

Caracterización del material de cantera para una base granular en la provincia de Azángaro Puno 2022

De la Cruz Vega, Sleyther Arturo
Universidad Cesar Vallejo
<https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>

sleyther@ucvvirtual.edu.pe

Lidea Lisbeth Caceres Yupa
Universidad Cesar Vallejo
<https://orcid.org/0000-0002-76191742>

lideacaceres3@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad determinar las propiedades de los materiales de las canteras de Mumu, Azángaro y Cabanillas para la conformación de la base granular de la carretera, según la norma del MTC EG – 2013. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, diseño experimental. La muestra será los agregados de las canteras con una cantidad de 10 hectáreas cada cantera, con respecto a la unidad de análisis serán las muestras extraídas de cada calicata. Los resultados de laboratorio presentan un suelo de grava pobremente graduada con presencia de limos y arenas (GP-GM), de tipo (A-1-a) de buena gradación, IP = 2.29 %, porcentaje de abrasión los ángeles = 23.97 %, CBR al 100 % = 83.1 % y CBR al 95 % = 70 %, equivalente de arena = 33.4 %, contenido de humedad optima = 14 %, partículas chatas y alargadas = 14.69 %. Finalmente se concluye que mejora sus características físico-mecánicas esto garantiza poder dar uso como material de base granular para carreteras.

Palabras clave: caracterización, material, cantera, base granular

Abstract

The purpose of this work is to determine the properties of the materials from the quarries of Mumu, Azángaro and cabanillas for the conformation of the granular base of the road, according to the norm of the MTC EG – 2013. The research methodology was applied type, experimental design. The sample will be the aggregates of the quarries with an amount of 10 hectares each quarry, with respect to the unit of analysis will be the samples extracted from each pit. The laboratory results show a poorly graded gravel soil with the presence of silt and sand (GP – GM), type (A-1-a) of good gradation, IP = 2.29 %. los angeles abrasion percentage = 23.97 %, CBR at 100 % = 83.1 % and CBR at 95 % = 70 %, sand equivalent = 33.4 %, optimum moisture content = 14 %, flat and elongated particles = 14.69 %. Finally, it is concluded that it improves its physical-mechanical characteristics, this guarantees that it can be used as a granular base material for roads.

keywords: characterization, material, quarry, granular base.

1. Introducción

Los estudios Geoambientales son un Peligro de Vulnerabilidad y Riesgo en estos últimos años se ha convertido en un tema prioritario para el país y las comunidades internacionales. Se realizaron trabajos de diagnósticos en canteras para los materiales que están abandonados en las provincias y se encuentran a cielo abierto, las propuestas de solución se plantearon proyectos de investigación y servicios por el instituto de geología. (López et al, 2015). Se evalúa tradicionalmente las características y propiedades de dureza, durabilidad, gradación y capacidad portante del agregado pétreo. Aunque varias propiedades se juntan al origen de la roca del cual provienen, de estos factores no se realiza un seguimiento detallado para la calidad del material de construcción vial (Pérez, 2021). Garantiza una excelente calidad y resistencia de los materiales, de un ámbito de formación y trabajo interdisciplinario, se pretende conocer las ventajas de uso e identificación (Cubides, Molano, Becerra y Bernal, 2020). Los agregados granulares sueltos realizan un papel estructural muy importante, en la fase de construcción el firme soporta el tráfico de obra y proporciona un cimiento sobre las capas superiores donde se sitúa y compacta, un firme acabado actúa como amortiguador de las cargas de los tráfico. El comportamiento del material granular es complicado porque está sujeto a pulsos de esfuerzos que tienen el componente vertical, horizontal y corte. (Pérez et al, 2000). Hace pocos años las explotaciones de cantera eran de escaso interés porque se consideraba que era de muy escaso valor económico, existen cantidades de yacimientos en todas partes. (Herrera, 2018).

1.1 Metodología

Esta investigación es de tipo aplicada, busca un fin directo e inmediato (Lozada, 2014). El diseño es experimental, se asigna estímulos a sujetos o unidades experimentales (animales, plantas, etc.), se observa la reacción y se registra el resultado es la relación causa-efecto (Rojas,2015), de nivel explicativo. Se intenta dar cuenta la realidad o hacer entender a través de leyes científicos o teóricos, las leyes señalan los hechos o fenómenos que se dan en determinadas condiciones. En este caso la muestra será los agregados de las canteras, con un área de 10 hectáreas cada cantera, están ubicados en el departamento de puno, provincia de Azángaro, Distrito de Arapa. Los instrumentos empleados para este proyecto de investigación fueron: Fichas técnicas del Estudio de Mecánica de Suelos, procesamientos computarizados con Microsoft Excel 2016. En este caso de acuerdo al objetivo e instrumentos se desarrolló los procedimientos de estudio. Primero, se realizó la ubicación de las canteras, luego se inicia con la extracción de la muestra integral de cada punto o talud. Segundo, se recolecto datos de laboratorio de Mecánica de Suelos a través de las fichas técnicas. Tercero, procesamos los resultados con Microsoft Excel 2016, según la NTP del Manual de carreteras MTC.

2. Resultados y discusión

Pérez y Vásquez (2021), En su investigación el análisis del CBR, el material de origen de las canteras no cumple con los requisitos establecidos por eso se propuso la combinación de los agregados de origen con tierra roja, por lo conveniente se optó por 75 – 25 % por lo

Tabla 1. Análisis de varianza de la combinación de agregados

Canteras	Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Min. 80%	CBR al 95% de M.D.S.	CBR al 100% de M.D.S.
Mumu	Trafico en ejes equivalentes (10^6)	Min. 80%	42.00%	63.80%
Piedra chancada, Hormigón y Ligante	Trafico en ejes equivalentes (10^6)	Min. 80%	70.00%	83.10%

GRAFICO DE C.B.R.

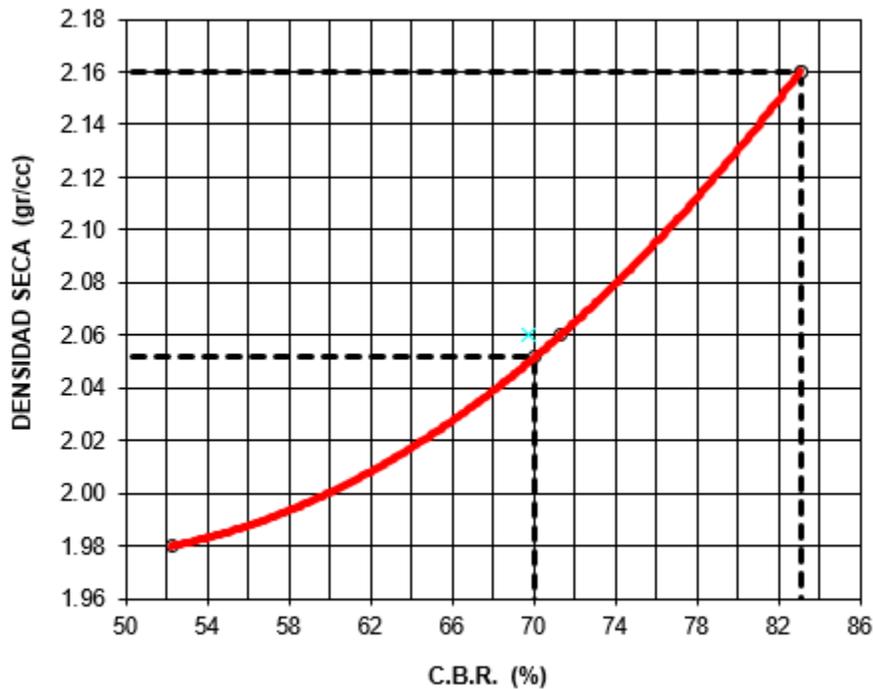


Figura 1: Curva de esfuerzo - penetración CBR combinación de canteras.

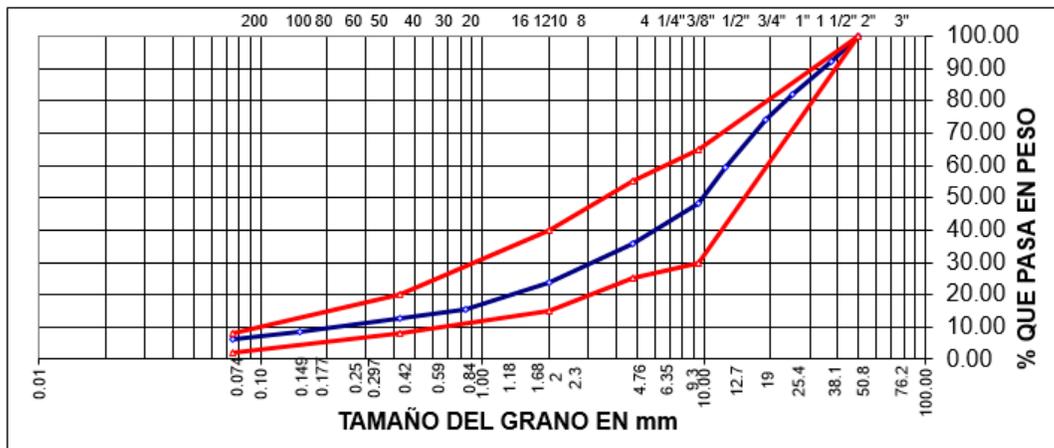
tanto el análisis de varianza demuestra mejoras llegando a cumplir con el 100 % según la norma.

En la tabla 1, se tiene los resultados del ensayo de Valor Relativo de Soporte CBR, el material de la cantera Mumu no cumple con la norma de manual de carreteras por eso se combinó las canteras con material (ligante 20 %, Hormigón 50 % y piedra chancada 30 %), mejora el material llegando a un CBR al 100 % de M.D.S. = 83.10 % ya que según la norma del MTC es 80 % mínimo entonces cumple con lo establecido.

Carrión y Carpio (2019), En su investigación dice que los resultados obtenidos del material de la cantera Miculla para una base granular cumple con los límites establecidos según

Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico de las canteras.

	Tamiz	Gradación "A"	Mumu	Azángaro	Cabanillas	Combinación de canteras
Agregado Grueso	50mm (2")	100	100	100	100	100
	25mm (1")		92.40	89.70	100	81.90
	9.5mm (3/8")	30-65	75.10	70.90	13.90	48.50
Agregado Fino	4.75mm (N° 4)	25-55	68	55.90	0.20	35.60
	2.0mm (N° 10)	15-40	59.10	40.80	0.20	23.60
	425 µm (N° 40)	8-20	45	8.87	0.20	12.50
	75 µm (N° 200)	2-8	32.40	0.70	0.20	6.30



Grafica del análisis granulométrico.

el manual de carreteras EG 2013, los ensayos de análisis granulométrico por tamizado cumplen con la norma del MTC, % de partículas con una cara fracturada = 80.19 a 86.86 %, dos a más caras fracturadas = 46.61 a 60.19 %, partículas chatas y alargadas = 6.68 a 10.88 %, Abrasión los Ángulos = 18.859 a 24.788 %, equivalente de arena 56 a 68 %, sales totales fino = 0.109 a 0.212 %, sales totales grueso = 0.029 a 0.097 %, existen resultados diferentes en cada ensayo.

3. Análisis Granulométrico

Los resultados demuestran que el material de la cantera Mumu, Azángaro y Cabanillas no cumplen con los requerimientos de granulometría para una base granular, por eso se propuso la combina de agregados con 50 %, 30 % y 20 % logrando cumplir con los límites de gradación según el MTC, esta muestra se clasifico según el método SUCS GP-GM (gra-

va pobremente graduada con presencia de limos y arenas), según AASHTO (A-1-a) buen material, entonces cumple con lo establecido.

Tabla 3. Partículas con una y dos caras fracturadas

Canteras	Ensayo	Requerimientos	
		<3.000 msnm	Muestra
Mumu	Partículas con una cara fracturada	80% min.	66.02%
	Partículas con dos o más caras fracturadas	40% min.	52.23%
Azángaro	Partículas con una cara fracturada	80% min.	56.08%
	Partículas con dos o más caras fracturadas	40% min.	41.58%
Cabanillas	Partículas con una cara fracturada	80% min.	90.02%
	Partículas con dos o más caras fracturadas	40% min.	81.50%
Combinación de canteras	Partículas con una cara fracturada	80% min.	81.97%
	Partículas con dos o más caras fracturadas	40% min.	67.09%

Las canteras estudiadas según la norma del MTC y la norma de ASTM D 5821 cumple con el requisito mínimo de 80 % en el ensayo de partículas con una cara fracturada solo la cantera de Azángaro no cumple con este parámetro, y los valores establecidos para las partículas con dos o más caras fracturadas cumplen con los requisitos ya que la norma nos indica el 40 % como mínimo, por lo tanto, es recomendable para el uso en carreteras como base granular.

Tabla 4. Ensayo de Abrasión los Ángeles de las canteras.

Canteras	Requerimientos	
	<3.000 msnm	Muestra
Mumu	40% máx.	31.62%
Azángaro	40% máx.	27.50%
Cabanillas	40% máx.	24.29%
Combinación de canteras	40% máx.	23.97%

Los ensayos de abrasión los ángeles se realizaron según la norma del MTC y la norma ASTM C 131. Resulta que el material de origen y la combinación de las 3 canteras cumplen con la norma porque son menores que el 40 % y tiene una gradación "A".

Tabla 5. Partículas chatas y alargadas de los agregados de las canteras.

Canteras	Requerimientos	
	<3.000 msnm	Muestra
Mumu	15% máx.	14.69%
Azángaro	15% máx.	13.84%
Cabanillas	15% máx.	8.44%
Combinación de canteras	15% máx.	9.53%

Estos ensayos se realizaron según la norma del MTC E 221, ASTM D 4791. Los resultados obtenidos de las canteras cumplen con el máximo requerido según la norma.

Los resultados obtenidos según la norma del MTC E 219-2000, ASTM D 1888 del ensayo de las sales solubles totales se tiene 0.5 % máximo por lo tanto no cumple con este parámetro establecido.

Tabla 6. sales solubles totales de los agregados de las canteras.

Canteras	Requerimientos	
	<3.000 msnm	Muestra
Mumu	0.5% máx.	0.18%
Azángaro	0.5% máx.	0.17%
Cabanillas	0.5% máx.	0.14%
Combinación de canteras	0.5% máx.	0.17%

Tabla 7. Índice de Plasticidad de los agregados de cantera.

Canteras	Requerimientos	
	<3.000 msnm	Muestra
Mumu	4% máx.	10.12%
Azángaro	4% máx.	NP
Cabanillas	4% máx.	NP
Combinación de canteras	4% máx.	2.29%

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a la norma del MTC se calcula los agregados finos, el material de la cantera Mumu (cerro) supera el porcentaje máximo con un 10.12 % en tal sentido no cumple, el material de la cantera de Azángaro y Cabanillas presenta un índice de plasticidad NP quiere decir que cumple con lo requerido y la combinación de las 3 canteras presenta un IP de 2.29 % esto quiere decir que si cumple por que la norma nos indica el 4 % como máximo.

Tabla 8. Equivalente de arena de los agregados de las canteras.

Canteras	Requerimientos	
	<3.000 msnm	Muestra
Mumu	35% mín.	33.4%
Combinación de canteras	35% mín.	48.7%

Los ensayos para calcular el equivalente de arena se realizaron según la norma del MTC, se observa la cantera Mumu no cumple con la norma y las 3 canteras combinadas según la norma del MTC si cumple.

Tabla 9. Proctor modificado de los agregados.

Cantera	Max. Densidad seca	Contenido de humedad
Mumu	2.050 gr/cm ³	14.00%
Combinación de canteras	2.160 gr/cm ³	11.00%

4. Conclusiones

- En el análisis granulométrico el material de las canteras no cumple con los parámetros establecidos, por eso se propuso la combinación de las 3 canteras con una proporción de 50 % de Hormigón, 30 % de piedra chancada y 20 % de Ligante se observa que el material mejora según la norma.
- De acuerdo a los resultados obtenidos para la combinación de las 3 canteras según la norma SUCS se predomina un suelo de Grava pobremente graduada con presencia

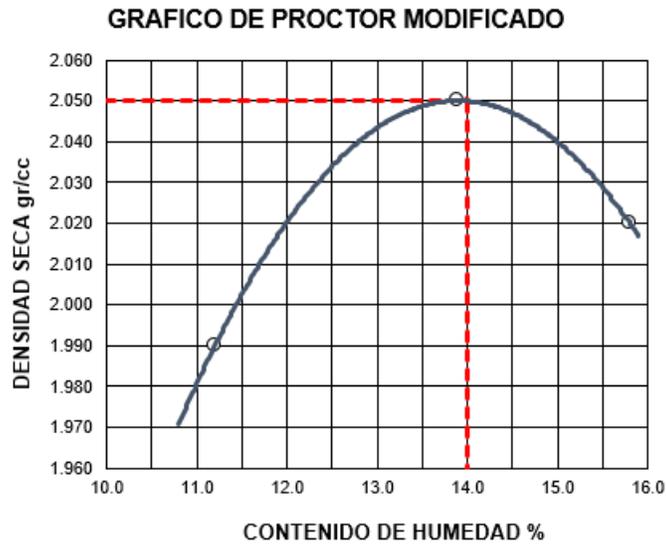


Figura 2: Gráfico de Proctor modificado de la cantera Mumu.

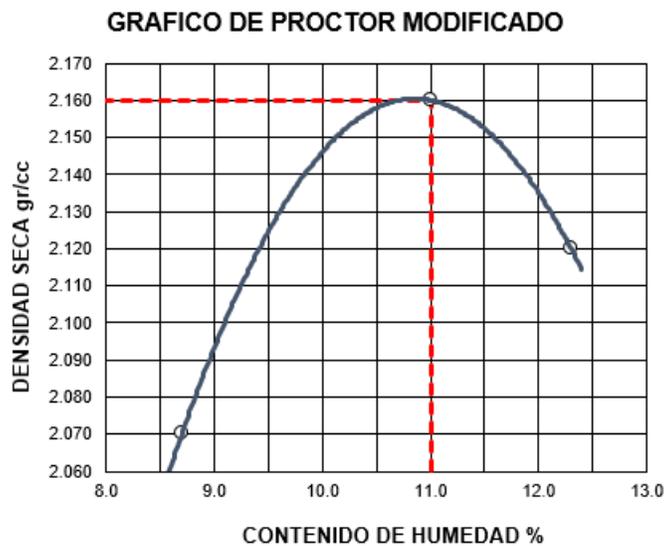


Figura 3: Gráfico del Proctor modificado de las canteras combinadas.

de limos y arenas (GP-GM) y según AASHTO es de tipo (A-1-a) un suelo de buena gradación que vendría ser apto para una base granular.

- El análisis del valor relativo de soporte CBR, el material de la cantera Mumu según la norma del MTC, ASTM D 1883 no cumple con los resultados obtenidos y por eso se realizó una combinación de las 3 canteras obteniendo un CBR 01" al 95 % M.D.S. = 70 % y CBR 01" al 100 % M.D.S. = 83.1 % esta cantera si es apto para una base granular.

- se concluye que el análisis de abrasión los ángulos del material de las canteras de Mumu, Azángaro y Cabanillas cumple con los parámetros establecidos ya que no supero el 40 % máximo.
- Se concluye que la combinación de las 3 canteras cumple con la norma del MTC para dar uso en una base granular de la carretera Arapa, Azángaro ya que se tiene resultados óptimos en todos los ensayos realizados.

Referencias

- Caracterización mineralógica y físico mecánica de los agregados pétreos de las canteras santa lucia, Pie Blanco y Mina San Vicente, usados como material de construcción por Cubides Torres Daniela del Pilar [et al]. Revista, 9(1): 45-68, febrero 2020. ISSN:
- Caracterización medio ambiental de 12 canteras en explotación para materiales de construcción ubicadas en las provincias de la Habana, Artemisa y Mayabeque por López Kramer Jesús Manuel [et al]. Revista, 16(1): 40-52, enero – junio 2015. ISSN: 1729-3790
- Propiedades mecánicas de las capas de base y subbase construidas con materiales granulares en los firmes de carreteras por Pérez Pérez Ignacio [et al]. Revista, 1-15. ISSN: 959-261-014-2
- HERRERA, Juan. Canteras de áridos y de minerales industriales. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2018. 34pp.
- REVISTA española de Veterinaria [en línea]. Málaga: REDVET, 2015 [28 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf> ISSN: 1695-7504
- LOZADA, José. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 3(1): 47-50, 2014. ISSN: 1390-9592
- PÉREZ Pérez, Isabel. Caracterización física, mecánica y petrográfica de materiales pétreos obtenidos en diferentes fases de producción en canteras cercanas a Bogotá. Tesis (Magíster en Ingeniería Geotecnia). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2021. 179pp.
- PÉREZ, Santiago. VÁSQUEZ, Fidel. Análisis y evaluación de agregados de las canteras del distrito de Curimana para la elaboración de la estructura de base granular de pavimentos rígidos en la ciudad de Pucallpa. Tesis (Ingeniero Civil). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2021. 174pp.
- CARRIÓN, Julio. CARPIO, Jhony. Reutilización de las aguas residuales para la estabilización del material para base granular obtenidos de la cantera Miculla – Tacna, 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2018. 266pp.