

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DE CERRO
DEL DISTRITO DE NUEVA REQUENA PARA VIAS NO
PAVIMENTADAS, PUCALLPA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

BACH.AMASIFUEN TORRES EUNICE

BACH.DIAZ CORNEJO GABRIELA LUCERO

PUCALLPA - PERÚ

2022

Esta tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y PROPIEDADES
MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DE CERRO DEL DISTRITO DE NUEVA
REQUENA PARA VIAS NO PAVIMENTADAS, PUCALLPA”**

Elaborado por:

Bach. AMASIFUEN TORRES, EUNICE
Bach. DIAZ CORNEJO, GABRIELA LUCERO

Aprobado por:

.....
Ing. Mg. Eleuterio Pérez Sagastegui
Presidente.

.....
Ing. Mg. Devyn Omar Donayre Hernández
Miembro.

.....
Ing. Mg. Daniel Perez Castañon
Miembro.

Asesor:

.....
Ing. Dr. David Abel González Manrique de Lara
Asesor

DEDICATORIA

A la persona más importante de mi vida, mi madre Greis Torres, por haber sido ese pilar y fortaleza durante mi carrera universitaria; aunque ahora me guía desde el cielo, estoy segura de que es la más feliz por este logro y que sin lugar a duda, es de ella.

A Lucas Greig, mi amado hijo, por ser ese impulso que le faltaba a mi vida.

A mis hermanas, Guiedsi, Haguit y a la sra. Laura Cárdenas; por su apoyo incondicional.

Eunice.

A mi familia quien me brindo el apoyo incondicional del día a día.

A mi amado hijo Francisco Yael quien fue quien me impulso a seguir adelante y no decaer en el duro camino, me impulsa a seguir creciendo en el ámbito profesional, académico y personal.

Gabriela.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. David Abel González Manrique de Lara, por el apoyo constante y asesoramiento en el desarrollo de la investigación; al ing. Iván Cabudivo Cruz por su apoyo en la elección del tema a investigar y por su apoyo en el tema de análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las canteras de cerro.

Y agradecer a todos los catedráticos de la Universidad Nacional De Ucayali, de la escuela de Ingeniería Civil, por las enseñanzas brindadas durante la carrera profesional.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo principal evaluar las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras de cerro (Pakistán II, Canaán y José de Tunuya) ubicadas en el distrito de Nueva Requena; a las que se realizaron ensayos: granulométricos, límites de Atterberg, Proctor Modificado, CBR y Abrasión, para ser empleados como material de afirmado en las vías de bajo volumen de tránsito. Las tres canteras analizadas cumplen con los mínimos requisitos para ser empleados como capa de rodadura en una vía afirmada según el Manual de Carreteras EG-2013; sin embargo, la cantera Pakistán II presenta valores más elevados en las propiedades mecánicas se obtuvo un CBR de 83.70 % y un desgaste del 43 %, en las propiedades físicas se obtuvo un límite líquido de 27.64 % y índice plástico de 6.21 %; y con una clasificación de granulométrica según SUCS (SP-SC) y AASHTO A-2-4(0).

Con los resultados obtenidos del material existente en las canteras de cerro, se ha demostrado que pueden ser empleadas como carpeta de rodadura, ya que en resistencia se obtuvo en promedio CBR para cantera Pakistán II 83.70%, cantera Canaán 66.75% y cantera Tunuya 75.80%; abrasión se obtuvo en promedio CBR para cantera Pakistán II 42.57%, cantera Canaán 46.60% y cantera Tunuya 43.35%, pudiéndose mejorar aún más los resultados si con una combinación mecánica con agregado de río (agregado global), para que el desgaste sea menor y obtener una carpeta que no sufra un desgaste prematuro.

Palabras claves: Afirmado, Cantera de cerro, ensayos, resistencia.

ABSTRACT

The main objective of the research is to evaluate the physical and mechanical properties of the hill quarries (Pakistan II, Canaan and Jose de Tunuya) located in the district of Nueva Requena; to which tests were performed: granulometric, Atterberg limits, Modified Proctor, CBR and Abrasion, to be used as a road pavement material in low traffic volume roads. The three quarries analyzed comply with the minimum requirements to be used as a wearing course in an affirmed road according to the Highway Manual EG-2013; however, the Pakistan II quarry presents higher values in mechanical properties with a CBR of 83.70 % and an abrasion of 43 %, in physical properties a liquid limit of 27.64 % and a plastic index of 6.21 % were obtained; and with a granulometric classification according to SUCS (SP-SC) and AASHTO A-2-4(0).

With the results obtained from the existing material in the hill quarries, it has been demonstrated that they can be used as a road surface, since in resistance an average CBR was obtained for Pakistan II quarry 83.70%, Canaan quarry 66.75% and Tunuya quarry 75. 80%; abrasion CBR was obtained on average for Pakistan II quarry 42.57%, Canaan quarry 46.60% and Tunuya quarry 43.35%, and the results can be further improved if a mechanical combination with river aggregate (global aggregate) is used, so that wear is lower and a binder that does not suffer premature wear is obtained.

Key words: Affirmed, Hill quarry, Tests, Resistance.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción y Fundamentación del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. <i>Problema general</i>	17
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	17
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	17
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4. Justificación e importancia	18
1.5. Limitaciones y alcances	19
1.6. Hipótesis.....	20
1.6.1. <i>Hipótesis general</i>	20
1.6.2. <i>Hipótesis específicas</i>	20
1.7. Sistema de variables dimensiones e indicadores	21
1.7.1. <i>Variable independiente</i>	21

1.7.2. <i>Variable dependiente</i>	21
1.7.3. <i>Variable interviniante</i>	21
1.8. Definición operacional de variable	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación.....	23
2.1.2. <i>Antecedentes en el contexto nacional</i>	27
2.1.3. <i>Antecedentes en el contexto local</i>	40
2.2. Bases Teóricas-Científicas.....	44
2.3. Definición de términos básicos	46
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1. Metodología Y Técnicas Utilizadas	50
3.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	50
3.1.2. <i>Nivel de investigación</i>	50
3.2. Diseño y esquema de la investigación.....	51
3.2.1. <i>Diseño de la investigación</i>	51
3.2.2. <i>Esquema de la investigación</i>	52
3.3. Población y muestra.....	52
3.3.1. <i>Población</i>	52
3.3.2. <i>Muestra</i>	52
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	53
3.5. Procedimientos de recolección de datos	54
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	54

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	56
4.1. Descripción de los resultados	56
4.2. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas	58
4.2.1. Cantera Pakistán II.....	58
4.2.1.1. <i>Propiedades físicas de la cantera Pakistán II</i>	58
4.2.1.2. <i>Propiedades mecánicas de la cantera Pakistán II</i>	63
4.2.2. Cantera Canaán	66
4.2.2.1. <i>Propiedades físicas de la cantera Canaán</i>	66
4.2.2.2. <i>Propiedades Mecánicas de la cantera Canaán</i>	70
4.2.3. Cantera José de Tunuya	73
4.2.3.1. <i>Propiedades físicas de la cantera José de Tunuya</i>	73
4.2.3.2. <i>Propiedades Mecánicas de la cantera José de Tunuya</i>	77
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	85
ANEXOS.....	88
Anexo 1. Matriz de consistencia	89
Anexo 2. Ensayos de cantera Pakistán II	90
Anexo 3. Ensayos de cantera Canaán	96
Anexo 4. Ensayos de cantera Don José De Tunuya	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones e indicadores de las variables	22
Tabla 2. Canteras en investigación	52
Tabla 3. Canteras en análisis	56
Tabla 4. Análisis granulométrico cantera Pakistán II	59
Tabla 5. Limite liquido Según MTC-Cantera de Pakistán II	60
Tabla 6. Índice Plástico Según MTC-Cantera de Pakistán II	61
Tabla 7. Proctor modificado-Cantera de Pakistán II.....	62
Tabla 8. CBR-Cantera de Pakistán II	63
Tabla 9. Desgaste de los Ángeles-Cantera de Pakistán II.....	64
Tabla 10. Resumen de propiedades físicas y mecánicas cantera Pakistán II.....	65
Tabla 11. Análisis granulométrico cantera Canaán.....	66
Tabla 12. Limite liquido Según MTC-Cantera de Canaán.....	67
Tabla 13. Índice Plástico Según MTC-Cantera Canaán	68
Tabla 14. Proctor modificado-Cantera Canaán	69
Tabla 15. CBR-Cantera de Canaán.....	70
Tabla 16. Desgaste de los Ángeles-Cantera Canaán	71
Tabla 17. Resumen de propiedades físicas y mecánicas cantera Canaán	72
Tabla 18. Análisis granulométrico cantera Tunuya	73
Tabla 19. Limite liquido Según MTC-Cantera Tunuya	74
Tabla 20. Índice Plástico -Cantera Tunuya	75
Tabla 21. Proctor modificado-Cantera Tunuya.....	76
Tabla 22. CBR-Cantera de Tunuya	77
Tabla 23. Desgaste de los Ángeles-Cantera Tunuya.....	78
Tabla 24. Resumen de propiedades físicas y mecánicas cantera Tunuya.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista panorámica de canteras en investigación	53
Figura 2. Toma de muestra cantera Tunuya.....	56
Figura 3. Toma de muestra cantera Pakistán II	57
Figura 4. Toma de muestra cantera Canaán	57
Figura 5. Tabulación de resultados de la cantera Pakistán II	58
Figura 6. Curva granulométrica Pakistán II.....	59
Figura 7. Límite Liquido Cantera de Pakistán II	60
Figura 8. Índice de Plástico Cantera de Pakistán II	61
Figura 9. Gráfico Proctor Modificado Cantera Pakistán II.....	62
Figura 10. Capacidad de soporte del suelo Cantera Pakistán II	63
Figura 11. Grafica de los ángeles cantera Pakistán II	64
Figura 12. Tabulación de resultados de la cantera Canaán	66
Figura 13. Curva granulométrica Canaán	67
Figura 14. Límite Liquido Cantera de Canaán	68
Figura 15. Índice de Plástico Cantera Canaán	69
Figura 16. Grafico del Proctor Modificado Cantera Canaán	70
Figura 17. Capacidad de soporte del suelo Cantera Canaán.....	71
Figura 18. Grafica de los ángeles cantera Canaán	72
Figura 19. Tabulación de resultados de la cantera Tunuya.....	73
Figura 13. Curva granulométrica Cantera Tunuya.....	74
Figura 21. Límite Liquido Cantera de Tunuya.....	75
Figura 22. Índice de Plástico Cantera Tunuya	76
Figura 23. Grafico del Proctor Modificado Cantera Tunuya.....	77

Figura 24. Capacidad de soporte del suelo Cantera Tunuya 78

Figura 25. Grafica de los ángeles cantera Tunuya 79

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y Fundamentación del problema

En el Perú hay un número indefinido de canteras que producen materiales para la construcción; sin embargo, estos agregados no aseguran que sean idóneos para una determinada obra. Estas canteras en su mayoría producen arena fina, arena gruesa, piedra chancada y agregado global (hormigón o canto rodado) que es adquirida por un usuario directo para emplearlo en una construcción informal, con la intención de ahorrar; pero al final se produce un producto sin garantía. Por otra parte, en la construcción de afirmados normalmente se usa materiales granulares procedentes de excavaciones, canteras de río, canteras de cerro o escorias metálicas y cuando se tiene que obtener el material óptimo para el afirmado en muchas de las ocasiones no cumplen con los requisitos de calidad mínimo que se exige para un afirmado, entonces se tiene que buscar soluciones en campo combinando material de canteras con diferentes características buscando el óptimo.

Según la información registrada en el Ministerio de Energía y Minas - REINFO, en el Departamento de Ucayali se encuentran 93 mineros informales, de las cuales 44 se encuentran en la Provincia de Coronel Portillo y 46 en la Provincia de Padre Abad.

En el diagnóstico de situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, publicada en enero del 2020; en el país, la Red Vial Departamental pavimentada (RVD) abarca alrededor de 27,505.6 Km (Con proyección a ser 32,199.0 Km), la Red Vial Departamental pavimentada (asfaltada) asciende a 3,623.1 km (13% del total de la RVD). Respecto a las vías no pavimentadas estas ascienden a 23,882.5 Km (87 % del total de la RVD). La Red vial vecinal (RVV) abarca alrededor de 113,792.7 Km (Registradas y No Registradas), con proyección a ser 113,933.1 Km de la longitud total de la red. El 1.7 % es pavimentada y 98.3 % es no pavimentada.

Según el D.S.011-2016-MTC, la provincia de Coronel Portillo se evidencia que cuenta con la mayor longitud de kilómetros; sin embargo, no existe continuidad en los trabajos de afirmados durante los meses de noviembre a febrero por ser meses donde se producen lluvias continuas las cuales ocasionan el incremento del nivel de los ríos, generando el problema de que las canteras de donde se extrae los agregados que se ubican en los márgenes de los ríos desaparezcan y sea imposible contar con los agregados gruesos indispensables en la construcción tradicional de los afirmados en esta zona de la selva, lo que motiva a encontrar una alternativa en materiales para sustituir la escasez del agregado grueso.

En la Ciudad de Pucallpa, las canteras más utilizadas son las de río, las cuales están ubicados en el distrito de Padre Abad, distrito de Curimaná y distrito de Nueva Requena; las cuales son difíciles de extraer los materiales (agregado gruesos) de éstas, desde los meses de noviembre a febrero, por lo que se pretende conocer si el agregado de cerro ubicadas en el distrito de Nueva Requena puede reemplazar al agregado de río en la construcción de afirmados, caso contrario plantear una combinación mecánica de agregados existentes en los meses de invierno para la construcción de afirmados.

En Pucallpa, las canteras más utilizadas para los caminos no pavimentados son las de río, y en tiempos de invierno por escases de estos, se emplean las canteras de cerros; sin embargo, en esta investigación se buscará definir si las canteras PAKISTAN II, SAN JOSE DE TUNUYA Y CANAAN ubicadas en el distrito de Nueva Requena, son idóneas según sus propiedades y origen para ser considerados como material granular en carreteras no pavimentadas (afirmados) que son utilizadas en caminos vecinales, trochas carrozables y en obras de mantenimiento periódico y rutinario.

Es por ello que se presenta el proyecto titulado: "Evaluación de las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa".

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Las Propiedades físicas y Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, permitirán utilizarlas como material de afirmado en vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa?

1.2.2. Problemas específicos

¿Las Propiedades físicas del agregado de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, cumplirán con los parámetros para vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en la ciudad de Pucallpa?

¿Las Propiedades mecánicas del agregado de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, cumplirán con los parámetros para vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en la ciudad de Pucallpa?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar las Propiedades físicas y Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena como material de afirmado de vías no pavimentadas

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar las Propiedades físicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena y compararlas con los parámetros para carreteras no pavimentadas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Determinar las Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena y compararlas con los parámetros para carreteras no pavimentadas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

1.4. Justificación e importancia

Justificación práctica

En la investigación se ha realizado la “Evaluación de las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa”, se buscará evaluar las propiedades del agregado de cerro para verificar si cumplen con los parámetros técnicos requeridas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones para ser empleado como material de afirmado en vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa.

Asimismo, se justifica en la práctica, ya que la solución permitirá contar con información precisa de qué cantera o la combinación de que canteras brindará un material granular con una superficie uniforme de textura adecuada, resistente a la acción del tráfico, intemperismo y de otros agentes nocivos, lo que haría posible el tránsito fluido de vehículos con la seguridad, confort y economía en vías o carreteras no pavimentadas.

Importancia metodológica

La investigación que se realizó, permitirá tener una alternativa en la elección del material granular o la cantera adecuada para proyectos de afirmados y que cumplan con las propiedades físico y propiedades mecánicas del agregado que estipula el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

De los usuarios, clientes y beneficiarios

Los usuarios serán los estudiantes que desarrollen estudios complementarios en vías y/o carreteras, así como para material drenante que se utilizan en vías asfaltadas; también, serán usuarios las instituciones públicas y/o privadas que estén relacionadas a la ejecución de estos proyectos.

Los clientes serán las empresas ejecutoras de proyectos en vías de tercera clase ya que ellos pueden interesarse en aplicar el estudio a fin de evitar retrasos en sus obras y acelerar la ejecución de las mismas.

Los beneficiarios serán las poblaciones que cuenten con vías y/o carreteras no pavimentadas.

Importancia o propósito

El propósito de esta investigación fue en evaluar los distintos materiales de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, para la construcción de vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa; además, en épocas de invierno será muy beneficioso porque se dificulta acceder al material granular de río por la creciente del nivel de éste; la cual será una gran alternativa en la ejecución de afirmados o vías no pavimentadas.

1.5. Limitaciones y alcances

1.5.1. Limitaciones

En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- Escasez bibliográfica sobre el tema a investigar sobre las canteras de cerros en la ciudad e Pucallpa.

1.5.2. Alcances

Establecer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras de cerro ubicadas en el distrito de Nueva Requena y conocer si estas propiedades permiten emplearlo como material de afirmado para vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa, dependerá el acceder a cada cantera para la extracción de las muestras, pues muchas éstas son propiedad de terceros(caseríos) y son reacios a permitir ingresar para temas de investigación.

Las canteras estudiadas fueron: cantera Canaán, cantera San José de Tunuya y cantera Pakistán II; por ser accesibles y contar con una vía de acceso transitble, y sobre todo por ser nueva en el estudio de las canteras

del distrito de Nueva Requena; pues por las obras que se desarrollan en el área del distrito y por las lluvias que caen en la zona, algún ingreso a otras canteras es muy complicado y sobre todo por estar ubicadas en áreas restringidas.

Con relación a los ensayos requeridos, la situación actual a la que vivimos y considerando los costos elevados actuales de los ensayos que estos conllevan, se ha efectuado los ensayos necesarios para determinar las propiedades de estas canteras como material para afirmado en vías no pavimentadas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Todas las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena cumplen con los parámetros del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y puede ser utilizadas como material de afirmado en vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa.

1.6.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Las Propiedades físicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena cumplirán todos los parámetros para afirmado en vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Hipótesis específica 2

Las Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena cumplirán todos los parámetros para afirmado en vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

1.7. Sistema de variables dimensiones e indicadores

1.7.1. *Variable independiente*

Canteras de cerro del distrito de Nueva Requena.

1.7.2. *Variable dependiente*

Vía no pavimentada (afirmado)

1.7.3. *Variable interviniente*

Canteras: Canaán, San José de Tunuya y cantera de Pakistán II

1.8. Definición operacional de variable

Tabla 1.Dimensiones e indicadores de las variables

Título: “Evaluación de las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa”

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR (sub dimensiones)	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	VALOR FINAL	INSTRUMENTO
<u>Independiente.</u>	Operacionalmente las características del agregado de las canteras se verificarán con:	Propiedades Físicas	Análisis Granulométrico	gr	Cuantitativa	Intervalo Continua	100%, 77%, 48.4%, 41.9%, 38.8%, 30.7%, 6.9%	Tamiz
			Límite de Consistencia	%	Cuantitativa	Intervalo Continua	22.59	
			Proctor Modificado	gr/cm ³	Cuantitativa	Intervalo Continua	2.154	
	Canteras de cerro del distrito de Nueva Requena	Propiedades Mecánicas	Abrasion Los Angeles	Los %	Cuantitativa	Intervalo Continua	37.65	Máquina de los Ángeles
			CBR	%	Cuantitativa	Intervalo Continua	78.83	Curva de Penetración
			Análisis Granulométrico	gr	Cuantitativa	Intervalo Continua	100%, 77%, 48.4%, 41.9%, 38.8%, 30.7%, 6.9%	Tamiz
<u>Dependiente.</u>	Operacionalmente se obtendrá una estructura granular donde se evaluará las:	Propiedades Físicas	Límite de Consistencia	%	Cuantitativa	Intervalo Continua	22.59	Curva de Flujo (Diagrama de Fluidez)
			Proctor Modificado	gr/cm ³	Cuantitativa	Intervalo Continua	2.154	Curva de Compactación
	Vía no pavimentada	Propiedades Mecánicas	Abrasion Los Angeles	Los %	Cuantitativa	Intervalo Continua	37.65	Máquina de los Ángeles
			CBR	%	Cuantitativa	Intervalo Continua	78.83	Curva de Penetración

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes en el contexto internacional*

La tesis realizada por **Ferreira y Torres (2014)**, titulada “Caracterización física de agregados pétreos para concretos casos: vista hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo)”, presentada en la Universidad Católica de Colombia para obtener el Título de Ingeniero Civil, llegan a las siguientes conclusiones:

Las propiedades físicas que presentan las muestras analizadas de la cantera Vista Hermosa (Mosquera). Revelan que el agregado grueso presenta una gradación que permite una manejabilidad adecuada, al tener un alto porcentaje que pasa el tamiz 200, presenta contaminación lo que aísla la partícula de cemento.

Se presenta un desgaste en la maquina micro-deval mayor al 30% lo cual muestra que no tiene una buena resistencia a la abrasión y durabilidad de las gravas en presencia de agua.

La caracterización física de la Mina Cemex (Apulo). La granulometría al no presentar exceso de finos ni gruesos permite una uniformidad en cada material, Con un bajo porcentaje de muestra que pasa tamiz 200, este agregado se comporta de manera favorable permitiendo adherencia. (**p. 44**)

La investigación que se menciona es de tipo aplicada, el nivel es descriptivo y experimental ya que hay manipulación de variables. Esta tesis planteó analizar las propiedades de materiales los agregados de dos canteras para el diseño de concreto; al realizar la comparación de los resultados de los ensayos realizados a las muestras de las dos canteras, se observa una diferencia en sus propiedades físicas, las cuales son fundamentales para determinar la calidad del agregado. Se hace mención que un factor determinante para la variación de las propiedades

físicas de las muestras es su petrografía de origen, porque esta afecta directamente su composición.

La tesis realizada por **Chavarro y Molina (2015)**, titulada “Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito”, presentada en la Universidad Católica de Colombia para obtener la Especialización en Ingeniería de Pavimentos, llega a las siguientes conclusiones:

Las soluciones de pavimentación de vías de bajos volúmenes de tránsito están clasificadas, de acuerdo con sus características y con el grado de conocimiento en su aplicación y nivel de uso a nivel mundial, en tres grandes grupos así: Tecnologías universales, innovadoras y experimentales, siendo las primeras las de mayor aplicación y conocimiento desarrollado en cuanto a su aplicación y métodos de construcción; las innovadoras las que se encuentran en estudio, pero su aplicación aún es limitada, y las últimas o experimentales, las alternativas que no se han explorado ni aplicado sino en forma limitada.

Dentro de los tres grupos de soluciones, se encontraron más de 30 alternativas, las cuales se dividen a su vez en dos tipos, dependiendo su objetivo funcional o estructural, es decir son de tipo funcional cuando su objeto es el de corregir problemas o defectos de la superficie de rodamiento, como la producción de polvo, o la rugosidad, y estructurales, cuando lo que buscan es un refuerzo en la capacidad de soporte de cargas de tránsito sobre la vía. Dentro del tipo funcional, se encuentran aproximadamente trece alternativas, entre tratamientos superficiales y supresores de polvo; en cuanto al tipo estructural se encuentran 17 alternativas que contemplan la estabilización de suelos, o la adición de capas estructurales, con materiales asfálticos, hormigones o adoquín.

Aunque pueden existir infinidad de razones para su ejecución, la escogencia del tipo de técnica de mejoramiento debe responder al tipo de problema que se quiere solucionar (funcional o estructural). Es importante resaltar que la técnica utilizada o la combinación de éstas, debe solucionar la problemática de movilidad en su totalidad; en otras palabras, de nada sirve que exista capacidad estructural si no se garantiza la funcionalidad deseada en el camino. **(p. 99)**

La investigación que se menciona es de tipo aplicada y nivel descriptivo, relacional y explicativo. Esta tesis hace mención que, para la elección de la alternativa de mejoramiento, se debe tener en cuenta no solo los aspectos económicos, sino sociales, por esto se ha venido desarrollando en los países en vía de crecimiento, la metodología DAO que involucra no solo el tránsito, sino todos los elementos ambientales, económicos técnicos y sociales. En Colombia hay una creciente tendencia hacia la investigación de nuevas técnicas para el mejoramiento de las vías de VBVT, éstas van desde la caracterización de suelos y materiales disponibles en cada región del país, hasta la fabricación de productos enzimáticos o polímeros y estabilizaciones químicas y tratamientos para suelos de características poco deseables en la construcción vial.

La tesis realizada por **Malaver y Tafur (2018)**, titulada “Lineamientos básicos para la clasificación de suelos tropicales en Colombia orientado a pavimentos”, presentada en la Universidad Católica de Colombia para obtener la Especialización en Ingeniería de Pavimentos, llega a las siguientes conclusiones;

A partir del análisis del material bibliográfico sobre la metodología MCT, se pretende brindar un apoyo teórico respecto a los suelos tropicales o lateríticos que se encuentran en la Amazonía Colombiana, con el fin de poder clasificarlos adecuadamente y poder determinar con mayor precisión las

propiedades geotécnicas de estos suelos y emitir algunas recomendaciones para su uso en pavimentos.

La clasificación de los suelos con uso de la Metodología MCT fue desarrollada especialmente para el estudio de suelos tropicales y está basada en propiedades mecánicas e hídricas obtenidas de muestras de prueba compactados de dimensiones reducidas.

Esta clasificación de suelos de la metodología MCT, no utiliza la granulometría, el límite de liquidez y el índice de plasticidad, como ocurre en el caso de las clasificaciones geotécnicas tradicionales. Separa los suelos tropicales en dos grandes clases: los de comportamiento laterítico y los de comportamiento no laterítico, y permite diferenciar características como la naturaleza, composición y micro estructura de los suelos tropicales, que los sistemas tradicionales no lo permiten. (**p. 83**)

La investigación que se menciona es de tipo aplicada y nivel descriptivo, relacional y explicativo. Esta tesis hace mención que, para clasificar los suelos lateríticos y saprolíticos, a través de la Metodología MCT, se utiliza un gráfico, en el cual la línea discontinua separa los suelos de comportamiento laterítico de los de comportamiento no laterítico. En Colombia no se encuentran los equipos necesarios para realizar estos ensayos, siendo Brasil el país que más ha desarrollado esta metodología y cuenta con Normatividad para ello a través de la MT-DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Esta investigación comunica que los métodos no tradicionales de estructuración de pavimentos de la normativa brasilera fueron desarrollados a partir de los ensayos miniatura, con resultados obtenidos en dichos ensayos con parámetros necesarios en la estructuración de pavimentos. Estos métodos permiten el aprovechamiento del material propio de las zonas tropicales para la conformación de la sub rasante y

capas del pavimento, contribuyendo con la reducción de transporte de material de préstamo desde zonas alejadas y reducción del impacto ambiental durante la ejecución de los proyectos viales.

2.1.2. Antecedentes en el contexto nacional

La tesis realizada por **Figueroa y Mamani (2019)**, titulada “Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales”, presentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para que obtengan el Título de Ingeniero Civil, llegan a las siguientes conclusiones:

La granulometría del material cumple los requerimientos del MTC siempre y cuando se tenga presente una relación de 9:1 de escoria negra y agregado fino.

El manual establecido por el MTC pide un máximo de 35% de la consistencia de límite líquido del material a ensayar, la escoria negra no presenta límite líquido ni plástico debido a que esta se cierra con una mínima cantidad de golpes en la copa de Casagrande, incluso al ser sobresaturada.

El MTC no pide que se realice el ensayo de Proctor Modificado, pero este es necesario para calcular la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo del material, se obtuvieron los resultados de 1.924 gr/cm³ y 9.2% respectivamente.

Con respecto al ensayo de densidad el MTC pide un nivel de compactación no menor del 85% y en promedio las escorias negras presentan un 87.09% de compactación, lo que está dentro de lo establecido para carreteras afirmadas.

El ensayo de Valor de impacto al agregado busca que el desgaste máximo el material a ensayar sea del 50%, las escorias negras presentan un desgaste máximo de 18.04%.

El ensayo de CBR busca determinar un índice de resistencia del material a ensayar, la norma presentada por el MTC E 132 busca un CBR (100% M.D.S.) 0.1" con un mínimo del 40%, la escoria negra presenta 49.3%, 49.7%, 51.1% en las muestras 1, 2 y 3 respectivamente con un promedio de 50.03%. (**p. 174**)

La investigación realizada es de tipo aplicada, y el nivel es descriptiva, en la cual se analizaron las propiedades del EAFS según los requisitos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, donde se obtuvo buenos resultados y espesores para afirmados de 10.16 cm y 11.15 cm, tomándose un valor de 15 cm de base según los requerimientos mínimos de los manuales de carreteras no pavimentadas del MTC. Con estos datos se podría tener una alternativa para sustituir el agregado grueso que en época de invierno no se puede acceder en Pucallpa, pero tomando en cuenta si sería factible económicoamente.

La tesis realizada por **Andagua y Ramos (2018)**, titulada “Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la región Lima-Provincias”, presentada en la Universidad Ricardo Palma para obtener el Título de Ingeniero Civil, llegan a las siguientes conclusiones:

Se propone el método USACE como un estándar para la región Lima provincias con previa calibración. El método USACE y NAASRA (MTC) se relacionan por tener el mismo origen de diseño que es el método CBR.

Los métodos USACE y AASHTO consideran el principio de ahuellamiento en la superficie de rodadura, en tanto que los métodos CBR,

PELTIER, TRRL, AUSTROADS y NAASRA (MTC) la consideran a nivel de subrasante. El principio de pérdida de agregados, siguiendo el mantenimiento periódico cada 4 años; requiere adicionar a los métodos USACE, AASHTO y NAASRA (MTC) un espesor de material con características de superficie de rodadura de 10 cm o 4" lo que contribuye a minimizar el ahueamiento en general de 2" en el cuarto año de la vida útil.

Los métodos de diseño USACE, AASHTO, TRRL, AUSTROADS y NAASRA (MTC) consideran la variable tráfico a partir de ejes equivalentes, mientras tanto los métodos CBR y PELTIER la consideran mediante la carga por rueda y el número de vehículos. La variable clima del método AASHTO no es utilizado en los métodos CBR, USACE, PELTIER, TRRL, AUSTROADS y NAASRA (MTC) por lo cual la mayoría de los métodos son similares entre sí. La variable suelo mediante la unidad del valor de soporte relativo (CBR) de la subrasante coincide en todos los métodos. La variable afirmada de los métodos USACE, AASHTO, NAASRA (MTC) son parcialmente similares debido a que las bandas granulométricas son similares entre sí; mientras que, el valor de soporte relativo (CBR) en la colocación del espesor estructural durante la construcción son diferentes.

El método que mejor se ajusta a la región Lima provincias es el método USACE por considerar capa estructural de material selecto con $CBR < 20\%$ y subbase $20\% < CBR < 50\%$, asimismo, considera que para obras de carácter permanente se necesita de un mantenimiento periódico de la superficie con reposición de material de superficie de rodadura. (**p. 244**)

La investigación realizada es de tipo aplicada, y el nivel es exploratoria, descriptiva, explicativa y correlacional que pretendió determinar el método de diseño adecuado de afirmado y su relación con el método NAASRA (MTC) para proponer

un diseño estándar para la región Lima. Esta investigación tiene relación con lo que se platea, pues se busca una solución que pueda sustituir el material tradicional y con el diseño convencional para la construcción de afirmados en época de invierno. Como se hace mención en la investigación se debería mejorar las tablas de región climática para poder emplear el método AASHTO.

La tesis realizada por Mendez (2018), titulada “Optimización de Afirmado para Pavimentación, de las Canteras “Elías” y “Dulong” adicionándole Cal”, presentada en la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

Al comparar la adición a las canteras de Elías y Dulong de 1.5%, 2.0%, 2.5% y 3.0% de cal nos demuestra que al adicionarle el aglomerante la resistencia del afirmado mejora según la adición adecuada para cada cantera, en la cual de la cantera Elías su proporción optima al 100% es de 2.0% y de la cantera de Dulong al 100% es de 2.5%. 47

El afirmado de la cantera de Elías en estado natural nos muestra un CBR al 100% de 74.58 % en la cual es muy bajo con lo que no llega a cumplir con la norma CE O10 pavimentos urbanos y en el afirmado optimizado con cal es de 2.0% con un CBR al 100% de 88.57% donde llega a mejorar la calidad del afirmado. El afirmado de la cantera de Dulong en estado natural nos muestra un CBR al 100% de 76.30% siendo esto no llega a cumplir con la norma CE O10 pavimentos urbanos y en el afirmado optimizado con cal es de 2.5% con un CBR al 100% de 86.79% en la cual llegamos a la conclusión que la cal mejora al afirmado de las canteras mencionadas.

Como última conclusión demostramos que es mejor adicionarle cal al afirmado ya que reduce tiempo en obra, ya que se trabajaría con un parámetro ya dado y cumpliendo con la norma CE 010 de pavimentos urbanos en el

costo sería para la cantera de Elías de S/. 36 por m³ y para la cantera de Dulong es de S. / 37 por m³ para mejorarlo con Cal y así obtener mejor material de préstamo. (**p. 47**)

Este trabajo de investigación es de tipo aplicada y nivel relacional y comparativa, ya que se trabaja con el material para mejorar la resistencia del afirmado adicionando porcentaje de cal, haciendo cumplir con la norma CE 010 de pavimentos urbanos. Con esta investigación se puede plantear que si el material de cerro no cumple con los requisitos mínimos que considera el MTC se podría combinarlo en proporciones adecuadas con cal para cumplir las condiciones.

La tesis realizada por **Atiquipa y Rosalino (2018)**, titulada “Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su servicialidad”, presentada en la Universidad Ricardo Palma para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

La principal conclusión que obtuvimos es que no se presenta una igualdad con lo ya establecido por los manuales, porque en cuanto a la definición de los tipos de superficie de la rodadura, hay diferencias en una con otras normas, ya sean en las terminologías usadas o como también en su clasificación.

Los manuales según la MTC se contradicen, ya que uno solo considera a las vías de tipo no pavimentadas formadas por agregados naturales pétreos que provienen de canteras, es decir los afirmados, mientras que en el segundo manual solo mencionan al de tipo naturales, afirmados que contienen las gravas naturales, con las homogenizadas y con las superficies ya estabilizadas, y otros en general.

La metodología de tipo visual utilizada en el MTC, en la etapa de proceso del para ser llenado el inventario, califica el nivel de condición de una vía afirmada, pero no una carretera que este conformada de tierra, lo que creara un vacío para la calificación del nivel de condición de la vía a inventariar. (**p. 80**)

La investigación realizada es de tipo aplicada, y el nivel es descriptiva; la cual busca proponer los parámetros de calidad del afirmado en las carreteras no pavimentadas según la Norma MTC, la cual concluye que existe mucha diferencia entre las distintas normas que tratan el tema de afirmados como la AASHTO, MTC, URCI, Sudafricano y Australiano. Con la información que nos brinda la tesis se puede relacionar el tema que se pretende investigar, comparándola con las distintas normas que existen en el país y encontrar una alternativa de solución en la construcción de afirmados con los agregados que se pueda tener accesible en época de invierno.

La tesis realizada por **De la Cruz (2018)**, titulada “Implementación De La Metodología Mini Compactación Tropical Para Usos Viales En Suelos Tropicales”, presentada en la Universidad Peruana Los Andes para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones;

Con esta metodología que se aplicó a los suelos tropicales obtenidas de las canteras, no pudo ser optimizada porque su identificación es suelo soprolítico, tanto en la vía de Tropezón como en la vía de Infierno.

Se desarrolló la implementación ejecutando cada uno de los ensayos, los instrumentos y accesorios fabricados respetando las normas actualizadas DER-SP siendo aplicado para usos viales en suelos tropicales, en la red vecinal de “Tropezón” y red vecinal de “Infierno”.

La metodología tradicional geotécnica ha sido complementada con la clasificación MCT, en los suelos tropicales de la red vecinal “Tropezón” y red vecinal de “Infierno”.

La clasificación geotécnica requiere de los ensayos Mini-MCV y pérdida de masa por inmersión obteniéndose la granulometría c' y el índice de laterización e' localizando por coordenadas en la carta de clasificación MCT e identificando el tipo de suelo para usos viales en suelos tropicales, en la red vial de “Tropezón” y red vecinal “Infierno”. (**p. 245**)

La investigación descrita es de tipo aplicada, el nivel de investigación es descriptivo – explicativo. La investigación hace referencia a la implementación de una metodología para suelos como el de la selva peruana, similar a la que se encuentra en Brasil y que el método que se emplea para el diseño de pavimento es el MCT, el cual tiene referencia al tema que se propone investigar. Con la metodología que se describe en la investigación se podría proponer para los diseños futuros de afirmados tomando en cuenta las características del suelo de Pucallpa y así se podría obviar el material granular en los meses de invierno. Pero se tendría que profundizar al respecto con más estudios en la zona que se pretende empelar el material de cerro.

La tesis realizada por **Avalos y Espejo (2019)**, titulada “Influencia de la combinación de los agregados de cerro y río en la capacidad de soporte de afirmado – 2019”, presentada en la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título de Ingeniero Civil, llegan a las siguientes conclusiones:

El estudio de Suelos de las Canteras de Cerro, Rio y sus dio como resultado a través del método SUCS para la Cantera de Cerro, la combinación de 75% - 25% respectivamente y la combinación de 50% - 50%, es Grava mal graduada con limo y arena, y la cantera de Rio y la combinación de 25% - 75% es Grava bien graduada con limo y arena; asimismo por el método

AASTHO que la cantera de Cerro, Rio y los tres tipos de combinaciones el resultado sale que son fragmentos de roca, grava y arena/ excelente a bueno y sus límites de consistencia todos cumplen con los parámetros del manual de carreteras EG-2013 para un diseño de afirmado, menos el índice de plasticidad que es menor que 4% lo cual es ligera plasticidad, en parámetros según el manual no cumplen el requisito en IP.

El ensayo realizado de CBR de la combinación de las canteras de Cerro y Rio en una proporción de 75% - 25% respectivamente dio como resultado de 65.21% al ensayo del 100% de CBR y 57.15% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.

El ensayo realizado de CBR de la combinación de las canteras de Cerro y Rio en una proporción de 50% - 50% respectivamente dio como resultado de 74.48% al ensayo del 100% de CBR y 66.85% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.

El ensayo realizado de CBR de la combinación de las canteras de Cerro y Rio en una proporción de 25% - 75% respectivamente dio como resultado de 87.99% al ensayo del 100% de CBR y 71.18% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.

La comparación de los tres ensayos de CBR de las combinaciones de canteras de Cerro y Rio en las proporciones de 25% - 75%, 50% - 50% y 75% - 25% respectivamente para saber cuál es el que tiene mejor CBR donde su resultado es la proporción de 75% de rio y 25% de rio con un CBR de 87.99% al ensayo del 100% de CBR y 71.18% al ensayo del 95% de CBR, los cual si

cumplen con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.

La Investigación Realizada donde su resultado nos dicen que la combinación de los Agregados de Cerro y Río influyen en la Capacidad de Soporte de un Afirmado porque aumenta el CBR que es la carga unitaria correspondiente a 0.1" y 0.2" expresadas en porciento en su respectivo valor estándar. (**p. 35**)

El estudio desarrollado por los autores busca comprobar la influencia de la combinación de agregados de cerro y de rio en la capacidad de soporte de un afirmado, por lo que utiliza el agregado de cerro extraído de la cantera "Yanasara" y material de rio extraído de la cantera "Quebrada del Diablo; con ambos materiales se realizaron 3 combinaciones en las siguientes proporciones: 75%/25%, 50%/50%, 25%/75%. Los resultados mostraron que la mejor proporción es 25% del agregado de rio y 75% del agregado de cerro brindan un CBR de 87.99% al 100% y 71.18% al 95% de CBR.

El tema que se muestra tiene relación a la investigación que se está desarrollando, pues se estudia el empleo de material de cerro y de rio como material de afirmado de vías no pavimentadas. La investigación según su enfoque es cuantitativa, según su finalidad predictivo, según el nivel es experimental, según su temporalidad es longitudinal.

La tesis realizada por **Montes (2018)**, titulada "Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado de la Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Vecinal Alto Cuñumbuza – Puerto Bermúdez Tramo Km 0+000 – Km 9+000, L=9.00 Km, Provincia de Mariscal Cáceres y Bellavista, Región San Martin", presentada en la Universidad Nacional de San Martin para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

El material suelto arcillo arenoso presente a lo largo del tramo de la carretera vecinal, al saturarse con agua producto de las precipitaciones pluviales se convierte en un lodo, haciendo intransitable ciertos tramos, por lo que se requiere obras de subdrenaje (pedraplen), con lo que se evitaría la acumulación de dicho elemento.

Se determinó según el manual para estudio de tráfico vehicular 2 factores de corrección en el mes de enero, el equivalente para vehículos ligeros igual a 1.178276 y para vehículos pesados 1.100681, determinados para el tramo Moyabamba – Tarapoto.

La capacidad de soporte de los suelos existentes, presentan valores considerados como malos y regulares, con los cuales se han determinado el valor del CBR de diseño; que para este caso se ha considerado en valor promedio, que corresponde a un valor de 9.19%.**(p. 75)**

La investigación es de tipo aplicada, el nivel es descriptivo; esta investigación hace referencia que se debe tener en cuenta todos los controles correspondientes a la calidad de los materiales y, los procesos constructivos deben ser los correspondientes al Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico del MTC. Los resultados evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y diseños correspondientes el espesor del pavimento a nivel de afirmado del camino vecinal estudiado. Esta información es una guía de las consideraciones que se debe tener en cuenta para la construcción o planteamiento de afirmados en zonas lluviosas y sobre todo donde el material predominante son las arcillas (CL).

La tesis realizada por **Rojas (2019)**, titulada “Ensayo de Geelong modificado para la evaluación de la erosión por lluvias a nivel de afirmado, tratado con cemento, cal y emulsión en la carretera departamento Hv 109, Huancavelica 2018”, presentada en la Universidad Continental para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

Según lo experimentado a través de los ensayos de CBR y Geelong, en las distintas combinaciones de material grueso y material fino, expresados en las siguientes proporciones 100-0; 95-5; 90-10; 85-15; 80-20; 75-25; 70-30; 65-35; 60-40; 55-45; 50-50, el CBR óptimo se obtiene al combinar 75% de material granular y 25% de Material fino, resultando el punto más alto en un porcentaje de 48.1% al 100% de Máxima densidad seca a 1” de penetración, cumpliendo con las especificaciones técnicas para afirmado del MTC; es decir a medida que se va incrementando el material fino el CBR tiende a incrementarse hasta un tope y luego baja; de igual forma la pérdida de material de afirmado causada por el chorro de agua (Ensayo de Geelong Modificado) sigue un comportamiento similar, ya que el afirmado al tener mucho o poco fino no logra una compactación óptima.

Según lo experimentado a través de los ensayos de CBR y Geelong, en la combinación óptima de material grueso y material fino más porcentajes de cemento en las siguientes proporciones: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1,0; se obtiene que a medida que se aumenta la dosificación tiene un mayor valor de CBR y el porcentaje de pérdida de peso del material de afirmado (Ensayo de Geelong) es menor, lo cual quiere decir que este afirmado tratado es más resistente a la erosión causada por el agua.

Según lo experimentado a través de los ensayos de CBR y Geelong, en la combinación óptima de material grueso y material fino más porcentajes

de cal en las siguientes proporciones: 0,5; 0,8; 1,1; 1,4 y 1,7; se obtiene datos similares a los del cemento, pues a mayor dosificación el valor de CBR aumenta y el porcentaje de pérdida de peso del material de afirmado (Ensayo de Geelong) es menor, lo cual indica que este afirmado tratado es muy resistente a la erosión causada por el agua. (**p. 136**)

La investigación que se menciona es tipo aplicativa y es de nivel comparativo – explicativo. Esta investigación recomienda realizar la evaluación a nivel de afirmado para suelos que estén dentro de la granulometría tipo A-2, C, D, E y F para así determinar que tratamientos químicos son más favorables para estos tipos de suelos; además, el estudio describe que se tome en cuenta la inclusión de un ensayo en la norma peruana que mida la erosión por agua (lluvia) como lo es el Ensayo de Geelong Modificado pues se debe tener en cuenta que la lluvia es uno de los factores que mayor daño causa a los pavimentos a nivel de afirmado. La investigación recomienda analizar los factores climatológicos de la zona donde se va a colocar el pavimento a nivel de afirmado, sobre todo el Estudio de lluvias. La información que se brinda es muy transcendental porque incluye un tema muy importante que se debería tener en el diseño y construcción de afirmados en la selva peruana ya que las lluvias es la principal causa del deterioro de estas.

La tesis realizada por **Requiz (2018)**, titulada “Aplicación de la metodología MCT en estudio de suelos tropicales con fines de pavimentación en la selva baja del Perú. Caso: caminos vecinales de Madre de Dios”, presentada en la Universidad Nacional Federico Villareal para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones;

Los ensayos miniatura, a diferencia de los ensayos tradicionales, presentan ventajas técnicas debido al empleo de criterios específicos para conocer las características intrínsecas y comportamiento geotécnico de los suelos

tropicales. A la vez, su ejecución es más precisa por el diseño adecuado de los equipos y el empleo de menor energía del operador.

La cantidad de suelo y el tiempo de ejecución empleado en los ensayos miniatura son respectivamente el 14% y 94%, correspondiente a lo empleado en los ensayos tradicionales, lo cual indica la reducción en los costos de ensayos y transporte de muestras de suelo desde el punto de extracción hasta el laboratorio.

Los resultados de los ensayos miniatura son una alternativa en la estructuración de pavimentos mediante el método AASHTO 93, debido a que los espesores de pavimentos obtenidos difieren hasta 8.4% con los obtenidos a partir de los ensayos tradicionales.

El empleo de la metodología MCT, a diferencia de la metodología tradicional, genera ventajas técnicas, económicas y ecológicas en el estudio de suelos tropicales para la conformación de pavimentos con materiales propios de la selva. Por lo tanto, la incidencia de la metodología MCT en el estudio de suelos tropicales con fines de pavimentación es significativamente positiva. (**p. 71**)

La investigación es tipo aplicada y nivel descriptivo, relacional y explicativo. Esta investigación propone la metodología MCT para estudio de suelos tropicales debido a que involucra ensayos de caracterización, compactación y evaluación del comportamiento mecánico e hidrogeológico de los suelos, útiles para determinar los parámetros de suelos que exige el método SAFL, de origen brasílico, para el aprovechamiento del material propio de las zonas tropicales en estructuración de pavimentos. Además, sugiere realizar ensayos miniatura con diferentes tipos de suelos tropicales y repetidas veces para verificar la precisión de los resultados e identificar alguna deficiencia en el diseño de los equipos. Este método sería muy útil

poder profundizar y emplear en el diseño de pavimentos y afirmados en Ucayali, y ver los resultados que brinda frente al método AASHTO 93.

2.1.3. Antecedentes en el contexto local

La tesis realizada por **Arce (2019)**, titulada “Optimización del diseño de afirmado convencional para la carretera la esperanza –Malconga con el uso de la mezcla del agregado de cerro (cantera san Andrés) con el agregado de rio (cantera la Despensa) – 2019”, presentada en la Universidad de Huánuco para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

Al caracterizar las propiedades físico-mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de rio (Cantera la Despensa), se puede concluir que el agregado de cerro no cumple con los parámetros que se exige normativamente, presentándose problemas con el porcentaje de material que pasa por la malla N°10 es decir 56.625% el cual es mayor que 52%max. requerido, en el caso del agregado de rio tampoco cumple los requerimientos según la norma, específicamente el porcentaje la malla N°200 es 2% el cual es menor al requerido 5%min. Por lo tanto, es necesario obtener mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado.

El porcentaje óptimo hallado corresponde al 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de rio (Cantera la Despensa), cuyas características granulométricas, índice de plasticidad, CBR y desgaste los Ángeles son óptimos con respecto a los requerimientos para afirmado normados.

Al realizar el cálculo de flete del agregado óptimo el cual corresponde a la mezcla de 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de rio (Cantera la Despensa), se encontró que se encarece en S/4,626.72 Soles con respecto al empleo del agregado de cerro (San Andrés)

al 100%; pero teniendo en cuenta los resultados de granulometría, índice de plasticidad, CBR y desgaste los Ángeles este exceso de costo no es significativo, ya que los resultados finales de la mezcla optima propuesta satisfacen considerablemente los requisitos de calidad del Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción” (EG-2013).**(p. 134)**

Esta investigación, tiene mucha relación de lo que se pretende investigar, ya que, para realizar las obras de afirmado en época de invierno en Ucayali, se hace muy complicado el poder adquirir el agregado grueso de río, puesto que la creciente del nivel del río arrastra el material que se deposita en las zonas bajas que son las canteras conocidas en la zona. En esta investigación se demuestra que las canteras de cerro o ligante de cerro como se conoce en Ucayali, puede ser utilizado para afirmados siempre y cuando se realice una combinación óptima con el agregado de río, por lo que será una excelente guía a seguir para buscar una solución a la construcción de afirmados en época de invierno. Por ejemplo, esta investigación nos brinda una combinación optima de 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de río (Cantera la Despensa), cuyas características granulométricas, índice de plasticidad, CBR y desgaste los Ángeles son óptimos con respecto a los requerimientos para afirmado normados. La investigación que se desarrolló es tipo cuantitativa, el nivel es explicativa – correlacional.

La tesis realizada por **Barrantes (2019)**, titulada “Relación entre el porcentaje de compactación con el método de estabilización mixta - cal y cemento - y el porcentaje de compactación del método convencional con afirmado, en la capa base de la Carretera Vecinal HU 908 – HU 912 Del Km 4+000 al Km 5+700 del Centro Poblado Tunapuco, Panao, Huánuco 2018”, presentada en la Universidad de Huánuco para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

El resultado de las muestras con estabilización Mixta empleando 1% de cal y 6% cemento, demuestra que el porcentaje de compactación tiene un incremento del 4.62% respecto al porcentaje de compactación del método convencional con afirmado, confirmando que se produce una mejora de la capa base.

El resultado de las muestras con estabilización Mixta empleando 2% de cal y 6% cemento, demuestra que el porcentaje de compactación tiene un incremento del 12.46% respecto al porcentaje de compactación del método convencional con afirmado, confirmando que se produce una mejora de la capa base.

El resultado de las muestras con estabilización Mixta empleando 2% de cal y 5% cemento, demuestra que el porcentaje de compactación tiene un incremento del 8.54% respecto al porcentaje de compactación del método convencional con afirmado, confirmando que se produce una mejora de la capa base. (p. 168)

La investigación que se describe, refleja la importancia de la estabilización mixta y el porcentaje de compactación en la capa base de los afirmados, respecto a la compactación del método convencional en la construcción de afirmados, la cual sería una alternativa para la construcción en zonas lluviosas cuando existe escases del agregado grueso siempre y cuando la alternativa que se pretende emplear no cumple con los requisitos para un material destinado a ser utilizado en los afirmados. La investigación fue realizada en el departamento de Huánuco, pero la metodología podría ser planteada en la selva, específicamente en el departamento de Ucayali donde la presencia de lluvias es un factor muy importante en el deterioro de las vías afirmadas y así corroborar como una alternativa de solución.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo y el nivel es descriptivo y correlacional.

La tesis realizada por **Pérez y Vásquez (2021)**, titulada “Análisis y Evaluación de Agregados de las Canteras del Distrito de Curimaná para la elaboración de la estructura de base granular de pavimentos rígidos en la Ciudad de Pucallpa”, presentada en la Universidad de Ucayali para obtener el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

En el análisis de composición granulométrica, el material de origen de las canteras no cumple con los requerimientos por lo que se propone la combinación de material de origen con tierra roja, en una proporción 75 – 25 % por cuanto el análisis de varianza demuestra que los valores mejoran logrando cumplir con el 100 % de los requerimientos de las normas.

En el análisis de valor relativo de soporte, el material de origen de las canteras no cumple con los requerimientos por lo que se propone la combinación de material de origen con tierra roja, en una proporción 75 – 25 % por cuanto el análisis de varianza demuestra que los valores mejoran logrando cumplir con el 100 % de los requerimientos de las normas.

En el análisis de abrasión de los Ángeles, el material de origen de las canteras Malvinas y Curity 2019 del distrito de Curimaná cumplen con el requerimiento de las normas por cuanto sus valores no superan el máximo de 40 %.

En el análisis de equivalente de arena, el material de origen de las canteras de Curimaná cumplen con el requerimiento de las normas por cuanto superan el mínimo de 35 %.**(p. 99)**

La investigación que se describe, tiene un enfoque cuantitativo y el nivel es descriptivo y explicativo, además, el diseño de la investigación es descriptivo comparativo. Esta investigación, realizó el estudio de canteras ubicadas en el mismo distrito a ser evaluada; sin embargo, el fin de ésta es diferente a la que se plantea pues se centrará en el diseño de una estructura para afirmado resistente y con los datos que se obtienen en esta investigación se podrá tener mayor información para desarrollar la investigación.

2.2. Bases Teóricas-Científicas

2.2.1. Agregado

Alvarado Según Coronado (2002), lo define como: un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

Por su parte Menéndez (2009) lo define como un suelo procesado. Los agregados naturales son obtenidos de canteras o de lechos de ríos.

Propiedades requeridas de los agregados

Menéndez (2009), los describe en cuatro grupos, las cuales son:

Para Capas Estructurales. Los agregados pueden ser usados como capas base para disminuir el esfuerzo proveniente del tráfico (encima) hacia las capas de subbase y sub rasante (debajo). Para un funcionamiento apropiado, los agregados deben ser lo suficientemente resistentes, y si son usados para carreteras afirmadas, deberán poseer buena resistencia al desgaste.

Para las Capas de Drenaje. Cuando el agregado es usado en capas de drenaje la proporción de las partículas de distinto tamaño (gradación) deberá ser de tal manera que permita un drenaje suficiente y trabaje como un filtro para prevenir la erosión y obstrucción debido a materiales finos.

Para Capas de Mezclas de Asfalto. Para el uso en mezcla de asfalto, los requerimientos generales incluyen limpieza, forma apropiada y resistencia contra los efectos del tráfico, el cual será relacionado con la abrasión y el intemperismo.

Para Capa de Concreto. En la combinación usada para las mezclas de concreto, hay limitaciones que generalmente son aplicadas a la cantidad de agregados finos para evitar la presencia de partículas de arcilla. El agregado debe ser resistente a los efectos de abrasión e intemperismo debido al tráfico, así como el medio ambiente, y deberá hacer que la mezcla sea lo suficientemente trabajable y proveerá con una resistencia y durabilidad adecuada.

2.2.2. Tipos de agregados

Vizcardo y Trinidad (2014), describen los siguientes tipos de agregados:

Agregados Naturales: Son aquellos que se utilizan, únicamente, después de una modificación en su tamaño para adaptarlos a las exigencias de la construcción.

Agregados por trituración: Son aquellos que se obtienen de la trituración de diferentes rocas de cantera o de las granulometrías de rechazo de los agregados naturales.

Agregados Artificiales: Son sub-productos de procesos industriales que permiten obtener escorias o materiales procedentes de demoliciones pero que son utilizables y reciclables. En obra le recomienda reciclar el cascajo o materiales de demolición en los vacíados de cimientos, calzaduras, sub-zapatas y falsos pisos.

Hormigón: Será un material procedente de río, cantera o cerro; compuesto de agregados finos, gruesos y de partículas duras. Su granulometría debe estar comprendida por el producto filtrado por la malla 100, como mínimo, y la de 2, como máximo.

Agregado Fino: Se llama así a la arena gruesa que presenta granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos. Además, el agregado fino necesita estar limpio, silicoso, lavado y libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, y materiales orgánicos.

Agregado Grueso: Se llama agregado grueso a la piedra chancada que debe provenir de la piedra o grava ya sea rota o chancada. La piedra que es de grano duro y compacto, debe estar limpia de polvo, barro u otra sustancia de carácter deletéreo.

2.3. Definición de términos básicos

Según Higuera (2008), lo define como una capa de material granular destinada a soportar las cargas del tránsito.

Según las normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones se tiene los siguientes conceptos:

Agregado. Son los materiales naturales, tales como rocas, gravas, arenas y suelos seleccionados, denominados frecuentemente bajo los términos genéricos de “áridos”, “inertes”, según sus usos y aplicaciones, cumplen un rol significativo e importante en la calidad, durabilidad y economía de las obras viales.

Afirmado. Consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

Parámetro. Es un elemento descriptivo de una variable o una característica numérica de la misma (media, mediana, varianza, rango, etc.).

Además, el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013),

lo define como: Material granular seleccionado como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada.

Tipos de afirmados

Según él (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas, 2008) se distinguen cuatro tipos de afirmado, las cuales son:

- **Afirmado Tipo 1**, Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.
- **Afirmado Tipo 2**, Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 vehículos día.
- **Afirmado Tipo 3**, Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día.

Sin embargo, también el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Suelos geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014), menciona que estas carreteras (afirmados) no pavimentadas pueden ser clasificadas en:

- Carreteras de tierra, construidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo y finos ligantes.

- Carreteras gravosas, construidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado naturalmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm
- Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo).

Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales.

Material Para Afirmado

En el Manual de Especificaciones Técnicas para Carreteras del MTC, se menciona que: para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizará materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas. Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Por otro lado, en el Manual de Carreteras: Suelos geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, se menciona que: el material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ellos depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica necesaria en la carretera de afirmado.

Requerimientos Para su Construcción

El MTC describe que los siguientes requisitos para la construcción de un afirmado:

- Explotación de materiales y elaboración de agregados
- Preparación de la superficie existente
- Transporte y colocación del material
- Extensión, mezcla y conformación del material
- Compactación
- Apertura de tránsito
- Aceptación de los trabajos

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología Y Técnicas Utilizadas

3.1.1. *Tipo de investigación*

La investigación de enfoque cuantitativo sigue la línea de tipo básica, con la que buscamos determinar mediante valores las distintas características de los agregados sobre las propiedades físicas y mecánicas de las canteras de cerro en el distrito de Nueva Requena, para ser empleadas en afirmados.

También hay que mencionar que la investigación tiene un enfoque Cuantitativo, porque “Refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación” (Hernández et al., 2013, p. 4)

3.1.2. *Nivel de investigación*

La investigación que se desarrolló es de nivel descriptivo, porque se va mencionar las características de las distintas canteras mencionadas en ítem anteriores, que se ubican en el distrito de Nueva Requena y relacional porque según estas características (propiedades físicas y mecánicas) se identificó cuales cumplen como material de afirmado en vías no pavimentadas.

La investigación tiene el nivel descriptivo y relacional, ya que según (Hernández et al., 2013, p. 93) “Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categoría o variables en una muestra o contexto en particular”; ya en este estudio se trató de ver la relación que existe, entre la calidad del afirmado empleando las diferentes canteras del distrito de Nueva Requena.

Esta es una investigación que se realizó es de tipo aplicada y experimental, ya que, en la investigación experimental, se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación control.

3.2. Diseño y esquema de la investigación

3.2.1. Diseño de la investigación

El diseño que se empleó en esta investigación, corresponde a una experimental, y además será transversal porque los datos se tomaron en un momento único a lo largo de la investigación.

Las características principales de una investigación experimental es que contienen:

- a) Un grupo de control o de comparación (es posible llevar a cabo la investigación con un solo grupo, proporcionando todos los tratamientos a los mismos sujetos, y también es posible tener tres o más grupos).
- b) Se manipula de manera activa (intencional) la variable independiente.
- c) Se basa en la aleatorización, es decir, se asigna al azar a los sujetos a los grupos con el fin de garantizar su equivalencia (en ocasiones, esto no es posible, debido a que los grupos están ya constituidos o no es posible realizar la asignación al azar).

Los tipos de diseño experimental son:

- experimentales puros;
- cuasiexperimentales;
- pre-experimentales.

3.2.2. Esquema de la investigación

El diseño se representa:

Con preprueba/posprueba y grupo de control G1---O1---X1---O2

G2---O3---X2---O4

G= grupo X= tratamiento (VI) O= test o medición (VD)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para Arias (2012) define como “...población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación...” (p.81).

La población son las canteras ubicadas dentro del Distrito de Nueva Requena y ubicadas a distancias menores o iguales a 200 Km de la Ciudad de Pucallpa.

3.3.2. Muestra

Lo constituyen 03 unidades muestrales de canteras de cerro del distrito de Nueva Requena. El método de muestreo es el no probabilístico de tipo conveniencia ya que las canteras consideradas para obtener las muestras de la materia prima se seleccionaron por la accesibilidad y por nuevos estudios de canteras.

Tabla 2. Canteras en investigación

Cantera	Característica
Canaán	Cerro
Pakistan II	Cerro
San José de Tunuya	Cerro

Figura 1. Vista de cantera José de Tunuya en investigación



3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1 Fuentes, técnicas e instrumentos

Los trabajos realizados fueron medidos mediante gráficos e intervalos, descritos según los Manuales del Ministerio de Transporte de Comunicaciones y según el tipo de prueba o análisis. Como se hará manipulación de las variables, la recolección de datos será del tipo transversal, es decir una sola vez.

3.4.2 Técnicas

Se realizó el análisis documental mediante las fuentes primarias, secundarias y terciarias como revistas indizadas, libros, tesis, búsqueda en sitios de internet y para la sistematización se utilizaron fichas resumen, fichas textuales y fichas bibliográficas.

3.4.3 Instrumentos

Los trabajos fueron medidos por los equipos de laboratorio, gráficos y tamices según el tipo de indicador para obtener las propiedades físico y propiedades mecánicas del agregado de cerro. Como se hará manipulación de las variables, la recolección de datos será del tipo transversal, es decir solo una vez.

a) Validación de los instrumentos

Laboratorio de Mecánica de Suelos reconocido dentro del ámbito.

b) Confiabilidad de los instrumentos

Cuenten con certificados de Calibración

3.5. Procedimientos de recolección de datos

Para El procedimiento para la recolección de datos, para al diseño de la investigación se realizó de la siguiente manera:

El levantamiento de información

Se inició con la obtención de todos los documentos técnicos de las obras, sea el expediente técnico donde se muestra las características de los agregados utilizados en el diseño del afirmado; las cuales serán contrastadas con los resultados de los análisis brindados por las canteras.

Los agregados provienen de las canteras de cerro ubicados en el distrito de Nueva Requena, la cual será analizada como alternativa en el diseño de afirmados y en la construcción del mismo. Estos serán muestreados para su posterior análisis en el laboratorio.

3.6. Procesamiento y análisis de datos

Procesamiento de la información

Los datos se procesaron en un Laboratorio de Mecánica de Suelos que cumpla con los requisitos mínimos para brindar un resultado veraz, se realizará los siguientes ensayos en el Laboratorio:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Consistencia
- Proctor Modificado
- CBR
- Abrasión los Ángeles

Presentación de la información

Plan de tabulación

Se presentó cuadros elaborados en hojas de Excel comparando las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras que serán analizadas, y poder describir las mejores propiedades de cada cantera.

Análisis de datos

Se presentará un cuadro comparativo con el resultado del análisis, así como la presentación de gráficos de afirmado con diseño tradicional y afirmado con agregado de cerro, los valores como resultado serán:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- CBR
- Abrasión los Ángeles

Aspectos éticos

En el desarrollo de este trabajo no vislumbra ningún aspecto que pueda lindar con algo reñido con la ética, al ser un estudio meramente cuantitativo no se trabajará con datos de personas o grupos que puedan verse afectados de alguna manera con esta investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de los resultados

Las canteras que se intervinieron para su análisis de las propiedades físicas y mecánicas, están ubicadas en la región de Ucayali, en el distrito de Nueva Requena.

Tabla 3. Canteras en análisis

Cantera	Datos De Canteras			Distancia	
	Ubicación Geográfica		Estado De La Vía		
	Este	Norte			
Pakistán II	511458	9075521	Buen Estado	11.38 Km	
Canaán	515980	9082229	Regular Estado	8.67 Km	
Tunuya	504753	9071182	Regular Estado	8.49 Km	

Figura 2. Toma de muestra cantera Tunuya.



Figura 3. Toma de muestra cantera Pakistán II

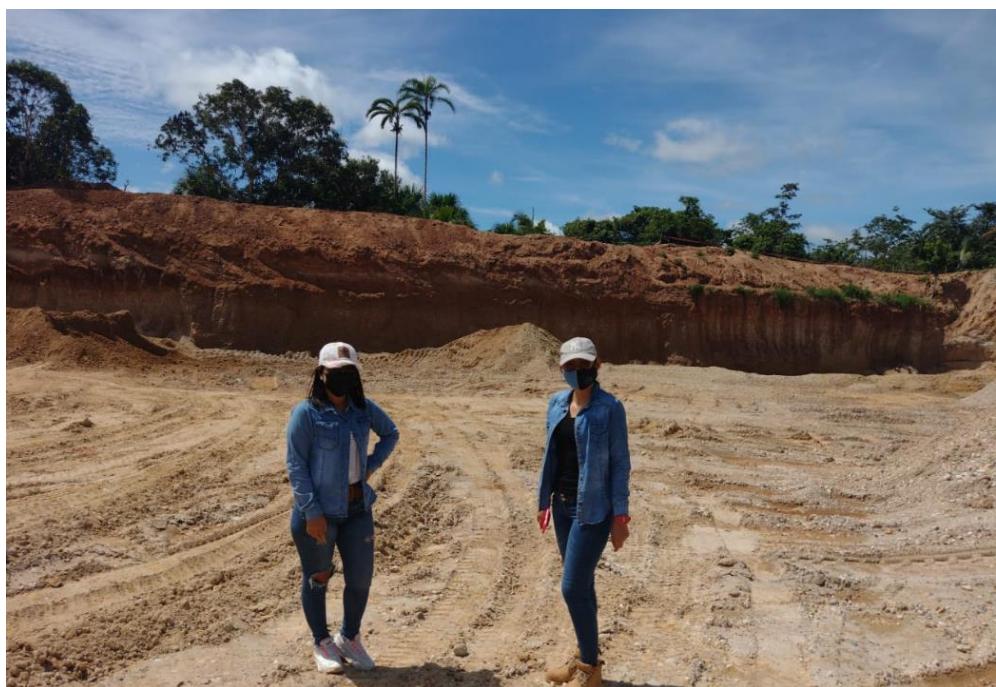


Figura 4. Toma de muestra cantera Canaán



4.2. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas

Se ha evaluado las propiedades físicas y mecánicas de las canteras de cerro del Distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa.

4.2.1. Cantera Pakistán II

Figura 5. Tabulación de resultados de la cantera Pakistán II

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI															
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL-ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL															
	PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DE CERRO DEL DISTRITO DE NUEVA REQUENA PARA VIAS NO PAVIMENTADAS, PUCALLPA"															
	TESISTAS: BACH.AMASIFUEN TORRES EUNICE BACH.DIAZ CORNEJO GABRIELA LUCERO						CANTERA: PAKISTAN II						FECHA:			
	UBICACIÓN: NUEVA REQUENA						MUESTRA: M-1,M-2,M-3						MUESTRA:			
TABULACION DE RESULTADOS DE MUESTRAS EXTRAIDAS - CANTERA PAKISTAN II																
IDENTIFICACION DE CANTERA			GRANULOMETRÍA (% QUE PASAN)						LIMITES DE CONSISTENCIA		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROCTOR		ABRASION (%)	CBR (0.1")
			1"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	L.L	I.P	SUCS	AASHTO	DENSIDAD (g/cm3)	HUMEDAD (%)		
CANTERA PAKISTAN II, M-1			74.5	54.6	46.8	42.65	28.05	10.55	26.84	6.54	SP - SC	A-2-4 (0)	2.105	7.1	41.3	88.4
CANTERA PAKISTAN II, M-2			71.5	53.8	46.2	42.22	28.50	9.64	27.50	5.30	SP-SM	A-1-5 (0)	2.126	7.6	45.12	79.0
CANTERA PAKISTAN II, M-3			71.2	50.7	42.5	38.15	22.95	5.45	28.58	6.80	SP-SC	A-2-6 (0)	2.111	7.4	41.30	74.0
RESUMEN ESTADÍSTICO	CANTIDAD	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	PROMEDIO	72	53	45	41	27	9	28	6				2	7	43	80
	MINIMO	71.2	50.7	42.5	38.15	22.95	5.45	26.84	5.3	---	---	2.105	7.1	41.3	74	
	MAXIMO	74.5	54.6	46.8	42.65	28.5	10.55	28.58	6.8	---	---	2.126	7.6	45.12	88.4	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	AFIRMADO	A - 1	90-100	45-80	30-65	22-52	15-35	5-20	35% MAX	4-9%	---	---	---	50% MAX	40% MIN	
		A - 2	100	65-100	50-85	33-67	20-45	5-20								
		C	100	50-85	35-65	25-50	15-30	5-15								
		D	100	60-100	50-85	40-70	25-45	5-20								
		E	100		55-100	40-100	20-50	6-20								
		F	100		70-100	55-100	30-70	8-25								

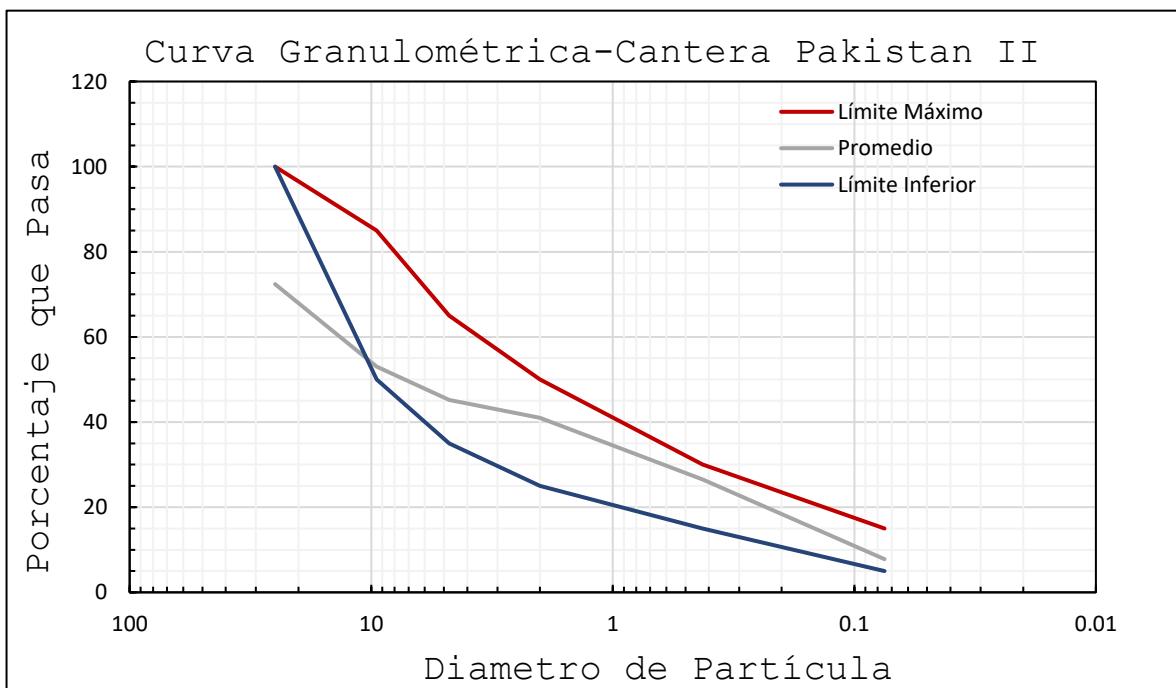
4.2.1.1. Propiedades físicas de la cantera Pakistán II

Se desarrolló los análisis de las muestras adquiridas de la cantera Pakistán II para poder conocer las propiedades físicas y poder verificar si cumplen con lo requerido para caminos no pavimentados, y dichos resultados se compararon los requerimientos según las normas MTC.

Tabla 4. Análisis granulométrico cantera Pakistán II

Tamiz (mm)	25 (1")	9.5 (3/8")	4.75 (N° 4)	2.0 (N° 10)	0.425 (N° 40)	0.075 (N° 200)
% Que Pasa	72	53	45	41	27	9
Requerimiento según Norma MTC	100	50-85	35-65	25-50	15-30	5-15
Condición	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Figura 6. Curva granulométrica Pakistán II



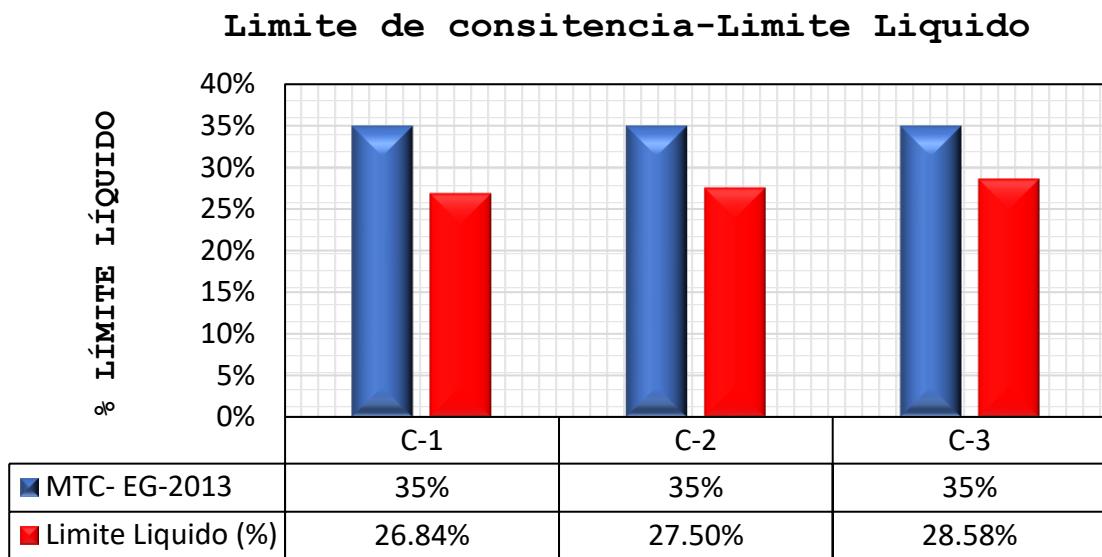
Interpretación

Presenta una curva granulométrica de agregados bien graduada desde el tamiz 3/8" al tamiz N° 200, pero, no se cumple esta condición en el tamiz de 1" demostrando que puede ser empleado como material para afirmado; sin embargo, si quisiéramos obtener una curva óptima en todos los puntos se podría mejorar el porcentaje del tamiz de 1" agregado o combinando con material de canto rodado para cumplir con el 100% de la granulometría de afirmado, cabe destacar que el tipo de afirmado que cumple según el MTC con los datos obtenidos es el tipo C.

Tabla 5. Límite liquido Según MTC-Cantera de Pakistán II

CANTERA	LIMITE LIQUIDO (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
Cantera Pakistan II	26.84	Máx 35%
Cantera Pakistan II	27.5	Máx 35%
Cantera Pakistan II	28.58	Máx 35%
PROMEDIO =	27.64	Máx 35%
MEDIANA=	27.50	Máx 35%

Figura 7. Límite Liquido Cantera de Pakistán II



Interpretación

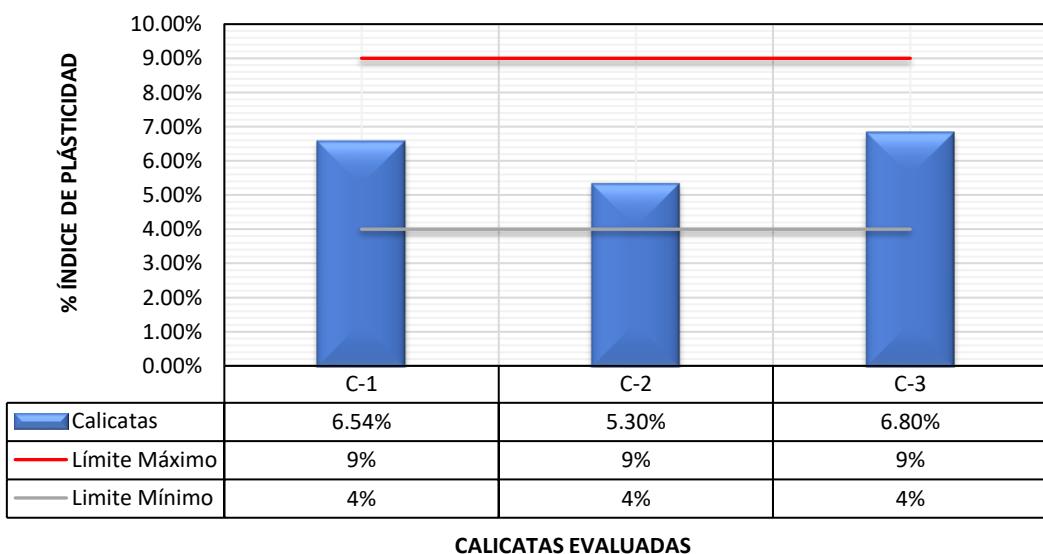
Según la Figura 7, donde se grafican los resultados obtenidos para el límite liquido se obtuvo que para las tres muestras se tiene un porcentaje inferior al límite máximo establecido por las Especificaciones técnicas para carreteas del MTC. Y si comparamos el promedio (Tabla 5) de las tres muestras 27.64% con el máximo valor permitido 35%, se llega solo al 78.97% del porcentaje máximo, con lo que se demuestra que se cumple con el primer índice de consistencia (Límite Liquido) para el agregado de cerro de la cantera Pakistán II.

Tabla 6. Índice Plástico Según MTC-Cantera de Pakistán II

CANTERA	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
Cantera Pakistan II	6.54	4% - 9%
Cantera Pakistan II	5.3	4% - 9%
Cantera Pakistan II	6.8	4% - 9%
PROMEDIO =	6.21	4% - 9%
MEDIANA=	6.54	4% - 9%

Figura 8. Índice de Plástico Cantera de Pakistán II

Límite de Consistencia - Índice de Plásticidad



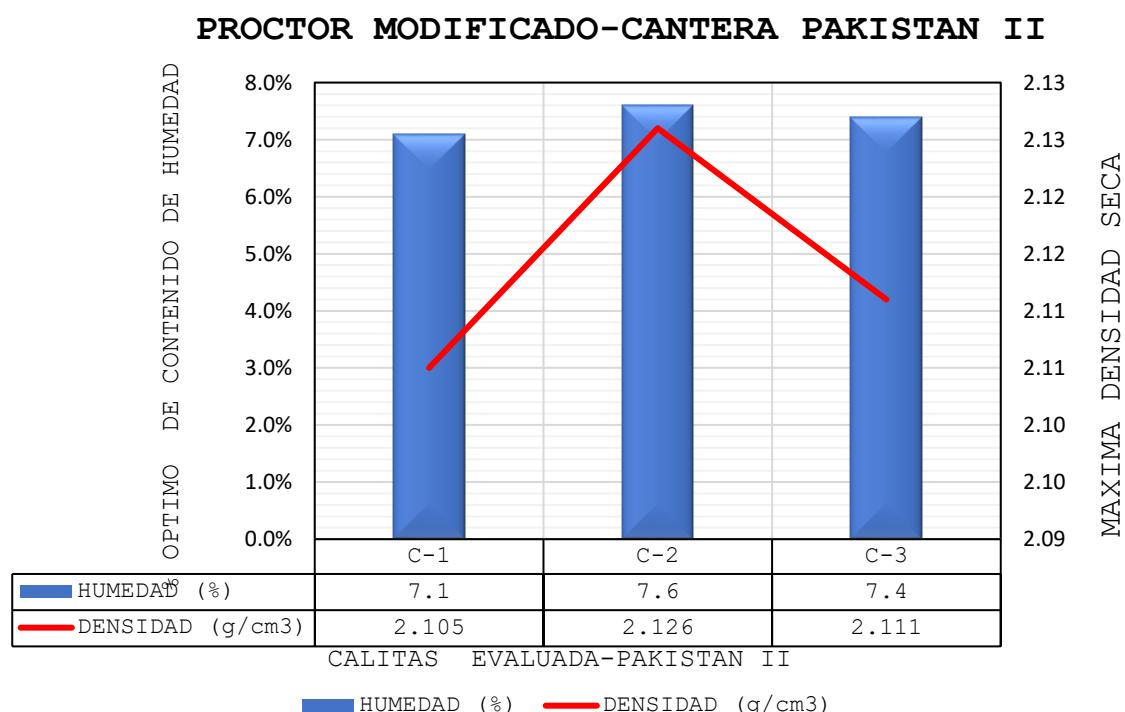
Interpretación

Según la Figura 8, donde se grafican los resultados obtenidos para el Índice de Plasticidad se obtuvo que para las tres muestras se tiene un valor del IP, que se ubican dentro de los valores establecidos por las Especificaciones técnicas para carreteas del MTC. Y si comparamos el promedio (Tabla 6) de las tres muestras 6.21% con el máximo valor permitido 9%, se llega solo al 69% del porcentaje máximo, lo que se demuestra que se posee un Índice de plasticidad adecuado para materiales de afirmado.

Tabla 7. Proctor modificado-Cantera de Pakistán II

CANTERA	DENSIDAD MÁX. SECA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
Cantera Pakistan II	2.105	7.1
Cantera Pakistan II	2.126	7.6
Cantera Pakistan II	2.111	7.4
PROMEDIO =	2.114	7.37

Figura 9. Gráfico Proctor Modificado Cantera Pakistán II



Interpretación

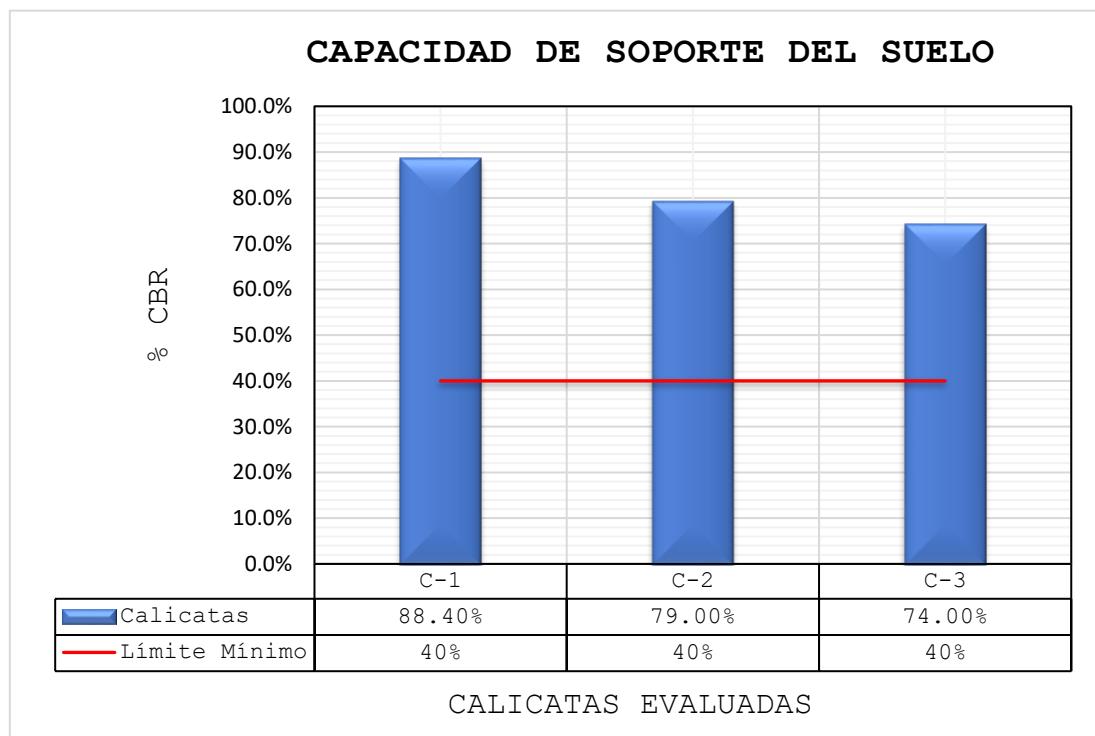
El ensayo fue para determinar la relación existente entre el contenido de agua (%) y el peso unitario seco del suelo (gr/cm³) (curva de compactación). El ensayo se ha realizado en el laboratorio GEOSERV-Geotécnica y Servicios EIRL, haciendo uso de los equipos Proctor con una compactación de 56 golpes para 4 muestras, la cual fueron tabulados en Tabla 7, de donde se obtiene un promedio para las tres muestras analizadas de 2.11 gr/cm³ como la máxima densidad seca y un óptimo contenido de humedad 7.37%, lo cual ayudará para determinar el índice de resistencia del suelo en el ensayo del CBR.

4.2.1.2. Propiedades mecánicas de la cantera Pakistán II

Tabla 8. CBR-Cantera de Pakistán II

CANTERA	CBR (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
Cantera Pakistán II	88.4	MIN 40%	<i>Cumple</i>
Cantera Pakistán II	79	MIN 40%	<i>Cumple</i>
Cantera Pakistán II	74	MIN 40%	<i>Cumple</i>
PROMEDIO =	80	MIN 40%	<i>Cumple</i>

Figura 10. Capacidad de soporte del suelo Cantera Pakistán II



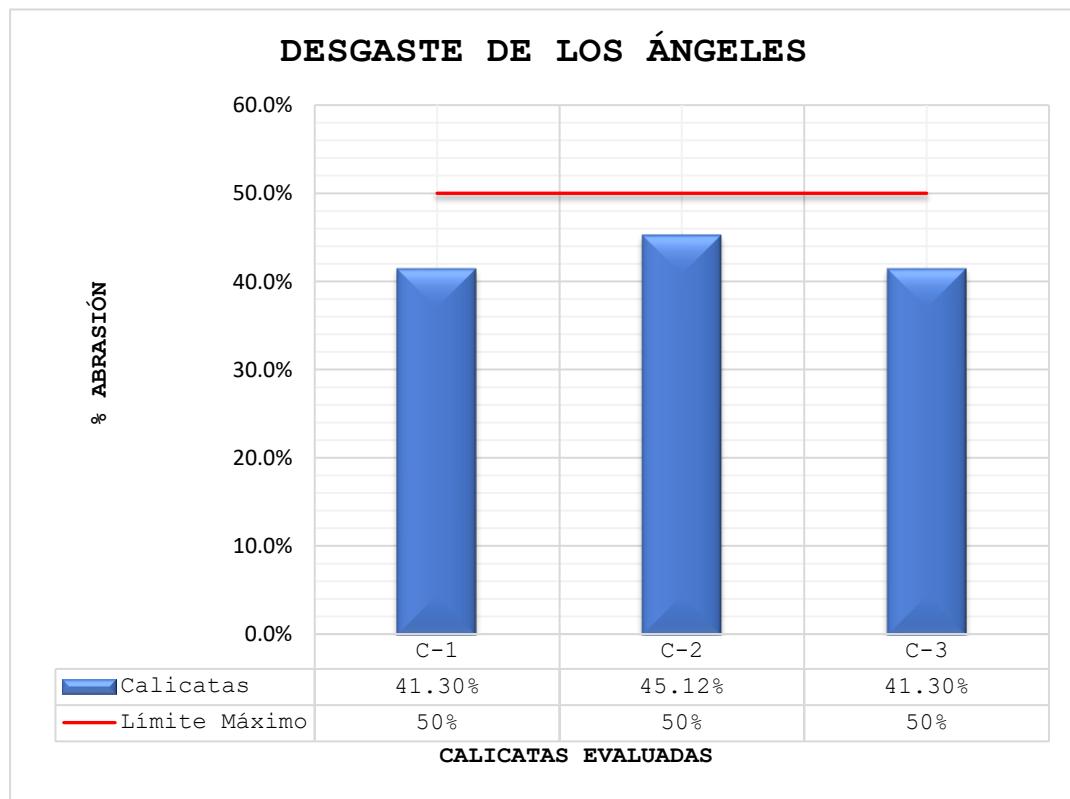
Interpretación

El material de la cantera Pakistán II, se evaluó con un CBR al 100% donde se determinó en promedio una resistencia de 80%, lo que indica que se encuentra dentro del parámetro de resistencia del suelo para material de afirmado segúin el manual de carreteras del MTC, la cual establece un mínimo de 40% como CBR para afirmados.

Tabla 9. Desgaste de los Ángeles-Cantera de Pakistán II

CANTERA	ABRASIÓN		SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
	(%)		
Cantera Pakistan II	41.3	MAX 50%	Cumple
Cantera Pakistan II	45.12	MAX 50%	Cumple
Cantera Pakistan II	41.3	MAX 50%	Cumple
PROMEDIO =	42.57	MAX 50%	Cumple

Figura 11. Grafica de los ángeles cantera Pakistán II



Interpretación

El material de la cantera Pakistán II, presenta en promedio un 42.57% del desgaste del agregado grueso, el cual se encuentra por debajo del máximo según el manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado y es aceptable; ya que estipula que como máximo es 50% de su peso total.

Tabla 10. Resumen de propiedades físicas y mecánicas cantera Pakistán II

Ensayo	Requerimiento EG-2013 MTC para afirmados	Resultados de ensayos			Promedio
		M-1	M-2	M-3	
Límite Liquido (%)	Max 35%	26.84	27.5	28.58	27.64
Índice de Plasticidad (%)	4% - 9%	6.54	5.3	6.8	6.21
Granulometría	Curva de gradación C (uso granulométrico)				
Clasificación	SP - SC	SP-SM	SP-SC	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)
Humedad óptima (%)	7.1	7.6	7.4		7.37
Densidad Máxima seca (g/cm3)	2.105	2.126	2.111		2.1140
CBR	Min 40%	88.4	79	74	83.70
Abrasión	Max 50%	41.3	45.12	41.3	42.57

Interpretación

En la tabla 10 se muestra los resultados del estudio de mecánica de suelos desarrollado en el laboratorio, donde se muestra las características físicas y mecánicas de cada muestra extraída de la cantera Pakistán II y el promedio obtenido de las mismas y según lo especificado en el manual de carreteras del MTC.

4.2.2. Cantera Canaán

Se desarrolló los análisis de las muestras adquiridas de la cantera Canaán para poder conocer las propiedades físicas y poder verificar si cumplen con lo requerido para caminos no pavimentados, y dichos resultados se compararon los requerimientos según las normas MTC.

Figura 12. Tabulación de resultados de la cantera Canaán

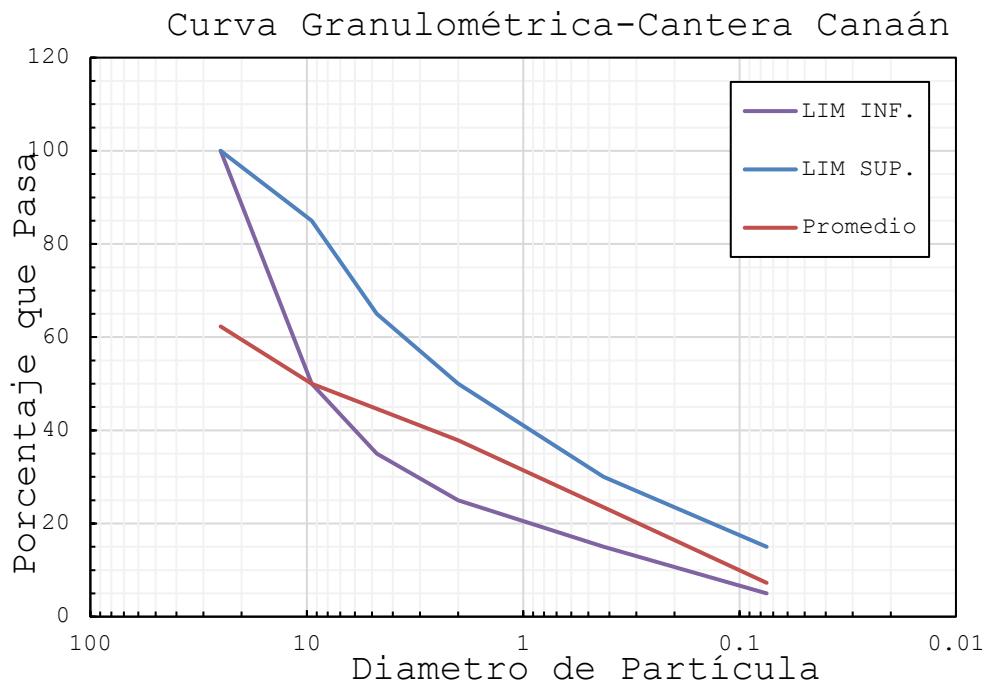
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI PUCALLPA - PERÚ		UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI												 FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL-ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
		PROYECTO:															
		TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DE CERRO DEL DISTRITO DE NUEVA REQUENA PARA VIAS NO PAVIMENTADAS, PUCALLPA"				CANTERA: CANAAN				FECHA:							
		TESISTAS: BACH.AMASIFUEN TORRES EUNICE BACH.DIAZ CORNEJO GABRIELA LUCERO				UBICACIÓN: NUEVA REQUENA				MUESTRA: M-1,M-2							
		TABULACION DE RESULTADOS DE MUESTRAS EXTRAIENDAS - CANAAN															
IDENTIFICACION DE CANTERA		GRANULOMETRÍA (% QUE PASAN)						LIMITES DE CONSISTENCIA		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROCTOR		ABRASION (%)	CBR (0.1")		
		1"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL	I.P	SUCS	AASHTO	DENSIDAD (g/cm3)	HUMEDAD (%)				
CANTERA CANAAN, M-1		62.2	50.4	44.32	34.28	20.2	5.48	26.77	6.47	SP-SC	A-2-4 (0)	2.025	7.0	44.4	67.0		
CANTERA CANAAN, M-2		62.4	49.6	44.92	41.4	26.75	9.05	26.17	8.17	SP-SC	A-2-4 (0)	1.969	7.5	48.8	66.5		
RESUMEN ESTADÍSTICO	CANTIDAD	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	PROMEDIO	62	50	45	38	23	7	26	7			2	7	47	67		
	MINIMO	62.2	49.6	44.32	34.28	20.2	5.48	26.17	6.47	---	---	1.969	7	44.4	66.5		
	MAXIMO	62.4	50.4	44.92	41.4	26.75	9.05	26.77	8.17	---	---	2.025	7.5	48.8	67		
ESPECIFICACIONES TÉCNICA	AFIRMADO	A - 1	90-100	45-80	30-65	22-52	15-35	5-20	35% MAX	4-9%					50% MAX	40% MIN	
		A - 2	100	65-100	50-85	33-67	20-45	5-20									
		C	100	50-85	35-65	25-50	15-30	5-15									
		D	100	60-100	50-85	40-70	25-45	5-20									
		E	100		55-100	40-100	20-50	6-20									
		F	100		70-100	55-100	30-70	8-25									

4.2.2.1. Propiedades físicas de la cantera Canaán.

Tabla 11. Análisis granulométrico cantera Canaán

Tamiz (mm)	25 (1")	9.5 (3/8")	4.75 (Nº 4)	2.0 (Nº 10)	0.425 (Nº 40)	0.075 (Nº 200)
% Que Pasa	62	50	45	38	23	7
Requerimiento según Norma MTC	100	50-85	35-65	25-50	15-30	5-15
Condición	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Figura 13. Curva granulométrica Canaán



Interpretación

Presenta una curva granulométrica de agregados bien graduada desde el tamiz 3/8" al tamiz N° 200, pero, no se cumple esta condición en el tamiz de 1" demostrando que puede ser empleado como material para afirmado; sin embargo, si quisieramos obtener una curva óptima en todos los puntos se podría mejorar el porcentaje del tamiz de 1" agregado o combinando con material de canto rodado para cumplir con el 100% de la granulometría de afirmado, cabe destacar que el tipo de afirmado que cumple según el MTC con los datos obtenidos es el tipo C.

Tabla 12. Límite líquido Según MTC-Cantera de Canaán

CANTERA	LIMITE LIQUIDO (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
Cantera Canaán	26.77	Máx 35%
Cantera Canaán	26.17	Máx 35%
PROMEDIO =	26.47	Máx 35%
MEDIANA=	26.47	Máx 35%
		Cumple

Figura 14. Límite Liquido Cantera de Canaán



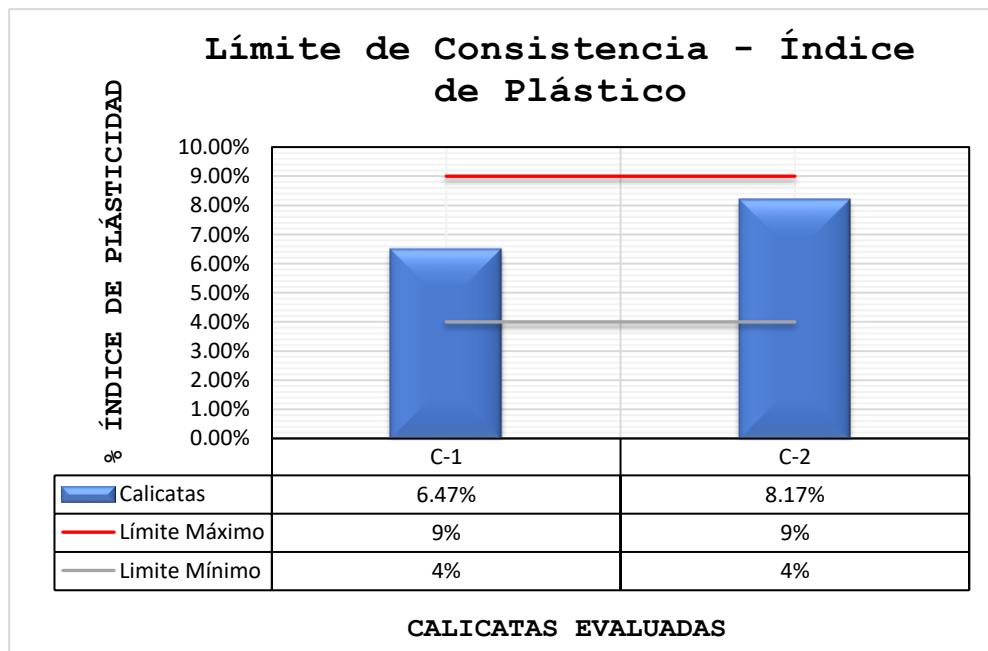
Interpretación

En promedio presenta un límite liquido de 26.47%, lo cual indica que el contenido de humedad natural de las muestras extraídas de la cantera permiten emplearlo como material para afirmado, pues se encuentra por debajo del valor máximo establecido por el manual de carreteras del MTC que establece un valor de 35%.

Tabla 13. Índice Plástico Según MTC-Cantera Canaán

CANTERA	INDICE DE PLASTICIDAD	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
	(%)		
Cantera Canaán	6.47	4% - 9%	Cumple
Cantera Canaán	8.17	4% - 9%	Cumple
PROMEDIO =	7.32	4% - 9%	Cumple
MEDIANA=	7.32	4% - 9%	Cumple

Figura 15. Índice de Plástico Cantera Canaán



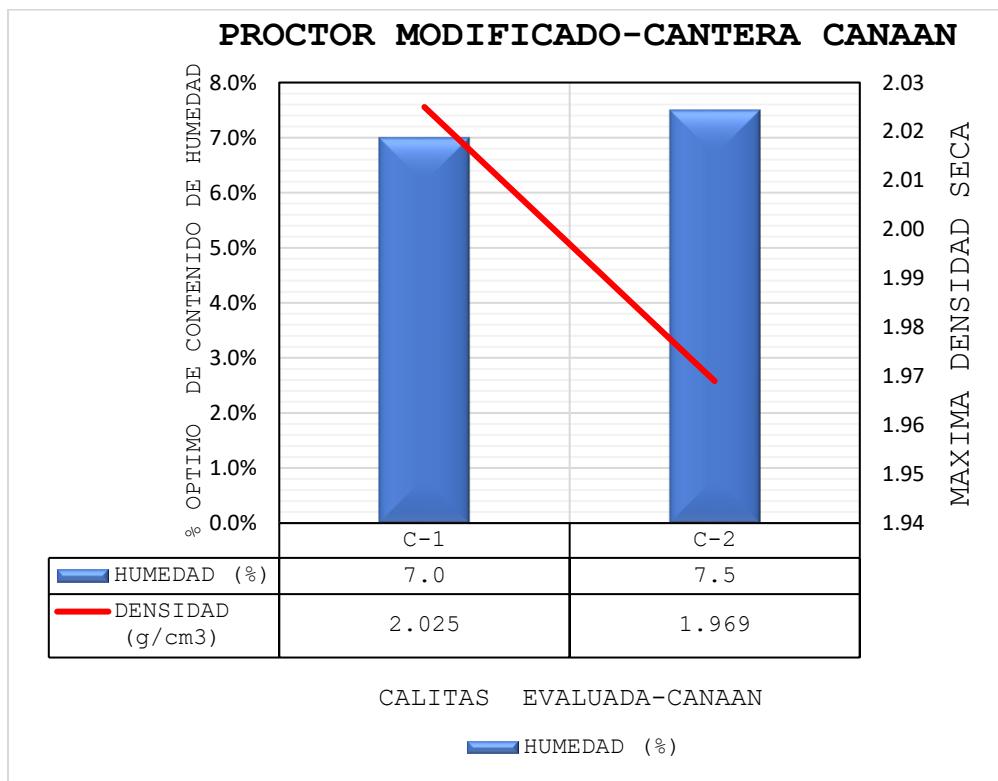
Interpretación

Según la Tabla 13, se obtuvo en promedio un Índice de Plasticidad de 7.32%, lo cual demuestra que la cantera posee un índice de plasticidad aceptable y que se encuentra dentro de los parámetros que estipula el MTC para materiales de afirmado.

Tabla 14. Proctor modificado-Cantera Canaán

CANTERA	DENSIDAD MÁX. SECA	HUMEDAD ÓPTIMA
	(g/cm ³)	(%)
Cantera Canaán	2.03	7.0
Cantera Canaán	1.97	7.5
PROMEDIO =	2.00	7.3

Figura 16. Grafico del Proctor Modificado Cantera Canaán



Interpretación

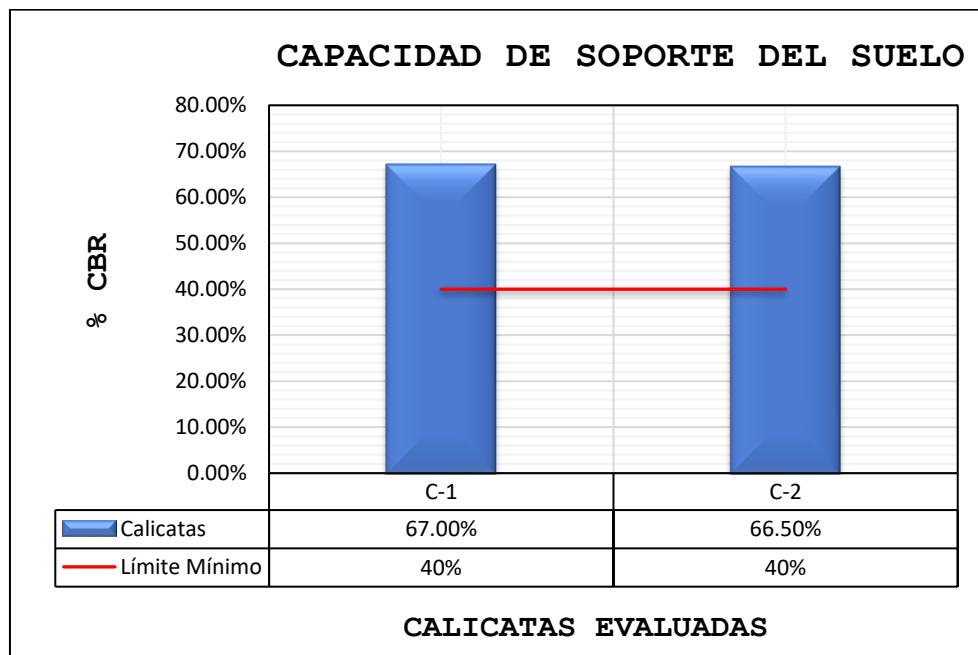
La Tabla 14, muestra un promedio para las muestras analizadas de 2.00 gr/cm³ como la máxima densidad seca y un óptimo contenido de humedad 7.3%, lo cual ayudará para determinar el índice de resistencia del suelo en el ensayo del CBR.

4.2.2.2. Propiedades Mecánicas de la cantera Canaán

Tabla 15. CBR-Cantera de Canaán

CANTERA	CBR (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
		MIN 40%	Cumple
Cantera Canaán	67	MIN 40%	Cumple
Cantera Canaán	66.5	MIN 40%	Cumple
PROMEDIO =	66.75	MIN 40%	Cumple

Figura 17. Capacidad de soporte del suelo Cantera Canaán



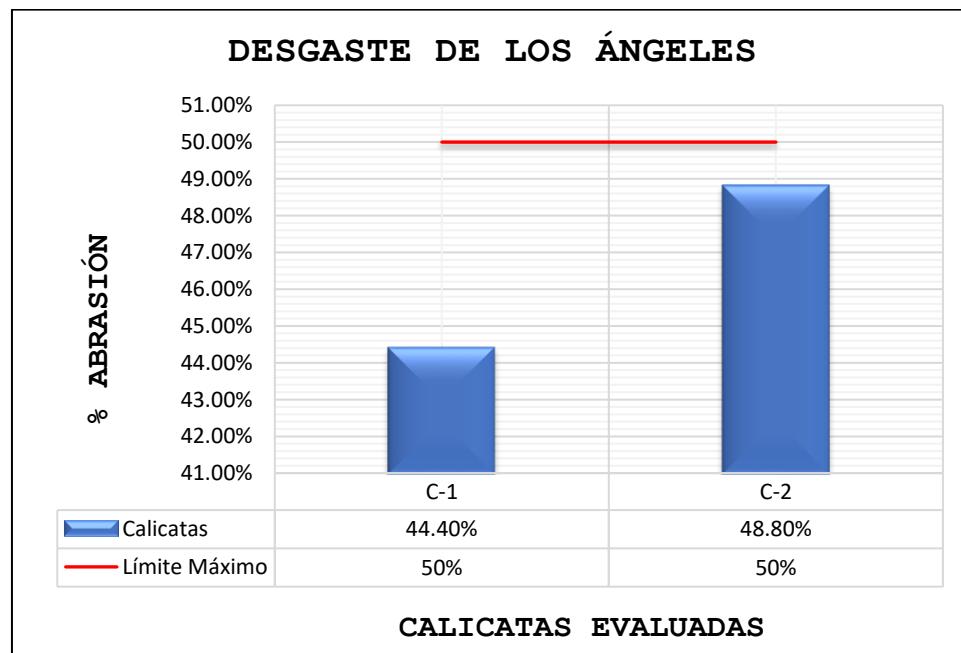
Interpretación

El material de la cantera Canaán, se evaluó con un CBR al 100% donde se determinó en promedio una resistencia de 66.75%, lo que indica que se encuentra dentro del parámetro de resistencia del suelo para material de afirmado según el manual de carreteras del MTC, la cual establece un mínimo de 40% como CBR para afirmados.

Tabla 16. Desgaste de los Ángeles-Cantera Canaán

CANTERA	ABRASIÓN		SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
	(%)		
Cantera Canaán	44.4	MAX 50%	Cumple
Cantera Canaán	48.8	MAX 50%	Cumple
PROMEDIO =	46.60	MAX 50%	Cumple

Figura 18. Grafica de los ángeles cantera Canaán



Interpretación

El material de la cantera Canaán, presenta en promedio un 46.60% del desgaste del agregado grueso, el cual se encuentra por debajo del máximo según el manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado y es aceptable; ya que estipula que como máximo es 50% de su peso total.

Tabla 17. Resumen de propiedades físicas y mecánicas cantera Canaán

Ensayo	Requerimiento EG-2013 MTC para afirmados	Resultados de ensayos		
		M-1	M-2	Promedio
Límite Líquido (%)	Max 35%	26.77	26.17	26.47
Índice de Plasticidad (%)	4% - 9%	6.47	8.17	7.32
Granulometría	Curva de gradación C (uso granulométrico)			
Clasificación	SP-SC A-2-4 (0)	SP-SC A-2-4 (0)		
Humedad óptima (%)		7.0	7.5	7.25
Densidad Máxima seca (g/cm ³)		2.03	1.97	2.00
CBR	Min 40%	67	66.5	66.75
Abrasión	Max 50%	44.4	48.8	46.60

Interpretación

En la tabla 17 se muestra los resultados del estudio de mecánica de suelos desarrollado en el laboratorio, donde se muestra las características físicas y mecánicas de cada muestra extraída de la cantera Canaán y el promedio obtenido de las mismas y según lo especificado en el manual de carreteras del MTC.

4.2.3. Cantera José de Tunuya

Figura 19. Tabulación de resultados de la cantera Tunuya

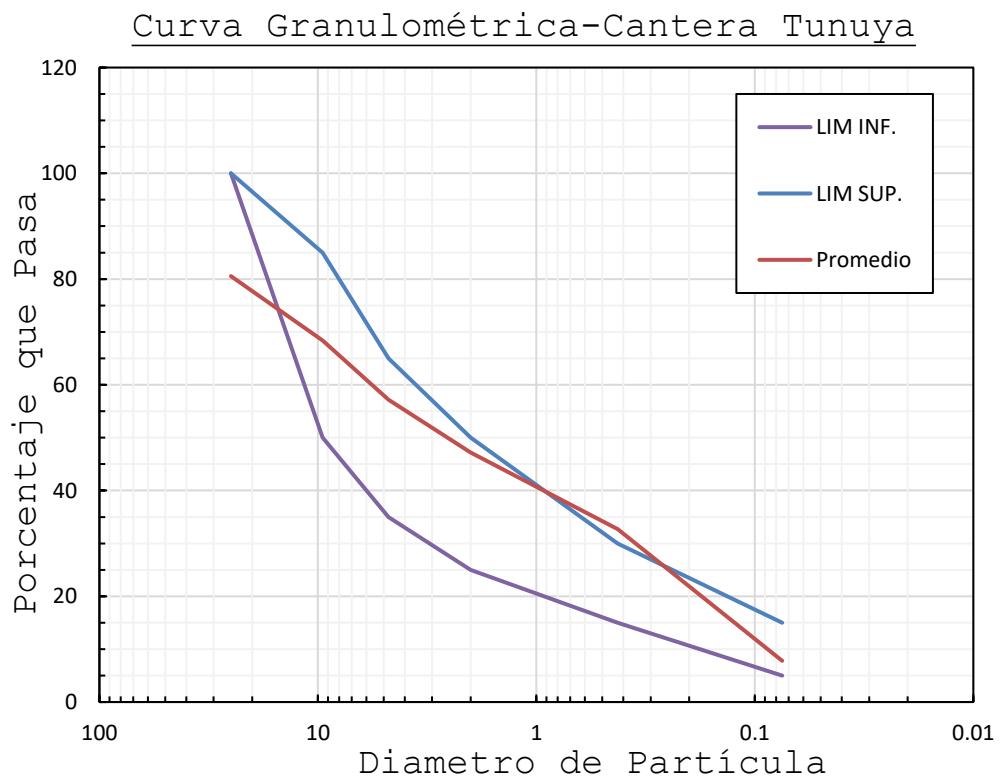
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI PUCALLPA - PERÚ	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI														
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL-ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL														
	PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DE CERRO DEL DISTRITO DE NUEVA REQUENA PARA VIAS NO PAVIMENTADAS, PUCALLPA"														
	TESISTAS: BACH.DIAZ CORNEJO GABRIELA LUCERO				CANTERA: JOSE TUNUYA			FECHA:			MUESTRA: M-1,M-2				
	UBICACIÓN: NUEVA REQUENA														
TABULACION DE RESULTADOS DE MUESTRAS EXTRAIDAS - JOSE DE TUNUYA															
IDENTIFICACION DE CANTERA	GRANULOMETRÍA (% QUE PASAN)						LIMITES DE CONSISTENCIA		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROCTOR		ABRASION (%)	CBR (0.1")	
	1"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	L.L	I.P	SUCS	AASHTO	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)			
	CANTERA JOSE DE TUNUYA, M-1	80.7	67.7	57.23	48.46	33.81	2.79	26.84	6.54	SP A-24 (0)	2.117	7.1			41.4
CANTERA JOSE DE TUNUYA, M-2	80.4	69.1	57.14	45.87	31.56	11.87	8.56	3.06	SP-SM A-1-b (0)	2.067	7.2	45.3	73		
RESUMEN ESTADÍSTICO	CANTIDAD	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	PROMEDIO	81	68	57	47	33	7	18	5		2	7	43	76	
	MÍNIMO	80.4	67.7	57.14	45.87	31.56	2.79	8.56	3.06	---	2.067	7.1	41.4	73	
	MÁXIMO	80.7	69.1	57.23	48.46	33.81	11.87	26.84	6.54	---	2.117	7.2	45.3	78.6	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	AFIRMADO	A - 1	90-100	45-80	30-65	22-52	15-35	5-20	35% MAX	4-9%	---	---	---	50% MAX	40% MIN
		A - 2	100	65-100	50-85	33-67	20-45	5-20							
		C	100	50-85	35-65	25-50	15-30	5-15							
		D	100	60-100	50-85	40-70	25-45	5-20							
		E	100		55-100	40-100	20-50	6-20							
		F	100		70-100	55-100	30-70	8-25							

4.2.3.1. Propiedades físicas de la cantera José de Tunuya.

Tabla 18. Análisis granulométrico cantera Tunuya

Tamiz (mm)	25 (1")	9.5 (3/8")	4.75 (N° 4)	2.0 (N° 10)	0.425 (N° 40)	0.075 (N° 200)
% Que Pasa Requerimiento segú Norma MTC	81	68	57	47	33	7
Condición	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple

Figura 20. Curva granulométrica Cantera Tunuya



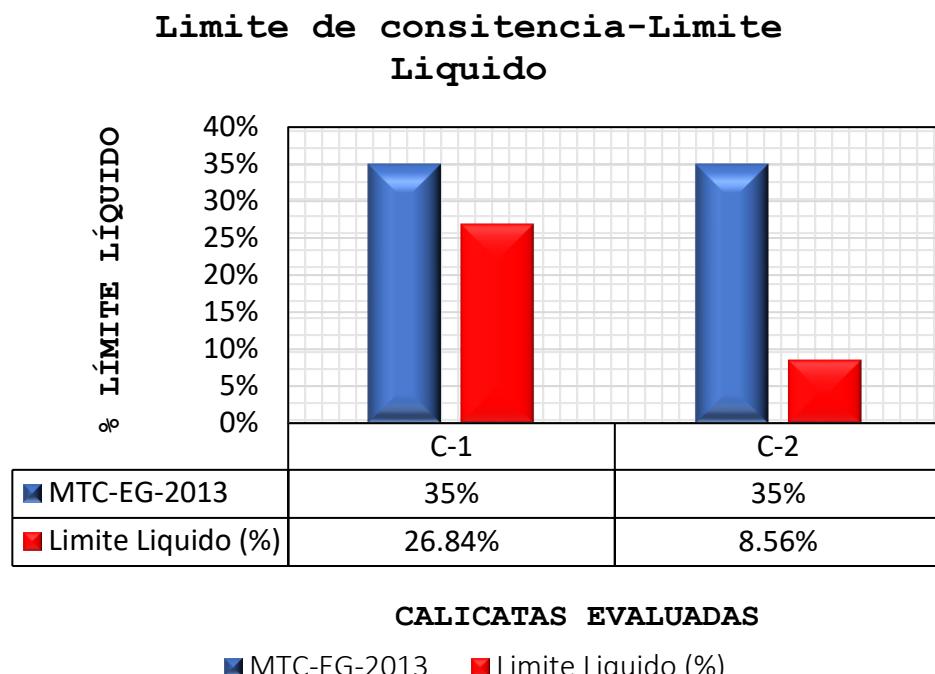
Interpretación

Las muestras extraídas de la cantera José de Tunuya presentan una curva granulométrica de agregado poco graduada, y existe mayor presencia de finos, los que están fuera de los parámetros para afirmado según las normas de carreteras del MTC. Además, que los porcentajes que pasan es elevada demostrando una mala gradación.

Tabla 19. Límite líquido Según MTC-Cantera Tunuya

CANTERA	LÍMITE LIQUIDO (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
Cantera Tunuya	26.84	Máx 35%
Cantera Tunuya	8.56	Máx 35%
PROMEDIO =	17.70	Máx 35%
MEDIANA=	17.70	Máx 35%
		<i>Cumple</i>

Figura 21. Límite Liquido Cantera de Tunuya



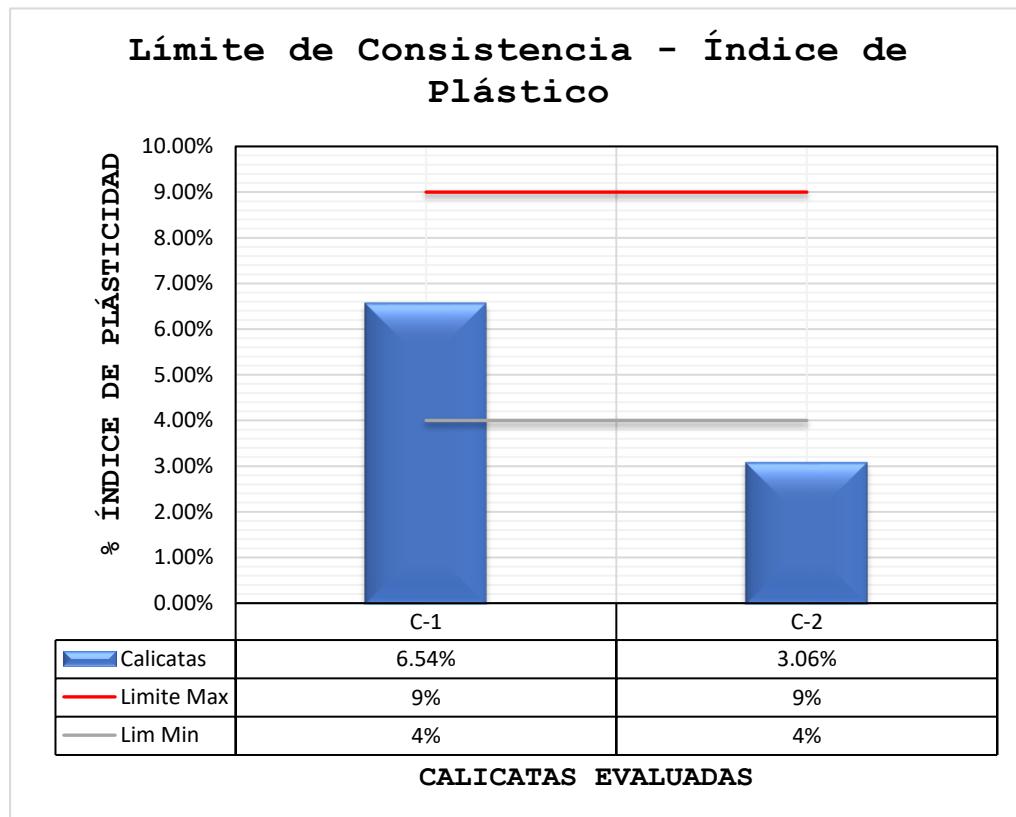
Interpretación

En promedio presenta un límite líquido de 17.70%, lo cual indica que el contenido de humedad natural de las muestras extraídas de la cantera permiten emplearlo como material para afirmado, pues se encuentra por debajo del valor máximo establecido por el manual de carreteras del MTC que establece un valor de 35%.

Tabla 20. Índice Plástico -Cantera Tunuya

CANTERA	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
		4% - 9%	Cumple
Cantera Tunuya	6.54	4% - 9%	Cumple
Cantera Tunuya	3.06	4% - 9%	Cumple
PROMEDIO =	4.80	4% - 9%	Cumple
MEDIANA=	4.80	Máx 35%	Cumple

Figura 22. Índice de Plástico Cantera Tunuya



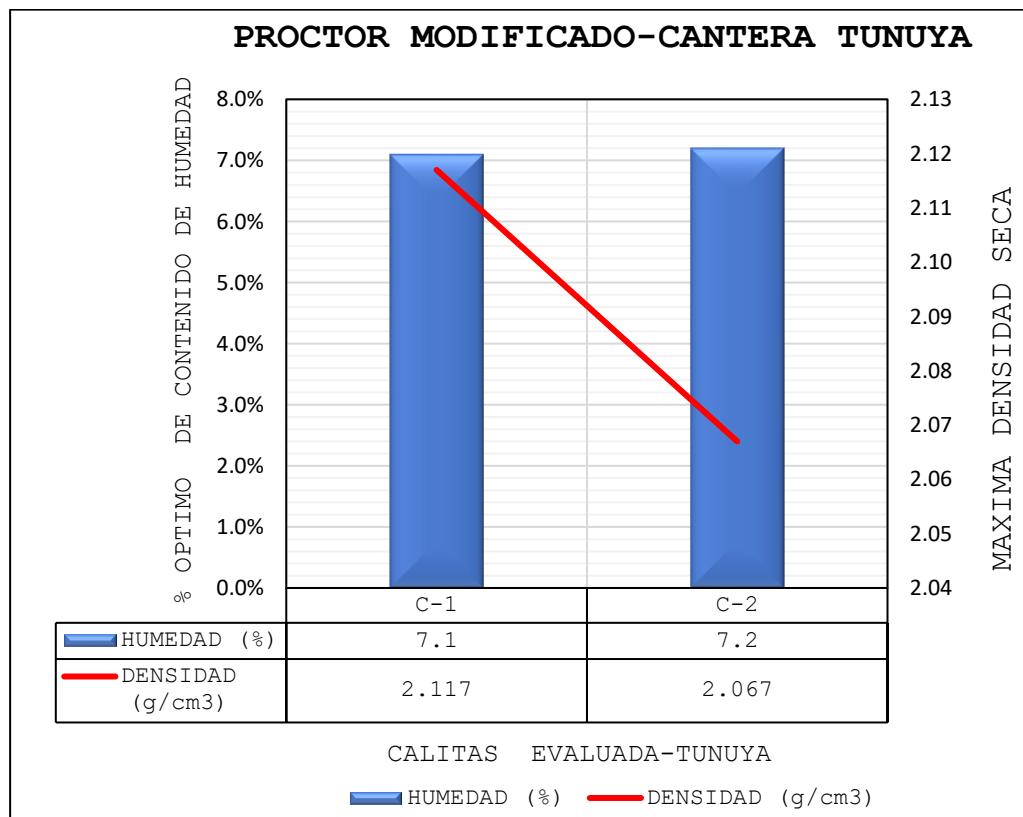
Interpretación

Según la Tabla 20, se obtuvo en promedio un Índice de Plasticidad de 4.80 %, lo cual demuestra que la cantera no posee un índice de plasticidad aceptable ya que se encuentra fuera de los parámetros que estipula el MTC para materiales de afirmado.

Tabla 21. Proctor modificado-Cantera Tunuya

CANTERA	DENSIDAD MÁX. SECA	HUMEDAD ÓPTIMA
	(g/cm ³)	(%)
Cantera Canaán	2.12	7.1
Cantera Canaán	2.07	7.2
PROMEDIO =	2.09	7.2

Figura 23. Grafico del Proctor Modificado Cantera Tunuya



Interpretación

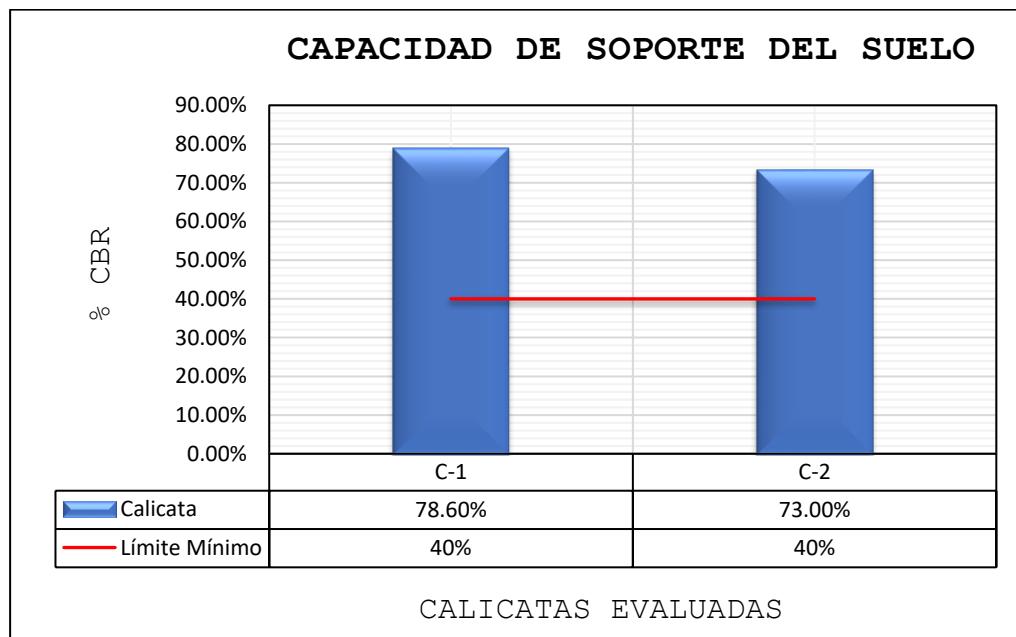
La Tabla 21, muestra un promedio para las muestras analizadas un 2.09gr/cm³ como la máxima densidad seca y un óptimo contenido de humedad 7.2%, lo cual ayudará para determinar el índice de resistencia del suelo en el ensayo del CBR.

4.2.3.2. Propiedades Mecánicas de la cantera José de Tunuya.

Tabla 22. CBR-Cantera de Tunuya

CANTERA	CBR (%)	SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013	
Cantera Tunuya	78.6	MIN 40%	<i>Cumple</i>
Cantera Tunuya	73	MIN 40%	<i>Cumple</i>
PROMEDIO =	75.80	MIN 40%	<i>Cumple</i>

Figura 24. Capacidad de soporte del suelo Cantera Tunuya



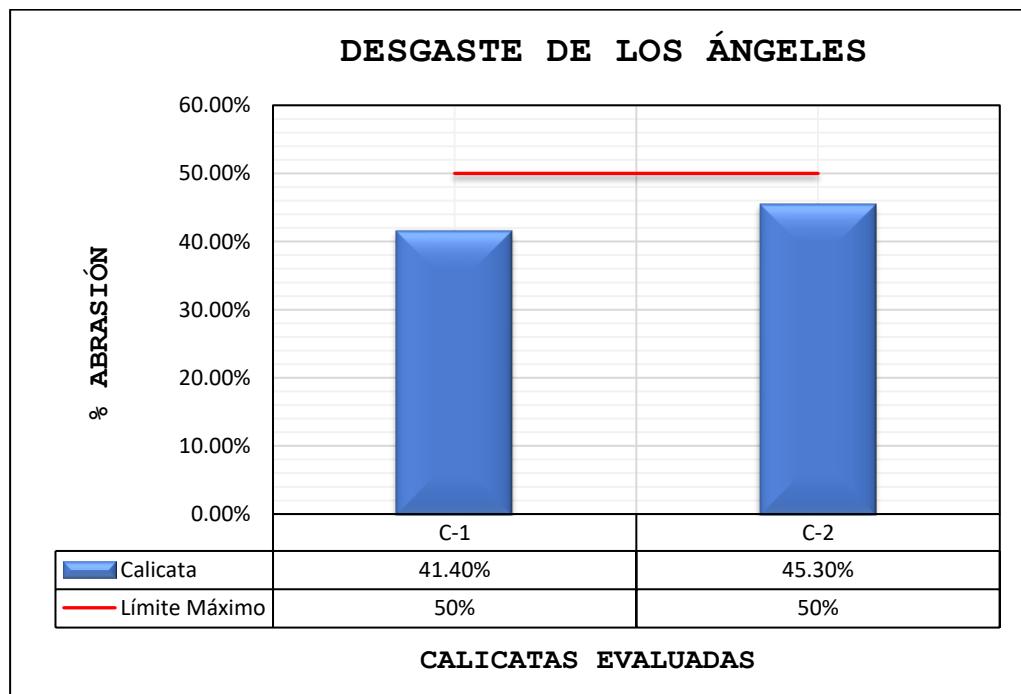
Interpretación

El material de la cantera José de Tunuya, se evaluó con un CBR al 100% donde se determinó en promedio una resistencia de 75.80%, lo que indica que se encuentra dentro del parámetro de resistencia del suelo para material de afirmado según el manual de carreteras del MTC, la cual establece un mínimo de 40% como CBR para afirmados.

Tabla 23. Desgaste de los Ángeles-Cantera Tunuya

CANTERA	ABRASIÓN		SEGÚN MANUAL MTC - EG 2013
	(%)		
Cantera Tunuya	41.4	MAX 50%	Cumple
Cantera Tunuya	45.3	MAX 50%	Cumple
PROMEDIO =	43.35	MAX 50%	Cumple

Figura 25. Grafica de los ángeles cantera Tunuya



Interpretación

El material de la cantera José de Tunuya, presenta en promedio un 43.35% del desgaste del agregado grueso, el cual se encuentra por debajo del máximo según el manual de carreteras del MTC para materiales de afirmado y es aceptable; ya que estipula que como máximo es 50% de su peso total.

Tabla 24. Resumen de propiedades físicas y mecánicas cantera Tunuya

Ensayo	Requerimiento EG-2013 MTC para afirmados	Resultados de ensayos		
		M-1	M-2	Promedio
Límite Líquido (%)	Max 35%	26.84	8.56	17.70
Índice de Plasticidad (%)	4% - 9%	6.54	3.06	4.80
Granulometría	Curva de gradación C (uso granulométrico)			
Clasificación		SP-SC	SP-SM	
		A-2-4 (0)	A-1-b (0)	
Humedad óptima (%)		7.1	7.2	7.15
Densidad Máxima seca (g/cm ³)		2.12	2.07	2.09
CBR	Min 40%	78.6	73	75.80
Abrasión	Max 50%	41.4	45.3	43.35

Interpretación

En la tabla 24 se muestra los resultados del estudio de mecánica de suelos desarrollado en el laboratorio, donde se muestra las características físicas y mecánicas de cada muestra extraída de la cantera Canaán y el promedio obtenido de las mismas y según lo especificado en el manual de carreteras del MTC.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el desarrollo de esta investigación, se han realizado diversos ensayos referentes a material para afirmado, de las cuales se interpretaron los resultados obtenidos. Dentro de estas interpretaciones tenemos las siguientes:

Estos resultados guardan relación con lo descrito por Arce (2019), quien señala que al caracterizar los agregados de cerro no cumplen con los parámetros que exige la norma, pues la granulometría del material no cumple en todos los husos, demostrando la falta de material grueso de 1" que pueda aportar a resistir las cargas del tránsito, además que el desgaste que se genera es relativamente algo sobrepasando el 40% y muy próximo al límite máximo establecido por el MTC para afirmados.

Pero en lo que no concuerda es con Pérez y Vásquez (2021), que si bien analizaron en otras canteras, pero toda el área es muy similar y podría ser empleado como comparativo, pues estos señalan que la composición granulométrica de las canteras no cumplen con los requerimientos; además, que el valor relativo de soporte no cumplen con los requerimientos, lo cual se ha demostrado que para afirmados se cumple con los requerimientos pues se presentan valores mayor al 65% lo cual es muy superior al mínimo requerido 40%.

Los resultados obtenidos, evidencian que las canteras presentan humedad natural elevada y que con muy poca adición de agua se podría conseguir el máximo peso específico para obtener un grado de compactación elevado. Así mismo, se evidenció que el IP de las muestras está muy próxima al máximo permitido, evidenciando que tiene una plasticidad media.

Por otro lado, esta investigación concuerda con Rojas (2019), pues se ha evidenciado que a medida que aumenta el material fino el CBR tiende a incrementarse, y es lo que ha sucedido con las canteras analizadas ya que el mejor soporte encontrado en la cantera Pakistán II con un CBR de 83.70%, seguido por la cantera Tunuya con 75.80% y por último la cantera Canaán con 66.75%.

CONCLUSIONES

1. Se analizó las propiedades físicas y mecánicas, de las canteras de cerro del distrito de nueva de Requena, teniendo como resultado del Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, CBR y Abrasión los Ángeles, sometidas a las muestras de las canteras de Pakistán II, Cantera Canaán y Cantera Don José Tunuya, que estas cumplen con los requisitos para ser empleados como material de afirmado en vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa, como queda demostrado en las tabla 10 ,17 y 24, detallando la clasificación granulométrica de cada cantera, así como sus demás propiedades.
2. Analizada las propiedades físicas y mecánicas de cada cantera tomada como muestra, sé a podido concluir que estas cumplen con los parámetros establecidos dentro del Manual de carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la Sección 301.Afirmados. Siendo la cantera Pakistán II, la más sobresaliente con unas propiedades Mecánicas de CBR de 83.70 % y un desgaste de los ángeles de 43 % y propiedades físicas como el límite liquido de 27.64 % y índice plástico de 6.21 %; y con una clasificación de granulométrica según SUCS (SP-SC) y AASHTO A-2-4(0).
3. Queda demostrado que las propiedades físicas y mecánicas de las canteras analizadas podemos emplearlo en el afirmado de las carreteras no pavimentadas, en Pucallpa y alrededores; y siendo esto una alternativa de solución para caminos vecinales, que no han sido intervenidos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, para las siguientes investigaciones emplear los resultados de esta investigación; para analizarlas con las propiedades físicas y mecánicas de canteras de río del distrito de Nueva Requena.
2. Se recomienda en base a la investigación desarrollada el uso de la cantera Pakistán II como alternativa de solución, para los caminos vecinales intransitables producto del invierno que afecta a Pucallpa y sus alrededores.
3. Para el empleo del material de las canteras analizadas, es recomendable que la sub rasante, se encuentre libre de vegetación y que cumpla con las propiedades físicas y mecánicas, según lo menciona en el MTC y si esta no cumpliese realizar una mejora de la sub rasante, para así colocar el material granular seleccionado para que trabaje como superficie de rodadura de un carretera o caminos vecinales dentro de la ciudad de Pucallpa y alrededores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andagua Mendoza, M. M., & Ramos Pariño, G. M. (2018). *Propuesta de Metodo de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la region Lima-Provincias*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Arce Alvarado, B. E. (2019). *Optimizacion del diseño de afirmado convencional para la carretera La Esperanza-Malconga con el uso de la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andres) con el agregado de rio (Cantera La Despensa)* - 2019. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Atiquipa Nieto, O., & Rosalino Orosco, G. (2018). *Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su servicialidad*. Lima: Universidad Rocardo Palma.
- Avalos Rodriguez, M., & Espejo Alfaro, L. (2019). *Influencia de la combinacion de los agregados de cerro y río en la capacidad de soporte de un afirmado-2019*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Barrantes Basilio, A. K. (2019). *Relación entre el porcentaje de compactación con el método de estabilización mixta - cal y cemento - y el porcentaje de compactación del método convencional con afirmado, en la capa base de la carretera vecinal HU 908 – HU 912 del km 4+000 al km 5+700 del*. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Chanchinoy Burbano, G. (2016). *Diseño Alternativo de un Pavimento de la vereda Platanillo Departamento del Putumayo*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Chavarro Acuña, W., & Molina Pinzón , C. (2015). *Evaluacion de Alternativas de Pavimentacion para vías de Bajos Volúmenes de Transito*. Bogota: Universidad Católica de Colombia.
- Coronado Iturbe, I. (2002). *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*.

- De la Cruz Medina, R. J. (2018). *Implementacion de la metodoloía mini compactacion tropical para usos viales en suelos tropicales*. Huancayo: Universidad Peruana de los Andes.
- Ferreira Cuellar, D. A., & Torres López, K. M. (2014). *Caracterización Física de Agregados Petreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Figueroa Chavez, I., & Mamani Quinto, C. (2019). *Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Higuera Sandoval, C. H. (2008). Diseño de estructuras de pavimentos en afirmado. *Revista Facultad de Ingeniería*, 8.
- Malaver Soto, N. M., & Tafur Tafur, R. (2018). *Lineamiento Básicos para la clasificacion de suelos tropicales en colombia orientdo a pavimentos*. Bogota: Universidad Católica de Colombia.
- Mendez Saldarriaga, C. A. (2018). *Optimización de Afirmado para Pavimentación, de las Canteras "Elías" y "Dulong" adicionandole Cal*. Chimbote: Universidad Cesar vallejo.
- Menéndez Acurio, M. R. (2009). *Ingeniería de Pavimentos: Materiales, Diseño y Conservación*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.
- Montes Macedo, J. K. (2018). *Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado de la Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Vecinal Alto Cuñumbuza – Puerto Bermúdez Tramo Km 0+000 – Km 9+000, L=9.00 Km, Provincia de Mariscal*

Cáceres y Bellavista, Región San Martin. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martin.

Requiz Cristobal, J. O. (2018). *Aplicacion de la metodologia MCT en estudio de suelos tropicales con fines de pavimentacion en la selva baja del Perú. Caso: Caminos vecinales de Madre de Dios*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

Rojas Meza, W. J. (2019). *Ensayo de Geelong modificado para la evaluacion de la erosion por lluvia a nivel de afirmado, tratado con cemento, cal y emulsion en la carretera departamental HV 109, Huancavelica 2018*. Huancayo: Universidad Continental.

Vizcardo Otero, T., & Trinidad Santos, L. (2014). *Agregados para la Construccion (Piedra y Arena)*. Lima.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Evaluación de las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>Problema General</u> <p>¿Las Propiedades físicas y Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, permitirán utilizarlas como material de afirmado en vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa?</p>	<u>Objetivo General</u> <p>Evaluar las Propiedades físicas y Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena como material de afirmado de vías no pavimentadas</p>	<u>Hipótesis General</u> <p>Todas las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena cumplen con los parámetros del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y puede ser utilizadas como material de afirmado en vías no pavimentadas en la ciudad de Pucallpa.</p>	<u>Independiente</u> Canteras del distrito de Nueva Requena
<u>Problemas Específicos</u> <p>¿Las Propiedades físicas del agregado de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, cumplirán con los parámetros para vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en la ciudad de Pucallpa?</p> <p>¿Las Propiedades mecánicas del agregado de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena, cumplirán con los parámetros para vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en la ciudad de Pucallpa?</p>	<u>Objetivos Específicos</u> <p>Determinar las Propiedades físicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena y compararlas con los parámetros para carreteras no pavimentadas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</p> <p>Determinar las Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena y compararlas con los parámetros para carreteras no pavimentadas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</p>	<u>Hipótesis Específicas</u> <p>Las Propiedades físicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena cumplirán todos los parámetros para afirmado en vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</p> <p>Las Propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena cumplirán todos los parámetros para afirmado en vías no pavimentadas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</p>	<u>Dependiente</u> Vía no pavimentada (afirmado)

Anexo 2. Ensayos de cantera Pakistán II

Análisis granulométrico de la cantera Pakistán II

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO																																																						
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)																																																						
Proyecto : "Evaluacion de la propiedades fisicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa"																																																						
Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Comejo						Fecha :	18/04/2022																																															
Ubicacion : Nueva Requena - Region Ucayali Cantera: Pakistan II						Coord. Este:	18L 504760																																															
						Coord. Norte:	9071179.00																																															
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción																																															
5"	127.000						1. Peso de Material																																															
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg)	10,000.0																																														
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)																																															
2 1/2"	60.300				100.0																																																	
2"	50.800	425.0	4.3	4.3	95.8																																																	
1 1/2"	37.500						2. Características	4.3																																														
1"	25.400	2,130.0	21.3	25.6	74.5		Contenido de humedad:	4.34																																														
3/4"	19.000						Tamaño Máximo	2 1/2"																																														
1/2"	12.700						Tamaño Máximo Nominal	2"																																														
3/8"	9.520	1,990.0	19.9	45.5	54.6		Grava (%)	53.2																																														
1/4"	6.350						Arena (%)	89.45																																														
Nº 4	4.750	775.00	7.75	53.20	46.80		Finos (%)	10.55																																														
Nº 8	2.360						Coef. de compresibilidad (CC) :	0.15 Suelo adecuado																																														
Nº 10	2.000	415.00	4.15	57.35	42.65		Indice de consistencia (IC) :	3.44 Suelo adecuado																																														
Nº 16	1.190						Indice de liquidez (IL) :	-2.44 Suelo seco																																														
Nº 20	0.850						Límite Líquido (%)	26.84																																														
Nº 30	0.600						Límite Plástico (%)	20.30																																														
Nº 40	0.420	1,460.00	14.60	71.95	28.05		Indice de Plasticidad (%)	6.54																																														
Nº 50	0.300						Clasificación SUCS	SP-SC																																														
Nº 60	0.250						Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)																																														
Nº 80	0.180						D 60=	0.0911 %ARC. 56.0																																														
Nº 100	0.150						D 30=	0.0443 Cc 1.00																																														
Nº 200	0.074	1,750.00	17.50	89.45	10.55		D 10=	0.0214 Cu 4.25																																														
Pasante		1,055.00	10.55	100.00			3. Observaciones (Fuente de Normalización)																																															
							Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)																																															
CURVA GRANULOMETRICA																																																						
<p>The graph displays the granulometric curve for the sample. The x-axis is labeled 'Abertura (mm)' and ranges from 3" down to 0.074 mm. The y-axis is labeled '% QUE PASA EN PESO' and ranges from 0 to 100%. The curve shows a sharp decline in cumulative weight loss as the opening size decreases, indicating a coarse material.</p> <table border="1"> <caption>Data points estimated from the Granulometric Curve graph</caption> <thead> <tr> <th>Abertura (mm)</th> <th>% Que Pasa en Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>~95</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>~90</td></tr> <tr><td>2"</td><td>~85</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>~75</td></tr> <tr><td>1"</td><td>~65</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>~55</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>~45</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>~35</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>~30</td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>~25</td></tr> <tr><td>Nº 8</td><td>~20</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>~18</td></tr> <tr><td>Nº 16</td><td>~15</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>~12</td></tr> <tr><td>Nº 30</td><td>~10</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>~8</td></tr> <tr><td>Nº 50</td><td>~6</td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>~5</td></tr> <tr><td>Nº 80</td><td>~3</td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>~2</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>~1</td></tr> <tr><td>Pasante</td><td>~0.5</td></tr> </tbody> </table>									Abertura (mm)	% Que Pasa en Peso	3"	~95	2 1/2"	~90	2"	~85	1 1/2"	~75	1"	~65	3/4"	~55	1/2"	~45	3/8"	~35	1/4"	~30	Nº 4	~25	Nº 8	~20	Nº 10	~18	Nº 16	~15	Nº 20	~12	Nº 30	~10	Nº 40	~8	Nº 50	~6	Nº 60	~5	Nº 80	~3	Nº 100	~2	Nº 200	~1	Pasante	~0.5
Abertura (mm)	% Que Pasa en Peso																																																					
3"	~95																																																					
2 1/2"	~90																																																					
2"	~85																																																					
1 1/2"	~75																																																					
1"	~65																																																					
3/4"	~55																																																					
1/2"	~45																																																					
3/8"	~35																																																					
1/4"	~30																																																					
Nº 4	~25																																																					
Nº 8	~20																																																					
Nº 10	~18																																																					
Nº 16	~15																																																					
Nº 20	~12																																																					
Nº 30	~10																																																					
Nº 40	~8																																																					
Nº 50	~6																																																					
Nº 60	~5																																																					
Nº 80	~3																																																					
Nº 100	~2																																																					
Nº 200	~1																																																					
Pasante	~0.5																																																					

Análisis de humedad integral de la cantera Pakistán II

LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)					
Obra: "Evaluacion de las propiedades fisicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa"					
Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo					Fecha : 18/04/2022
Ubicacion : Nueva Requena - Region Ucayali	Muestra: M-1				Coord. Este: 18L 504760
Cantera: Pakistán II	Codigo: C1 - M1				Coord. Norte: 9071179.00
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
Nº de Tarro		4	5	6	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	40.50	41.70	42.80	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	34.60	35.33	36.25	
Peso de Tarro	gr.	14.58	11.46	9.37	
Peso de Agua	gr.	5.90	6.37	6.55	
Peso del Suelo Seco	gr.	20.02	23.87	26.88	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	29.47	26.69	24.37	26.84
Numero de Golpes		15	25	35	
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
Nº de Tarro		9	10		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	16.60	16.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.40	15.15		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.20	1.20		
Peso de Suelo seco	gr.	5.90	5.92		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	20.34	20.27		20.30
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
32.0					
31.0					
30.0					
29.0					
28.0					
27.0					
26.0					
25.0					
24.0					
23.0					
22.0					
10					100

Constantes Fisicas de la Muestra	
Límite Líquido	26.84
Límite Plástico	20.30
Índice de Plasticidad	6.54

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

Análisis del Proctor Modificado cantera Pakistán II

PROCTOR MODIFICADO (MTC E - 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T 180)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS						
Proyecto:	<i>"Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"</i>					
Solicitante:	Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo					
Cantera	Pakistan II					
Muestra:	M-1					
		Código: C1-M1				
		Coord. Este: 18L 511441				
		Coord. Norte: 9075525				
		Fecha: 24/04/2022				
METODO		A	Volumen Molde	2160	<i>cm³</i>	
			Peso Molde	3240	<i>g</i>	
NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	7,715	7,954	8,120	8,010	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	4,475	4,714	4,880	4,770	
Peso Volumetrico Humedo	g	2.072	2.182	2.259	2.208	
Recipiente Numero	Nº	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	167.2	132.8	154.1	91.2	
Peso Suelo Seco + Tara	g	162.1	127.1	145.2	85.1	
Peso de la Tara	g	24.6	21.1	24.4	21.4	
Peso del Agua	g	5.1	5.7	8.9	6.1	
Peso del Suelo Seco	g	137.5	106.0	120.8	63.7	
Contenido de Agua	%	3.7	5.4	7.4	9.6	
Densidad Seca	cm ³	1.998	2.071	2.104	2.015	
Densidad Máxima Seca	2.105 g/cm ³	Optimo Contenido de Humedad			7.1 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						
<p>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</p> <p>The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (1.95 to 2.15) against Moisture Content (%) on the x-axis (1 to 11). A red curve starts at approximately (3.5, 1.98), rises to a peak at (7.1, 2.105), and then descends to (9.5, 2.015). A horizontal dashed line is drawn at 2.105 g/cm³, and a vertical dashed line is drawn at 7.1% moisture content.</p>						
OBSERVACIONES :						

Análisis del CBR cantera Pakistán II

CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS															
Proyecto: "Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"															
Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo									Codigo: C1-M1						
Cantera Pakistán II									Coord. Este: 18L 511441						
Muestra: M-1									Coord. Norte: 9075525						
									Fecha: 24/04/2022						
DESCRIPCION		UND	DATOS DE ENSAYO												
Molde	Nº		3		4		5								
Capas	Nº		5		5		5								
Golpes por capa	Nº		56		25		12								
Condición de la muestra			NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo	g	12574			12272		11889								
Peso de molde	g	7689			7628		7494								
Peso del suelo húmedo	g	4885			4644		4395								
Volumen del molde	cm ³	2121			2121		2121								
Densidad húmeda	g/cm ³	2.303			2.189		2.072								
Tara	Nº	8			9		7								
Peso suelo húmedo + tara	g	570.3			571.8		564.0								
Peso suelo seco + tara	g	533.1			535.2		528.6								
Peso de tara	g	19.7			35.0		37.1								
Peso de agua	g	37.2			36.6		35.4								
Peso de suelo seco	g	513.4			500.2		491.5								
Contenido de humedad	%	7.2			7.3		7.2								
Densidad seca	g/cm ³	2.147			2.040		1.933								
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
24/04/2022	16:00:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0				
25/04/2022	16:00:00	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0				
26/04/2022	16:00:00	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0				
27/04/2022	16:00:00	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0				
28/04/2022	16:00:00	96	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0				
				NO EXPANSIVO						0.0					
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3						
			CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION				
mm	Pulgadas	kg/cm ²	Kg	σ	σ	%	Kg	σ	σ	%	Kg	σ	σ	%	
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.250		51.6	236.5			30.3	139.0			20.6	94.5			
1.270	0.500		100.0	457.5			82.8	379.1			53.3	244.3			
1.905	0.750		160.2	731.2			150.9	689.0			125.8	575.0			
2.540	1.000	70.455	290.6	1319.6	1319.6	91.7	256.3	1165.4	1165.4	81.0	196.2	894.3	894.3	62.1	
3.180	1.252		330.6	1498.9			287.6	1306.1			234.6	1067.7			
3.810	1.500		440.6	1988.9			339.8	1540.0			293.6	1333.1			
5.080	2.000	105.68	530.6	2386.7	2386.7	110.5	449.5	2028.4	2028.4	94.0	352.7	1597.7	1597.7	74.0	
7.620	3.000		620.3	2780.2			520.3	2341.3			439.9	1985.8			
10.160	4.000		765.2	3409.8			620.5	2781.0			520.8	2343.5			
12.700	5.000		845.1	3753.7			678.3	3033.1			590.3	2648.9			
OBSERVACIONES:															

C.B.R. DE LOS SUELOS

(MTC E132)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecánicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa"

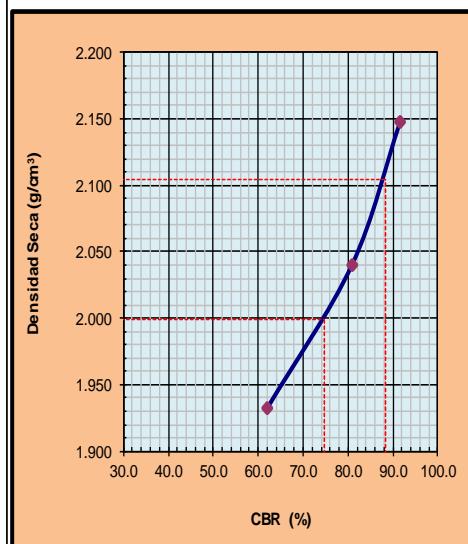
Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres
Bach. Gabriela Lucero Diaz Comejo
Cantera: Pakistan II
Muestra: M-1

Codigo: C1-M1

Coord.Este: 18L 511441

Coord.Norte: 9075525

Fecha: 24/04/2022



METODO DE COMPACTACION : MTC E132

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.105

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.1

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.000

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 88.4	0.2": 104.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 74.8	0.2": 86.8

RESULTADOS:

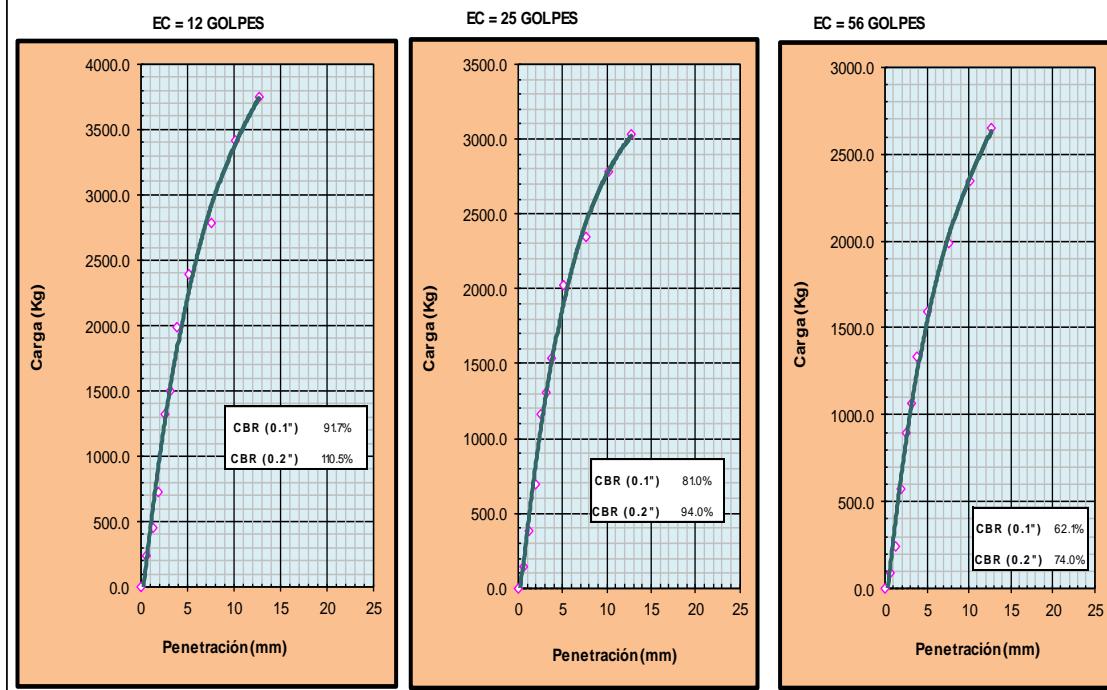
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 74.8 %

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 88.4 %

OBSERVACIONES:

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 40 %

Por lo tanto el CBR : Cumple con el Requerimiento.



Análisis del Ensayo de desgaste de los Ángeles de la cantera Pakistán II

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE LOS SUELOS Y PAVIMENTOS							
ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES NORMA ASTM C 131								
PROYECTO:	"Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"							
SOLICITANTE:	Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo				CODIGO:	C1 - M1		
UBICACION:	Pakistan II - Nueva Requena				FECHA DEL ENSAYO:	23/04/2022		
				COORD. ESTE:	18L 511441			
				COORD. NORTE:	9075525			
TIPO DE GRADACION:	A							
%		TIPO DE GRADACIÓN (gr.)						
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"	2"					2,500		
2"	1 1/2"					5,000	5,000	
1 1/2"	1"	1,250					5,000	5,000
1"	3/4"	1,250						5,000
3/4"	1/2"	1,250	2,500					
1/2"	3/8"	1,250	2,500					
3/8"	1/4"			2,500				
1/4"	Nº 4			2,500				
Nº 4	Nº 8				5,000			
ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
ROTACIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.); (W1):	5000.00							
PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 (gr.); (W2):	2935.00							
PESO QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr.); (W3):	2065.00							
PORCENTAJE (%) DE DESGASTE:	41.30%							
OBSERVACIONES:	<hr/> <hr/>							
$\% \text{ DE DESGASTE} (\%) = \frac{W1 - W2 * 100}{W1} = \frac{W3 * 100}{W1}$								

Anexo 3. Ensayos de cantera Canaán

Análisis granulométrico de la cantera Canaán

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Proyecto :	"Evaluacion de las propiedades fisicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa"						
Solicitante:	Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo						Fecha : 18/04/2022
Ubicacion :	Nueva Requena - Region Ucayali			Muestra: M-1			
Cantera:	Canaan			Codigo: C2 - M1			
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje e que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 14,000.0
3"	73.000				100.0		Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300	1,885.6	13.5	13.5	86.5		2. Caracteristicas
2"	50.800	1,697.2	12.1	25.6	74.4		Contenido de humedad:
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo 3"
1"	25.400	1,705.0	12.2	37.8	62.2		Tamaño Maximo Nominal 2 1/2"
3/4"	19.000						Grava (%) 55.7
1/2"	12.700						Arena (%) 94.52
3/8"	9.520	1,662.8	11.9	49.7	50.4		Finos (%) 5.48
1/4"	6.350						Coef. de compresibilidad (CC) : 0.15 Suelo adecuado
Nº 4	4.750	844.80	6.03	55.68	44.32		Indice de consistencia (IC) : 2.22 Suelo adecuado
Nº 8	2.360						Indice de liquidez (IL) : -1.22 Suelo seco
Nº 10	2.000	1,405.90	10.04	65.72	34.28		Límite Liquido (%) 26.77
Nº 16	1.190						Límite Plastico (%) 20.30
Nº 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) 6.47
Nº 30	0.600						Clasificacion SUCS SP-SC
Nº 40	0.420	1,971.00	14.08	79.80	20.20		Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
Nº 50	0.300						D 60= 0.4444 %ARC. 37.2
Nº 60	0.250						D 30= 0.0617 Cc 0.31
Nº 80	0.180						D 10= 0.0272 Cu 16.33
Nº 100	0.150	1,529.30	10.92	90.72	9.28		3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
Nº 200	0.074	532.50	3.80	94.52	5.48		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construcion" (EG-2000)
Pasante		765.90	5.47	99.99			
CURVA GRANULOMETRICA							

Análisis de humedad integral de la cantera Canaán

LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)					
Obra:	"Evaluacion de las propiedades fisicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa"				
Solicitante:	Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo			Fecha :	18/04/2022
Ubicacion :	Nueva Requena - Region Ucayali	Muestra:	M-1	Coord. Este:	18L 504760
Cantera:	Canaan	Codigo:	C2 - M1	Coord. Norte:	9071179.00
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
Nº de Tarro		8	12	16	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	40.70	29.70	30.00	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	35.85	24.85	25.30	
Peso de Tarro	gr.	19.20	6.50	6.30	
Peso de Agua	gr.	4.85	4.85	4.70	
Peso del Suelo Seco	gr.	16.65	18.35	19.00	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	29.13	26.43	24.74	26.77
Numero de Golpes		15	25	35	
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
Nº de Tarro		5	7		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	16.60	16.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.40	15.15		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.20	1.20		
Peso de Suelo seco	gr.	5.90	5.92		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	20.34	20.27		20.30
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
31.0					
30.0					
29.0					
28.0					
27.0					
26.0					
25.0					
24.0					
23.0					
10					
100					
Constantes Fisicas de la Muestra					
Limite Liquido	26.77				
Limite Plastic	20.30				
Indice de Plasticidad	6.47				
Observaciones					
Pasante Tamiz N° 40					

Análisis del Proctor Modificado cantera Canaán

PROCTOR MODIFICADO (MTC E - 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T 180)																		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS																		
Proyecto:	<i>"Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"</i>																	
Solicitante:	<i>Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo</i>			Codigo: C2 - M1														
Cantera	<i>Canaan</i>																	
Muestra:	<i>M-1</i>																	
METODO	A	Volumen Molde	2127	<i>cm³</i>	Peso Molde	3240	<i>g</i>											
NUMERO DE ENSAYOS		UNIDAD	1	2	3	4	5											
Peso Suelo + Molde		g	7,250	7,720	7,850	7,410												
Peso Suelo Humedo Compactado		g	4,010	4,480	4,610	4,170												
Peso Volumetrico Humedo		g	1.885	2.106	2.167	1.961												
Recipiente Numero		Nº	8	9	26	4												
Peso Suelo Humedo + Tara		g	192.1	200.3	200.3	210.6												
Peso Suelo Seco + Tara		g	186.4	190.5	187.0	193.1												
Peso de la Tara		g	17.7	19.7	15.4	15.6												
Peso del Agua		g	5.7	9.8	13.3	17.5												
Peso del Suelo Seco		g	168.7	170.8	171.6	177.5												
Contenido de Agua		%	3.4	5.7	7.8	9.9												
Densidad Seca		cm ³	1.824	1.992	2.011	1.785												
Densidad Máxima Seca		2.025 g/cm³		Optimo Contenido de Humedad		7.0 %												
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA																		
<p style="text-align: center;">ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</p> <table border="1"> <caption>Data points estimated from the Proctor Test graph</caption> <thead> <tr> <th>Humedad (%)</th> <th>Densidad seca (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.4</td><td>1.824</td></tr> <tr><td>5.5</td><td>1.985</td></tr> <tr><td>6.8</td><td>2.025</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>2.025</td></tr> <tr><td>9.8</td><td>1.785</td></tr> </tbody> </table>							Humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	3.4	1.824	5.5	1.985	6.8	2.025	7.5	2.025	9.8	1.785
Humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)																	
3.4	1.824																	
5.5	1.985																	
6.8	2.025																	
7.5	2.025																	
9.8	1.785																	
OBSERVACIONES : _____																		

Análisis del CBR- Cantera Canaán

C.B.R. DE LOS SUELOS

(MTC E132)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"

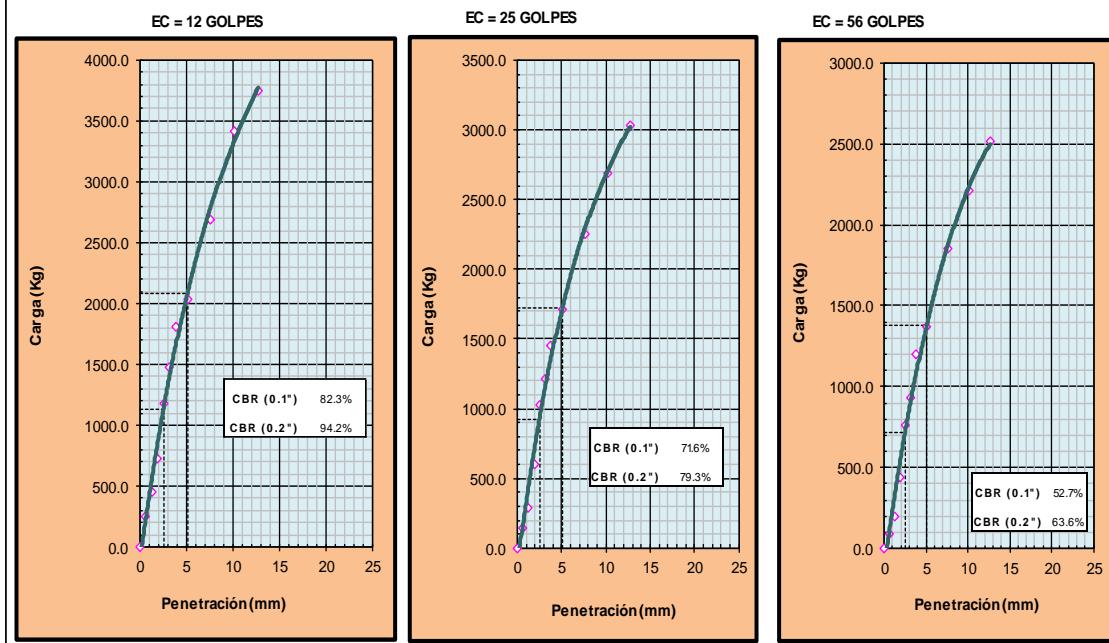
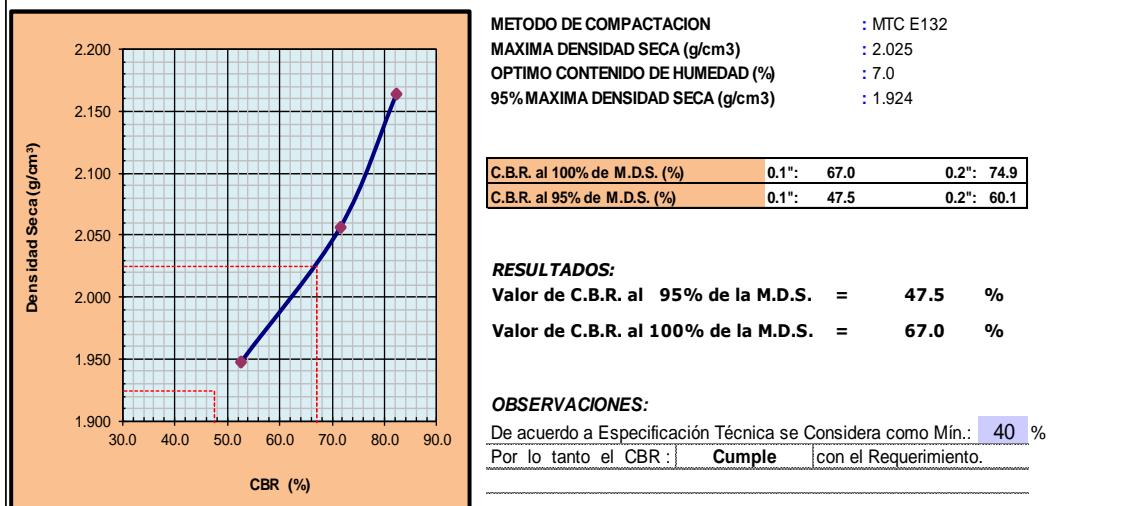
Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres
Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo
Cantera: Canaan
Muestra: San Jose de Tunuya

Codigo: M-1

Coord. Este: M-1

Coord. Norte: 18L 516036

Fecha: 13/04/2022



Análisis del Ensayo de desgaste de los Ángeles de la cantera Canaán

LABORATORIO DE MECÁNICA DE LOS SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES NORMA ASTM C 131

PROYECTO: "Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"

SOLICITANTE: Bach. Eunice Amasifuen Torres
Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo

CÓDIGO: M.1

UBICACION: Cantera Canaan - Nueva Requena

FECHA DEL ENSAYO: 13/04/2022

PUNTO DE MUESTREO: KM. 33+900.00 L.L. ACCESO 2.10KM

COORD. ESTE: 181.516036

TIPO DE GRADACION:

% PASA		TIPO DE GRADACIÓN (gr.)						
REtenido	A	B	C	D	E	F	G	
3"	2 1/2"				2,500			
2 1/2"	2"				2,500			
2"	1 1/2"				5,000	5,000		
1 1/2"	1"	1,250				5,000	5,000	
1"	3/4"	1,250					5,000	
3/4"	1/2"	1,250	2,500					
1/2"	3/8"	1,250	2,500					
3/8"	1/4"			2,500				
1/4"	Nº 4			2,500				
Nº 4	Nº 8				5,000			
ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
ROTACIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.); (W1):

5000.00

PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 (gr.); (W2):

2780.00

PESO QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr.): (W3):

2220.00

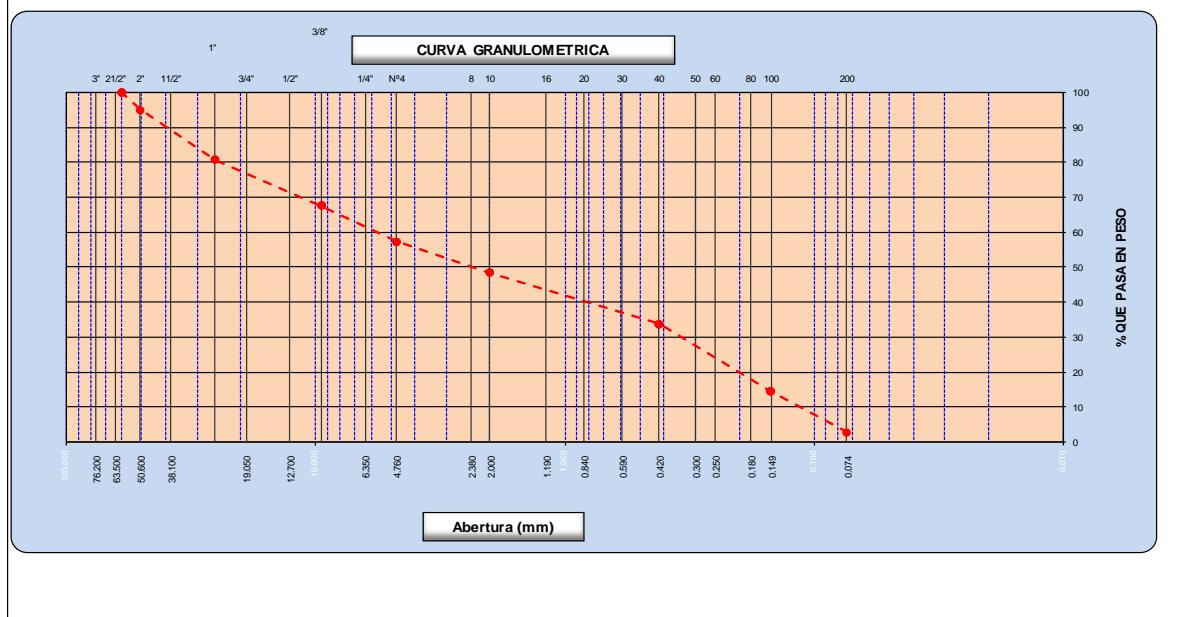
PORCENTAJE (%) DE DESGASTE:

OBSERVACIONES:

$$\% \text{ DE DESGASTE} (\%) = \frac{W_1 - W_2 * 100}{W_1} = W_3 * 100$$

Anexo 4. Ensayos de cantera Don José De Tunuya

Análisis Granulométrico de la cantera Don José de Tunuya



Análisis de humedad integral de la cantera Don José de Tunuya

LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)					
Obra:	"Evaluacion de las propiedades fisicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucalpa"				
Solicitante:	Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo				
Ubicacion :	Nueva Requena - Region Ucayali	Muestra:	M-1	Coord. Este:	18L 504760
Cantera:	San Jose de Tunuya	Codigo:	C1 - M1	Coord. Norte:	9071179.00
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
Nº de Tarro		4	5	6	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	40.50	41.70	42.80	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	34.60	35.33	36.25	
Peso de Tarro	gr.	14.58	11.46	9.37	
Peso de Agua	gr.	5.90	6.37	6.55	
Peso del Suelo Seco	gr.	20.02	23.87	26.88	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	29.47	26.69	24.37	26.84
Numero de Golpes		15	25	35	
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
Nº de Tarro		9	10		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	16.60	16.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.40	15.15		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.20	1.20		
Peso de Suelo seco	gr.	5.90	5.92		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	20.34	20.27		20.30
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
32.0					
31.0					
30.0					
29.0					
28.0					
27.0					
26.0					
25.0					
24.0					
23.0					
22.0					
10					
100					
Constantes Fisicas de la Muestra Limite Liquido 26.84 Limite Plastico 20.30 Indice de Plasticidad 6.54					
Observaciones					
Pasante Tamiz N° 40					

Análisis del Proctor Modificado cantera Don José de Tunuya

PROCTOR MODIFICADO (MTC E - 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T 180)																
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS																
Proyecto:	<i>"Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"</i>															
Solicitante:	<i>Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo</i>															
Cantera	<i>San Jose de Tunuya</i>			Codigo: C3 - M1												
Muestra:	<i>M-1</i>			Coord. Este: 18L 504760												
				Coord. Norte: 9071179												
				Fecha: 19/04/2022												
METODO	A	Volumen Molde	2127	cm³												
		Peso Molde	3240	g												
NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5										
Peso Suelo + Molde	g	7,160	7,690	8,060	7,440											
Peso Suelo Humedo Compactado	g	3,920	4,450	4,820	4,200											
Peso Volumetrico Humedo	g	1.843	2.092	2.266	1.975											
Recipiente Numero	Nº	8	9	26	4											
Peso Suelo Humedo + Tara	g	192.5	199.8	199.1	209.1											
Peso Suelo Seco + Tara	g	186.4	190.5	187.0	193.1											
Peso de la Tara	g	17.7	19.7	15.4	15.6											
Peso del Agua	g	6.1	9.3	12.1	16.0											
Peso del Suelo Seco	g	168.7	170.8	171.6	177.5											
Contenido de Agua	%	3.6	5.4	7.1	9.0											
Densidad Seca	cm ³	1.779	1.984	2.117	1.811											
Densidad Máxima Seca	2.117 g/cm ³		Optimo Contenido de Humedad	7.1 %												
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA																
<p style="text-align: center;">ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</p> <table border="1"> <caption>Data points from the Compaction Test Graph</caption> <thead> <tr> <th>Humedad (%)</th> <th>Densidad seca (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.5</td><td>1.78</td></tr> <tr><td>5.5</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>2.11</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>1.82</td></tr> </tbody> </table>							Humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	3.5	1.78	5.5	2.00	7.0	2.11	9.0	1.82
Humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)															
3.5	1.78															
5.5	2.00															
7.0	2.11															
9.0	1.82															
OBSERVACIONES :	<hr/> <hr/>															

Análisis del CBR- Cantera Don José de Tunuya

CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)														
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS														
Proyecto: "Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa" Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Comejo Cantera San Jose de Tunuya Muestra: M-1														
DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO												
Molde	Nº	3		4		5								
Capas	Nº	5		5		5								
Golpes por capa	Nº	56		25		12								
Condición de la muestra		NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo	g	9679		9471		9263								
Peso de molde	g	4765		4700		4765								
Peso del suelo húmedo	g	4914		4771		4498								
Volumen del molde	cm ³	2151		2161		2151								
Densidad húmeda	g/cm ³	2.285		2.208		2.091								
Tara	Nº	8		9		7								
Peso suelo húmedo + tara	g	566.9		572.1		564.8								
Peso suelo seco + tara	g	538.1		535.2		528.6								
Peso de tara	g	19.7		35.0		37.1								
Peso de agua	g	28.8		36.9		36.2								
Peso de suelo seco	g	518.4		500.2		491.5								
Contenido de humedad	%	5.6		7.4		7.4								
Densidad seca	g/cm ³	2.164		2.056		1.948								
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
19/04/2021	17:00:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0			
20/04/2021	17:00:00	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0			
21/04/2021	17:00:00	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0			
22/04/2021	17:00:00	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0			
23/04/2021	17:00:00	96	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0			
				NO EXPANSIVO				0.0			0.0			
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3					
mm	Pulgadas	kg/cm ²	CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
			Kg	σ	σ	%	Kg	σ	σ	%	Kg	σ	σ	%
0.000	0	0.0	0.0				0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		54.6	250.2			30.3	139.0			20.6	94.5		
1.270	0.500		100.0	457.5			62.8	287.7			43.3	198.5		
1.905	0.750		160.2	731.2			130.9	598.2			95.8	438.4		
2.540	1.000	70.455	260.6	1184.8	82.3		226.3	1030.2	1030.2	71.6	166.2	758.4	758.4	52.7
3.180	1.252		324.8	1472.9			267.6	1216.3			204.6	932.2		
3.810	1.500		400.6	1811.2			319.8	1450.5			263.6	1198.3		
5.080	2.000	105.68	450.8	2034.1	2034.1	94.2	378.5	1712.8	1712.8	79.3	302.6	1373.5	1373.5	63.6
7.620	3.000		600.4	2693.1			500.3	2253.1			409.8	1852.2		
10.160	4.000		765.2	3409.8			600.0	2691.4			490.6	2210.2		
12.700	5.000		845.1	3753.7			678.3	3033.1			560.3	2517.3		

C.B.R. DE LOS SUELOS
(MTC E132)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vías no pavimentadas, Pucallpa"

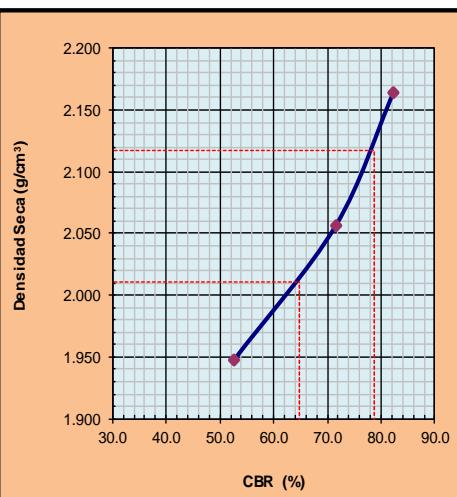
Solicitante: Bach. Eunice Amasifuen Torres
Bach. Gabriela Lucero Diaz Comejo
Cantera: San Jose de Tunuya
Muestra: M-1

Codigo: C3 M1

Coord Este: 18L 504760

Coord. Norte: 9082230

Fecha: 19/04/2022



METODO DE COMPACTACION : MTC E132

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.117

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.1

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.011

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 78.6	0.2": 87.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 64.7	0.2": 72.9

RESULTADOS:

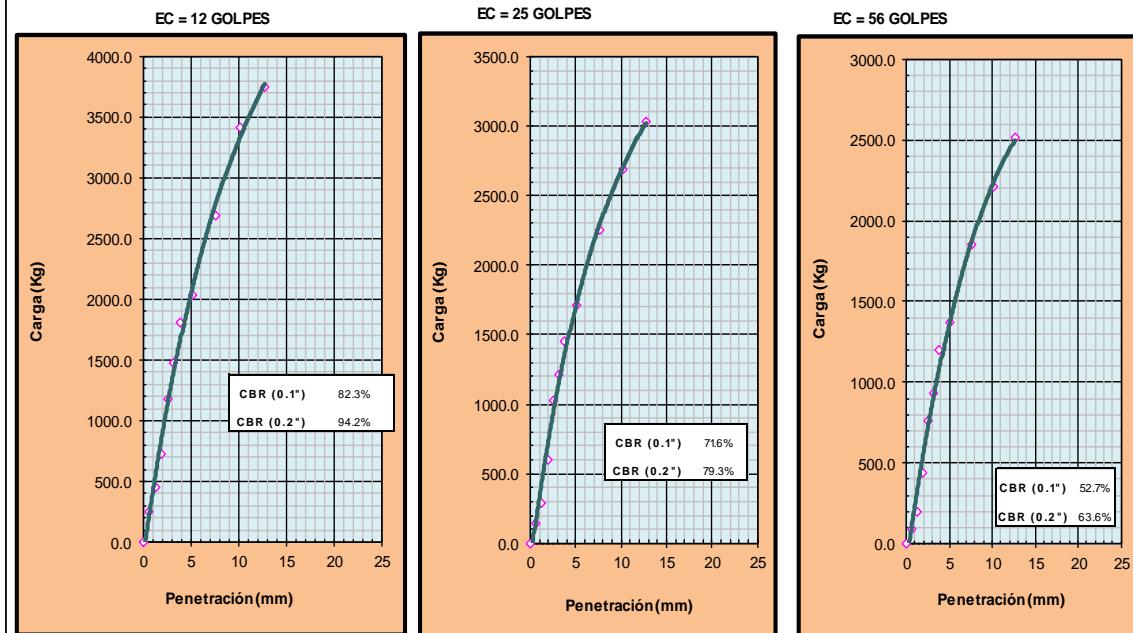
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 64.7 %

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 78.6 %

OBSERVACIONES:

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min.: 40 %

Por lo tanto el CBR : Cumple con el Requerimiento.



**Análisis del Ensayo de desgaste de los Ángeles de la cantera Don José
de Tunuya**

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE LOS SUELOS Y PAVIMENTOS							
ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES NORMA ASTM C 131								
PROYECTO:	'Evaluacion de la propiedades físicas y propiedades mecanicas de las canteras de cerro del distrito de Nueva Requena para vias no pavimentadas, Pucallpa"							
SOLICITANTE	Bach. Eunice Amasifuen Torres Bach. Gabriela Lucero Diaz Cornejo	CODIGO: C3 - M1						
UBICACION:	Cantera San Jose de Tunuya - Nueva Requena	FECHA DEL ENSAYO: 13/04/2022						
PUNTO DE MUESTREO:	km. 11+500, accesando 5.30 km Lado Izquierdo - Nueva Requena	COORD. ESTE: 18L 504760 COORD. NORTE: 9082230						
TIPO DE GRADACION:	A							
%		TIPO DE GRADACIÓN (gr.)						
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2,500		
2 1/2"	2"					2,500		
2"	1 1/2"					5,000	5,000	
1 1/2"	1"	1,250					5,000	5,000
1"	3/4"	1,250						5,000
3/4"	1/2"	1,250	2,500					
1/2"	3/8"	1,250	2,500					
3/8"	1/4"			2,500				
1/4"	Nº 4			2,500				
Nº 4	Nº 8				5,000			
ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
ROTACIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.); (W1):	5000.00							
PESO RETENIDO EN EL TAMIZ Nº 12 (gr.); (W2):	2930.00							
PESO QUE PASA EL TAMIZ Nº 12 (gr.); (W3):	2070.00							
PORCENTAJE (%) DE DESGASTE:	41.40%							
OBSERVACIONES:								
$\% \text{ DE DESGASTE} (\%) = \frac{W1 - W2 * 100}{W1} = \frac{W3 * 100}{W1}$								

Anexo 5. Panel Fotográfico



IMAGEN N°01: INSITU de la cantera de cerro Pakistán II.



IMAGEN N°02: INSITU de la cantera de cerro San José de Tunuya.



26/11/2021 2:31:54 p. m.
18L 516077 9082177

IMAGEN N°03: INSITU de la cantera de cerro Canaan.



IMAGEN N°04: Límite de Consistencia de la Cantera de Cerro Canaan.



IMAGEN Nº05: Granulometría de la Cantera de Cerro Canaan.



IMAGEN Nº06: Abrasión de los Ángeles de la Cantera de Cerro Canaan.



IMAGEN N°07: Proctor Modificado de la Cantera de Cerro Canaan.



IMAGEN N°08: CBR de la Cantera de Cerro Canaan.



IMAGEN Nº09: CBR de la Cantera de Cerro Canaan.



IMAGEN Nº10: CBR de la Cantera de Cerro Pakistan II.



IMAGEN Nº11: CBR de la Cantera de Cerro San José de Tunuya.



IMAGEN Nº12: Extracción de muestra INSITU de la cantera de Cerro Pakistan II.



31 may. 2022 2:17:12 p. m.
18L 516038 9082233
Coronel Portillo
Ucayali

IMAGEN N°13: Extracción de muestra INSITU de la cantera de Cerro Cannan.



IMAGEN N°14: Extracción de muestra INSITU de la cantera de Cerro San José de Tunuya.