



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en  
las propiedades físico-mecánicas para diseño de pavimento flexible,  
2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Yana Quispe, Edgar (orcid.org/0009-0002-2854-4782)

**ASESOR:**

Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo (orcid.org/0000-0003-2452-4805)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

El presente trabajo de estudio es dedicado a mis padres Mario y Victoria por el apoyo incondicional y su experiencia vivida para cumplir una de mis metas en mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme salud y sabiduría para terminar mi proyecto de estudio. A mi asesor Mg. Arturo Ascoy Flores por la guía y conocimiento en el trabajo de investigación y también a la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de terminar mis estudios



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis Completa titulada: "Influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico-mecánicas para diseño de pavimento flexible, 2023", cuyo autor es YANA QUISPE EDGAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 21 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO <b>DNI:</b> 46781063 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 21-12- 2023 20:15:24

Código documento Trilce: TRI – 0705157



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, YANA QUISPE EDGAR estudiantede la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico-mecánicas para diseño de pavimento flexible, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
YANA QUISPE EDGAR <b>DNI:</b> 47068957 <b>ORCID:</b> 0009-0002-2854-4782	Firmado electrónicamente por: EDYANAQU el 14- 012024 22:45:08

Código documento Trilce: INV - 1447242

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	20
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5. Procedimientos .....	23
3.6. Método de análisis de datos .....	31
3.7. Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS .....	33
V. DISCUSIÓN .....	40
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES .....	44
REFERENCIAS .....	45
ANEXOS .....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Calidad para Sub Base granular, Granulometría</i> .....	11
Tabla 2. <i>Características de estudios para Sub Base granular</i> .....	11
Tabla 3. <i>Calidad para Base granular, Granulometría</i> .....	12
Tabla 4. <i>Relación de soporte de california para Base</i> .....	12
Tabla 5. <i>Características de estudios para Base granular</i> .....	12
Tabla 6. <i>Características de estudios para materiales finos Base granular</i> .....	13
Tabla 7. <i>Operacionalización de variable</i> .....	21
Tabla 8. <i>Granulometria solo porcentajes pasantes y especificacion</i> .....	33
Tabla 9. <i>Dosificacion de material afirmado, piedra chancada y arena</i> .....	36
Tabla 10. <i>Resumen de los resultados generales fisico, mecanicas y quimicas</i> ....	36
Tabla 11. <i>Resultados del objetivo especifico 01</i> .....	37
Tabla 12. <i>Resultados del objetivo especifico 02</i> .....	38
Tabla 13. <i>Resultados del objetivo especifico 03</i> .....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Ubicacion Cantera Yocara Taya Taya (Fuente Google Earth) .....	24
Figura 2. Almacenamiento de material granulares (Fuente propia).....	24
Figura 3. Muestreo material afirmado Cantera Yocara Taya Taya (Fuente propia) .....	25
Figura 4. Muestreo material Piedra Chancada Cantera Yocara Taya Taya (Fuente propia) .....	25
Figura 5. Muestreo material arena Cantera Yocara Taya Taya (Fuente propia) ...	26
Figura 6. Laboratorio de Roberto Caceres Flores (Fuente propia).....	26
Figura 7. Trabajos en laboratorio ensayo granulometria (Fuente propia).....	27
Figura 8. Trabajos en laboratorio Limites de Consistencia (Fuente propia) .....	27
Figura 9. Trabajos en laboratorio ensayo Maquina los Angeles (Fuente propia) ..	28
Figura 10. Trabajos en laboratorio ensayo Proctor Modificado (Fuente propia)....	28
Figura 11. Trabajos en laboratorio ensayo C.B.R (Fuente propia) .....	29
Figura 12. Trabajos en laboratorio ensayo de Equivalente de Arena (Fuente propia) .....	29
Figura 13. Trabajos en laboratorio ensayo Caras Fracturadas (Fuente propia) ....	30
Figura 14. Trabajos en laboratorio ensayo Chatas y Alargadas (Fuente propia) ..	30
Figura 15. Trabajos en laboratorio ensayo durabilidad de sulfato (Fuente propia)	31
Figura 16. Dosificacion de material afirmado (A) y piedra chancada (B).....	34
Figura 17. Dosificacion afirmado y piedra chancada (62%A + 38%) con arena (Y). .....	35



## Resumen

La presente investigación de tesis analiza una mejor solución a la elaboración de diseño para el cumplimiento de los requerimientos establecidos por la EG-2013, para base y sub base del pavimento, por lo tanto, como objetivo general es evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico-mecánico para el diseño de pavimento flexible 2023. La metodología experimentada es aplicada de nivel experimental, tipo de diseño básico de laboratorio con enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y una población de 280 kg material combinado. Técnica de investigación es observación de ensayo y como instrumento ficha técnica. Como resultado fundamental en el trabajo de investigación se tuvo como diseño controlado con una proporción de 50% de material afirmado, 30% de piedra chancada y 20% de arena, este diseño de combinación cumple los parámetros requeridos de base y sub base logrando obtener una granulometría de gradación "A", índice de plasticidad NP, caras fracturadas una cara 87% dos caras de 59% , chatas alargadas 15%, maquina los ángeles 22%, equivalente de arena 77%, CBR al 120% al 100% de MDS, sales solubles 0.01% y durabilidad al sulfato material grueso 4.25% cumpliendo los parámetros establecidos por EG-2013.

**Palabras clave:** material granular, dosificación, calidad, base granular.

## Abstract

The present thesis research analyzes a better solution to the design elaboration for the fulfillment of the requirements established by the EG-2013, for base and sub base of the pavement, therefore, as general objective is to evaluate which will be the influence of the controlled dosage of granular materials in the physical-mechanical properties for the design of flexible pavement 2023. The methodology experimented is applied experimental level, basic laboratory design type with quantitative approach, quasi-experimental design and a population of 280 kg combined material. Research technique is test observation and as an instrument technical data sheet. As a fundamental result in the research work, it was taken as a controlled design with a proportion of 50% of affirmed material, 30% of crushed stone and 20% of sand, this design of combination fulfills the required parameters of base and sub base obtaining a granulometry of gradation "A", plasticity index NP, fractured faces one face 87% two faces of 59%, elongated flat 15%, machine the angels 22%, equivalent of sand 77%, CBR to 120% to 100% of MDS, soluble salts 0.01% and durability to sulfate coarse material 4.25% complying with the parameters established by EG-2013.

**Keywords:** granular material, dosage, quality, granular base.

## I. INTRODUCCIÓN

La estructura que compone la superficie de las carreteras y caminos que está conformado por una serie de capas con diferentes propiedades físico-mecánico, iniciando por la superficie de rodadura, seguida de las capas granulares y finalmente capa de subrasante. Cada una de las capas granulares están formados por materiales y agregados naturales que se debe cumplir con los requisitos que establece las especificaciones técnicas para la construcción de un proyecto. La mayor parte de los áridos no establecen los parámetros de las especificaciones, es por ello y necesario cambiar o buscar la dosificación adecuada para mejorar sus propiedades mediante la estabilización y diseño. En la actualidad existen diferentes métodos, técnicas para la estabilización entre las más comunes se encuentran el uso de materiales de cemento, asfaltó y cal. Por consiguiente, investigaciones actuales han utilizado nuevos materiales como cenizas, escorias y lodos de cal.

Actualmente, durante el levantamiento de un diseño de la red nacional de carreteras en Colombia, consecutivamente se encuentran materiales granulares no adecuados para la ejecución de proyectos, por lo que surge investigar y explorar nuevas tecnologías. (Días, 2021)

A nivel nacional actualmente, el aprovechamiento de materiales granulares informal es cada vez más frecuente, ello genera que los pavimentos lleguen a tener fallas en su estructura debido a la precariedad de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, de esta manera que se debe establecer un adecuado análisis y muestreo de manera que cumplan los requerimientos de la norma EG-2013 (Especificaciones Generales) de cada cantera y proponer diseños según el material a usar, esto se debe realizar con estudios e investigaciones en laboratorios certificados y actualizar la información existente. (Torres y Yacila, 2020)

A nivel local las canteras ubicadas, en la ciudad de Juliaca se encuentran con estudios geotécnicos limitados sin embargo utilizan estos materiales granulares sin considerar sus propiedades físicas y mecánicas, las cuales determinan el comportamiento de los materiales en las estructuras viales y/o conservación de las principales capas granulares de un pavimento. Es por ello que se planteó el

siguiente **problema general**, ¿Cuál será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico-mecánico para diseño de pavimento flexible, 2023? La **justificación teórica** de la presente investigación se pretende dar enfoque a conocer las propiedades físico – mecánico para su aplicación en el diseño de pavimentos y garantizar la calidad de la vida de la población mediante las normas: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones y Especificaciones Generales para Construcción EG – 2013.

Con tres tipos de materiales granulares (afirmado, piedra chancada y arena), se pretende el mejoramiento de la estructura del pavimento ya sea para que soporte mayores cargas y de forma eficaz; así mismo la **justificación práctica**, se busca reducir el proceso de deterioración y la debilitación de la base y sub-base de un pavimento flexible en las vías urbanas, obteniéndose obras que tengan la calidad adecuada con el mejoramiento de sus propiedades físico – mecánicas. En la **justificación metodológica**, se justifica porque permite conocer una adecuada dosificación controlada de materiales granulares, este enfoque crea un instrumentó técnico de referencia para proyectos con características y/o realidades comparables, lo que se considera un aporte concreto ante las constantes deficiencias en la construcción de obras públicas y privadas. En la **justificación social** la investigación tendrá un aporte importante para furos proyectos de pavimentación como entidades públicas y privadas, debido a su estudio de los agregados avalados con un laboratorio certificado con INACAL, ya que con ellos tendrán un resultado fiable, certera y verídica tales como: durabilidad, resistencia, plasticidad, sales solubles, etc. El presente proyecto de investigación tiene el **objetivo general**, Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico – mecánico para diseño de pavimento flexible, 2023. Y como **Objetivo Especifico** evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físicas para diseño de pavimento flexible, 2023. Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades mecánicas para diseño de pavimento flexible, 2023. Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades químicas para diseño de pavimento flexible, 2023. Para las hipótesis de la presente tesis, se da a

conocer como **hipótesis general** la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades físico – mecánico para diseño de pavimentos flexible, 2023. Y teniendo como **hipótesis específicas** la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades físico para diseño de pavimentos flexible, 2023. la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades mecánicas para diseño de pavimentos flexible, 2023. la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades químicas para diseño de pavimentos flexible, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente internacional se presentan los siguientes:

Morales, Ortiz y Intriago (2023). El estudio fue realizado en costa de Manabí - Ecuador. Determinar si es realizable su uso de mezcla con materiales granulares con los porcentajes de 10% arena mar y 3,4 y 5% cemento con un material recaudado de 5 playas diferentes en Manabí.

<b>Características</b>	<b>especificaciones</b>		<b>resultado</b>
% sulfato (desgaste).	INEN 863, 2011	menor 18%	15.66%
Abrasión los ángeles.	INEN 860, 2011	menor 50%	3%
Índice de plasticidad.	INEN 691, 1982	menor 6%	14%
L. liquido.	INEN 692, 1982	menor 25%	39%
CBR.	ASTM D 1883	80%	100%

Con el diseño de mezcla de 10% de arena y 3% de cemento el CBR es mayor de 80%.

Heredia y Sierra (2020). El estudio fue desarrollado en departamento de Cundinamarca – Colombia, busco resolver las propiedades físico – mecánicas de una mezcla de materiales reciclados de 50% material granular y 50% RCD, con una muestra 7631.3 g.

Abrasión los ángeles	norma 40%	resultado 42.32%
Abrasión micro-deval	norma 30%	resultado 30.67%
Valor de relación soporte	norma 0.1 pulg.	resultado 100.8%
Porcentaje de caras fracturadas	norma 70%	resultado 73.94%
alargamiento	norma 35%	resultado 28.35%
granulometría	no cumple	mala gradación

Se concluyo que la capa base granular con la sustitución de 50% de material reciclado no es recomendable para el uso de base granular.

Ortegón, Plazas y Ramírez. (2018). La investigación fue desarrollada en la provincia Ibagué departamento Tolima – Colombia. Optimizar el material granular de la cantera Esmeralda con la sustitución de ceniza de arroz y escombros reciclados con un diseño de 5% ceniza de cascarilla de arroz y 20% de material reciclado de escombros.

Máquina los ángeles	si cumple	norma 50%	resultado 13%
Limite liquido	si cumple	norma 40%	resultado 27.98%
Índice de plasticidad	no cumple	norma 4-9%	resultado NP
CBR	no cumple	norma $\geq 15\%$	resultado 11.45%

El mejor resultado fue adicionando el 5% de ceniza de arroz mejorando las propiedades físico mecánicas.

Macias, Torres (2018). Desarrollado en la provincia de Márquez – Colombia, estudiar la capacidad de aprovechar polvillo de horno para mejorar los áridos y establecer sus propiedades químicas y físicas

Desgaste los Ángeles		norma $\leq 35\%$	resultado 23%
Degradación por abrasión micro - deval		norma $\leq 25\%$	resultado 24.36%
Resistencia mecánica de 10% finos		norma $\geq 90\text{KN}$	resultado 93
Perdidas de solidez en sulfato		norma $\leq 12\%$	resultado 8.21%
Limite liquido		norma NA	resultado 11%
Índice plástico		norma 0	resultado 5%
Equivalente de arena, suelos		norma $\geq 30\%$	resultado 28.26%
Valor de azul de metileno		norma $\leq 10\%$	resultado 8%
Contenido (terrones, arcilla y deleznable)		norma $\leq 2\%$	resultado 2%
Alargamiento y aplanamiento		norma $\leq 35\%$	resultado 25/32%
Partículas fracturadas		norma 100%	resultado 100%
Angularidad de material fina		norma $\geq 35\%$	resultado 49.73%
C.B.R (%)		norma $\geq 95\%$	resultado 90%

Mejor resultado obtenido fue desgaste los ángeles con 23%

Ulloa y Munera (2018). El estudio se desarrolló en Costa Rica, determinar un procedimiento de diseño para la normalización de materiales áridos con emulsión asfáltica en laboratorio.

Limite liquido		norma 35% máx.	resultado NP
Índice plástico		norma 4-9%	resultado 10%
Límite de plasticidad		-	resultado NP
CBR a 95%		norma 80% min	resultado 130%
Durabilidad de índice		norma 35% min	resultado 39%

Máquina los ángeles	norma 50% máx.	resultado 40%
Partículas fracturadas	norma 50% min	resultado 100%
Equivalente de arena	-	resultado 40%

El mejor resultado de la combinación fue CBR a 95% con 130%

Bedoya, Ocampo (2016). El estudio fue desarrollado en el departamento Risaralda, determinar el comportamiento del polímero termoplástico como adición en la granulometría para la capa sub base, resultados analizados: 40% pet y 60% subbase.

Máquina los ángeles	norma INV E-218	resultado 23%
Abrasión micro-deval	norma INV E-238	resultado 12.60%
Sulfato	norma INV E-220	resultado 2%
L. liquido	norma INV E-125	resultado 20.79%
Índice plástico	norma INV E-126	resultado 5.77%

Para reforzar las estructuras de pavimento flexible y rígido se recomienda el diseño de mezcla de 40% pet y 60% sub base

Antecedente nacional se presenta los siguientes.

Manrique y Gonzales (2022). Desarrollado en la ciudad de Chimbote, como objetivo: realizar una combinación de tres canteras para la trabajabilidad y mejorar sus propiedades físico mecánicas, resultados analizados son: 47% MG, 47% MG y 6% de piedra chancada. Una población de tres cateras: sorpresa, pedrito y puente.

Análisis granulométrico	buena gradación	
L. liquido	NP	
Índice de plástico	NP	
Máquina los ángeles	14.68%	
Valor equivalente de arena	60%	
Una cara fracturada	90.40%	
Dos caras fracturadas	72.80%	
Chatas y alargadas	13.30%	
Sales solubles A. grueso	0.36%	
Sales solubles A. fino	0.43%	
Durabilidad al sulfato de magnesio	3.10%	
CBR (penetración 0.1")	al 100% MDS	94.00%
	al 95% MDS	81.00%



Mejor resultado con un diseño de 47% cantera puente, 47% piedra chancada y 6% cantera sorpresa cumple con las especificaciones requeridas.

tamay (2022). Desarrollado en la ciudad de chota, región Cajamarca, estudia las características de una base granular adicionando PET desintegrado para confirmar que tiene mejores propiedades, con una muestra de material árido combinado con PET al 10% 20% 30%. Resultados analizados 20% de PET y material granular

Tamiz retenido N° 4 -%	norma 30-60	resultado 42.40%
Tamiz retenido N° 40 -%	norma 15-30	resultado 20.20%
Tamiz retenido N° 200 -%	norma 5-10	resultado 15.90%
Contenido de humedad -%	norma	resultado 12.05%
Limite liquido -%	norma	resultado 22.46%
Limite plástico -%	norma	resultado 18.76%
Índice plástico -%	norma 4 máx.	resultado 3.7%
Clasificación por SUCS	norma	resultado GM
Clasificación por AASHTO	norma	resultado A-1-b (0)
Equivalente de arena -%	norma 45 min.	resultado 16%
Abrasión los ángeles -%	norma 40 máx.	resultado 39.2%
Densidad máxima seca -g/cm <sup>3</sup>	norma	resultado 2.202
C.B.R al 100%	norma 80%	resultado 78.2%
Expansión -mm	norma	resultado 0.98

Mejor resultado fue 3.7% de índice de plasticidad, adicionando 20% de PET

Bernardo, Mendiguri (2022). La investigación fue desarrollada en la ciudad San Juan de Lurigancho con el objetivo, determinar las características mecánicas de los aglomerados convencionales empleando PET reciclado con una muestra de 60 briquetas. Resultado analizado 38% árido grueso y 62% fino.

Equipo los ángeles	norma 35% máx.	resultado 11.90%
Sulfato de magnesio	norma 15% máx.	resultado 1.48%
Índice de durabilidad	norma 35% min	resultado 85%
Chatas y alargadas	norma 10% máx.	resultado 1%
Una partícula fracturada	norma 90/70	resultado 0.3%
Dos caras fracturadas	norma 90/70	resultado 99.7%

Sales solubles	norma 0.5% máx.	resultado 0.05%
Absorción	norma 1.0% máx.	resultado 0.50%
Equivalente de suelo fino	norma 70	resultado 70%
Angularidad de fino	norma 40	resultado 39.40%
Índice plástico	norma NP	resultado N.P
Índice durabilidad	norma 35% min	resultado 64%
Sales, totales	norma 0.5% máx.	resultado 0.07%
absorción	norma 0.5% máx.	resultado 0.98

El mejor resultado fue maquina los ángeles 11.90 %

López (2022). El estudio fue desarrollado en la ciudad Chiclayo, departamento Lambayeque. La investigación examina materiales reciclados procedentes del diseño asfáltico para resolver el porcentaje de uso del material mencionado, con una muestra de diseño 0% 10% 20% 30% 40% entre materia natural y reciclado.

Resultados analizados 40% mezcla asfáltica

Por SUCS	resultado	GP
Por AASHTO	resultado	A1-a (0)
Limite liquido	resultado	20.1%
L. Plástico	resultado	15.63%
Índice plástico	resultado	4.47%
Proctor modificado	resultado	MDS 2.283% humedad 5.90%
CBR	resultado	90.30%
Sales solubles	resultado	0.10%

Es viable aprovechar los bloques residuales del diseño asfáltico hasta una proporción 10% para base y 40% sub base

Torres (2022). El estudio es desarrollado en la ciudad de Juliaca. Se establecieron los estudios de las canteras de Juliaca con la norma EG-2013 para base y sub base con una muestra representativa de las canteras Mucra y Taparachi de 480 kg. Resultados analizados 75% cantera Mucra y 25% cantera Taparachi.

Granulometría	resultada	cumple con la gradación A
SUCS	resultado	GW
AASHTO	resultado	A-2-a (0)
Índice plástico	resultado	10%

Limite liquido	resultado	24%
Una cara fracturada	resultado	50.4%
Dos caras fracturadas	resultado	50.4%
Chatas alargadas	resultado	0.65%
Equivalente de arena	resultado	32%
Abrasión los ángeles	resultado	19.27%
C.B.R al 100% M.D.S para 0.1"	resultado	53.86%

Con el diseño de canteras el mejor resultado es 75% y 25% cumple con la especificación EG-2013 tipo A.

Vásquez (2019). Desarrollado en la ciudad de Cajamarca, dimensionar el diseño de agregados de las canteras Guitarreo (afirmado) y piedra chancada para base y sub base, la población en investigación está determinada por materiales áridos para base y sub base utilizado para la construcción de pavimentos en Cajamarca. Resultados analizados 60% material de cantera y 40% piedra chancada.

Índice liquido	resultado	no presenta
Índice plástico	resultado	no presenta
Índice plástico	resultado	no presenta
Optima humedad	resultado	10.68%
Densidad máxima seca	resultado	1.71%
C.B.R 100% M.D.S para 0.1"	resultado	63.13%
CBR al 95% MDS para 0.2" de penetración	resultado	57.41%
Esponjamiento	resultado	100%
Abrasión de ángeles (gradación B)	resultado	23.41%

El mejor resultado de la dosificación es 60% cantera Guitarreo y 40% de piedra chancada, representa el óptimo en las propiedades físico mecánicas.

Lozada (2018). El estudio fue desarrollado en la ciudad de Utcubamba como objetivo, llevar a la práctica las propiedades físico mecánicas de las canteras Hualango para las carreteras de la provincia Utcubamba. La población para esta exploración son las canteras que se encuentra en el centro poblado de Hualango. Resultados analizados de material afirmado.

Análisis granulométrico	resultado	mayor presencia de finos
Humedad optima	resultado	10.97%

Mediante SUCS	resultado	GC
Índice de plástico	resultado	8.27%
Máquina los ángeles	resultado	68.6%
Energía modificada	resultado	MDS 1.78 g/cm <sup>2</sup> OCH 17.99%
C.B.R al 100%	resultado	46.0%
Sales solubles	resultado	0.10%

El mejor resultado con un diseño de 45% y 55% adecuado para utilizar como afirmado.

Variable independiente material granular, (Bravo, Párraga 2023) los materiales granulares retribuyen a los agregados triturados global o parcialmente, estabilizados con material fino producto de la trituración y de naturaleza fina, los materiales se reflejan en la morfología que compone las estructuras. También, utilizan para la construcción de estructuras de bases granulares, para obtención de este material se debe seguir con las normas nacionales e internacionales que permita conseguir resultados eficientes para el uso adecuado en los proyectos. Arévalo (2020) los materiales granulares se pueden especificar como grandes aglomerados de fragmentos de roca producidos por acciones erosivas, que son materiales no cohesivos la fuerza entre ellas solo son repulsivas, de manera la forma del material granular está establecido por límites externos y la gravedad y tiene un comportamiento de manera diferente. Dado que este tipo de material no existe en su estado natural se produce artificialmente rompiendo roca entera. Tasayco (2019) son materiales áridos granulares compuestos por segmentos de rocas trituradas por el desgaste natural y arenas, definido también un conglomerado de materiales inertes limitados por su fuerza externa, cuando es sometido a la rotura de agregados se define un resultado más significativo; conjunto de agregados sólidos discretos. Rangel y Estupiñán (2019) Pedazo de roca formado por la erosión. La dimensión y fisonomía dependen de las características, piedra primaria de lo que se deriva el grado de meteorización y el desgaste sufrido durante el transporte. Se localizan en varios lugares de la tierra, por ejemplo, en glaciares, fondos de valles, depósitos volcánicos, brechas de fracturas, corrientes de ríos, lagos o mares. Debido a su prevalencia, se utiliza como cimentación o árido en infraestructuras de civil.

Características del agregado granular Las características de partículas granulares

es un procedimiento obligatorio para especificar sus propiedades mecánicas, físicas y químicas de los agregados utilizados en las pruebas de resistencia. Los valores obtenidos de la caracterización deben ser comparados con los valores aceptables definidos en los reglamentos de las autoridades técnicas competentes en el área de su aplicación.

El indicador de la variable independiente es granulometría el cual según Lozada (2018) la define como ensaye granulométrico a la determinación cuantitativamente la distribución del tamaño de las partículas del suelo. El propósito es describir un método para determinar el porcentaje de suelo que pasa a través de los diversos tamices (partículas que pasan de No 3" al 200).

Características del material granular con EG – 2013 del Manual de Carreteras del MTC. En esta norma se puntualiza en tablas los subsecuentes requerimientos.

**Tabla 1.** *Calidad para Sub Base granular, Granulometría.*

Tamiz	Porcentaje que pasa en Peso			
	Escala A (1)	Escala B	Escala C	Escala D
50 mm. (2")	100	100	--	--
25 mm. (1")	--	75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N°4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N°10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N°40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N°200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: EG-2013, Manual de Carreteras MTC.

**Tabla 2.** *Características de estudios para Sub Base granular*

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25 % máx.	25 % máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6 % máx.	4 % máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25 % mín.	35 % mín.
Sales Solubles	MTC E 219	--	--	1 % máx.	1 % máx.

Partículas Chatas y Alargadas	--	D 4791	--	20 % máx.
-------------------------------	----	--------	----	-----------

Fuente: EG-2013, Manual de Carreteras MTC.

**Tabla 3. Calidad para Base granular, Granulometría.**

Tamiz	Porcentaje que pasa en Peso			
	Escala A (1)	Escala B	Escala C	Escala D
50 mm. (2")	100	100	--	--
25 mm. (1")	--	75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N° 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N° 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N° 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N° 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: EG-2013, Manual de Carreteras MTC.

**Tabla 4. Relación de soporte de california para Base**

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes (< 10 <sup>6</sup> )	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes (≥ 10 <sup>6</sup> )	Mín. 100%

Fuente: EG-2013, Manual de Carreteras MTC.

(1) Referido al 100% de la MDS y una penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

**Tabla 5. Características de estudios para Base granular**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821	--	80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821	--	40% mín.	50% mín.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (1)	--	D 4791	--	15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888	--	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--	18% máx.

Fuente: EG-2013, Manual de Carreteras MTC.

**Tabla 6.** Características de estudios para materiales finos Base granular

Ensayo	Norma AASHTO	Requerimiento Altitudes	
		< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Sales Solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	--	15%

Fuente: EG-2013, Manual de Carreteras MTC.

Ramírez y Ortiz (2022). Un proceso de laboratorio para determinar la proporción de partículas de suelo en función de su tamaño. Esta relación se llama gradación del suelo. La escala por proporciones se difiere del término geológico, donde se refiere a los procesos de construcción (gradación) y destrucción (degradación) del relieve, causados por fuerzas y procesos tales como vulcanismo, erosión, sedimentación y entre otros. Guevara (2022) La granulometría se refiere a la medición del tamaño y la distribución de las partículas de sedimento en una escala granulométrica específica. Los estudios granulométricos son herramientas más factibles para la ejecución de pavimentos, junto con otras características estructurales, permite clasificar los suelos de acuerdo a su requerimiento.

Variable dependiente físico – mecánico Pereira (2018) Las propiedades mecánicas de un material se definen como la capacidad de soportar cargas o fuerzas externas que actúan sobre él. En el caso de los materiales compuestos, se define como la capacidad de soportar las cargas externas a las que está expuesto cada elemento constitutivo de un determinado material. Propiedades como la densidad, dureza, y absorción de agua y el porcentaje de hinchamiento se utilizan en la caracterización física de los materiales compuestos. Las propiedades físicas se refieren a las propiedades de un material según su secuencia molecular. Tosquy (2017) las características mecánicas de los materiales nos facilitan distinguir un material de otros o en base a su composición, estructura o comportamiento ante cualquier efecto físico

o químico, estas propiedades se utilizan en materiales pertinentes según las necesidades que hayan surgido. A lo largo de la historia, en función de los gustos

y precisamente de la necesidad, donde se analiza en el material para que decida por completo la demanda creada. La mecánica de materiales estudia las deformaciones y movimientos uniformes de las estructuras y sus partes debido a las cargas que actúan sobre ellas, por lo que partimos de la materia mencionada para averiguar cómo se aplican todos estos efectos físicos a las diferentes estructuras, formas y materiales. Castrillón y Torres (2017) Las propiedades de un material son un conjunto de propiedades que hacen que el material se comporte de una forma determinada. Las propiedades de los materiales dependen de la interacción de diferentes niveles de estructura (átomo, estructura cristalina, microestructura y macroestructura). Según las propiedades de los materiales se seleccionan para diferentes aplicaciones de la ingeniería y por lo tanto es importante saber cuánto miden y cómo se miden. El material tiene varias propiedades, entre ellas: físicas, químicas y mecánicas.

Villanueva (2016) las propiedades físico-mecánico son determinadas por la composición química y la estructura interna de los materiales, como el tamaño de partículas o la estructura cristalina. Sin embargo, estas propiedades se pueden cambiar bajo ciertas condiciones.

Propiedades de mi variable dependiente físico, mecánico y químico. Castrillón y Torres (2017).

Elasticidad. La suficiencia de un agregado con el fin de volver a su aspecto original cuando cesa su tensión que cambió su forma. Esta capacidad está limitada por una tensión máxima (límite elástico), cuyo tamaño varía según el material. Cuando se excede este esfuerzo, se produce una deformación permanente. La zona de tensión donde la deformación provocada por el material no es permanente se denomina zona elástica. Las deformaciones permanentes se denominan deformaciones elásticas.

Límite elástico. Un material que puede soportar la tensión máxima sin deformarse  
Resiliencia. La suficiencia de un agregado para captar energía una vez que esta flexible. Dado que la deformación es elástica, cuando se retira la carga la energía se recupera volviendo a la forma original.

Plasticidad. La espaciosidad del agregado al sufrir desfiguración, permanente sin romperse. La región de tensión donde los materiales cambian permanentemente antes de romperse se llama zona plástica. Las deformaciones permanentes



también se denominan deformaciones plásticas.

Rigidez. La capacidad del material para soportar esfuerzos sin grandes deformaciones.

Dureza. Es la contradicción que ofrecen los materiales, penetraciones o rayones causados por resistencia puntual.

Ductilidad. Es la capacidad del agregado antes de la desfiguración para cambiar permanentemente su forma sin romperse como resultado del estiramiento.

Fragilidad. La capacidad de rotura de un material antes de la deformación permanente. El material quebradizo no tiene ni durabilidad ni plasticidad.

Maleabilidad. La capacidad de un material para cambiar su forma bajo tensión de compresión sin romperse. Las placas se pueden formar a partir del material maleable.

Tenacidad. La capacidad del agregado para absorber energía continuamente, antes de romperse. Cuando es eliminada la tensión la energía absorbida no se libera porque la deformación es plástica.

Fluencia. La suficiencia de un agregado para cambiar plásticamente su apariencia bajo la influencia del esfuerzo de tracción a altas temperaturas.

Resistencia. Es la acción de un agregado para sostener el empuje sin romperse o deformarse. Existen varios tipos de resistencia dependiendo del esfuerzo aplicado o efecto esperado (fractura o deformación).

Masa. La cantidad de sustancia en el cuerpo.

Peso. Es la atracción de los cuerpos debido a la gravedad.

Volumen. Espacio utilizado por el cuerpo.

Densidad. Es la cantidad de masa en un delimitado volumen.

Resistencia a la corrosión. Resistencia a la oxidación del material.

El indicador de la variable dependiente es Análisis granulométrico, el cual según Valera et al (2022) La distribución granulométrica de los agregados gruesos y finos es fundamental en el desempeño mecánico y físico de las estructuras de pavimentos flexibles, lo que permite cumplir con los límites de escala. Madrid (2019) es la trabajabilidad de separar finos y gruesos del suelo mediante juego de malla y dimensiones más grandes a las más pequeñas, en los estudios de laboratorio se determina la distribución de partículas de acuerdo a los requerimientos establecidos para el área de uso deseada. Según León, Porrás y Castiblanco (2017) es la

separación y clasificación de agregados; Dicho análisis se determina pasando una muestra, representativa por un tamiz ordenado de mayor a menor. Calderón (2015) Este ensayo consiste en una clasificación de la tierra natural para compararlo con la clasificación de los materiales del suelo según las normas MTC E 204.

El Límite Líquido según Moreno (2022) El límite líquido se determina por prueba y ensayo, donde parte de la muestra se transfiere en la copa casa grande dividida en partes iguales por un ranudador laminar, de tal forma que este vaya perpendicular (copa Casagrande), como resultado al sufrir el impacto de golpes consecutivos con el fin de extraerle el aire atrapado. ASTM (2018) usando técnicas de laboratorio para determinar el índice líquido y plástico amasando la muestra con diferentes porcentajes de agua usando una cuchara Casagrande. Calderón (2015) el suelo pasa de un estado semifluido a un estado plástico (contenido de humedad). Es un parámetro para la clasificación de suelos

Límite Plástico según Moreno (2022) Para determinar el límite de plasticidad, una pequeña porción de la superficie húmeda se presiona repetidamente en rollos de 1/8" (3,2 mm) lo suficiente como para producir plasticidad, agrietamiento y/o desmoronamiento de los rollos. Wamba (2020), Su propósito es trazar un límite entre el estado plástico y el estado semisólido, de un material que se determina haciendo elipsoides enrollados de aproximadamente 3,2 mm, rotarlo con la mano sobre una placa de vidrio lisa aproximadamente 6 mm. Calderón (2015) es la frontera entre plástico y semisólido si al presentarse agrietamientos múltiples, se dice que el suelo presenta el LP.

El Índice Plástico según MTC E 111 (2017) es la denominación que recibe, el valor del índice líquido menos el índice Plástico, utilizados como parámetros de clasificación del suelo, indican que cuanto mayor sea el valor del índice de plasticidad, menor será su permeabilidad. Lizcano y Quintana (2015) diferencia entre (L.L) y (L.P) del material. El índice de consistencia de una partícula de tamaño arcilloso indica el porcentaje de agua que se debe agregar a una partícula seca para su plasticidad.

(cambiado de plástico a líquido). Rivas (2014) se define como la diferencia entre su L.L y L.P, es decir maleable para su trabajabilidad.

Abrasión los Ángeles según Valera et al (2022) es una degradación de materiales gruesos mediante una máquina de Los Ángeles a 500 y 100 revoluciones según la

norma ASTM C131. El ensayo se realizó en el rango granulométrico y un número especificado de esferas de acero. Esta prueba es una de las más utilizadas para obtener un valor que indica directamente la calidad del material y su degradación como porcentaje de pérdida. Bustillo (2021), son porcentajes de pérdidas como degradación según el uso que le dieron a esta máquina artificial, incluyendo el desgaste, impacto y aplastamiento cuando son causados por cojinetes de bola, se indica en la referencia (MTC, 2016). Si el valor porcentual de la resistencia al desgaste del árido es menor, es sinónimo de árido de mejor calidad, de lo contrario aumentaría la cantidad de partículas finas, provocando daños durante la vida del pavimento. Lizcano y Quintana (2015) Este ensayo mide el resultado de la disgregación de un agregado de una determinada composición granulométrica mediante una combinación de operaciones tales como fricción, impacto y trituración en un tambor de acero que contiene esferas de acero, de acuerdo a su especificación, dependiendo de la granulometría que se obtiene en laboratorio.

El Proctor Modificado según Maldonado (2020) La prueba de Proctor se utiliza para especificar la densidad seca y el contenido de humedad óptimo, compactada de los agregados utilizados tanto en la pavimentación como terraplenes, bases para caminos. Por lo tanto, los resultados de las pruebas se utilizan para supervisar el control de calidad de la compactación de los materiales en obra. Herráez y Moreno (2019) Es un proceso mecánico durante el cual se emplea energía en moldes cilíndricos con un volumen conocido en el laboratorio, se puede decir que, al momento de la compactación del suelo, tiende a reducir los poros del material según el experimento, así logrando una mayor densidad del suelo. Mondragón y Chávez (2019) La compactación es el incremento artificial de las características físicas y mecánicas del material y su mayor importancia es aumentar la resistencia del suelo y reducir las deformaciones y la permeabilidad.

California Bearing Ratio según Sánchez (2020) es el método básico a poder medir las capas del pavimento en una prueba de laboratorio, para evaluar las resistencias potenciales de base, sub base y subrasante. CBR Es una prueba importante basada en la durabilidad del suelo que tiene en cuenta los datos de Proctor modificado, como MDS y OCH, en la preparación de la muestra. Es uno de los parámetros más importantes de los estudios geotécnicos previo al diseño y estudio

de carreteras. Triviño y Olano (2018) es un indicador de suelo, importante en el estudio de bases granulares. También es utilizado para la determinación del contenido de agua y peso unitario, usando el equipo modificado. Es una característica que cuantifica su capacidad resistente del suelo. Lizcano y Quintana (2015) Se utiliza para estimar la resistencia potencial del suelo como: base, subbase y subrasante incluidos los materiales de escombros, para su aplicación en revestimiento de autopistas. Es una estimación empírica que son controlados mediante la humedad y densidad.

El Equivalente de arena según Moreno (2022). es un método de ensayo, muy práctico que permite estimar el porcentaje de finos en suelos de poca plasticidad y en materiales finos, resumen es para evaluar la limpieza de un material que llega a una obra para utilizar como base granular y rellenos. Herráez y Moreno (2019) determina la presencia de finos, arcilla y arena, que pueden afectar la resistencia y durabilidad del pavimento, el equivalente de arena es un índice representativo de las proporciones y propiedades de los finos, cuando se realiza el ensayo el material de arena cae al fondo, mientras que las partículas finas quedan en la parte superior. La finalidad de este ensayo es obtener el porcentaje de arena que contiene dicha muestra. Cuanto mayor sea el porcentaje de equivalente de arena, más alta es la calidad del material. Lizcano y Quintana (2015) ensayo utilizado para estimar la concentración de partículas de arcilla adheridas al agregado fino (arena y limo). Esta prueba es importante porque la distribución granulométrica afecta la capacidad portante y la pérdida de volumen del suelo, de manera que afecta la calidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre él.

Sales solubles según Moreno (2022) Esta prueba determina la durabilidad de los materiales en el que tienen que resistir los cambios climáticos, los agregados naturales. Es la reacción que practica sumergiendo repetidamente los áridos, una solución saturada de sulfatos. Aguilar (2022) debido a que los agregados son minerales, generalmente tienen componentes que afectan el diseño del pavimento. MTC E 219 (2017) son las que determinan la capacidad de disolverse cuando se mezclan con otras sustancias habitualmente utilizadas en agua destilada, a esto se le llama solubilidad y este término se aplica a los suelos porque contienen cierta cantidad de sales y cambian su composición química. Asimismo, cuanto mayor sea

la cantidad de sales solubles obtenida, peor será para el árido y la vida útil del pavimento.

Las Partículas Chatas y Alargadas según Bernardo y Mendiguri (2022) Esta prueba se trabaja con los materiales de creación natural o artificial, incluidos los áridos livianos, y se descarta a partículas menores a 6.3 mm (1/4 pulg.) y 63 mm (2 ½ pulg.). Se especifica como la tasa de elongación y partículas aplanadas. MTC E 223 (2017), para determinar la relación de partículas planas a alargadas en los áridos gruesos, para lo cual se realizan una serie de mediciones en un aparato calibrado en relaciones 1:2, 1:3, 1:4 y 1:5. Manual de ensayos de materiales (2017) cálculo de la proporción de materiales áridos. Las partículas que son demasiado cortas o demasiado largas pueden evitar la compactación y dificultar la colocación. Caras Fracturadas según Valera (2022) La prueba de caras fracturadas se realizó de acuerdo con ASTM D4791. El propósito de esta prueba es calcular el porcentaje en peso de agregados con superficies angulares, rugosas o rotas; los cuales tienen valores mínimos según el Instituto Nacional de Vialidad de Colombia (INVIAS). MTC E 210 (2017) Se define como una prueba visual que lee y mide la masa de agregados gruesos con fracturas en una muestra significativa. Debido a que tienen un mayor porcentaje de superficies rotas, aumentan la resistencia al corte al mismo tiempo que brindan mayor durabilidad y soporte estructural a los pavimentos. Lizcano y Rondón (2015) Una prueba visual que cuantifica las partículas de mayor tamaño (9,5 - 90 mm) de diámetro que muestran las partículas fracturadas en una cantidad significativa.

La Durabilidad al Sulfato de Magnesio según Bernardo y Mendiguri (2022) Este ensayo mide la degradación de los agregados con resultados colmados de sulfato, durante al menos 16 horas y más de 18 horas, de manera que resuevas cubran la totalidad del material. Flores (2022) Se utiliza para especificar la dureza de los materiales a la degradación por soluciones saturadas de sulfato de magnesio. Esto proporciona información importante para saber si la composición cambia cuando se expone a los elementos. MTC E 209 (2017) son estudios de la dureza que puede ser del material grueso o fino al ser expuesto a agentes químicos como Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y MgSO<sub>4</sub> durante una hora. 16 a 18, seguidamente es sacado de la solución y se llega al secado, este ciclo se repite 5 veces, todo esto se debe saber que los agregados corresponden a las estructuras de base y subbase del pavimento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

**Básico, laboratorio** según Arias, Covinos (2021). La investigación básica, también conocida como investigación pura, no tiene como objetivo resolver problemas inmediatos. En cambio, su función principal es proporcionar una base teórica sólida para otros tipos de investigación. De laboratorio: este tipo de investigación se realiza en un ambiente controlado, el investigador manipula la variable independiente para obtener resultados o el efecto de la variable dependiente. En este caso, según los resultados obtenidos se probará la hipótesis que se planteó al inicio del estudio.

##### **Diseño de investigación**

**Cuasi experimental**, según Arias, Covinos (2021). Este tipo de estructura involucra la presencia de un grupo de control o comparación. Los cuasiexperimentos se emplean cuando no es factible asignar sujetos de manera aleatoria, es decir, los participantes ya están preseleccionados, al igual que en los pre experimentos. La única diferencia, como se mencionó anteriormente, radica en la incorporación del grupo de control. Además, en los diseños cuasiexperimentales, es posible realizar mediciones y aplicar instrumentos de medición en más de tres ocasiones, es decir, en distintos momentos, y también se puede controlar y/o manipular la variable.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **Variable 1:** Material granular

Los materiales áridos granulares compuesto por segmentos de rocas y arenas, definido un conglomerado de materiales inertes limitada por fuerza externa, cuando es sometido la rotura se da un resultado más significativo. Es un conjunto de áridos sólidos discretos. (Bravo, Párraga 2023)

##### **Variable 2:** Propiedades físico – mecánicas.

Es elemental y determinante investigar las propiedades de los agregados a utilizar en el desarrollo de construcción de las capas granulares en pavimentación; por esta razón para su diseño son tareas que se deben realizarse diligentemente para lograr su diseño especificado que sean proporciones funcionales, ejecutable y resistente. (Canaza 2020)

Tabla 7. Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
Material Granular <b>Variable Independiente</b>	Los materiales áridos granulares compuesto por segmentos de rocas y arenas, definido un conglomerado de materiales inertes limitada por fuerza externa, cuando es sometido la rotura se da un resultado más significativo. Es un conjunto de áridos sólidos discretos. <b>(BRAVO, PARRAGA 2023)</b>	Un material cuya granulometría sea la indicada por la tabla de especificaciones, debemos diseñar una mezcla proporcionada y para ello debemos contar con 3 materiales.	Piedra Chancada	- Granulometría	%	Razón
			Afirmado	- Granulometría	%	
			Arena	- Granulometría	%	
Propiedades físico - mecánicas <b>Variable Dependiente</b>	Es elemental e determinante investigar las propiedades de los agregados a utilizar en el desarrollo de construcción de las capas granulares en pavimentación; por esta razón para su diseño son tareas que se deben realizarse diligentemente para lograr su diseño especificado que sean proporciones funcionales, ejecutable y resistente. <b>(CANAZA 2020)</b>	El estudio de propiedades físico, mecánico y químico definido por un laboratorio certificado, con ello podemos contribuir al mejoramiento del diseño de pavimento.	Propiedades Físicas	- Granulometría - Límites de Consistencia - Gravedad Específica y Absorción - Partículas fracturadas - Partículas Chatas y Alargadas	% % % %	
			Propiedades Mecánicas	- Proctor Modificado - CBR - Máquina los Ángeles - Equivalente de Arena	g/cm <sup>3</sup> % % %	
			Propiedades Químicas	- Sales Solubles - Durabilidad al Sulfato de Magnesio	% %	

Fuente: Realizado por Edgar Yana. 2023

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

**Población:** Para el presente Proyecto de estudio es de 280 kg de material granular.

- **Criterios de inclusión:** Materiales áridos, responde a un encadenamiento de experiencias realizados con el agregado para así tomar la determinación de propiedades físicas, mecánicas y químicas.
  - ✓ Caras fracturadas, uno y dos
  - ✓ Maquina los ángeles
  - ✓ Partículas de alargamiento y aplanamiento
  - ✓ Sales solubles totales
  - ✓ Durabilidad al sulfato
  - ✓ Índice plástico
  - ✓ Equivalente para suelos finos
  - ✓ Sales solubles
  - ✓ CBR
- **Criterios de exclusión:** materiales que no cumplen con los criterios de inclusión. Materiales mayores a dos pulgadas.

**Muestra:** Se desarrollará con la población total.

**Muestreo:** No se aplica ninguna técnica de muestreo.

**Unidad de análisis:** La unidad de análisis atribuye a tres materiales afirmado, piedra chancada y arena.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de recolección de datos

**Observación** de ensayos de laboratorio: según Useche et al (2019) Es una técnica utilizada por el investigador para conectarse con la realidad y desarrollar la comprensión más precisa del problema que se estudia. Esta técnica permite al investigador observar y recopilar información a través de su observación. Esta investigación es de observación directa, ya que se realizan pruebas y se observan los resultados para luego verificar la hipótesis y sacar conclusiones.

#### Instrumentos de recolección de datos

Arias, Covinos (2021), Los instrumentos son cualquier medio, mecanismo o formato (papel o digital) utilizado para recuperar, almacenar o registrar información. Entre ellos se pueden mencionar: encuestas, entrevistas y otros, una ficha técnica de un



artículo o servicio es una documentación que describe en detalle todas las características del producto incluyendo su composición como propiedades físicas, técnicas y recomendaciones, métodos de uso y otra información relevante. En este estudio se realizó la toma de muestras del material granulado, para base y sub base, ensayando experimentos similares para determinar propiedades físico-mecánicas, afirmado piedra triturada y arena para diseño de pavimento flexible 2023.

Los principales instrumentos.

- “Análisis Granulométrico” (MTC E 107).
- “L.L” (MTC E 110).
- “L.P e I.P” (MTC E 111).
- “Abrasión Los Ángeles” (MTC E 207).
- “Equivalente de suelos finos” (MTC E 114).
- “Sales Solubles” (MTC E 219).
- “Ensayo de relación de soporte de california” (MTC E 132)
- “Caras fracturadas” (MTC E 210).
- “Alargamiento y aplanamiento” (MTC E 223).

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento para esta investigación de tesis se secciona en cinco etapas.

Primera etapa

Se realizó el reconocimiento y ubicación de la cantera que se encuentra en la ciudad de Juliaca de depósitos sedimentarios para trabajos de capas como subbase y base, con la búsqueda de aplicaciones como UTM Geo Map, carta geológica nacional, etc. Y consultando a los lugareños que viven en la zona. Con el objetivo de encontrar la ubicación. Y tomar los puntos de UTM con el apoyo de GPS



**Figura 1.** Ubicación Cantera Yocara Taya Taya (Fuente Google Earth)

## Segunda etapa

En esta etapa se caracteriza el material hallado en la cantera, lugares de acceso, tiempo factible de rendimiento, utilización realizable, y de más, en proyección a la calidad y capacidad del almacenamiento de materiales áridos.



**Figura 2.** Almacenamiento de material granulares (Fuente propia)

Tercera etapa.

Para esta etapa se desarrolló el respectivo muestreo de la cantera de acuerdo con la guía del manual MTC E 201 (Manual de ensayos de materiales) donde se realizaron muestreos aleatorios según lo amerite la cantera.

También se realizó los reconocimientos de observación por cada prospección efectuado en la cantera donde también se puntualizó las propiedades de los materiales granulares.

En esta etapa se considera el tamizado global con una cantidad de 180 kg tamizado con 2" de los materiales: afirmado, piedra chancada y arena con el apoyo de los equipos de balanza de 30 kg tamiz número 2" y sacos para muestreo.



**Figura 3.** Muestreo material afirmado Cantera Yocara Taya Taya (Fuente propia)



**Figura 4.** Muestreo material Piedra Chancada Cantera Yocara Taya Taya (Fuente propia)



**Figura 5.** Muestreo material arena Cantera Yocara Taya Taya (Fuente propia)

Cuarta etapa.

Para esta etapa se realizan los estudios físicos, mecánico y químico de los materiales granulares en el laboratorio de ROBERTO CACERES FLORES S.R.L localizado en Arequipa, son aquellos que nos determinaran las características que sirva para tomar decisiones.



**Figura 6.** Laboratorio de Roberto Caceres Flores (Fuente propia)

Los ensayos a realizar con la EG-2013 son:

Comenzando con el primer ensayo de análisis granulométrico establecido en la norma MTC E 106.



**Figura 7.** Trabajos en laboratorio ensayo granulometria (Fuente propia)

El segundo ensayo a realizar en laboratorio son los límites de consistencia, preparación de la muestra en la norma MTC E 110 y MTC E 111.



**Figura 8.** Trabajos en laboratorio Limites de Consistencia (Fuente propia)

El tercer estudio realizado es para determinar la dureza es la maquina los ángeles, los procedimientos a realizar en la norma MTC E 207.



**Figura 9.** Trabajos en laboratorio ensayo Maquina los Angeles (Fuente propia)

El cuarto ensayo es Proctor modificado el procedimiento a realizar en la norma MTC E 115, estudios que definirán la MDS y OCH.



**Figura 10.** Trabajos en laboratorio ensayo Proctor Modificado (Fuente propia)

Seguidamente se realiza el quinto ensayo de relación de soporte de california, procedimiento norma MTC E 132.



**Figura 11.** Trabajos en laboratorio ensayo C.B.R (Fuente propia)

El sexto ensayo a realizar es equivalente de arena, procedimiento norma MTC E 114.



**Figura 12.** Trabajos en laboratorio ensayo de Equivalente de Arena (Fuente propia)

Como también se analiza el séptimo ensayo de caras fracturas y partículas chatas y alargadas, procedimiento a realizar norma MTC E 210 y MTC E 223.



**Figura 13.** Trabajos en laboratorio ensayo Caras Fracturadas (Fuente propia)

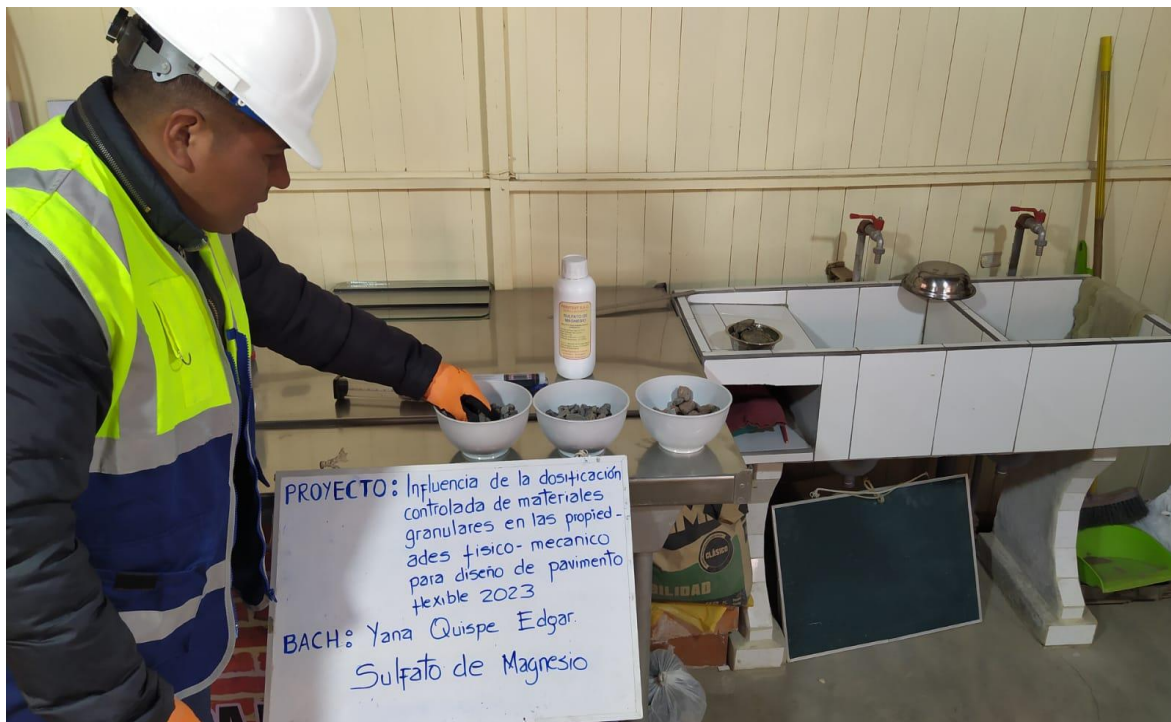


**Figura 14.** Trabajos en laboratorio ensayo Chatas y Alargadas (Fuente propia)



Luego se determinó el octavo ensayo sales solubles, procedimiento norma MTC E 219.

El último y noveno ensayo es durabilidad al sulfato, su procedimiento a seguir MTC E 209.



**Figura 15.** Trabajos en laboratorio ensayo durabilidad de sulfato (Fuente propia)

Quinta etapa.

Recopilación de todo los resultados en situ y laboratorio para poder realizar el procesamiento y análisis en formato Excel.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En esta fase de estudios todas las propiedades de materiales granulares en la localidad de Juliaca se puntualiza la extracción de los agregados disponiendo un muestreo representativo de la cantera para los estudios en laboratorio de suelos, acreditado con el fin de obtener resultados más confiables. Todos los estudios realizados como físico, mecánico y químico serán analizados en gabinete en programas de Excel, tabla y figura serán interpretados mediante la hipótesis presentados en este trabajo de esta manera desarrollaremos conclusiones, recomendaciones y aporte a nuevas fuentes en trabajos de investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

Primer aspecto es ético beneficencia: Que atribuirá a la población en las dimensiones técnicas, social como también económico logrando informaciones actuales para diseño estructural de pavimento.

Ético a veracidad: En la presente investigación las referencias bibliográficas, figuras, tablas, artículos, etc.; acorde a lo establecido en ISO – 690.

Ético a la responsabilidad y deber: Durante todo el estudio de investigación hasta la conclusión que desarrollará el responsable

El proyecto de investigación se elaboró con fundamento a no infringir la Constitución Política del Perú.

#### IV. RESULTADOS

Evaluación e explicación de los resultados obtenidos de material afirmado, piedra chancada y arena.

**Tabla 8.** Granulometría solo porcentajes pasantes y especificación.

Tamices	Afirmado (A)	Piedra chancada (B)	Arena (Y)	Especificaciones
ASTM	% que pasa	% que pasa	% que pasa	Escala A
2"	100	100	100	100
1"	98.5	99.0	100	-
3/8"	74.8	23.0	100	30 – 65
N°4	56.6	2.0	100	25 – 55
N°10	42.3	0	100	15 – 40
N°40	18.0	0	8.3	8 – 20
N°200	10.1	0	1.2	2 – 8

Fuente: Edgar Yana 2023.

En la tabla 8. Se puede percibir los ensayos de granulometría que se determina en el laboratorio las cantidades de los tres materiales afirmado, piedra chancada y arena que se aprecia en la tabla las muestras (A), (B) y (Y). teniendo en cuenta que solamente se trabaja con los porcentajes pasantes. Por otro lado, trabajar con la especificación de gradación A, por lo que la región Puno está ubicado a mayor de 3000 msnm.

Cuando no se dispone de un material cuya granulometría sea la indicada por la tabla de especificaciones, debemos dosificar una mezcla proporcionada y para ello debemos contar con tres materiales. Se realizó una gráfica para determinar los porcentajes de los materiales por medio de ábaco.

Dosificación de materiales granulares para cubrir una especificación determinada.  
Material afirmado (A) y material piedra chancada (B).

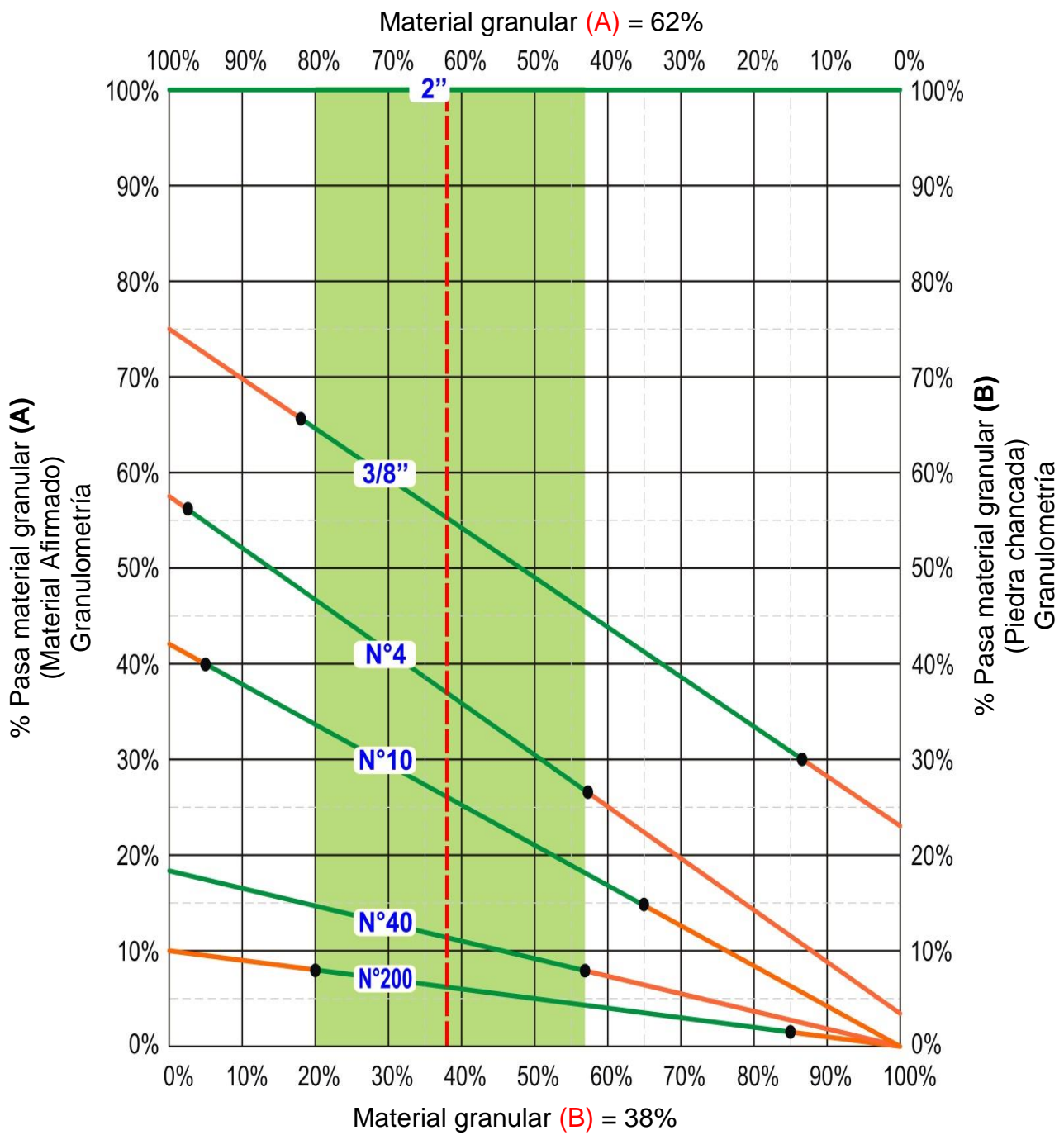


Figura 16. Dosificación de material afirmado (A) y piedra chancada (B).

Dosificación de material afirmado, piedra chancada (62%A+38%B) con material arena (Y).

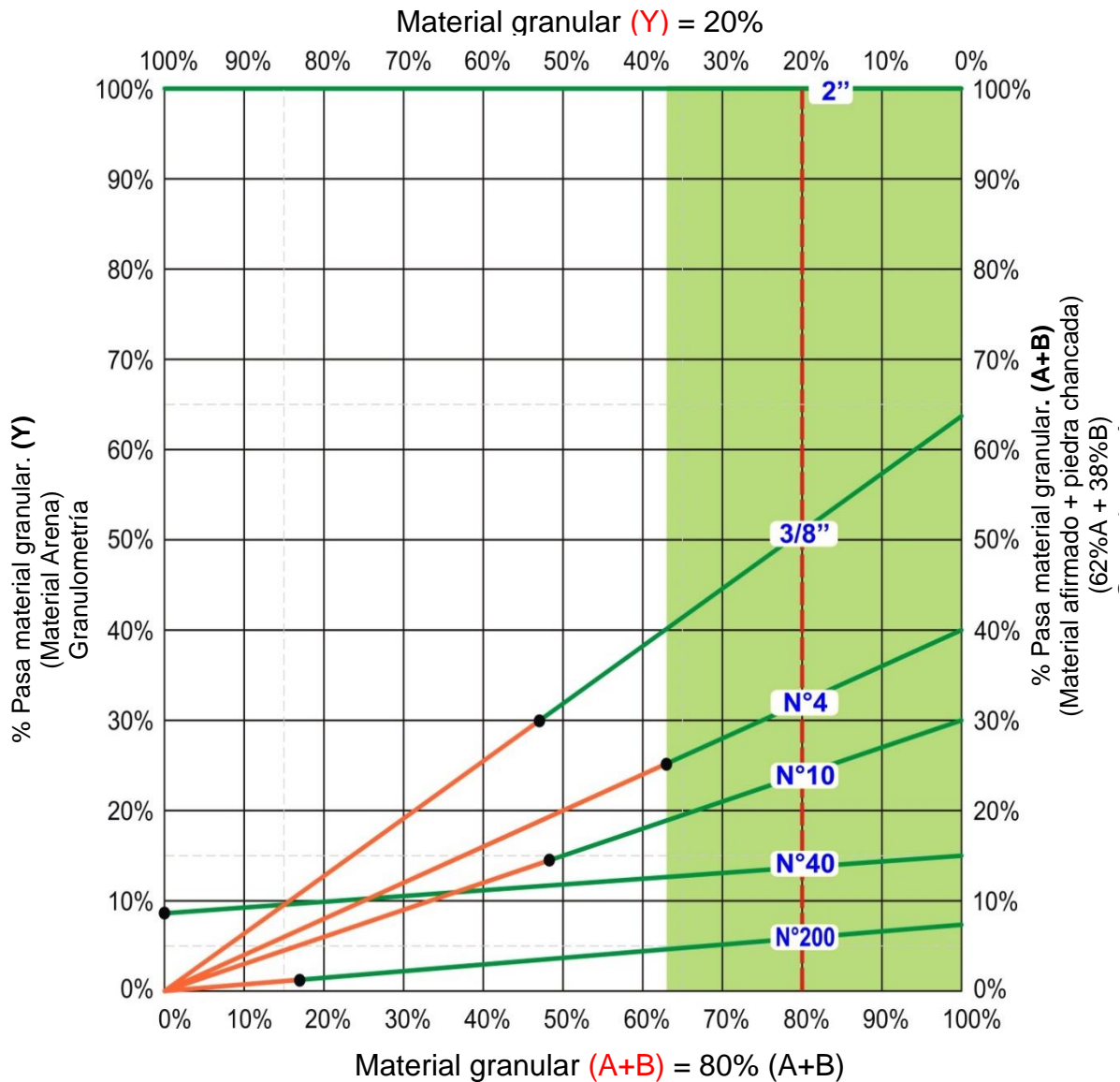


Figura 17. Dosificación afirmado y piedra chancada (62%A + 38%) con arena (Y).

Para mejor trabajabilidad tomamos 20% de arena (Y) y 80% de la mezcla de material granular iniciales (62%A + 38%B).

Con los resultados obtenidos calculamos lo siguiente:

Material arena (Y) = 20%

Material afirmado (A) = 80% de 62% =  $\frac{80}{100} * 62\% = 50\%$

Material piedra chancada (B) = 80% de 38% =  $\frac{80}{100} * 38\% = 30\%$

De esta forma, contamos con la dosificación controlada:

**Tabla 9.** Dosificación de material afirmado, piedra chancada y arena

Dosificación	Material afirmado (A)	Piedra chancada (B)	Arena (Y)
Proporción	50%	30%	20%

Fuente: Edgar Yana 2023.

Los resultados obtenidos que se cumplen siguiendo el **objetivo general** en la cual es. Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico – mecánicas para diseño de pavimento flexible, 2023. Son los siguientes:

**Tabla 10.** Resumen de los resultados generales físico, mecánicas y químicas

Propiedades	Resultado			Norma	Parámetros		Control	
					<3000 msnm	≥3000 msnm		
Granulometría	Tamiz	Abertura (mm)	% pasante	MTC E 107	% pasante gradación A			
	2"	50	100		100			Cumple
	1"	25	100		---			Cumple
	3/8"	9.5	58		30	65		Cumple
	N°4	4.75	38		25	55		Cumple
	N°10	2.0	27		15	40		Cumple
	N°40	0.425	12		8	20		Cumple
	N°200	0.075	5		2	8		Cumple
Índice de plasticidad	N. P			MTC E 111	4%max.	2%max.	Cumple	
Caras fracturadas	Una cara fracturada 87%			MTC E 210	80%min.		Cumple	
	Dos caras fracturadas 59%				40%min.	50%min.	Cumple	
Chatas y alargadas	15%			ASTM D 4791	15%max.		Cumple	
Maquina los ángeles	% de desgaste 22%			MTC E 207	40%max.		Cumple	
Equivalente de arena	77%			MTC E 114	35%min.	45%min.	Cumple	
CBR	> 120%			MTC E 132		100%min.	Cumple	
Sales solubles	0.01%			MTC E 219	0.5%max.		Cumple	
Durabilidad al sulfato de magnesio	Material grueso 4.25%			MTC E 209	---	18%max.	Cum ple	
	Material fino 2.63%				---	15%	No cumple	

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en laboratorio ilustrado en la tabla 8. La combinación de tres materiales granular, empleando como información las tablas 3,4,5 y 6. Resultado de la granulometría de los tamices 2", 1", 3/8", N°4, N°10, N°40 y N°200 y el porcentaje pasante es de 100, 100, 58, 38, 27, 12 y 5 cumple con los parámetros de la gradación A, empleadas a mayores de 3000 msnm en la cual el estudio de investigación se encuentra a 3825 msnm. Entre los ensayos efectuados índice de plasticidad, caras fracturadas, chatas y alargadas, maquina los ángeles, equivalente de arena, CBR, sales solubles y durabilidad de sulfato de magnesio del material grueso cumple con la norma CE.10 Pavimentos Urbanos del Reglamento de Edificaciones del Ministerio de Vivienda. El ensayo de durabilidad de sulfato de magnesio del material fino no cumple con el parámetro de 15% obteniendo un resultado de 2.63%.

Los resultados obtenidos que se cumplen siguiendo el **objetivo específico 01** por lo cual es. Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físicas para diseño de pavimento flexible, 2023.

**Tabla 11.** Resultados del objetivo específico 01

Propiedades físicas	Resultado			Norma	Parámetros		Control
					<3000 msnm	≥3000 msnm	
Granulometría	Tamiz	Abertura (mm)	% pasante	MTC E 107	% pasante gradación A		Cumple
	2"	50	100		100		
	1"	25	100		---		Cumple
	3/8"	9.5	58		30	65	Cumple
	N°4	4.75	38		25	55	Cumple
	N°10	2.0	27		15	40	Cumple
	N°40	0.425	12		8	20	Cumple
	N°200	0.075	5		2	8	Cumple
Índice de plasticidad	N. P			MTC E 111	4%max.	2%max.	Cumple
Caras fracturadas	Una cara fracturada 87%			MTC E 210	80%min.		Cumple
	Dos caras fracturadas 59%				40%min.	50%min.	Cumple
Chatas y alargadas	15%			ASTM D 4791	15%max.		Cumple

Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la tabla 9. Se muestra los resultados de los materiales afirmados, piedra chancada y arena de la cantera Yocara Taya Taya, se resume la granulometría bajo la norma ASTM C136. En la tabla 3. Se enseña la granulometría tomando la importancia los parámetros máximos y mínimos determinados por la CE.10 Pavimentos Urbanos del Reglamento de Edificaciones del Ministerio de

Vivienda, de los tamices 2", 1", 3/8", N°4, N°10, N°40 y N°200 los resultados de % pasantes son 100, 100, 58, 38, 27, 12 y 5 cumplen con la gradación A. Con los resultados Índice de plasticidad, caras fracturadas y chatas alargadas cumple con los parámetros establecido en la tabla 9.

Los resultados obtenidos que se cumplen siguiendo el **objetivo específico 02** por lo cual es. Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades mecánicas para diseño de pavimento flexible, 2023.

**Tabla 12.** Resultados del objetivo específico 02

Propiedades mecánicas	Resultado	Norma	Parámetros		Control
			<3000 msnm	≥3000 msnm	
Maquina los ángeles	% de desgaste 22%	MTC E 207	40%max.		Cumple
Equivalente de arena	77%	MTC E 114	35%min.	45%min.	Cumple
CBR	>120%	MTC E 132		100%min	Cumple

Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la tabla 10. Es el resumen de los resultados de la combinación de los tres materiales mencionados anteriormente, se obtuvo como resultado Maquina los ángeles con un porcentaje de desgaste de 22%, cuya especificación nos brinda un parámetro de 40% máx. Por lo cual cumple nuestro porcentaje obtenido. Con los demás ensayos como es Equivalente de arena cumple con el parámetro que llega a un porcentaje de 77% y CBR al 100% tenemos un resultado de 120% que cumple con los parámetros de la Especificación Técnica General para Construcción – EG 2013

Los resultados obtenidos que se cumplen siguiendo el **objetivo específico 03** por lo cual es. Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades químicas para diseño de pavimento flexible, 2023.



**Tabla 13.** Resultados del objetivo específico 03

Propiedades químicas	Resultado	Norma	Parámetros		Control
			<3000 msnm	≥3000 msnm	
Sales solubles	0.01%	MTC E 219	0.5%max.		Cumple
Durabilidad al sulfato de magnesio	Material grueso 4.25%	MTC E 209	---	18%max.	Cumple
	Material fino 2.63%		---	15%	No cumple

Fuente: elaboración propia

Interpretación: en la tabla 11. Se muestra el resumen de los resultados de las propiedades químicas de la combinación de tres materiales. Referente a sales solubles realizado en laboratorio con un parámetro de 0.5% máx. Y el resultado de 0.01% y el resultado de Durabilidad al sulfato de magnesio se obtuvo 4.25% del material grueso cumple con los parámetros establecidos en la EG-2013. Por lo contrario, la durabilidad de sulfato del material fino no logra cumplir con 2.63%, el requerimiento establecido es de 15%.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados para el objetivo general hemos verificado los siguientes. Con el autor Torres (2022) demuestro la óptima semejanza para el ensayo análisis granulométrico cumple con la gradación A. Con el autor Lozada (2018) se evidencia una significativa desigualdad para la granulometría teniéndose una variabilidad de mayor presencia de finos no cumple los parámetros como gradación A.

Con el autor Manrique y Gonzales (2022) demuestro la óptima semejanza para índice de plasticidad con una variación de 1%. Con el autor Torres (2022) se evidencia una significativa desigualdad para el ensayo de índice de plasticidad con una variación de 10%.

Con el autor Manrique y Gonzales (2022) demuestro la óptima semejanza para el ensayo de caras fracturadas teniendo una variabilidad de 3.40%. Con el autor Torres (2022) demuestro una significativa desigualdad para el ensayó de caras fracturadas teniéndose una variación de 36.6%.

Con el autor Manrique y Gonzales (2022) demuestro la óptima semejanza para el ensayo de partículas chatas y alargadas teniendo una variabilidad de 1.70%. Con el autor Heredia y Sierra (2020) demuestro una significativa desigualdad para el ensayó de partículas chatas y alargadas teniéndose una variación de 13.4%.

Con el autor Manrique y Gonzales (2022) demuestro la óptima semejanza para el ensayo maquina los ángeles teniendo una variabilidad de 7.30%. Con el autor Lozada (2018) demuestro una significativa desigualdad para el ensayó de maquina los ángeles teniéndose una variación de 46.60%.

Con el autor Manrique y Gonzales (2022) demuestro la óptima semejanza para el ensayo equivalente de arena teniendo una variabilidad de 17%. Con el autor Torres (2022) demuestro una significativa desigualdad para el ensayó de equivalente de arena teniéndose una variación de 45%.

Con el autor Ullua y Munera (2018) demuestro la óptima semejanza para el ensayo CBR al 100% teniendo una variabilidad de 10%. Con el autor Torres (2022) demuestro una significativa desigualdad para el ensayó de CBR al 100% para 0.1” teniéndose una variación de 66.10%.

Con el autor Bernardo y Mendiguri (2022) demuestro la óptima semejanza para el ensayo de sales solubles teniéndose una variabilidad de 0.04%. Con el autor López

(2022) demuestro una desigualdad para el ensayo de sales solubles teniéndose una variación de 0.35%.

Con el autor Manrique y Gonzales (2022) demuestro la óptima semejanza para durabilidad al sulfato de magnesio teniéndose una variabilidad de 1.20%.

Los resultados para el **objetivo específico 01** verificaremos las propiedades físicas con el autor Macias, Javier (2018) con el mejor resultado obtuvo el ensayo de porcentaje de caras fracturadas con un valor de 100% con el parámetro requerido de 100%. Mis resultados como optimo tenemos el ensayo de porcentaje de caras fracturadas con un valor de 87% con parámetro requerido de 80% mínimo. Con una base de disimilitud entre los datos se ha seleccionado por una variación de los resultados en un 15% por lo cual los resultados se asemejan con una variación de 13%.

En partículas chatas y alargadas el autor mencionado tiene como mejor resultado de un valor de 25% con un parámetro requerido de  $\leq 35\%$ . Mis resultados óptimos para partículas chatas y alargadas son de 15% con un parámetro establecido de 15% como máximo. Con una base de disimilitud entre los datos se ha seleccionado por una variación de los resultados en un 15% por lo cual los resultados se asemejan con una variación de 10%.

Los resultados para el **objetivo específico 02** verificaremos las propiedades mecánicas con el autor Bernardo, Mendiguri (2022) el mejor resultado del ensayo de equipo los ángeles con un valor de 11.9% con el parámetro especificado de 35% máximo. Mis resultados como optimo del ensayo de abrasión los ángeles obtuvimos el 22% con un parámetro requerido de 40% máximo. Con una base de disimilitud entre los datos se ha seleccionado por una variación de los resultados en un 15% por lo cual los resultados se asemejan con una variación de 10.1%.

El ensayo de equivalente de suelos finos del autor, como mejor resultado es de 70% con una especificación requerida de 70%. Mis resultados óptimos para equivalente de arena tenemos un valor de 77% con un parámetro requerido de 45% mínimo. Con una base de disimilitud entre los datos se ha seleccionado por una variación de los resultados en un 15% por lo cual los resultados se asemejan con una variación de 7%.

Los resultados para el **objetivo 03** verificaremos las propiedades químicas con el autor Bernardo Mendiguri (2022) obtuvo como mejor resultado del ensayo de sales solubles con un valor de 0.05% con un parámetro requerido de 0.5% máximo. Mis resultados óptimos del ensayo sales solubles obtuvimos un valor de 0.01% con una especificación de un parámetro de 0.5% máximo. Con una base de disimilitud entre los datos se ha seleccionado por una variación de los resultados en un 15% por lo cual los resultados se asemejan con una variación de 0.04%.

En el ensayo de sulfato de magnesio el autor mencionado tiene el mejor resultado un valor de 1.48% con un parámetro establecido de 15% máximo. Mi resultado óptimo para sulfato de magnesio un valor de 4.25% con un parámetro establecido de 15%. Con una base de disimilitud entre los datos se ha seleccionado por una variación de los resultados en un 15% por lo cual los resultados se asemejan con una variación de 2.77%.

## **VI. CONCLUSIONES**

tomando en consideración las propiedades de los materiales para el análisis de base y sub base granular, se determina lo siguiente.

Conforme a mi hipótesis general planteada en el estudio de investigación se ha evidenciado posteriormente de los trabajos de laboratorio, que la dosificación controlada de los materiales granulares mejora las propiedades físico, mecánico y químico. Cumple con la norma EG-2013.

Conforme a mi hipótesis específico 01 planteada en el estudio de investigación se ha evidenciado posteriormente de los trabajos de laboratorio con la conformidad de las normas MTC EG-2000, NTP 339.129, MTC E-210 y MTC E-223 que la dosificación controlada de los materiales granulares mejora las propiedades físicas.

Conforme a mi hipótesis específico 02 planteada en el estudio de investigación se ha evidenciado posteriormente de los trabajos de laboratorio con la conformidad de las normas NTP 400.019, NTP 339.146 y NTP 339.145 que la dosificación controlada de los materiales granulares mejora las propiedades mecánicas.

Conforme a mi hipótesis específico 03 planteada en el estudio de investigación se ha evidenciado posteriormente de los trabajos de laboratorio con la conformidad de las normas NTP 339.152 y MTC E-209 que la dosificación controlada de los materiales granulares mejora a tres propiedades químicas una de las propiedades, Durabilidad al sulfato de magnesio no cumple con 2.63%, la especificación EG-2013 requiere un 15%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Después de llevar a la práctica el presente trabajo de estudio considerar las siguientes recomendaciones.

Para realizar el control de calidad de materiales para las estructuras de base y sub base verificar la norma EG-2013. Se recomienda que los materiales a trabajar en las estructuras mencionadas, realizar un control interno para enviar a un laboratorio certificado por la INACAL. No utilizar materiales arcillosos por q la norma establece un requerimiento de Índice de plasticidad de 2% máx. Y nuestro estudio se encuentra a una altitud mayor a 3000 msnm.

Se recomienda a las empresas privadas y públicas para realizar estudios de un material granular primero realizar el análisis granulométrico para inspeccionar si se encuentra dentro de los parámetros requeridos de la norma. Si cumple con la especificación granulométrica continuar con los ensayos requeridos caso contrario buscar otro diseño de combinación.

De la misma manera se recomienda trabajar con tres tipos de materiales granulares para cumplir las características mecánicas de base y sub base como son: afirmado, piedra chancada y arena. Y trabajar en el laboratorio con la guía del manual de ensayos de materiales.

En las propiedades químicas se recomienda realizar el estudio a mayor escala la Durabilidad al sulfato de magnesio material fino puesto que no llegamos a la especificación requerida de 15%. Recomendaciones en laboratorio trabajar con los EPP y normas actualizados.

## REFERENCIAS

1. **ANTON TASAYCO, Victor. 2019.** *Estudio del Manejo de Materiales Granulares en la Industria Minera Mediante el Metodo de Elementos Discretos* . Lima : Pontificia Universidad Catolica del Peru, 2019.
2. **ARIAS GONZALES , Jose Luis y COVINOS GALLARDO, Mitsu. 2021.** *Diseño y metodología.* 2021.
3. **ARISTIZABAL CASTRILLON, Adriana y MANRIQUE TORRES, Martha Ruth. 2017.** *Ensayos de dureza.* s.l. : Pontificia Universidad Javeriana, 2017.
4. **BEDOYA BLANDON , Luisa Maria y OCAMPO MARTINEZ, Mauricio. 2016.** *Analisis para el mejoramiento de la resistencia de la sub-base granular al ser mezclada con materiales no biodegradables* . 2016.
5. **BERNARDO CORTEZ, Diana y MENDIGURI MENDIETA, Yanina. 2022.** *Propiedades mecanicas de la mezcla asfaltica usando polimeros Polietilentereftalano.* s.l. : Universidad Ricardo Palma, 2022.
6. **CARBAJAL ORTEGON, Nataly Andrea, ZARATE RAMIREZ, Jasbleydi Geraldine y RICON PLAZAS, David Alfonso. 2019.** *Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la adicion de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros.* 2019.
7. **CARDENES RAMIREZ, Luis Alberto y MOYA ORTIZ, Angelica Johana. 2022.** *Analisis granulometrico de agregados grueso y fino.* s.l. : Universidad Cooperativa de Colombia, 2022.
8. **CARHUANAMBO VILLANUEVA, Jhenifer Thajana. 2016.** *Propiedades mecanicas y fisicas del adobe compactado con adicion de viruta y aserrin, Cajamarca.* s.l. : Universidad Privada del Norte, 2016.
9. **CHOXOM AGUILAR , Edgar Ronaldo. 2022.** *Evaluacion de la calidad de agregados fino y grueso para concreto, provenientes de 3 bancos de extraccion del rio Villalobos, ubicado en la ciudad de Guatemala.* s.l. : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2022.
10. **COVILLA VALERA , Elvis. 2022.** *Evaluacion del agregado de concreto reciclado como sustituto parcial de agregado petreo natural en la produccion de mezclas asfalticas.* 2022.
11. *Evaluacion y comparacion del analisis granulometrico obtenido de agregados*

- naturales y reciclados*. **PALACIO LEON, Oscar, CHAVEZ PORRAS, Alvaro y VELASQUEZ CASTIBLANCO, Yessica Liceth.** 2017. 53, Bogota : Tecnura, 2017, Vol. 21. 0123-921X.
12. **FERNADES GUEVARA, Gloria Daniela.** 2022. *Granulometria y geoquima de sedimentos detriticos de la playa Mis Amores, Tuxpan, Golfo de Mexico: Implicaciones de procedencia y contaminacion por metales pesados.* 2022.
  13. **FORERO ESTUPIÑAN, Monica Durley y GUERRERO RANGEL, Andres Felipe.** 2019. *Determinacion de la permeabilidad y desgaste de residuos de construccion y demolicion para su implementacion como material granular en geodrenes con tuberia colector.* s.l. : Universidad Catolica de Colombia, 2019.
  14. **GARCIA MORENO, Lubin.** 2022. *Evaluacion de la calidad de los materiales empleados en la pavimentacion de la via Quebradita-Jaipera en el municipio de Urao Antioquia.* s.l. : Universidad de Antioquia, 2022.
  15. **HEREDIA HURTADO, Fauner Jeffrey y SIERRA VILLALBA, Juan Sebastian.** 2020. *Evaluacion de la resistencia de un material base granular con remplazo parcial de 50% en residuos de construccion y demolicion .* 2020.
  16. **HERRAEZ GARRIDO, Fernando y MORENO VEGA, Alberto.** 2019. *Ingenieria de Vias Agroforestales .* s.l. : Mundiprensa, 2019.
  17. **JIMENES AREVALO, Oscar Alberto.** 2020. *Modelacion numerica de la fragmentacion secundaria en mineria de Caving a traves de DEM.* s.l. : Universidad de Concepcion, 2020.
  18. **LOZADA TIGLLA, Edwar Francis.** 2018. *Estudio de las caracteristicas fisicas y mecanicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras-provincia de Utcubamba.* s.l. : Universidad Señor de Sipan, 2018.
  19. **MACIAS GRANADOS, Diego Fernando y TORRES GARCIA, Francisco Javier.** 2018. *Factibilidad del uso de polvillo del alto horno para mejorar materiales tipo base granular.* s.l. : Universidad Pedagogica y tecnologica de Colombia, 2018.
  20. **MADRID MEDINA, Nestor.** 2019. *Analisis Estructural de Pavimento .* 2019.



21. **MAMANI TORRES, Thalia Vanessa. 2022.** *Comparacion de las propiedades de canteras para subbase y base en la ciudad de Juliaca.* s.l. : Universidad Cesar Vallejo, 2022.
22. **MANCHAY LOPEZ, Alex Alejandro. 2022.** *Diseño de pavimento haciendo uso de agregados reciclados de carpetas asfálticas.* s.l. : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2022.
23. *Materiales granulares de base clase 1b tratado con cemento para el uso de pavimentos rígidos.* . **MOREIRA BRAVO, Freddy Franklin y RUIZ PARRAGA, Wilter Enrique. 2023.** 1, Manavi : Polo de conocimiento, 2023, Vol. 8. 2550-682X.
24. *Mejoramiento de materiales granulares con cemento tipo MH y agregados finos de arena de playa proveniente de la costa en la provincia de Manabí.* **MORALES HIDALGO, Johanna Patricia, ORTIZ HERNANDEZ, Eduardo Humberto y INTRIAGO ALAVA , Carlos Igor. 2023.** 11, Ecuador : Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación, 2023, Vol. 6. 2737-6249.
25. **2015.** MTC. *Especificaciones Generales para Construcción EG-2013 del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.* Lima : s.n., 2015.
26. **2017.** MTC. *Manual de Ensayo de Materiales.* Lima : s.n., 2017.
27. **RAMIREZ TRIVIÑO, Valentina y HINCAPIE OLANO, Julio Cesar. 2018.** *Evaluación CBR sub-base granular mezclado con tereftalato de polietileno (PET) para uso en vías terciarias.* s.l. : Universidad Libre, 2018.
28. **REYES LIZCANO, Fredy y RONDON QUINTANA, Hugo. 2015.** *Pavimentos: materiales, construcción y diseño.* s.l. : ECOE ediciones , 2015.
29. **TAMAY RAVILLET, Andy Roy. 2022.** *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de una base granular tratada con adición de PET reciclado triturado, Cantera Chuyabamba, Chota, 2021.* s.l. : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2022.
30. **TORRES MANRIQUE, Fanny Yacqueline y YACILA GONZALES, Marlon Nicholl. 2022.** *Diseño de mezclas de materiales granulares de tres canteras para optimizar sus propiedades en pavimentos, Nuevo Chimbote.* s.l. : Universidad Nacional del Santa, 2022.

31. **ULLOA CALDERON, Andrea y MUNERA MIRANDA, Juan Carlos. 2018.** *Metodología de diseño para materiales granulares estabilizados con emulsion asfáltica.* 2018.
32. **USECHE, Maria Cristina. 2019.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos.* 2019.
33. *Uso de herramientas tecnológicas en el desarrollo de un curso de Matemáticas 1 en la Universidad Tecnológica de Pereira.* **MONTES OCAMPO, Jose William, ESCOBAR ESCOBAR, Robin Mario y CADAVID ARANGO, German. 2018.** 23, s.l. : Universidad Tecnológica de Pereira, 2018, Vol. 12. 1909-8367.
34. *Uso de polvo de alto horno para mejorar las propiedades de material granular para pavimentos.* **OCHOA DIAS, Ricardo. 2021.** 4, s.l. : Revista UIS ingenierías, 2021, Vol. 20. 1657-4583.
35. **VASQUEZ TORREZ, Jhonny. 2019.** *Evaluación de la mezcla de agregados de las canteras El Guitarreo y Piedra Chancada del río Chonta para Bases y sub bases de pavimentos en la ciudad de Cajamarca.* s.l. : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.

## **ANEXOS**

**Anexo: 01** Matriz de consistencia

	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	¿Cuál será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico-mecánico para diseño de pavimento flexible, 2023?	Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico – mecánico para diseño de pavimento flexible, 2023.	La influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades físico – mecánico para diseño de pavimentos flexible, 2023.	Variable independiente: Material Granular	Piedra chancada	Granulometría	<p><b>Tipo de investigación:</b> Básico, laboratorio.</p> <p><b>Nivel:</b> Explicativo.</p>
	¿Cuál será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físicas para el diseño de pavimento flexible, 2023?	Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físicas para diseño de pavimento flexible, 2023.	La influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades físico para diseño de pavimentos flexible, 2023.		Material afirmado	Granulometría	<p><b>Diseño de investigación:</b> Cuasi experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p>
ESPECIFICO	¿Cuál será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades mecánicas para el diseño de pavimento flexible, 2023?	Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades mecánicas para diseño de pavimento flexible, 2023.	La influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades mecánicas para diseño de pavimentos flexible, 2023.		Arena	Granulometría	<p><b>Población:</b> 280 kg. De material granular</p>
	¿Cuál será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades químicas para el diseño de pavimento flexible, 2023?	Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades químicas para diseño de pavimento flexible, 2023.	La influencia de la dosificación controlada de materiales granulares mejora las propiedades químicas para diseño de pavimentos flexible, 2023.	Variable dependiente: Propiedades físicas-mecánicas	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría</li> <li>- Límites de Consistencia</li> <li>- Gravedad Específica y Absorción</li> <li>- Partículas fracturadas</li> <li>- Partículas Chatas y Alargadas</li> </ul>	
					Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proctor Modificado</li> <li>- CBR</li> <li>- Abrasión los Ángeles</li> <li>- Equivalente de Arena</li> </ul>	
Propiedades químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sales Solubles</li> <li>- Durabilidad al Sulfato de Magnesio</li> </ul>	<p><b>Instrumento:</b> Ficha de observación</p>					

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 02.** Ficha de observación.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**INGENIERIA CIVIL**  
**FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO**

**Objetivo:** Evaluar cual será la influencia de la dosificación controlada de materiales granulares en las propiedades físico – mecánico para diseño de pavimento flexible, 2023.

Propiedades	Resultado			Norma	Parámetros		Control
					<3000 msnm	≥3000 msnm	
Granulometría	Tamiz	Abertura (mm)	% pasante	MTC E 107	% pasante gradación A		
	2"	50					
	1"	25					
	3/8"	9.5					
	N°4	4.75					
	N°10	2.0					
	N°40	0.425					
	N°200	0.075					
Índice de plasticidad				MTC E 111	4%max.	2%max.	
Caras fracturadas	Una cara fracturada			MTC E 210	80%min.		
	Dos caras fracturadas				40%min.	50%min.	
Chatas y alargadas				ASTM D 4791	15%max.		
Maquina los ángeles	% de desgaste			MTC E 207	40%max.		
Equivalente de arena				MTC E 114	35%min.	45%min.	
CBR	AI 100%			MTC E 132		100%min.	
Sales solubles				MTC E 219	0.5%max.		
Durabilidad al sulfato de magnesio	Material grueso			MTC E 209	---	18%max.	
	Material fino				---	15%	

**Anexo 03.** Ficha de observación de laboratorio llenada

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
INFORME DE ENSAYO  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

CODIGO DE INFORME  
AM 094.1.1  
Página: 1 de 1  
F. Emisión: 2023/06/22

NTP 339.128-1999 - (Revisada el 2019): SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
SOLICITANTE(\*): YANA QUISPE EDGAR

F. RECEPCIÓN: 2023/05/15  
F. EJECUCIÓN: 2023/06/22

CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA

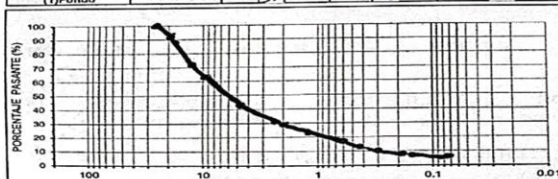
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.  
MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE  
CODIGO - M: AM 094 M1  
CONDICIÓN: Muestra Alterada

Datos Adicionales(\*): Muestra proporcionada por el Cliente  
Variación de Ensayo: Ninguno

TAMIZ	Abertura (mm)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Total Pasante
5 in.	125.0			
4 in.	100.0			
3 1/2 in.	90.0			
3 in.	75.00			
2 1/2 in.	63.00			
2 in.	50.00			
1 1/2 in.	37.50			
1 in.	25.00			
3/4 in.	19.00			
1/2 in.	12.50	8	8	92
3/8 in.	9.50	20	28	72
No. 4	4.75	49	77	23
No. 8	2.36	71	98	2
No. 10	2.00	77	100	0
No. 16	1.18	80		
No. 30	0.60	83		
No. 40	0.425	87		
No. 60	0.300	90		
No. 80	0.180	92		
No. 100	0.150	94		
No. 200	0.075	94		
(1) Fondo		100		0

FRACCIONES	
GRAVA	57%
ARENA	33%
FINOS	6%

Datos Adicionales	
TM	1/10
(*Información brindada por el Solicitante)	
TAMIZ DE SEPARACIÓN	Nº 4



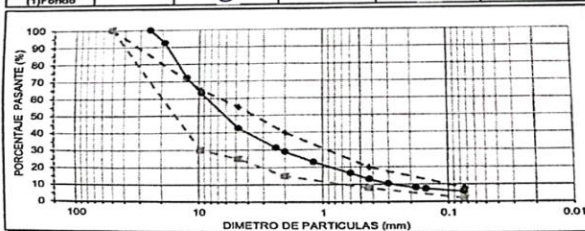
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
SOLICITA : YANA QUISPE EDGAR  
DIRECCIÓN :

TAMIZ	Abertura (mm)	CÓDIGO AM 094.1.1		% Retenido Combinación	% Pasante Acumulado
		% Retenido M-1	% Retenido M-2		
5 in.	125.0	100%	0%		
4 in.	100.0				
3 1/2 in.	90.0				
3 in.	75.00				
2 1/2 in.	63.00				
2 in.	50.00				
1 1/2 in.	37.50				
1 in.	25.00			0	100
3/4 in.	19.00	8		8	92
1/2 in.	12.50	20		20	80
3/8 in.	9.50	49		49	51
No. 4	4.75	71		71	29
No. 8	2.36	77		77	23
No. 10	2.00	80		80	20
No. 16	1.18	83		83	17
No. 30	0.60	87		87	13
No. 40	0.425	90		90	10
No. 60	0.300	92		92	8
No. 80	0.180	94		94	6
No. 100	0.150	94		94	6
No. 200	0.075	94		94	6
(1) Fondo		100		100	0

Porcentajes de la Mezcla	
GRAVA	57%
ARENA	33%
FINOS	6%

GRADACIÓN	
MATERIAL:	BASE Y SUB BASE
GRADACIÓN A	

Ref. Especificación del Cliente (EG 2013)  
(1) Conforme a la Granulometría



OBSERVACIONES:-

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
**INFORME DE ENSAYO**  
LIMITES DE ATTERBERG

CODIGO DE INFORME  
AM 067.3.1  
Página: 1 de 1  
F. Emisión: 2023/06/22

NTP 339.129-1999(revisión 2019): Método de ensayo estándar para determinar el Límite Líquido, Límite plástico e índice de Plasticidad de suelos.

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
SOLICITANTE(\*): YANA QUISPE EDGAR  
DIRECCIÓN(\*):  
F. RECEPCIÓN: 2023/05/15  
F. EJECUCIÓN: 2023/06/22

Procedencia (\*): YOCARA TAYA TAYA  
Datos Adicionales(\*):  
Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente  
Variación de Ensayo: Ninguna  
Proceso de selección: Pasante N°40  
Proceso de Secado: Horno  
Descripción visual(\*): Muestra oscura

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.  
MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE  
CODIGO - M: AM 067 M1  
CONDICIÓN: Muestra Alterada  
Método de Ensayo: M. Multipunto  
Preparación Muestra: P. Húmeda

LÍMITE LIQUIDO			
DESCRIPCIÓN	B-1	B-2	B-3
Masa del suelo húmedo + cápsula	0	-	-
Masa del suelo seco + cápsula	0	-	-
Masa de la cápsula	0	-	-
Masa del suelo seco	0	-	-
Masa del agua	0	-	-
Contenido de humedad	%	-	-
Número de golpes, N	-	-	-

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCIÓN	B-4	B-5	
Masa del suelo húmedo + cápsula	0	-	-
Masa del suelo seco + cápsula	0	-	-
Masa de la cápsula	0	-	-
Masa del suelo seco	0	-	-
Masa del agua	0	-	-
Contenido de humedad	%	-	-
Número de golpes, N	-	-	-

\* Información brindada por el Solicitante  
\* El proceso seleccionado no forma parte del alcance de la norma.



INFORME DE ENSAYO  
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS  
ASTM D5821 / MTC E 210

CODIGO DE INFORME  
AM 067.4.1  
Página: 1 de 1  
F. Emisión: 22/06/2023

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
SOLICITANTE(\*): YANA QUISPE EDGAR  
DIRECCIÓN(\*):  
F. RECEPCIÓN: 15/05/2023  
F. EJECUCIÓN: 22/06/2023  
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

CANTERA: YOCARA TAYA TAYA  
SONDEO:  
Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

CÓDIGO - M: AM 067 M1  
CONDICIÓN: M. Alterada  
MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE

CON UNA CARA FRACTURADA

Tamaño	Peso (g)	Peso (g)	%	%	Promedio
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz	Muestra	1 Cara Frac.	Retenido	
1 1/2	1	-	-	-	-
1	3/4	-	-	-	-
3/4	1/2	1200.0	1076.2	89.68	14.34
1/2	3/8	300.0	248.6	82.87	10.17
TOTAL		1500.0	1324.8	88.33	24.55

Porcentaje con una cara fracturada % **87%**

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

Tamaño	Peso (g)	Peso (g)	%	%	Promedio
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz	Muestra	2 o más C. F.	Retenido	
1 1/2	1	-	-	-	-
1	3/4	-	-	-	-
3/4	1/2	1200.0	281.3	23.44	74.39
1/2	3/8	300.0	141.7	47.23	50.7
TOTAL		1500.0	423.0	28.17	62.44

Porcentaje con dos o más caras fracturadas % **37%**

(\* Información proporcionada por el Cliente)

**INFORME DE ENSAYO**  
**PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
 NORMA ASTM D 4791/ NTP400.040

**CÓDIGO DE INFORME**  
 AM 067.5.1

Página: 1 de 1  
 F. Emisión: 22/06/2023

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
 UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
 SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR F. RECEPCIÓN: 15/05/2023  
 DIRECCIÓN(\*): F. EJECUCIÓN: 22/06/2023  
 CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA CÓDIGO - M: AM 067 M1  
 SONDEO(\*): M. Alterada  
 Muestra de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente. MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE

Tamaño	Peso Total (g)	Peso Ch/Al (g)	% en Peso Ch/Al
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz		
2	1 1/2	—	—
1 1/2	1	—	—
1	3/4	—	—
3/4	1/2	384.5	17.1
1/2	3/8	127.8	6.7
3/8	Nº 4	80.2	3.4
TOTAL		572.5	29.2

Porcentaje de partículas Chatas/Alargadas (%) **15%**  
 (\*)Información brindada por el Solicitante

**LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
**INFORME DE ENSAYO**  
**ABRASIÓN LOS ANGELES**

RCP 067.5.1  
 0419-001  
 01/1/2021  
 CÓDIGO DE INFORME  
 AM 067.5.1  
 Página: 1 de 1  
 F. Emisión: 2023/06/22

NTP 400.019-2020 AGREGADOS Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño máximo por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
 UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
 SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR  
 DIRECCIÓN(\*):  
 CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.  
 Datos Adicionales(\*): MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE  
 Variación de Norma: Ninguna CÓDIGO - M: AM 067 M1  
 Datos de Muestreo: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio CONDICIÓN: MUESTRA ALTERADA

Tamaño máximo Nominal (TMN): 1 in  
 Graduación de Muestra: A  
 Masa total de la carga (g): 513

MATERIAL	Masa Inicial (g)	Masa final (Retenido N°12) (g)	Masa perdida (%) (500 Revoluciones)	Desgaste (%)
Pasa	Retiene			
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1252		
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1252		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1251		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1251		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	—		
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)	—		
4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	—		
MASAS TOTALES (g)				

PORCENTAJE DE DESGASTE (%): **22%**  
 (\*)Información brindada por el Solicitante



**INFORME DE ENSAYO**  
**EQUIVALENTE DE ARENA**

NORMA NTP 339 146 / ASTM D2419

CÓDIGO DE INFORME  
AM 067 0.1

Página: 1 de 1  
F. Emisión: 22/06/2023

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
 UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUÑO - JULIACA  
 SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR  
 DIRECCIÓN(\*):  
 CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA  
 SONDEO(\*):  
 Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

F. RECEPCIÓN: 15/05/2023  
 F. EJECUCIÓN: 22/06/2023  
 CÓDIGO - M: AM 067 M1  
 CONDICIÓN: M. Alterada  
 MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE

Solución de Stock	Formaldehído
Método empleado	Manual
Tamaño máximo (pasa malla # 4)	4,76 mm
Temperatura	21 °C ± 2 °C

DESCRIPCIÓN	LECTURAS		
	1	2	3
Tiempo de saturación	10 min	10 min	10 min
Tiempo de decantado	20 min	20 min	20 min
Altura máxima Arena (cm)	11,6	11,1	11,7
Altura máxima arena (cm)	11,4	11,8	11,0
Relación (%)	78,1	78,1	77,8
Equivalente de Arena (%)	78	78	75

Equivalente de Arena **77 %**

(\*) Información brindada por el Solicitante

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
INFORME DE ENSAYO  
ENSAYO DE CBR

CÓDIGO DE INFORME  
AM 067 B.1  
Página: 1 de 2  
F. Emisión: 2023/06/22

ASTM D1553-16- Standard Test Method for California Bearing Ratio(CBR) of Laboratory - Compacted Soils.

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
 UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUÑO - JULIACA  
 SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR  
 DIRECCIÓN(\*):  
 CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA  
 Datos Adicionales(\*):  
 Variación de Norma:  
 Datos de Muestreo:

RECEPCIÓN: 2023/05/15  
 EJECUCIÓN: 22/06/2023  
 ELABORADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.  
 MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE  
 CÓDIGO - M: AM 067 M1  
 CONDICIÓN: M. Alterada

N. RETENIDO 3N(\*): 4.1%  
 DESCRIPCIÓN VISUAL(1): Color marrón con grava subangulosa y dura.  
 MUESTRA: Saturada

M. DE ENSAYO(\*): Método Húmedo  
 M. PREPARACIÓN: Método "C"

) Información Brindada por el Solicitante. (1) NTP 339 150

N° GOLPES		56		
		Sin Saturar	Saturado	
Condición de la muestra				
Código de Muestra	-			
Masa de molde+suolo	g	1309,9	1319,8	
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2133,0	811,8	
Masa de molde	g	811,8	811,8	
Masa de suelo compactada	g	493,1	493,2	
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2,312	2,343	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente N°		SM-1		
Masa de suelo húmedo	g	2604,0	1092,0	
Masa de suelo seco	g	2404,0	982,0	
Masa de agua	g	192,0	65,0	
Contenido de humedad	%	8,2	6,6	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2,14	2,16	
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	2136,3	2157,0	
EXPANSIÓN				
Fecha	Hora	Tiempo(h)	Dial (div)	Expansión Pulg.
21/05/23	12:20	0	212	0,212
21/05/23	13:00	98	210	0,210
AL TURA INICIAL(mm)			116,48	4,34
Expansión % de altura inicial				-0,04%
PENETRACION				
Pulg.	mm	Lechura(kN)	SM-1	Lb/pulg. <sup>2</sup>
0	0	2,45		19,2
0,025	0,64	3,23		52,1
0,05	1,30	3,25		90,7
0,075	1,90	3,25		123,1
0,1	2,50	3,25		154,2
0,125	3,18	3,25		185,2
0,15	3,80	3,25		214,5
0,175	4,45	3,25		246,8
0,2	5,10	3,25		278,2
0,3	7,60	3,25		310,0
0,4	10,0	3,25		342,0
0,5	13,00	3,25		374,0

**LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
**INFORME DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR**

CÓDIGO DE INFORME  
**AM 067.3.1**  
Página: 2 de 2  
F. Emisión: 2023/06/22

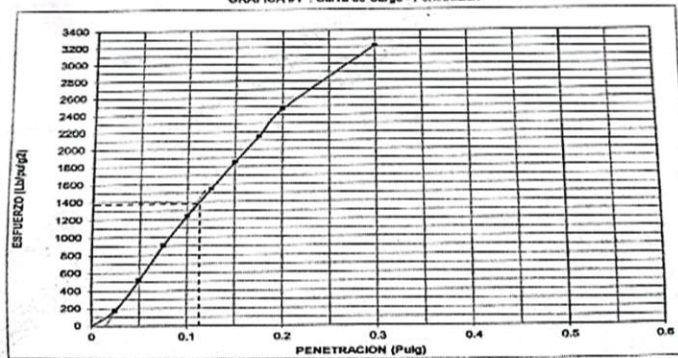
**ASTM D1883-16**, Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory - Compacted Soils

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUÑO - JULIACA  
**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR  
**DIRECCIÓN(\*):**  
**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA  
**Datos Adicionales(\*):** Ninguna  
**Variación de Norma:** Ninguna  
**Muestra de Muestreo:** Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.  
**Recepción:** 2023/05/15  
**Ejecución:** 2023/06/22  
**Ensayado en:** Laboratorio RCF S.R.L.  
**Muestra(\*):** BASE Y SUB BASE  
**Código - M:** AM 067 M1  
**Condición:** M. Alterada

(\*) Información brindada por el Solicitante. (1) NTP 339.150

# GOLPES	CBR	DENSIDAD	HUMEDAD
56 GOLPES	>120	2.16	8.19

GRAFICA #1 : Curva de Carga - Penetración



CBR al 100% de Maxima Densidad % = >120

**INFORME DE ENSAYO**  
**SALES SOLUBLES**

CÓDIGO DE INFORME  
**AM 067.7.1**  
Página: 1 de 1  
F. Emisión: 2023/06/22

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUÑO - JULIACA  
**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR  
**DIRECCIÓN(\*):**  
**PROCEDENCIA(\*):** YOCARA TAYA TAYA  
**Datos Adicionales(\*):** -  
**Sondeo(\*):** -  
**F. SOLICITUD:** 2023/05/15  
**F. EJECUCIÓN:** 2023/06/22  
**CÓDIGO - M:** AM 067 M1  
**CONDICIÓN:** M. Alterada  
**TIPO DE MATERIAL:** BASE Y SUB BASE

Metodo de Ensayo Aplicado  
Metodo de Ensayo para Sales Solubles MTC E 219

MATERIAL	PROCEDENCIA	SALES SOLUBLES	
		ppm	%
BASE	YOCARA TAYA TAYA	104	0.01
-	-	-	-

(\*) Información brindada por el Solicitante  
Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

**INFORME DE ENSAYO  
INALTERABILIDAD POR SULFATO DE MAGNESIO**

CÓDIGO DE INFORME  
**AM 081.10.1**  
Página: 1 de 1  
F. Emisión: 22/06/2023

NTP 400.016 Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR  
DIRECCIÓN(\*):  
CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA  
Dato Adicional(\*):  
Muestreo: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio

F. RECEPCIÓN: 15/05/2023  
F. EJECUCIÓN: 22/06/2023  
CÓDIGO - M: AM 081 M2  
CONDICIÓN: M. Alterada  
MUESTRA(\*): BASE-PARTE GRUESA

TAMAÑO DE MALLAS		GRADACIÓN DE MUESTRA ORIGINAL		PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% PERDIDAS	% DE PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE						
5"	3"	—	—	—	—	—	—
3"	2"	—	—	—	—	—	—
2"	1 1/2"	—	—	—	—	—	—
1 1/2"	1"	6.6	1070.9	930.2	2.9	0.5	
1"	3/4"	9.3	505.3	470.3	6.9	0.6	
3/4"	1/2"	15.3	670	641.8	4.2	0.6	
1/2"	3/8"	7.1	330	307.4	8.7	0.6	
3/8"	Nº4	18.1	300	269.7	10.7	1.8	
<b>Totales</b>		<b>56.38</b>	<b>2876</b>	<b>2613.4</b>	<b>37.84</b>	<b>4.259%</b>	

Análisis Cualitativo									
Tamices	Rajadas		Desmazonadas		Fractura		Astilladas		Nº Total de partículas analizadas
	m²	%	m²	%	m²	%	m²	%	
127.0 mm (5") a 76.2 mm (3")	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76.2 mm (3") a 50.8 mm (2")	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50.8 mm (2") a 38.1 mm (1 1/2")	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38.1 mm (1 1/2") a 25.4 mm (1")	—	—	—	—	0	00	—	—	18
25.4 mm (1") a 19.1 mm (3/4")	—	—	—	—	1	3.7	—	—	32

(\*Información brindada por el Solicitante  
Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

**INFORME DE ENSAYO  
INALTERABILIDAD POR SULFATO DE MAGNESIO**

CÓDIGO DE INFORME  
**AM 081.10.2**

NTP 400.016 Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Página: 1 de 1  
F. Emisión: 22/06/2023

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR  
DIRECCIÓN(\*):  
CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA  
SONDEO(\*):  
Muestreo: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

F. SOLICITUD: 15/05/2023  
F. EJECUCIÓN: 22/06/2023  
CÓDIGO - M: AM 081 M2  
CONDICIÓN: M. Alterada  
MUESTRA(\*): BASE-PARTE FINA

TAMAÑO DE MALLAS		ESCALADO DE MUESTRA	PESO INICIAL	% PERDIDAS	% DE PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE				
3/8"	Nº4	—	—	—	—
Nº4	Nº8	13.54	100.00	9.10	1.23
Nº8	Nº16	7.57	100.00	7.70	0.58
Nº16	Nº30	5.01	100.00	10.60	0.53
Nº30	Nº50	4.13	100.00	7.00	0.29
<b>TOTAL</b>		<b>30.24</b>	<b>400.00</b>	<b>34.40</b>	<b>2.63</b>

(\*Información brindada por el Solicitante

## Anexo 04. Certificado de laboratorio



### DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN

1 de 2

#### ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

## ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

Ubicado en : Calle el Palomar N° 107 Lote B – 3B, Arequipa – Arequipa.  
Proceso : Renovación<sup>1</sup>  
Expediente N° : 0213-2022-DA-E  
Informe Ejecutivo N° : 0120-2023-DA  
Vigencia de la Acreditación : Del 2023-04-20 al 2027-04-19  
Acreditado con la Norma : NTP-ISO/IEC 17025:2017  
Código de Registro : LE - 091  
Fecha de Actualización : 2023-05-29<sup>2</sup>

Laboratorio : ENSAYOS DE SUELOS  
Campo de Prueba : FÍSICAS

N°	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ABRASION LOS ANGELES EN AGREGADOS MENORES	NTP 400.019:2020	2020	AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles. Método de ensayo.
Producto(s):				SUELOS
2	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM C136 / C136M : 2019	2019	Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.
Producto(s):				SUELOS
3	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128:1999 (Revisada el 2019)	1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Producto(s):				SUELOS
4	CBR	ASTM D1883 - 2021	2021	Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
Producto(s):				SUELOS
5	CLASIFICACIÓN SUCS	NTP 339.134:1999 (Revisada el 2019)	1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Producto(s):				SUELOS
6	COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS	NTP 339.034: 2021	2021	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
Producto(s):				CONCRETO

<sup>1</sup> Notificado con Cédula de notificación N° 0107-2023-INACAL/DA

<sup>2</sup> Es responsabilidad del laboratorio la revisión del presente alcance. En caso existan observaciones a dicho alcance, el laboratorio deberá informarlo al INACAL, con el debido sustento, en un plazo no mayor a 05 días útiles (contados a partir de recibido el presente documento, cumplido este plazo no se aceptarán observaciones.

**ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO**

7	CONTENIDO DE HUMEDAD EN SUELOS	NTP 339.127:1998 (Revisada el 2019)	1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
Producto(s): SUELOS				
8	DENSIDAD EN EL SITIO (MÉTODO DEL CONO)	NTP 339.143:1999 (Revisada el 2014). (Incluye MUESTREO)	1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena
Producto(s): SUELOS				
9	DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NTP 339.129:1999 (Revisada el 2014)	1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
Producto(s): SUELOS				
10	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	NTP 339.141:1999 (Revisada el 2014)	1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m <sup>3</sup> (56 000 pie-lb/ft <sup>3</sup> ))
Producto(s): SUELOS				
11	EXTRACCIÓN DE DIAMANTINA	NTP 339.059:2017 excepto Anexo b	2017	CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y viejas seccionadas de concreto
Producto(s): CONCRETO				
12	LAVADO ASFÁLTICO	ASTM D2172 / D2172M - 17. Método A.	2017	Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Asphalt Binder from Asphalt Mixtures
Producto(s): MEZCLAS ASFÁLTICAS				
13	MATERIAL PASANTE LA MALLA N°200	NTP 400.018:2020	2020	AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (N° 200) por lavado en agregados. Método de ensayo.
Producto(s): AGREGADOS				
14	PESO ESPECÍFICO DE FINO	NTP 400.022:2021 excepto 8.3	2021	AGREGADOS. Determinación de la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.
Producto(s): AGREGADOS				
15	PESO ESPECÍFICO DE GRAVA	NTP 400.021:2020	2020	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.
Producto(s): AGREGADOS				
16	PESO ESPECÍFICO RELATIVO	NTP 339.131:1999 (Revisada el 2019)	1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
Producto(s): SUELOS				
17	PESO UNITARIO	NTP 400.017: 2020 excepto método B.	2020	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Producto(s): AGREGADOS				

# Anexo 05. Ensayos de laboratorio.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

## INFORME DE ENSAYO GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

CODIGO DE INFORME  
**AM 094 1.1**  
Página : 1 de 1  
F. Emisión: 2023/06/22

NTP 339.128-1999 - (Revisada el 2019); SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

SOLICITANTE(\*): YANA QUISPE EDGAR

DIRECCIÓN(\*):

F. RECEPCIÓN: 2023/05/15

F. EJECUCIÓN: 2023/06/22

CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA

Datos Adicionales(\*):  
Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente  
Variación de Ensayo: Ninguno

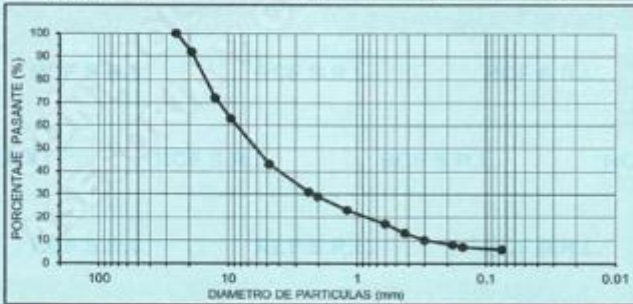
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.  
MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE  
CODIGO - M: AM 094 M1  
CONDICIÓN: Muestra Alterada

TAMIZ	Abertura (mm)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Total Pasante
5 in.	125.0			
4 in.	100.0			
3 1/2 in.	90.0			
3 in.	75.00			
2 1/2 in.	53.00			
2 in.	50.00			
1 1/2 in.	37.50			
1 in.	25.00		0	100
3/4 in.	19.00	8	8	92
1/2 in.	12.50	20	28	72
3/8 in.	9.50	9	37	63
No. 4	4.75	21	57	43
No. 8	2.36	11	68	31
No. 10	2.00	2	71	29
No. 16	1.18	6	77	23
No. 30	0.60	7	83	17
No. 40	0.425	3	87	13
No. 60	0.300	3	90	10
No. 80	0.180	2	92	8
No. 100	0.150	1	93	7
No. 200	0.075	1	94	5.9
(1)Fondo		5.9	100	0

FRACCIONES	
GRAVA	57%
ARENA	37%
FINOS	6%

Datos Adicionales	
TM	1 in.
(*Información brindada por el Solicitante)	
TAMIZ DE SEPARACIÓN	N°4



Observaciones:

ROBERTO B. CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
LSP.099476 00310

ISO/IEC 17025

N° 030646

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Mavi RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.  
**INFORME TÉCNICO - 1**

Fecha de Emisión: 22/06/2023

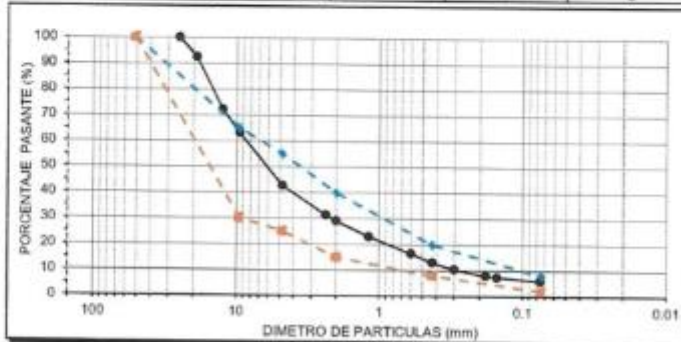
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
 UBICACIÓN : LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
 SOLICITA : YANA QUISPE EDGAR  
 DIRECCIÓN:

CÓDIGO:		AM 094.1.1	-		
TAMIZ	Abertura (mm)	% Retenido M-1	% Retenido M-2	%Retenido Combinación	%Pasante Acumulado
5 in.	125.0	100%	0%		
4 in.	100.0				
3 1/2 in.	90.0				
3 in.	75.00				
2 1/2 in.	63.00				
2 in.	50.00				
1 1/2 in.	37.50				
1 in.	25.00			0	100
3/4 in.	19.00	8		8	92
1/2 in.	12.50	20		20	72
3/8 in.	9.50	9		9	63
No. 4	4.75	21		21	43
No. 8	2.36	11		11	31
No. 10	2.00	2		2	29
No. 16	1.18	6		6	23
No. 30	0.60	7		7	17
No. 40	0.425	3		3	13
No. 50	0.300	3		3	10
No. 60	0.180	2		2	8
No. 100	0.150	1		1	7
No. 200	0.075	1		1	6
(1)Fondo		6		6	0

Porcentajes de la Mezcla	
GRAVA	57%
ARENA	37%
FINOS	6%

GRADACIÓN	
MATERIAL:	BASE
<b>GRADACIÓN A</b>	

Ref. Especificación del Cliente(EG 2013)  
 (1) Conforme a la Granulometría



OBSERVACIONES:-

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

INFORME DE ENSAYO  
LIMITE DE ATTERBERG

CODIGO DE INFORME

AM 067.3.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 2023/06/22

NTP 339.129:1999(revisión 2019): Método de ensayo estándar para determinar el Límite Líquido, Límite plástico e índice de Plasticidad de suelos.

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

SOLICITANTE(\*): YANA QUISPE EDGAR

DIRECCIÓN(\*):

F. RECEPCIÓN: 2023/05/15

F. EJECUCIÓN: 2023/06/22

Procedencia (\*): YOCARA TAYA TAYA

Datos Adicionales(\*): -

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente

Variación de Ensayo: Ninguna

Proceso de selección: Pasante N°40

Proceso de Secado: Horno

Descripción visual(\*\*): Mantién oscuro

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE

CODIGO - M: AM 067 M1

CONDICIÓN: Muestra Aterrada

Método de Ensayo: M. Multipunto

Preparación Muestra: P. Húmeda

LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCIÓN	B-1	B-2	B-3
Masa del suelo húmedo + cápsula g	-	-	-
Masa del suelo seco + cápsula g	-	-	-
Masa de la cápsula g	-	-	-
Masa del suelo seco g	-	-	-
Masa del agua g	-	-	-
Contenido de humedad %	-	-	-
Número de golpes, N	-	-	-

Retenido Aproximado en Tamiz No. 40 87%



LIMITE PLASTICO

DESCRIPCIÓN	B-4	B-5
Masa del suelo húmedo + cápsula g	-	-
Masa del suelo seco + cápsula g	-	-
Masa de la cápsula g	-	-
Masa del suelo seco g	-	-
Masa del agua g	-	-
Contenido de humedad %	-	-
Número de golpes, N	-	-

Límite líquido (LL)	NP
Límite plástico (LP)	No Plástico
Índice de plasticidad (IP)	-
Línea A	-
NP No pudo determinarse	-
Clasificación según cuadro de plasticidad(**)	-

(\*) Información brindada por el Solicitante

(\*\*) El proceso seleccionado no forma parte del alcance de la norma.

Observaciones:

ISO/IEC 17025

ROBERTO CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 59876  
LI-12914 - 3281

N° 030341

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



**LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**

**DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
INFORME DE ENSAYO  
ABRASIÓN LOS ANGELES**

**CODIGO DE INFORME**  
**AM 067.2.1**

Página: 1 de 1  
F. Emisión: 2023/06/22

**NTP 400.019-2020 AGREGADOS-Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.**

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR

**DIRECCIÓN(\*):**

**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA

**Datos Adicionales(\*):** -

**Variación de Norma:** Ninguna

**Datos de Muestreo:** Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio

**RECEPCIÓN:** 2023/05/15

**EJECUCIÓN:** 2023/06/22

**ENSAYADO EN:** Laboratorio RCF S.R.L.

**MUESTRA(\*):** BASE Y SUB BASE

**CODIGO - M:** AM 067 M1

**CONDICIÓN:** MUESTRA ALTERADA

Tamaño máximo Nominal (TMN): 1 in

Gradación de Muestra: A

Masa total de la carga (g): 5013

MATERIAL		Masa inicial	Masa final (Retenido N°12) (g)	Masa perdida (%) (500 Revoluciones)	Desgaste (%)
Pasa	Retiene	(g)			
37.5 mm ( 1 1/2")	25.0 mm (1")	1252			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1251			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1251			
12.5 mm ( 1/2")	9.5 mm (3/8")	1251			
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	-			
6.3 mm ( 1/4")	4.75 mm (N°4)	-			
4.75 mm ( N°4)	2.36 mm (N°8)	-			
MASAS TOTALES (g)		5005	3913	1092	21.8

**PORCENTAJE DE DESGASTE (%) :** 22%

(\*Información brindada por el Solicitante)

**Observaciones:** -

**ROBERTO B. CACERES FLORES**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 59876

NTP 400019.18- 0095

ISO/IEC 17025

N° 030365

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**  
**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS**

ASTM D5821 / MTC E 210

CODIGO DE INFORME

AM 067.4.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 22/06/2023

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUÑO - JULIACA

F. RECEPCIÓN: 15/05/2023

SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR

F. EJECUCIÓN: 22/06/2023

DIRECCIÓN(\*):

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

CANTERA: YOCARA TAYA TAYA

CÓDIGO - M: AM 067 M1

SONDEO: -

CONDICIÓN: M. Alterada

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE

CON UNA CARA FRACTURADA

Tamaño		Peso (g)	Peso (g)	%	%	Promedio
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz	Muestra	1 Cara Frac.			
1 1/2	1	-	-	-	-	-
1	3/4	-	-	-	-	-
3/4	1/2	1200.0	1076.2	89.68	14.39	1290
1/2	3/8	300.0	248.6	82.87	10.17	843
TOTAL		1500.0	1324.8	172.55	24.55	2133

Porcentaje con una cara fracturada %

87 %

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

Tamaño		Peso (g)	Peso (g)	%	%	Promedio
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz	Muestra	2 o más C. F.			
1 1/2	1	-	-	-	-	-
1	3/4	-	-	-	-	-
3/4	1/2	1200.0	781.3	65.11	14.39	937
1/2	3/8	300.0	149.7	49.90	10.17	507
TOTAL		1500.0	931.0	115.01	24.55	1444

Porcentaje con dos o más caras fracturadas %

59 %

(\*) Información proporcionada por el Cliente

OBSERVACIONES: -

ROBERTO CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 59876

Nº 047098

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ASESORIA Y CONSULTORIA EN OBRAS CIVILES

**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
ASESORIA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**  
**PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS**

NORMA ASTM D 4791/NTP400.040

CÓDIGO DE INFORME

AM 067.5.1

Página: 1 de 1  
F. Emisión: 22/06/2023

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR

**F. RECEPCIÓN:** 15/05/2023

**DIRECCIÓN(\*):**

**F. EJECUCIÓN:** 22/06/2023

**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA

**CÓDIGO - M:** AM 067 M1

**SONDEO(\*):** -

**CONDICIÓN:** M. Alterada

**Datos de Muestreo:** Muestra proporcionada por el Cliente.

**MUESTRA(\*):** BASE Y SUB BASE

Tamaño		Peso Total	Peso Ch/AI	% en Peso Ch/AI
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz	(g)	(g)	
2	1 1/2	—	-	—
1 1/2	1	—	-	—
1	3/4	—	-	—
3/4	1/2	384.5	17.1	4.45
1/2	3/8	127.8	8.7	6.81
3/8	Nº 4	80.2	3.4	4.24
<b>TOTAL</b>		592.5	29.2	15.5

**Porcentaje de partículas Chatas/Alargadas (%)** 15%

(\*)Información brindada por el Solicitante

**OBSERVACIONES:**

ROBERTO B. CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 99876

Nº 047099

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**

**EQUIVALENTE DE ARENA**

NORMA NTP 339.146 / ASTM D2419

**CODIGO DE INFORME**

AM 067.6.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 22/06/2023

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR

**F. RECEPCIÓN:** 15/05/2023

**DIRECCIÓN(\*):**

**F. EJECUCIÓN:** 22/06/2023

**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA

**CÓDIGO - M:** AM 067 M1

**SONDEO(\*):** -

**CONDICIÓN:** M. Alterada

**Datos de Muestra:** Muestra proporcionada por el Cliente.

**MUESTRA(\*):** BASE Y SUB BASE

Solución de Stock	Formaldehído
Método empleado	Manual
Tamaño máximo (pasa malla # 4)	4.75 mm
Temperatura	21 °C ± 2 °C

DESCRIPCIÓN	LECTURAS		
	1	2	3
Tiempo de saturación	10 min	10 min	10 min
Tiempo de decantado	20 min	20 min	20 min
Altura máxima Arilla (cm)	14.6	15.1	14.7
Altura máxima arena (cm)	11.4	11.8	11.0
Relación (%)	78.1	78.1	74.8
Equivalente de Arena (%)	78	78	75

<b>Equivalente de Arena</b>	<b>77%</b>
-----------------------------	------------

(\*) Información brindada por el Solicitante

**OBSERVACIONES:** -

ROBERTO CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 56876

Nº 047100

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**  
**SALES SOLUBLES**

CODIGO DE INFORME  
**AM 067.7.1**

Página : 1 de 1  
F.Emisión: 2023/06/22

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR  
**DIRECCIÓN(\*):**  
**F. SOLICITUD:** 2023/05/15  
**F. EJECUCIÓN:** 2023/06/22  
**PROCEDENCIA(\*):** YOCARA TAYA TAYA  
**CÓDIGO - M:** AM 067 M1  
**DATOS ADICIONALES(\*):** -  
**CONDICIÓN:** M. Alterada  
**SONDEO(\*):** -  
**TIPO DE MATERIAL:** BASE Y SUB BASE

**Método de Ensayo Aplicado**  
Método de Ensayo para Sales Solubles. MTC E 219

MATERIAL	PROCEDENCIA	SALES SOLUBLES	
		ppm	%
BASE	YOCARA TAYA TAYA	104	0.01
-	-	-	-

(\*)Información brindada por el Solicitante  
Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

**Observaciones:**

**ROBERTO CACERES FLORES**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 69876

**Nº 047101**

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

**INFORME DE ENSAYO  
PROCTOR MODIFICADO**

**CODIGO DE INFORME  
AM 067.8.1**

Página: 1 de 3  
F. Emisión: 2023/04/28

NTP 339.141- 1999(rev 2019): Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700kN-n/m<sup>3</sup>) 56000 pie-bólita<sup>3</sup>

<b>PROYECTO(*):</b>	INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.	<b>RECEPCIÓN:</b>	2023/05/10
<b>UBICACIÓN(*):</b>	LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA	<b>EJECUCIÓN:</b>	2023/06/22
<b>SOLICITA(*):</b>	YANA QUIRPE EDGAR	<b>ENSAYADO EN:</b>	Laboratorio RCF S.R.L.
<b>DIRECCIÓN(*):</b>		<b>MUESTRA(*):</b>	BASE Y SUB BASE
<b>CANTERA(*):</b>	YOCARA TAYA TAYA	<b>CODIGO - M:</b>	AM 067 M1
<b>Datos Adicionales(*):</b>	-	<b>CONDICIÓN:</b>	M. Alterado
<b>Variación de Norma:</b>	Ninguna	<b>Procedim. de Ensayo:</b>	C
<b>Datos de Muestra:</b>	Muestra proporcionada por el Cliente	<b>% F. Gruesa (Pc) - 3/4":</b>	4%
<b>Método de Preparación:</b>	Húmedo	<b>% Fracción Fina (Pf):</b>	96%
<b>Tipo de Pistón empleado:</b>	Manual		
<b>Descripción (NTP 339.134):</b>	GP-0M Grava potosamente graduada con limo y arena Grava subangulosa, dura de color marrón.		

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HÚMEDA					
Aguas añadidas inicial	%	5%	7%	9%	11%
Masa de molde+suelo	g	11112.0	11305.0	11396.0	11367.0
Masa de molde	g	6520.0	6520.0	6520.0	6520.0
Masa de suelo compactado	g	4592.0	4785.0	4876.0	4847.0
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.162	2.253	2.297	2.277
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Masa suelo húmedo	g	614.1	673.6	696.3	632.6
Masa de suelo seco	g	583.9	628.0	637.6	569.3
Masa de agua	g	30.2	45.6	58.7	63.3
Contenido de humedad - NTP 339.127	%	5.2	7.7	9.3	11.1
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA					
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.08	2.13	2.10	2.05
PESO UNITARIO SECO	kN/m <sup>3</sup>	20.38	20.62	20.61	20.10
CURVA DE SATURACIÓN (p=100%)					
Gravedad específica - NTP 339.131		2.72	2.72	2.72	2.72
PESO UNITARIO SATURADO	kN/m <sup>3</sup>	23.37	22.32	21.28	20.47



Densidad máxima modificada:	(g/cm <sup>3</sup> )	2.11	P. U. Seco máx. modificado	kN/m <sup>3</sup>	20.68
Humedad óptima modificada:	(%)	8.0	(1) P. U. Máx. Correjido (**)	kN/m <sup>3</sup>	-
Volumen de Molde	(cm <sup>3</sup> )	2124.0	(1) Humedad Óptima corregida (**)	(%)	-

(\*\*) El método de ensayo indicado no está acreditado por INACAL-DA  
(1) ASTM D 4718: Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles  
(\*) Información brindada por el solicitante

Observaciones: -

ISO/IEC 17025

Lp-14111-1005

ROBERTO B. CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 69876

N° 030345

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
**INFORME DE ENSAYO**

**ENSAYO DE CBR**

CÓDIGO DE INFORME

**AM 067.9.1**

Página: 1 de 2

F. Emisión: 2023/06/22

ASTM D1863-16- Standard Test Method for California Bearing Ratio(CBR) of Laboratory - Compacted Soils

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR

**DIRECCIÓN(\*):**

**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA

**Datos Adicionales(\*):** -

**Variación de Norma:** Ninguna

**Datos de Muestreo:** Muestra depositada e identificada por el solicitante.

**RECEPCIÓN:** 2023/05/15

**EJECUCIÓN:** 2023/06/22

**ENSAYADO EN:** Laboratorio RCF S.R.L.

**MUESTRA(\*):** BASE Y SUB BASE

**CODIGO - M:** AM 067 M1

**CONDICIÓN:** M. Alterada

**% RETENIDO 34":** 4.1%

**DESCRIPCIÓN VISUAL (1):** Color marrón con grava subangulosa y dura.

**MUESTRA:** Saturada

**M. DE ENSAYO:** Método Húmedo

**M. PREPARACIÓN:** Método "C"

(\*) Información Brindada por el Solicitante. (1) NTP 330.150

N° GOLPES		56	
Condición de la muestra		Sin Saturar	Saturado
Código de Molde	-	287	
Masa de molde+suelo	g	13049	13115
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2133.0	2133.0
Masa de molde	g	8118	8118
Masa de suelo compactada	g	4931	4997
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.312	2.343
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente N°		SM-1	
Masa de suelo húmedo	g	2601.0	1072.0
Masa de suelo seco	g	2404.0	987.0
Masa de agua	g	197.0	85.0
Contenido de humedad	%	8.2	8.6
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.14	2.16
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	2136.7	2157.0
EXPANSIÓN			
Fecha	Hora	Tiempo(h)	Diál (div)
24/05/2023	12:20	0	212
29/05/2023	13:00	96	210
AL TURA INICIAL(mm)		116.46	4.59
Expansión % de altura inicial			-0.04%
PENETRACION			
Penetración		SM-1	
Pulg.	mm	Lectura(kN)	Lb/pulg. <sup>2</sup>
0	0		
0.025	0.64	2.45	177
0.05	1.30	7.21	521
0.075	1.90	12.95	937
0.1	2.50	17.14	1239
0.125	3.18	21.39	1546
0.15	3.80	25.66	1855
0.175	4.45	29.68	2145
0.2	5.10	34.14	2468
0.3	7.60	44.48	3215
0.4	10.00		
0.5	13.00		

ISO/IEC 17025

OBSERVACIONES:

ROBERTO CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 59674

N° 030434

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - MÓV-RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL  
**INFORME DE ENSAYO**  
ENSAYO DE CBR

<b>CODIGO DE INFORME</b>
AM 067 S.1
Página: 2 de 2
F. Emisión: 2023/06/22

ASTM D1983-16- Standard Test Method for California Bearing Ratio(CBR) of Laboratory - Compacted Soils

PROYECTO(\*): INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

UBICACIÓN(\*): LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

SOLICITA(\*): YANA QUISPE EDGAR

DIRECCIÓN(\*):

CANTERA(\*): YOCARA TAYA TAYA

Datos Adicionales(\*):

Variación de Norma: Ninguna

Datos de Muestra: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

(\* Información Brindada por el Solicitante, (1) NTP 336.100

RECEPCIÓN: 2023/05/15

EJECUCIÓN: 2023/06/22

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

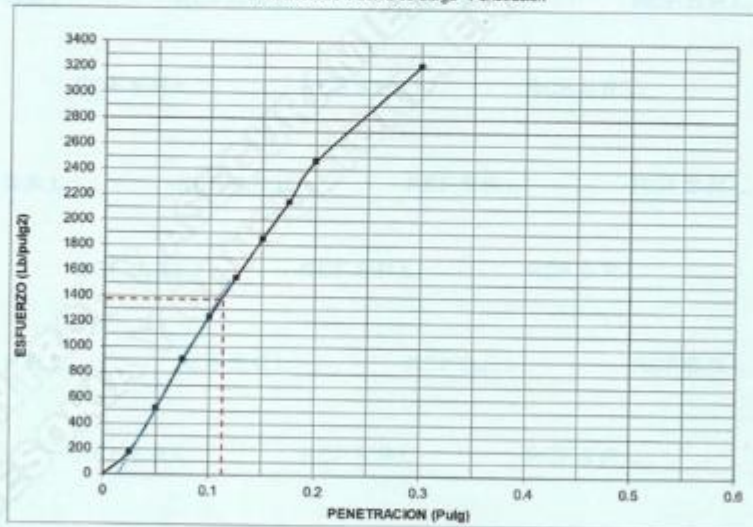
MUESTRA(\*): BASE Y SUB BASE

CODIGO - M: AM 067 M1

CONDICIÓN: M. Alberada

# GOLPES	CBR	DENSIDAD	HUMEDAD
56 GOLPES	>120	2.16	8.19

GRAFICA #1 : Curva de Carga - Penetración



CBR al 100% de Maxima Densidad % = >120

ISO/IEC 17025

OBSERVACIONES:

ROBERTO M. CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 52676

N° 030435

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



**INFORME DE ENSAYO**  
**INALTERABILIDAD POR SULFATO DE MAGNESIO**

CODIGO DE INFORME  
**AM 081.10.1**

Página : 1 de 1  
 F. Emisión: 22/06/2023

NTP 400.016 Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.  
**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA  
**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR  
**DIRECCIÓN(\*):**  
**F. RECEPCIÓN:** 15/05/2023  
**F. EJECUCIÓN:** 22/06/2023

**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA  
**Dato Adicional(\*):** -  
**Muestreo:** Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio

**CÓDIGO - M:** AM 081 M2  
**CONDICIÓN:** M. Alterada  
**MUESTRA(\*):** BASE-PARTE GRUESA

TAMAÑO DE MALLAS		GRADACION DE MUESTRA ORIGINAL	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% PERDIDAS	% DE PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE					
5"	3"	---	---	---	---	---
3"	2"	---	---	---	---	---
2"	1 1/2"	---	---	---	---	---
1 1/2"	1"	6.6	1010.4	930.2	7.9	0.5
1"	3/4"	9.3	505.3	470.3	6.9	0.6
3/4"	1/2"	15.3	670	641.8	4.2	0.6
1/2"	3/8"	7.1	330	301.4	8.7	0.6
3/8"	N°4	18.1	300	269.7	10.1	1.8
<b>Totales</b>		<b>56.38</b>	<b>2816</b>	<b>2613.4</b>	<b>37.84</b>	<b>4.25%</b>

Análisis Cualitativo									
Tamices	Rajadas		Desmoronadas		Fractura		Astilladas		Nº Total de partículas amalizadas
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
127.0 mm (5") a 76.2 mm (3")	-	---	-	---	-	---	-	---	---
76.2 mm (3") a 50.8 mm (2")	-	---	-	---	-	---	-	---	---
50.8 mm (2") a 38.1 mm (1 1/2")	-	---	-	---	-	---	-	---	---
38.1 mm (1 1/2") a 25.4 mm (1")	-	---	-	---	0	0.0	-	---	18
25.4 mm (1") a 19.1 mm (3/4")	-	---	-	---	1	3.1	-	---	32

(\*)Información brindada por el Solicitante

Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

**OBSERVACIONES:**

ROBERTO B. CACERES FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 59876

Nº 047541

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**  
**INALTERABILIDAD POR SULFATO DE MAGNESIO**

CODIGO DE INFORME  
**AM 081.10.2**

Página : 1 de 1  
F. Emisión: 22/06/2023

**NTP 400.016** Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

**PROYECTO(\*):** INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN CONTROLADA DE MATERIALES GRANULARES EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, 2023.

**UBICACIÓN(\*):** LOCALIDAD DE PUNO - JULIACA

**F. SOLICITUD:** 15/05/2023

**SOLICITA(\*):** YANA QUISPE EDGAR

**F. EJECUCIÓN:** 22/06/2023

**DIRECCIÓN(\*):**

**CANTERA(\*):** YOCARA TAYA TAYA

**CODIGO-M :** AM 081 M2

**SONDEO(\*):** -

**CONDICIÓN:** M. Alterada

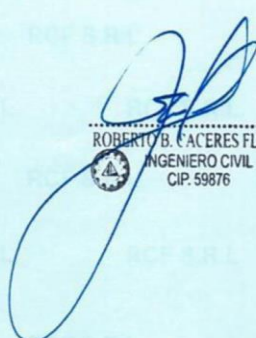
**Muestreo:** Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

**MUESTRA(\*):** BASE-PARTE FINA

TAMAÑO DE MALLAS		ESCALADO DE MUESTRA	PESO INICIAL	% PERDIDAS	% DE PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE				
3/8"	Nº4	-	-	-	---
Nº4	Nº8	13.54	100.00	9.10	1.23
Nº8	Nº16	7.57	100.00	7.70	0.58
Nº16	Nº30	5.01	100.00	10.60	0.53
Nº30	Nº50	4.13	100.00	7.00	0.29
<b>TOTAL</b>		<b>30.24</b>	<b>400.00</b>	<b>34.40</b>	<b>2.63</b>

(\*)Información brindada por el Solicitante

**OBSERVACIONES:** -

  
ROBERTO B. CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 59876

Nº 047542

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

**Anexo 06.** Panel fotográfico trabajados en el laboratorio y campo.



Fotografía 1. Planta de Yocara Taya Taya



Fotografía 2. Muestreo de agregados Afirmado, Piedra chancada y arena



Fotografía 03. Ensayos de granulometría



Fotografía 04. Ensayos de límites de consistencia.



Fotografía 05. Ensayo de chatas alargadas y caras fracturadas.



Fotografía 06. Ensayo de CBR y Equivalente de arena.



Fotografía 07. Ensayos de sulfato de magnesio y Abrasión los ángulos.