados del análisis granulométrico de la cantera Bazán.....	58
Tabla N° 11: Resultados del análisis granulométrico de la combinación de agregados (75% - 25%)	60
Tabla N° 12: Resultados del análisis granulométrico de la combinación de agregados (50% - 50%)	62
Tabla N° 13: Resultados del análisis granulométrico de la combinación de agregados (25% - 75%)	64
Tabla N° 14: Resultados del límite líquido, límite plástico de la cantera del río Chonta	66
Tabla N° 15: Resultados del límite líquido, límite plástico de la cantera Bazán	67
Tabla N° 16: Resultados del límite líquido, límite plástico del material combinado (75% -25%)....	68
Tabla N° 17: Resultados del límite líquido, límite plástico del material combinado (50% -50%)....	69
Tabla N° 18: Resultados del límite líquido, límite plástico del material combinado (25% -75%)....	70
Tabla N° 19: Resultados del ensayo de proctor modificado del material de la cantera del río Chonta.....	71
Tabla N° 20: Resultados del ensayo de proctor modificado del material de cantera de cerro Bazán	73
Tabla N° 21: Resultados del ensayo de proctor modificado del material combinado.....	75

Tabla N° 22: Resultados del ensayo de proctor modificado del material combinado (Canteras río Chonta (50%) y Bazán (50%)).	77
Tabla N° 23: Resultados del ensayo de proctor modificado del material combinado (Canteras Río chonta (25%) y Bazán (75%)).	79
Tabla N° 24: Resultados del ensayo de compactación de CBR del material de río Chonta.	81
Tabla N° 25: Resultados del ensayo de hinchamiento del material de río Chonta.	82
Tabla N° 26: Resultados del ensayo de carga – penetración del material de río Chonta.	83
Tabla N° 27: Resultados del ensayo esfuerzo entre 0.1” y 0.2” de penetración del material de río Chonta.	84
Tabla 28: Resultados del ensayo CBR – densidad seca del material de río Chonta.	85
Tabla N° 29: Resultados del ensayo de compactación de CBR del material de cerro Bazán.	86
Tabla N° 30: Resultados del ensayo de hinchamiento del material de cerro Bazán.	87
Tabla N° 31: Resultados del ensayo de carga – penetración del material de cerro Bazán.	88
Tabla N° 32: Resultados del ensayo esfuerzo entre 0.1” y 0.2” de penetración del material de cerro Bazán.	89
Tabla N° 33: Resultados del ensayo CBR – densidad seca del material de cerro Bazán.	90
Tabla N° 34: Resultados del ensayo de compactación de CBR del material combinado (75% - 25%).	91
Tabla N° 35: Resultados del ensayo de hinchamiento del material combinado (75% - 25%).	92
Tabla N° 36: Resultados del ensayo de carga – penetración del material combinado (75% - 25%).	93
Tabla N° 37: Resultados del ensayo esfuerzo entre 0.1” y 0.2” de penetración del material combinado (75% - 25%).	94
Tabla N° 38: Resultados del ensayo CBR – densidad seca del material combinado (75%-25%).	95
Tabla N° 39: Resultados del ensayo de compactación de CBR del material combinado (50% - 50%).	96
Tabla N° 40: Resultados del ensayo de hinchamiento del material combinado (50% - 50%).	97
Tabla N° 41: Resultados del ensayo de carga – penetración del material combinado (50% - 50%).	98

Tabla N° 42: Resultados del ensayo esfuerzo entre 0.1" y 0.2" de penetración del material combinado (50% - 50%).	99
Tabla N° 43: Resultados del ensayo CBR – densidad seca del material combinado (50% - 50%).	100
Tabla N° 44: Resultados del ensayo de compactación de CBR del material combinado (25% - 75%).	101
Tabla N° 45: Resultados del ensayo de hinchamiento del material combinado (25% - 75%).	102
Tabla N° 46: Resultados del ensayo de carga – penetración del material combinado (25% - 75%).	103
Tabla N° 47: Resultados del ensayo esfuerzo entre 0.1" y 0.2" de penetración del material combinado (25% - 75%).	104
Tabla N° 48: Resultados del ensayo CBR – densidad seca del material combinado (25%-75%).	105
Tabla N° 49: Resultados del límite líquido de las canteras y de las combinaciones.	106
Tabla N° 50: Resultados del ensayo de compactación del material de cada cantera y del combinado.	107
Tabla N° 51: Resultados del ensayo de CBR del material combinado, a 0.1" penetración.	109

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Curva granulométrica de la cantera del río Chonta	57
Gráfico N° 2: Curva granulométrica de la cantera Bazán.....	59
Gráfico N° 3: Curva granulométrica del material combinado (75% - 25%)	61
Gráfico N° 4: Curva granulométrica del material combinado (50% - 50%)	63
Gráfico N° 5: Curva granulométrica del material combinado (25% - 75%)	65
Gráfico N° 6: Gráfico del límite líquido del río Chonta	66
Gráfico N° 7: Gráfico del límite líquido de la cantera Bazán.....	67
Gráfico N° 8: Grafico del límite líquido del material combinado (75% - 25%)	68
Gráfico N° 9: Gráfico del límite líquido del material combinado (50% - 50%)	69
Gráfico N° 10: Gráfico del límite líquido del material combinado (25% - 75%)	70
Gráfico N° 11: Curva de compactación del material de la cantera del río Chonta	72
Gráfico N° 12: Curva de compactación del material cantera Bazán.....	74
Gráfico N° 13: Curva de compactación del material combinado (25% - 75%)	76
Gráfico N° 14: Curva de compactación del material combinado (50% - 50%).....	78
Gráfico N° 15: Curva de compactación del material combinado (25% - 75%).....	80
Gráfico N° 16: Curva esfuerzo – deformación del material de río Chonta.	84
Gráfico N° 17: Curva CBR – densidad seca del material de río Chonta.	85
Gráfico N° 18: Curva esfuerzo – deformación del material de cerro Bazán.....	89
Gráfico N° 19: Curva CBR –densidad seca del material de cerro Bazán.....	90
Grafico N° 20: Curva esfuerzo – deformación del material combinado (75%-25%).....	94
Gráfico N° 21: Curva CBR – densidad seca del material combinado ((75%-25%).	95
Gráfico N° 22: Curva esfuerzo – deformación del material combinado (50% - 50%).....	99
Gráfico N° 23: Curva CBR – densidad seca del material combinado (50% - 50%).	100
Gráfico N° 24: Curva esfuerzo – deformación del material combinado (25% - 75%).....	104
Gráfico N° 25: Curva CBR – densidad seca del material combinado (25%-75%).	105

Gráfico N° 26: *Comparación de la densidad seca del material de cada cantera y del combinado.*
..... 108

Gráfico N° 27: *Comparación del óptimo contenido de humedad del material de cada cantera y del material combinado* 108

Gráfico N° 28: *Comparación del CBR de 0.1" de penetración del material combinado* 110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Carretera afirmada	15
Figura N° 2: Carretera afirmada deteriorada.....	16
Figura N° 3: Afirmado mal elaborado.....	16
Figura N° 4: Máquina de los ángeles	28
Figura N° 5: Copa Casagrande	31
Figura N° 6: Cantera Chonta.....	43
Figura N° 7: Cantera Bazán	44

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía N° 1: Selección del material de agregado de la cantera Bazán junto a mi asesor</i>	116
<i>Fotografía N° 2: Selección del material de agregado de la cantera río Chonta.</i>	116
<i>Fotografía N° 3: Muestras para obtener el contenido de humedad.....</i>	117
<i>Fotografía N° 4: Muestras dejadas en el horno para obtener el contenido de humedad.....</i>	117
<i>Fotografía N° 5: Material secado al sol.....</i>	118
<i>Fotografía N° 6: Mallas estándar para el ensayo de granulometría.</i>	118
<i>Fotografía N° 7: Análisis granulométrico</i>	119
<i>Fotografía N° 8: Ensayo de límite líquido.</i>	119
<i>Fotografía N° 9: Ensayo de abrasión.....</i>	120
<i>Fotografía N° 10: Combinación del material de distintas canteras.....</i>	120
<i>Fotografía N° 11: Preparación del material para el ensayo de compactación.</i>	121
<i>Fotografía N° 12: Ensayo de próctor</i>	122
<i>Fotografía N° 13: Análisis de las muestras de próctor</i>	123
<i>Fotografía N° 14: Verificando el óptimo contenido de humedad hallado en el próctor</i>	124
<i>Fotografía N° 15: Obteniendo los datos de las probetas para el ensayo de CBR</i>	124
<i>Fotografía N° 16: Ensayo de compactación de CBR</i>	125
<i>Fotografía N° 17: Ensayo de penetración CBR.....</i>	125
<i>Fotografía N° 18: Toma de datos CBR (Penetración).....</i>	126
<i>Fotografía N° 19: Ensayo de Penetración CBR supervisado por el asesor de tesis Ing. Cubas .</i>	126

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo principal determinar la influencia de la combinación de agregado de río y de cerro en la capacidad de soporte de un afirmado, utilizándose para ello 3 combinaciones de agregado de río y agregado de cerro correspondientes a los siguientes porcentajes del 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% respectivamente. La investigación se realizó usando agregados de río extraído de la cantera Chonta y agregados de cerro extraído de la cantera Bazán, de los cuales se analizaron sus propiedades físicas y mecánicas dentro de ellas el contenido de humedad, abrasión, granulometría, límites de Atterberg, compactación y CBR; posteriormente se realizaron las combinaciones propuestas de agregado de río y de cerro de las canteras seleccionadas analizándose también sus propiedades físicas y mecánicas dentro de ellas límites de Atterberg, compactación, y CBR. Al procesar los datos de los diferentes ensayos realizados se obtiene que: el agregado de la cantera de río (Chonta) tuvo un CBR de 15% y el agregado de la cantera de cerro (Bazán) tuvo un CBR de 22%, la combinación de: agregado de río / agregado de cerro, para una proporción 75%/25% se obtuvo un CBR 110%, para la proporción 50%/50% se obtuvo un CBR de 55% y para la proporción 25%/75% se obtuvo un CBR de 75%. De los datos obtenidos se puede concluir que ninguna de las canteras cumple con los requisitos mínimos de diseño de afirmado según el Manual de carreteras 2013, mientras que las 3 combinaciones cumplen con lo requerido, indicándose que la proporción 75%/25% tuvo la mejor capacidad de soporte (CBR).

ABSTRACT

The main objective of the present investigation is to determine the influence of the combination of river and hill aggregate on the support capacity of a firm, using 3 combinations of river aggregate and hill aggregate corresponding to the following percentages of 75% / 25%, 50% / 50%, 25% / 75% respectively. The research was carried out using river aggregates extracted from the Chonta quarry and the aggregates of hills extracted from the Bazán quarry, from which their physical and mechanical properties were analyzed within them the moisture content, abrasion, granulometry, Atterberg limits, compaction And CBR; Later the proposed combinations of river and hill aggregates of the selected quarries were realized, also analyzing their physical and mechanical properties within them limits of Atterberg, compaction, and CBR. When the data of the different tests were processed, it was obtained that: the aggregate of the riverbed (Chonta) had a CBR of 15% and the aggregate of the hill of Bazán had a CBR of 22%, the combination of : River aggregate / hill aggregate, for a ratio of 75% / 25% a CBR 110% was obtained, for the 50% / 50% ratio a CBR of 55% was obtained and for the proportion 25% / 75% was obtained A CBR of 75%. From the data obtained it is possible to conclude that none of the quarries meet the minimum requirements of design of affirmed according to the Road Manual 2013, while the 3 combinations comply with what is required, indicating that the ratio 75% / 25% has the best Carrying capacity (CBR).

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

CAPÍTULO 10. REFERENCIAS

1. Blázquez, L. B. (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*. Colombia: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
2. Carrión, B. K. (2016). *Capacidad portante (CBR) de un suelo al ser utilizado como material de base adicionando diatomita, Cajamarca 2016*. Cajamarca.
3. García, G. A. (2015). *Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca 2015*. Cajamarca.
4. GRC. (2017). *Gobierno Regional de Cajamarca*. Recuperado el 23 de 10 de 2016, de Gobierno Regional de Cajamarca: <http://www.regioncajamarca.gob.pe/noticias/carreteras-para-integraci-n-de-los-pueblos>
5. Gutiérrez, C. A. (2010). "Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el peru y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio". en c. a. Montes, "*estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio*" (págs. 13-15). Lima.
6. Inquilla, G. (12 de Agosto de 2015). *NoticiasSer.pe*. En línea: el 4 de Mayo de 2017, de NoticiasSer.pe: <http://www.noticiasser.pe/12/08/2015/puno/puno-el-collao-amenaza-con-huelga-indefinida-si-no-dan-viabilidad-proyectos-de-infra>
7. Luna, T. S., Hermenejildo, S., Zurita, J. G., & Cadena, G. P. (2011). *Caracterización de los áridos del río Dos Mangas y cantera de cerro el Tablazo de la provincia de Santa Elena para utilizarlo como material de construcción*. Guayaquil: Facultad de Ingeniería en ciencias de la tierra.
8. MTC. (2005). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. En MTC, *Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito* (págs. 133-162). Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles DGCF.
9. MTC. (2013). *Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"*. Lima.
10. MTC. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*.
11. Murillo, V. E. (2010). *Estudio del comportamiento de las bases de pavimentos rígidos en la ciudad de Cuenca y su influencia en el diseño*. Cuenca: Universidad de Cuenca Facultad de Ingeniería.

12. Padilla, R. A. (2007). *Diseño racional de pavimentos*. Lima.
13. Rodríguez, A. R., & Castillo, H. D. (2005). *La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres*. México.
14. Valle, A. W. (2010). *Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.