

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis comparativo de costos de explotación de
canteras de río y cerro para la base granular de la
carretera Jayujayu - Calacota, llave 2021**

Marisel Celia Copaja Copa
Luis Antonio Florez Gandarillas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RÍO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

6%

★ es.scribd.com

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTOS:

Primeramente, agradecer a Dios; a nuestros padres, quienes nos brindaron su apoyo incondicional; a nuestros hermanos, que nos incentivaron a seguir adelante. Todos nos impulsaron en todo momento a culminar la investigación.

DEDICATORIA:

A Dios, por brindarnos sabiduría y fortaleza para concluir la investigación y superar todas las dificultades que se presentaron en el camino. Él, que nos ayudará a enfrentar los desafíos que se nos muestren en la vida.

A mis padres, Juan y Teodora, por su apoyo absoluto durante la toda mi educación profesional; a mis hermanos, por sus consejos.

Marisel C. Copaja Copa

A Dios, por brindarnos sabiduría y fortaleza para concluir la investigación y superar todas las dificultades que se mostraron en el camino. Él, que nos ayudará a enfrentar los desafíos que se nos muestren en la vida.

A mis padres, Mateo y Sonia, por su apoyo absoluto durante toda mi educación profesional.

Luis A. Florez Gandarillas

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.1. <i>Problema general</i>	4
1.1.2. <i>Problemas específicos</i>	4
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.3.1. <i>Justificación técnica</i>	5
1.3.2. <i>Justificación Económica</i>	5
1.3.3. <i>Justificación Ambiental</i>	5
1.3.4. <i>Justificación social</i>	6
1.4. DELIMITACIÓN	6
1.4.1. <i>Delimitación Teórica</i>	6
1.4.2. <i>Delimitación Temporal</i>	6
1.4.3. <i>Delimitación Espacial</i>	6
1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	7
1.5.1. <i>Hipótesis</i>	7
1.5.2. <i>Descripción de variables</i>	7
1.5.3. <i>Operacionalización de variables</i>	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	10
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	10
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	13
2.2. BASES TEÓRICAS	17
2.2.1. <i>Ensayos de Laboratorio</i>	17
2.2.2. <i>Análisis Granulométrico</i>	19
2.2.3. <i>Límite líquido y plástico</i>	27
2.2.4. <i>Límites de contracción</i>	38
2.2.5. <i>Clasificación de Suelos</i>	38
2.2.6. <i>Proctor Modificado</i>	45
2.2.7. <i>Equivalente de Arena</i>	54
2.2.8. <i>Abrasión de Los Ángeles</i>	59
2.2.9. <i>CBR</i>	65
2.2.10. <i>Sales Solubles</i>	78
2.2.11. <i>Caras Fracturas</i>	80
2.2.12. <i>Partículas Chatas y Alargadas</i>	83
2.2.13. <i>Explotación de canteras</i>	85
2.2.14. <i>Distancia Media de Transporte</i>	87
2.2.15. <i>Calidad de Base Granular</i>	88
2.2.16. <i>Análisis de Costos Unitarios</i>	91
2.2.17. <i>Rendimientos</i>	91
2.2.18. <i>Tiempo de producción</i>	92
2.2.19. <i>Costo de Transporte</i>	92
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	93
2.3.1. <i>Cantera</i>	93
2.3.2. <i>Control de Calidad de los Agregados</i>	93
2.3.3. <i>Costo</i>	93
2.3.4. <i>Producción</i>	93
2.3.5. <i>Base Granular</i>	94

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	95
3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	95
3.1.1. Tipo	95
3.1.1.1. Según la orientación: investigación aplicada	95
3.1.1.2. Según el alcance de la investigación: alcance exploratorio	95
3.1.1.3. Según el diseño de la investigación: experimental.....	95
3.1.1.4. Según la direccionalidad de la investigación: prospectivo	95
3.1.1.5. Según el tipo de fuente de recolección de datos: prolectivo.....	96
3.1.2. Nivel: Explicativo	96
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	96
3.2.1. Población.....	96
3.2.2. Muestra	96
3.2.3. Muestreo: No probabilístico.....	97
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	97
3.3.1. Técnica: Observación directa.....	97
3.3.2. Herramientas y Equipos	98
3.4. PROCEDIMIENTO.	98
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	99
4.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA BASE GRANULAR.	104
4.1.1. ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES PARA CADA CANTERA	105
4.1.2. PROPUESTAS PARA LA COMBINACIÓN DE CANTERAS POR GRANULOMETRÍA.....	112
4.1.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA COMBINACIÓN DE CANTERAS PARA BASE GRANULAR	121
4.1.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS POR LABORATORIO CON LA NORMA DEL MTC PARA BASE GRANULAR.....	139

4.1.5.	<i>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS</i>	142
4.1.6.	<i>DIAGRAMA DE FLUJO DE COMBINACIÓN DE CANTERAS PARA EXPLOTACIÓN</i>	145
4.2.	<i>RENDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN DE LAS CANTERAS</i>	149
4.2.1.	<i>Cálculo del Rendimiento de Transporte</i>	149
4.2.2.	<i>Cálculo de rendimientos de conformación de base granular.</i>	150
4.2.3.	<i>Cálculo de Metrados para la Conformación de Base Granular Y Transporte.</i>	152
4.2.4.	<i>Duración de las Propuestas</i>	153
4.3.	<i>COSTO DE PRODUCCIÓN DE LAS CANTERAS</i>	156
4.3.1.	<i>Costo de Producción para la Propuesta N°01.</i>	156
4.3.2.	<i>Costo de Producción para la Propuesta N°02</i>	159
4.4.	<i>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>	161
	CONCLUSIONES	165
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168
	ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	170
	ANEXO 5: PRESUPUESTO	210
	ANEXO 6: CUADRO DE NECESIDADES	211
	ANEXO 7: DOCUMENTOS DE LA OBRA	213
	ANEXO 8: PANEL FOTOGRÁFICO	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tamices para Análisis Granulométrico.	21
Tabla 2	Simbología utilizada en la clasificación SUCS	39
Tabla 3	Tipología de suelos según SUCS	39
Tabla 4	Clasificación SUCS.	40
Tabla 5	Tiempo de curado.	50
Tabla 6	Número de esferas y peso de agregado grueso hasta de 1 ½”	61
Tabla 7	Número de esferas y peso de agregado grueso mayores a ¾”	61
Tabla 8	Clasificación según CBR.....	66
Tabla 9	Tabla de datos de muestras patrón de CBR.....	77
Tabla 10	Requerimiento granulométrico para base granular.....	89
Tabla 11	Valores para el CBR.....	89
Tabla 12	Requerimiento del agregado grueso.	90
Tabla 13	Requerimiento del agregado fino.	90
Tabla 14	Canteras de la ciudad de Ilave.	97
Tabla 15	Datos de cantera Cangalli.....	101
Tabla 16	Datos de cantera Totorani.....	102
Tabla 17	Datos de cantera Jinchupalla	104
Tabla 18	Análisis granulométrico por tamizado de la cantera Cangalli.....	105

Tabla 19	Análisis granulométrico por tamizado de la cantera Totorani.....	106
Tabla 20	Análisis granulométrico por tamizado de la cantera Jinchupalla	107
Tabla 21	Límite Líquido de la cantera Cangalli	109
Tabla 22	Límite plástico de la cantera Cangalli	109
Tabla 23	Límite Líquido de la cantera Totorani	110
Tabla 24	Límite plástico de la cantera Totorani	110
Tabla 25	Límite líquido de la cantera Jinchupalla.....	111
Tabla 26	Límite Plástico de la cantera Jinchupalla.	111
Tabla 27	Granulometría de la combinación 30% + 40% + 30%.....	112
Tabla 28	Granulometría de la combinación 40% +40% +20%.....	113
Tabla 29	Granulometría de la Combinación 40% + 30% + 30%.....	115
Tabla 30	Granulometría de la Combinación 50% + 50%	116
Tabla 31	Granulometría de la combinación 70% + 30%.....	117
Tabla 32	Granulometría de la Combinación 60% + 40%	119
Tabla 33	Análisis granulométrico por tamizado de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).	121
Tabla 34	Equivalente de arena de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).	123
Tabla 35	Partículas con una cara fracturada de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).....	123

Tabla 36	Partículas con dos caras fracturadas de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).	124
Tabla 37	Abrasión de los Ángeles de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).	125
Tabla 38	Partículas chatas y alargadas de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).	126
Tabla 39	Resultados de ensayo de sales solubles de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).	126
Tabla 40	Durabilidad al sulfato de magnesio de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).	127
Tabla 41	Análisis granulométrico por tamizado de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) + Jinchupalla (40%).	130
Tabla 42	Equivalente de arena de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).	132
Tabla 43	Partículas con una cara fracturada de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).	132
Tabla 44	Partículas con dos caras fracturadas de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).	133
Tabla 45	Abrasión de los Ángeles de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).	134
Tabla 46	Partículas chatas y alargadas de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).	135

Tabla 47	Resultados de ensayo de sales solubles de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).	135
Tabla 48	Durabilidad al sulfato de magnesio de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) -Jinchupalla (40%).	136
Tabla 49	Comparación de análisis granulométrico de resultados obtenidos por laboratorio con el manual de carreteras EG-2013.	139
Tabla 50	Comparación de requerimientos de agregado grueso y fino de resultados obtenidos por laboratorio con el manual de carreteras EG-2013.	140
Tabla 51	Rendimiento de transporte de material granular $D \leq 1\text{KM}$ y $D > 1\text{KM}$	149
Tabla 52	Promedio de rendimientos de bases granulares.	151
Tabla 53	Resumen de metrados de la propuesta N°01	152
Tabla 54	Resumen de metrados de la propuesta N°02	152
Tabla 55	Duración de actividades de la propuesta N°01	153
Tabla 56	Duración de actividades de la propuesta N°02	154
Tabla 57	Montaje y desmontaje de las plantas chancadoras	157
Tabla 58	Presupuesto de transporte de materiales para la propuesta N°01.	158
Tabla 59	Presupuesto de transporte de materiales para la propuesta N°02	158
Tabla 60	Presupuesto total de la propuesta N°01	159
Tabla 61	Presupuesto total de la propuesta N°01	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tamizado para el ensayo	23
Figura 2	Peso de porcentaje tamizado.....	24
Figura 3	Lavado de la muestra en la malla N°200.....	25
Figura 4	Carta de Plasticidad.	28
Figura 5	Cazuela de Casa Grande.....	29
Figura 6	Equipo de laboratorio para ensayo de Límite Líquido.	30
Figura 7	Preparación de la muestra.....	32
Figura 8	Muestra después del ensayo.	32
Figura 9	Toma de muestra para obtener el % de humedad.....	33
Figura 10	Gráfico: Límite Líquido.....	34
Figura 11	Equipo para realizar el ensayo de Límite Plástico.....	35
Figura 12	Diámetro solicitado para el rollo de la muestra.....	36
Figura 13	Pesado de la muestra + recipiente.	37
Figura 14	Gráfico de la Variante del LL e IP para suelos de los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7.....	44
Figura 15	Clasificación: Método AASHTO. (a) material granular; (B) material fino	45
Figura 16	Equipo para ensayo de Proctor Modificado.	48

Figura 17	Tamizado y elección de muestra.	49
Figura 18	Equipos y muestras para el ensayo de Proctor.	49
Figura 19	Mezclado de suelo para determinar humedad específica.	50
Figura 20	Zonas de compactación	51
Figura 21	Nivelado de muestra en el molde.	52
Figura 22	Gráfico de la Curva de Compactación.....	54
Figura 23	Ensayo de Equivalente de Arena.	57
Figura 24	Abrasión de los Ángeles: Cilindro Metálico.	63
Figura 25	Abrasión los Ángeles: Tamizado del material.....	63
Figura 26	Pesar los materiales retenidos.....	64
Figura 27	Abrasión los Ángeles: Introducir la muestra en el cilindro.	64
Figura 28	Abrasión los Ángeles: Finalmente, extraer el material y pesarlo.	65
Figura 29	Gráfico para definir el CBR.....	67
Figura 30	Equipo para ensayo CBR.....	68
Figura 31	Papel de filtro y disco espaciador dentro del molde.	71
Figura 32	Peso de la muestra compactada.	72
Figura 33	Inmersión y colocado del equipo con el Deformímetro.	73
Figura 34	Penetración de CBR.	74

Figura 35	Curva de presiones de penetración.	77
Figura 36	Equipo necesario para el ensayo.....	81
Figura 37	Ubicación del tramo Jayu Jayu-Calacota.....	99
Figura 38	Ubicación de cantera Cangalli.....	100
Figura 39	Ubicación de cantera Totorani.....	102
Figura 40	Ubicación de cantera Jinchupalla.....	103
Figura 41	Curva granulométrica-cantera Cangalli.....	106
Figura 42	Curva granulométrica-cantera Totorani.....	107
Figura 43	Curva granulométrica-cantera Jinchupalla.....	108
Figura 44	Curva granulométrica de la combinación 30% + 40% + 30%.	113
Figura 45	Curva granulométrica de la combinación 40% + 40% + 20%.	114
Figura 46	Curva granulométrica de la combinación 40% + 30% + 30%.	116
Figura 47	Curva granulométrica de la combinación 50% + 50%.....	117
Figura 48	Curva granulométrica de la combinación 70% + 30%.....	118
Figura 49	Curva granulométrica de la combinación 60% + 40%.....	120
Figura 50	Curva granulométrica-cantera: Cangalli (30%) - Cantera Jinchupalla (40%) – Cantera Totorani (30%)......	122
Figura 51	Gráfico de Proctor modificado de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – C Totorani (30%).	128

Figura 52	Gráfico del CBR de la combinación de las cantera: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).	129
Figura 53	Curva Granulométrica de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) y Jinchupalla (40%).	131
Figura 54	Gráfico de Proctor modificado de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) y Jinchupalla (40%).	137
Figura 55	Gráfico del CBR de la combinación de las cantera: Cangalli (60%) y Jinchupalla (40%).	138
Figura 56	Diagrama de explotación de Cantera Cangalli	142
Figura 57	Diagrama de explotación de Cantera Totorani	143
Figura 58	Diagrama de explotación de Cantera Jinchupalla.	144
Figura 59	Diagrama de flujo de procesos de explotación de la primera propuesta	145
Figura 60	Diagrama de Cantera de la Primera Propuesta	146
Figura 61	Diagrama del Proceso de Explotación de la Segunda Propuesta.	147
Figura 62	Diagrama de la combinación de la Segunda Propuesta.	148
Figura 63	Obra: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani; Tramo: Colpahuayco-Langui.	150
Figura 64	Obra: Mejoramiento de la carretera (PU 135) Checca - Mazocruz, provincia de El Colla -Puno.	151
Figura 65	Cronograma de actividades de la propuesta n°01.	154
Figura 66	Cronograma de actividades de la propuesta n°02.	155

Figura 67 Movilización y desmovilización de equipo 156

RESUMEN

En la presente investigación, se realizó un ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RÍO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021. Tiene como objetivo general determinar los costos de producción en la explotación de las canteras de río y cerro mediante la evaluación de los costos de producción de los agregados para la conformación de base granular de la carretera Jayu Jayu-Calacota.

La metodología que se utilizará son los ensayos de laboratorio y el método analítico, ya que se explicará el comportamiento mecánico de la roca fracturada y la piedra chancada como también el análisis de costos de producción.

En la investigación, se realizó la combinación de las canteras y por el método de análisis granulométrico por tamizado se determinó que se tiene dos propuestas que cumplen con los parámetros requeridos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para bases granulares, siendo esta la combinación de Jinchupalla 40%+ Cangalli 30%+ Totorani 30% y la segunda propuesta de las canteras de Jinchupalla 40% + Cangalli 60%.

Se realiza el análisis de costos para las dos propuestas teniendo un costo de S/993,471.73 y S/. 622,015.07, según el cronograma de actividades se ejecutarán en 66 y 43 días calendarios para la primera y segunda propuesta respectivamente.

Con los estudios obtenidos, se concluye que la segunda propuesta es la más óptima, ya que cumple con lo establecido por el manual de carreteras; además, tiene menor costo de producción y se ejecutará en menor tiempo.

Palabras clave: Cantera, Calidad, Costo de Producción, Roca Fracturada, Piedra Chancada, Costo de Transporte, Base Granular

ABSTRACT

In the present investigation, a COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EXPLOITATION COSTS OF RIVER AND CERRO QUARRIES FOR THE GRANULAR BASE OF THE JAYUJAYU - CALACOTA ROAD, ILAVE 2021, has as its general objective to determine the production costs in the exploitation of river quarries. and closed by evaluating the production costs of the aggregates for the conformation of the granular base of the Jayu Jayu-Calacota highway.

The methodology that will be used are the laboratory tests and the analytical method since the mechanical behavior of the fractured rock and the crushed stone will be explained as well as the analysis of production costs.

In the investigation, the combination of the quarries was carried out and by the method of granulometric analysis by sieving, it was determined that there are two proposals that meet the parameters required by the Ministry of Transport and Communications for granular bases, this being the combination of Jinchupalla 40 % + Cangalli 30% + Totorani 30% and the second proposal from the Jinchupalla quarries 40% + Cangalli 60%.

the cost analysis is carried out for the two proposals having a cost of S/993,471.73 and S/. 622,015.07, according to the schedule of activities, they will be executed in 66 and 43 calendar days for the first and second proposal respectively.

With the studies obtained, it is concluded that the second proposal is the most optimal, since it complies with the provisions of the road manual, it also has lower production costs and will be executed in less time.

Keywords: Quarry, Quality, Production Cost, Fractured Rock, Crushed Stone, Transportation Cost, Granular Base

INTRODUCCIÓN

La realidad actual en la que vivimos en el planeta es preocupante por la explotación exagerada de los agregados que tenemos en los cauces de los ríos.

En la región de Puno, se tienen obras civiles, sobre todo la construcción de obras viales de gran envergadura; donde la utilización de agregados es inevitable. Los agregados para la conformación de las estructuras del pavimento flexible en la ciudad de Ilave son provenientes del río Ilave; sin embargo, su extracción y traslado implican la contaminación del medio ambiente, perjudicando a los pobladores que habitan dentro de la zona de extracción por que se aumenta el ancho del río, situación que debe ser corregida.

En la actualidad, existen diferente normas y planes para realizar la explotación de canteras, logrando que las construcciones de obras viales sean una actividad sostenible, la cual beneficia al medio social y ambiental.

Siendo a su vez económicas y reducir el tiempo de ejecución de las actividades de producción de bases granulares, además que cumplan con todos los parámetros exigidos por el Ministerio De Transportes y Comunicaciones.

Este trabajo de investigación está conformado por los siguientes capítulos:

Capítulo I: Comprende el planteamiento del problema abarcando un ámbito internacional como nacional y a raíz de esto plantear los problema y objetivos, así como la justificación y delimitación espacial, en este capítulo dividieron los problemas y objetivos en generales y específicos.

Capítulo II: Es el marco teórico que muestra los antecedentes en este capítulo se investigó los antecedentes locales, nacionales e internacionales buscando que el tema elegido se viene estudiando arduamente, tan bien se tocó el marco conceptual, la hipótesis general y específica, el

capítulo concluye con la definición y operacionalización de términos de la variable independiente y la variable dependiente. (Redacción en tiempo presente)

Capítulo III: En este capítulo, se desarrolló la metodología de cómo se efectuará la investigación, el cómo se determinó el método de la investigación, detallando el tipo de investigación, el nivel de estudio de esta, el diseño de la investigación y así mismo en este capítulo se da a entender las técnicas e instrumentos que se utilizara para la recolección de datos.

Capítulo IV: Se presentan la recopilación de datos de los trabajos realizados en campo, el análisis de estos datos y se muestran los resultados de laboratorio y gabinete, se desarrolló las discusiones en base a los resultados, donde se sabe que los objetivos propuestos son cumplidos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación del problema

En la ciudad de Ilave, las obras de infraestructura vial son fundamentales para el crecimiento de la ciudad y son de mayor importancia, ya que nos permite movilizarnos largas distancias reduciendo los tiempos de recorrido, además permite un crecimiento socioeconómico y desarrollo social para la población.

El incremento de la población en la zona ha crecido notablemente ya que la vía une dos distritos, además transitan turistas que visitan las playas.

Es muy importante en la actualidad contar con carretas pavimentadas y en buenas condiciones, por el costo, el tiempo y el costo de operación de los vehículos. El beneficio que se obtiene es de gran ayuda para la población.

Además, se debe tener presente que los recursos económicos de nuestro país destinados para la construcción de nuevas carreteras son muy costosos, por lo que se debe pensar en buscar alternativas para reducir los costos de construcción como también optimizar el tiempo.

El tiempo de construcción de estas carreteras son muy largos, tanto en la ejecución como también en la extracción de materia prima para la estructura del pavimento (terraplén, sub-base y base granular) como son los agregados, sobre todo los agregados que requieren ser procesados, como es la piedra chancada para la construcción de la base granular.

El costo de producción de la piedra chancada es muy elevado para obtenerlo, ya que se requiere la extracción, transporte, zarandero y chancado del material. Además, que el costo y tiempo de construcción de la capa de base granular es mayor, si se utiliza la piedra chancada.

Nuestra investigación dará a conocer la diferencia que existe en cuanto al comportamiento mecánico, costo y tiempo de producción de la base granular; si es que se trabaja con piedra

chancada y roca fracturada; como también determinar las proporciones de los agregados para que cumplan con los parámetros establecidos en la norma.

Determinando si la roca fracturada puede sustituir a la piedra chancada para la conformación de la base granular para una carretera de bajo tránsito, además nos ayudará a determinar cuál de las dos propuestas tiene un menor costo de producción y tiempo.

1.1.1. Problema general

- ¿Cuáles son los costos de producción en la explotación de las canteras de río y cerro para la conformación de base granular de la carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave-2021?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los agregados de las canteras de río y cerro para la conformación de base granular para la carretera Jayu Jayu-Calacota?
- ¿Cuál es el costo y rendimiento de producción de los agregados de las canteras de río y cerro?
- ¿Cuál es el costo de transporte de los agregados de las canteras de río y cerro hacia la carretera Jayu Jayu-Calacota?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar los costos de producción en la explotación de las canteras de río y cerro mediante la evaluación de los costos de producción de los agregados para la conformación de base granular de la carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar las características físicas y mecánicas de los agregados para determinar la calidad de la base granular mediante ensayos de laboratorio.

- Calcular los rendimientos de producción de los agregados mediante el análisis de costos unitarios
- Evaluar la distancia de trayecto a la obra para definir el costo de transporte de los agregados de canteras de río y cerro para la base granular de la carretera Jayu Jayu-Calacota.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación técnica

La presente investigación permitirá obtener información para demostrar las características mecánicas de la roca fracturada para la conformación de base granular mediante estudios y pruebas de laboratorio; para garantizar el proyecto y que no se tengan fallas estructurales durante su vida útil.

Este estudio brindará la información necesaria para los siguientes casos cuando se presenten las propiedades de la piedra fracturada, y también brindará un valor adicional al método analítico en nuevos proyectos.

1.3.2. Justificación Económica

Realizando el estudio de las diferentes canteras, nos permitirá reducir económicamente la conformación de la base granular para la carretera Jayu Jayu-Calacota, ya que nuestra investigación pretende encontrar las mejores características de la piedra fracturada que se encuentra en la ciudad. Así mismo, nuestra investigación nos permitirá optimizar los costos de conformación de base granular en la estructura del pavimento y el abastecimiento de material para las obras de infraestructura vial en la ciudad.

1.3.3. Justificación Ambiental.

El estudio de cantera es necesario para la conformación de la base granular. Para cada cantera, se debe diseñar un sistema y un programa apropiado para utilizar los materiales para

producir la menor cantidad de daño al medio ambiente. También dependerá de los volúmenes que se extraerán de las canteras y del uso que se le dé al material, pudiendo ser necesaria una preselección del mismo con anterioridad, dando como resultado residuos que luego deberán ser dispuestos. Se deben respetar las condiciones del plan de manejo ambiental del proyecto.

1.3.4. Justificación Social.

Los principales beneficiarios será la población de las zonas rurales donde existen las canteras de roca fracturada, aprovechando la calidad del material con el que se conforma la base granular en las vías de la ciudad de Ilave, además de los investigadores, quienes aplicarán los conocimientos encontrados en sus prácticas académicas y de trabajo en campo.

1.4. DELIMITACIÓN

1.4.1. Delimitación Teórica

Para la presente evaluación de las canteras, se realizaron ensayos de laboratorio de suelos y para el cálculo de costo de producción se realizará a través del software s10.

1.4.2. Delimitación Temporal

Para la presente investigación, los datos son recolectados en el mes de febrero del año 2022.

1.4.3. Delimitación Espacial

La presente investigación está delimitada en las Canteras de los Centro Poblado de Jinchupalla, Totorani y Cangalli del distrito de Ilave, Provincia del Collao y Región Puno, en las cuales se analizaron sus características y propiedades de los agregados.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general

- La explotación de las canteras de cerro tiene menor costo de producción para la conformación de base granular para la carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave 2021.

1.5.1.2. Hipótesis específicas

- Las canteras de río y cerro tienen similares características de calidad para la conformación de la base granular.
- El rendimiento de producción de la cantera de cerro es mayor a la cantera de río para la conformación de la base granular.
- El costo de transporte del agregado de la cantera de cerro es menor que el costo de transporte de la cantera de río para la conformación de la base granular para la carretera Jayu Jayu-Calacota.

1.5.2. Descripción de variables

1.5.2.1 VI: Canteras de Río y Cerro

Definición conceptual

También conocidas como canteras fluviales, los ríos mueven rocas grandes distancias, utilizando su energía cinética para depositarlas en áreas de alto potencial. De menor capacidad, forma grandes yacimientos de estos materiales, entre los que se encuentran rocas y gravas hasta arenas, arcillas y limos

. Parece que en las corrientes de agua la dinámica permite que estas canteras obtengan un ciclo de autoabastecimiento, lo que significa explotación económica, pero influye fuertemente en los cuerpos de agua y su dinámica natural. En el contexto ecológico, las canteras de río son

ampliamente aceptadas en terrazas más alejadas del área de influencia del canal que directamente. En las canteras fluviales, se ha descubierto que los materiales granulares son muy adecuados para la ingeniería civil, donde el paso continuo y la transferencia de agua erosionan el material, dejando eventualmente los materiales más duros y sólidos. Este material se extrae con palas y excavadoras mecánicas de los cauces y riberas de los ríos. Las minas de ladera, también conocidas como canteras, surgen de las formaciones geológicas de un área dada, donde podrían ser sedimentarias, ígneas o metamórficas; Debido a su condición estacionaria, estas canteras carecen de la propiedad de ser autosuficientes, lo que las hace limitadas en recursos. Las canteras en que están en formación rocosa y montañosa se consideran materiales de poca dureza que los que se encuentran en fluviales porque no están bajo ningún proceso de clasificación; las propiedades físicas son dependientes de la historia geológica del área, lo que permite la producción de agregados sensibles para uso industrial.

Definición operacional

Las canteras de río y cerro se operacionalizan mediante sus dimensiones: características físicas y mecánicas de los agregados y distancia media de transporte a la obra.

1.5.2.2 V2: Costos de Producción

Definición conceptual

Es el valor promedio que cuesta, en un volumen dado de producción, producir una unidad de producto. Este valor se calcula dividiendo el costo total de producción (costos fijos y variables totales) por la cantidad total del producto producido.

Definición operacional

El costo de producción se operacionaliza mediante sus dimensiones: calidad en base granular, rendimiento de producción y costo de transporte.

1.5.3. Operacionalización de variables:

MATRIZ OPERACIONAL

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V1: Canteras de Río y Cerro	Las canteras de río y cerro se operacionaliza mediante sus dimensiones: características físicas y mecánicas de los agregados y distancia media de transporte a la obra.	D1: características físicas y mecánicas de los agregados. D2: distancia media de transporte a la obra.	I1: granulometría I2: límites de consistencia. I3: Equivalente de arena. I4: Proctor modificado. I5: CBR I6: caras fracturadas I7. Chatas alargadas I8. Abrasión I9: Ensayo de durabilidad. I10: Sales solubles I1: trayecto de ruta I2: estado de ruta	Ensayos de laboratorio
V2: Costos de Producción	El costo de producción se operacionaliza mediante sus dimensiones: calidad en base granular, rendimiento de producción y costo de transporte.	D1: calidad de base granular. D2: rendimiento de producción. D3: costo de transporte.	I1: cumplimiento de parámetros de calidad requeridos por capa de base granular I2: requerimientos de calidad a nivel de base granular sobre 3000 msnm I1: análisis de costos unitarios I2: rendimiento de maquinarias. I3: tiempo de producción I1: capacidad de transporte I2: tiempo de transporte	Ensayos de laboratorio Software

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Perez, Yenny (2018). En su tesis: “DISEÑO DE UNA GUÍA PARA OPTIMIZAR EL COSTO DE TRANSPORTE DE MATERIALES PÉTREOS GRANULARES, PARA LA EJECUCIÓN DE VÍAS Terciarias EN LA PROVINCIA DEL GUALIVÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA POR MEDIO DE UN MODELO DE TRANSPORTE”, UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, en este estudio plantea la solución para mejorar las estimaciones presupuestarias para proyectos de mejoramiento y construcción de carreteras, a través de rutas basadas en modelos de tráfico para optimizar el costo de transporte de material rocoso, considerando las condiciones de la región de Gualivá., tiene por **objetivo principal** implementar un guía que optimice los costos de transportes de los diferentes materiales para ejecutar vías terciarias del departamento de Cundinamarca que pertenece a la provincia de Gualivá, todo utilizando un diseño de transporte, **metodológicamente**, Se desarrollará un documento y los estudios de campo que son divididos en seis fases en las que se utilizarán materiales rocosos para la construcción de caminos de tercera clase, obtenidos de canteras aprobadas y los costos de transporte, y se utilizará el transporte para diseñar un solo modelo de transporte que reduzca los costos de transportes y se obtuvieron como **resultados** manuales prácticos, así como formularios de transferencia diseñados con la aplicación Excel, para uso de cualquier profesional sin conocimientos a un software específico. Este formulario le permitirá buscar los agregados pétreos requeridos en su proyecto, revelaron las opciones disponibles y dentro de estas las más económicas. Por lo tanto, la **Importancia** del antecedente es

realizar una comparación de resultados con la guía práctica donde se logra optimizar los costos de transporte de agregados.

Moreira, Victor; Segarra, Napoleon (2018, pág. 18). En su tesis: “ESTUDIO Y ANÁLISIS DE MATERIALES GRANULARES DE LA CANTERA TIGRE PARA EL DISEÑO DE BASES Y SUBBASES ESTRUCTURALES DE CARRETERA”, UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA. Tiene como **objetivo principal** el estudiar y analizar las características físicas de los gránulos que ocurrieron en la cantera Tigre en la Diócesis de Ancón, provincia de Santa Elena, para comparar el ESELT obtenido a través de pruebas de laboratorio relacionadas con los estándares aceptados estipulados en el uso de materiales de partículas para instituciones y sub -máquinas en la estructura que cumplen con los estándares. Las tecnologías tropicales del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), para usos precisos. Se utilizan los materiales y esta información es construir rutas de desarrollo en la provincia de Santa Elena con recursos naturales. El estudio mostrará la reflexión sísmica, para encontrar en la cantera Tigre el volumen probable y las pruebas de difracción de rayos X con el que se determina la mineralogía que tiene el material y para el análisis geotécnico de muestras que serán tomadas en la cantera se realizarán diferentes ensayos de laboratorio. **Metodológicamente**, se utilizaron los ensayos de laboratorio (contenido de humedad, límite de plasticidad, límite líquido, proctor modificado, CBR, granulometría, etc.), los cuales serán comparados con lo estipulado de MOP-001-F-2002. Los **resultados** que se obtuvieron en límite líquido es 56.84, límite plástico es 35.77, índice de plasticidad es 21.07, se **concluyó** que la cantera Tigre no cumple con las especificaciones del MOP-001-F-2002 pero si cumple si se le adiciona un 18% de arena de río con lo que cumple con ser material para la conformación de subbase clase 3. La **Importancia** de esta tesis es aporta

a la investigación como se realiza un estudio de canteras, como también los ensayos de laboratorio que se realizan para el diseño de base granular.

Juan, Auqui; Danny Ramirez (2019). En su tesis: ELABORACIÓN DE UNA “GUÍA PRÁCTICA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE CARRETERAS”, UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO. Esta tesis está basada en proponer soluciones prácticas para recolectar y generar información básica, para poder resolverlo y encontrar parámetros de diseño que puedan ser ingresados a los algoritmos correspondientes a los diferentes métodos de diseños de pavimentos, sean rígidos, flexibles o articulado. Como también propone diferentes soluciones para identificar y controlar los suelos inestables sobre los que se apoyará la estructura del pavimento, para evitar de esta forma posibles daños a esta superficie., su **objetivo principal** es desarrollar una guía práctica para diseñar estructuras viales para los diferentes tipos de pavimento (flexible, rígido y articulado), utilizando los métodos de diseño que son más comunes en nuestro entorno. La **metodología** que se utilizó fue AASHTO 93, AASHTO 2008, PCA 84 y Método Inglés; los **resultados** que se obtuvieron son posibles soluciones para la identificación y control de suelos problemáticos donde estará la estructura del pavimento. La **Importancia** de esta tesis para la investigación es las combinaciones de materiales que se realiza para que el nuevo material cumpla con las características del EG-2013.

Pablo, Uribe (2008). En su tesis: “EXPLOTACION Y VENTA DE ARIDOS EN LA COMUNA DE PUERTO MONTT”, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, **objetivo general** es establecer procedimientos para establecer plantas procesadoras de áridos, determinar procesos productivos para abarcar un ciclo de producción, realizar un estudio para introducir una empresa. **Metodología** que usaron son las entrevistas, encuestas e investigación en terreno, los **resultados** son positivos para su aprobación tanto en la condición de explotación como también en la venta

de los agregados, se tiene como **conclusión** que la cantera es óptima para su explotación y venta de agregados. La **importancia** de esta tesis es aportar a la investigación el proceso de producción de canteras.

Diaz Jose (2016). En su tesis “ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE BASES Y SUB-BASES GRANULARES PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES”, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, tiene por **objetivo general** propagar el proceso constructivo óptimo para la elaboración, como también los costos de las maquinarias que se utilizarán durante la ejecución. **Metodológicamente**, se usaron las normas del país, sobre todo el área de calidad de los materiales, donde están las especificaciones sobre las propiedades físicas y químicas como son: granulometría, límites de consistencia, CBR, grado de compactación, entre otros, los **resultados** son que existen en su mayoría caminos tipo C, existen estudios previos del terreno antes de la ejecución la mayoría de las obras cumplen con los ensayos de laboratorio, se realizan los ensayos cada 400m³, en la mayoría de las obras utilizan materiales triturados, normalmente dan de 8 a 10 pasadas con rodillo compactador liso vibratorio; se tiene como **conclusión** que en la visita de campo que se realizó, no siempre se realiza las pruebas necesarias en laboratorio según lo que indica la norma, esta es una de las causas principales por lo que existen fallas en el pavimento. La **importancia** de esta tesis es aportar a la investigación el proceso de producción de canteras.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Juan, Carranza; Reynaldo, Paredes (2018) en su tesis: “EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE LOS AGREGADOS PRODUCIDOS POR LAS CANTERAS DE LA PROVINCIA DE CHICLAYO PARA FINES DE OBRAS VIALES”, UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, señala que en la situación problemática de cómo aprovechar al máximo las materias

primas de las canteras sin contar con la seguridad y normas técnicas, tanto ambientales como económicas, aquí nos plantea la pregunta de investigación ¿En qué medida la calidad de los agregados de las canteras de provincia de Chiclayo influye en la construcción de obras viales a nivel de afirmado? Tiene por **objetivo principal** evaluar técnica y económicamente los agregados producidos por las canteras de la provincia de Chiclayo para fines de obras viales a nivel de afirmado. Las **metodologías** que utilizó para la evaluación técnica y económicamente son señalados según la norma CE.010 (Manual de carreteras y Pavimentos Urbanos), donde se obtuvo los siguientes **resultados** ensayo de laboratorio realizado en las deferentes canteras los que cumplen con los requerimientos que establece el manual de carreteras, se tiene el CBR de 63.2%, abrasión de los Ángeles es 24.00%, límite líquido es 20.04%, límite plástico es 19.24% y su índice de plasticidad es de 0.80%, **conclusiones** la única cantera que cumple con los requerimientos establecidos por el manual de carreteras es la cantera Victoria, ya que las otras canteras solo cumplen con algunos parámetros.

La **importancia** de esta tesis es aportar a la investigación parámetros de evaluación económica de la producción de agregados que se tienen en las diferentes canteras que están en estudio.

Edwar, Lozada (2018) en su tesis: “ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS HUALANGO COMO MATERIAL DE AFIRMADO EN CARRETERAS–PROVINCIA DE UTCUBAMBA”, UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, indica que en este estudio se realizó con el objetivo de estudiar a los agregados encontrados en las deferentes canteras de Hualango, que tiene por **objetivo principal** realizar estudios de las propiedades físico-mecánicas de las canteras de Hualango para utilizar como material de pavimentación de la Carretera - Provincia de Utcubamba, las cuales han brindado información

importante sobre la capacidad de servicio y mantenibilidad a largo plazo de la estructura.. El tipo de *metodología* que se utilizó para la investigación será desarrollar los ensayos de laboratorio de suelos como son contenido de humedad, análisis de tamaño de partículas, límite plástico, límite líquido, clasificación de suelos, índice de plasticidad, progresión Proctor mejorada, CBR, LA raspado y contenido de sales disueltas totales, como él se aceptan los resultados de acuerdo con las normas de la MTC que rigen cada prueba. La importancia de los agregados se evaluó detalladamente y se tiene como *resultados* Los resultados indican que la cantera La Loma el CBR es 100% = 46,0% y % abrasión = 68,6%, en Las Paguillas la CBR es 100% = 47,4% y % abrasión = 54,26%; Finalmente, se concluye que los pozos probados no son aptos, pero si se producen agregados, se cumplen los requisitos del MTC.

La importancia de la presente tesis es aporta a la investigación las características físicas y mecánicas de los agregados.

Michel, Avalos; Leyder, Espejo (2019) en su tesis: “INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE AFIRMADO – 2019”, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, el investigador en esta tesis establece como *objetivo principal* analizar la influencia que se tiene si se realiza una combinación de los diferentes materiales que se tienen en la cantera Yanasara y Quebrada del Diablo, realizando tres tipo de combinaciones en proporciones de 75%/25%, 50%/50% y 25%/75% respectivamente, la *metodología* que se utilizó es realizar los ensayos de laboratorio de las canteras por separados posteriormente realizar la combinación de los mismo según los porcentajes que se proponen, se tiene por *resultados* en mejor CBR que se obtuvo es para la combinación de 25%/75% donde se obtuvo que el CBR es de 87.99% al ensayo del 100%, 71.18% al ensayo del 95% el cual cumple con lo exigido por el MANUAL DE CARRETERAS, en esta

tesis los investigadores llegan a la *conclusión* que la mejor combinación es un porcentaje de 25%/75%, el cual cumple todos los requisitos mínimos que exige el manual de carreteras.

La **importancia** de este antecedente es aportar a la presente investigación a realizar combinaciones de las canteras por el método de granulometría por tamizado, que determinará cuál de las combinaciones cumple con las exigencias del MTC.

Helen, Teodoro (2018) en su tesis: “ANÁLISIS DEL TRANSPORTE DE MATERIALES EN OBRAS VIALES”, UNIVERSIDAD DE PIURA, en la presente tesis da como *objetivo principal* Comparar y analizar los criterios que se usan para elaborar el expediente técnico y los resultados obtenidos en obra, del transporte de materiales en obras viales, la *metodología* El método que se utilizará para obtener el objetivo planteado es la observación, mediante el cual por medio de los controles aplicados al movimiento del material recolectaremos la información necesaria para luego tratarla., *resultados* El precio unitario ponderado por metro cúbico-kilómetro de registro técnico de material en movimiento y excedente es de S/1.85, en tanto en la obra obtuvimos un precio unitario promedio de S/1.35. De igual manera, determinamos los costos de producción por hora como referencia, que promedian S/124 por hora. *conclusión* existe diferencia entre el costo unitario de transporte que se tiene en el expediente técnico y los costos reales de obra.

La **importancia** de este antecedente es aporta a la investigación datos determinar costos de transporte de las canteras que están en estudio.

Juan, Carranza (2020) en su tesis: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE BASE Y SUB BASE PARA PAVIMENTOS DEL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO”, UNIVERSIDAD CONTINENTAL, tiene por objetivo principal describir las características de los materiales de las canteras de Sabandía y Uchumayo

utilizadas en la construcción de pavimentos en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero de Arequipa, aplicando las normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Las **metodologías** que utilizó para la tesis son los ensayos de laboratorio y fichas, se obtuvo los siguientes **resultados**: ambas canteras están dentro de los parámetros establecidos por el MTC, **conclusiones** las dos canteras en estudio cumplen con las exigencias establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones para ser utilizados en la conformación de la estructura del pavimento. La **importancia** de este antecedente es aporta a la investigación sobre los ensayos de laboratorio que se deben realizar para el diseño de base granular según el MTC.

2.2.Bases Teóricas

2.2.1. Ensayos de Laboratorio

La clasificación y caracterización del suelo es por medio de los procedimientos que se le realizan en los ensayos de laboratorio. Para asegurar que los resultados obtenidos por los estudios de suelo sean de poca variación entre los diferentes laboratorios, se establecieron estándares para la realizar los ensayos mencionados. La exactitud de los resultados finales de las pruebas de laboratorio depende no solo del estricto cumplimiento de los procedimientos que recomienda la norma establecida, además depende del buen estado de los equipos utilizados en el laboratorio. Además de la preparación y el conocimiento de los oficiales sobre el tema, las condiciones de las instalaciones del laboratorio, los procedimientos de toma de muestra, el manejo de muestras y muchos otros elementos.

Para clasificar el suelo por caracterización en el laboratorio, se requiere tomar especímenes o partes del mismo. si los objetivos son generales y no es necesario que sean específicos, se procesan muestras de examen, ya que solo se trata de volúmenes representativos. caso contrario, si son específicos, los especímenes de laboratorio a procesar corresponden a cumplir con los

requisitos de volumen, procedimientos de recolección y durante el transporte, ambiente de almacenamiento, etc. También dependerá de las propiedades que se deseamos conocer del suelo en estudio, es posible fabricar muestras alteradas e inalteradas.

Las muestras modificadas son aquellas que, al retirarlas del sustrato, pierden su estructura original. Por lo general, se cosechan mediante perforación y se almacenan de manera que retienen su humedad natural o contenido de agua.

Los especímenes no modificados son aquellas que se extraen de manera que preservan la estructura natural del suelo, como la composición mineral, humedad natural y el porcentaje de vacíos o poros. También se almacena y se cubre con un material impermeabilizante que conserve sus propiedades. Cabe señalar que la palabra "no meteorizado" no debe usarse en el sentido literal de la palabra, ya que se considera que no puede retener el 100 % de todas las propiedades de la muestra después de que han extraído y enviado al laboratorio.

Ensayos Estándares

- Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204)
- Limite Plástico (MTC E 111)
- Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200 (MTC E 202)
- Clasificación (SUCS)
- Clasificación (AASHTO)

Ensayos Especiales

- Ensayo de California Bearing Ratio (MTC E 132)
- Proctor Modificado (MTC E 215)
- Resistencia de Abrasión (MTC E 207)
- Equivalente de Arena (MTC E 114)

- Contenido de Materia Orgánica (MTC E 203)
- Ensayo de Durabilidad (MTC E 209)
- Humedad Natural (ASTM 566)
- Partículas Chatas y Alargadas (ASTM D 4791)
- Partículas con una y dos Caras de Fractura (MTC E 210)
- Peso Específico y Absorción de Agregados (MTC E 206)

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras

Requerimiento De Agregado Grueso.

- Partículas con una cara Fracturada
- Partículas con dos caras de Fractura
- Abrasión los Ángeles.
- Partículas Chatas y Alargadas
- Sales Solubles Totales
- Perdida con Sulfato y Sodio.
- Perdida con Sulfato y Magnesio.

Requerimiento De Agregado Fino

- Índice Plástico
- Equivalente de Arena
- Sales Solubles Totales
- Índice de Durabilidad

2.2.2. *Análisis Granulométrico*

El análisis del tamaño de las partículas involucra apartar la muestra del suelo en segmentos de dimensión empleando una malla o un tamiz con orificios cuadrados. Mediante agitación se

realiza las separaciones de todos los tamaños de partículas en partes, que serán pesadas, mostrando la retención anterior como un % del peso total de la muestra y aunque no se puede obtener el tamaño correcto. Para cada partícula físicamente, pero la prueba de tamaño de partícula no permite agruparlas en rangos de tamaño. El tamaño de malla de 200 (0,075 mm) generalmente se especificó como una medida de calificación en la clasificación del suelo; fino y grueso. Finalmente, mediante la curva de distribución, indica que la línea de ordenadas pertenece a los diámetros de todos los tamaños de partícula y mientras tanto el eje de ordenadas al porcentaje retenido, mostramos que el porcentaje efectivamente se aproxima a la diversidad de tamaños de grano que son del suelo estudiado. Se considera que el gráfico que contiene las características de la forma que contiene uniformidad, geotécnica y comportamiento no es bueno y el gráfico que contiene las características de la forma heterogénea en cuanto a la forma de las partículas, se da por favorable en lo geotécnico.

Al analizar y clasificar suelos en obras civiles ya sean en carreteras, estabilización de taludes, represas, vías respiratorias y túneles, es importante realizar análisis de tamaño de grano en el suelo.

Juárez Padillo-Rico Rodríguez (2005) establece claramente en su nuevo libro *Mecánica de Suelos* que “el comportamiento mecánico e hidráulico está principalmente definido por la compacidad de los granos y su orientación, características que destruye, por la misma manera de realizarse, la prueba de granulometría, de modo que en sus resultados finales se ha tenido que perder toda huella de aquellas propiedades tan decisivas. Por lo tanto, es deseable poder realizar una investigación del tamaño de partículas de una manera que respete la estructura inalterada del material.

Equipos:

- Juego de tamices: Los tamices de referencia de la Tabla 1 se preparan según sea necesario para alcanzar los puntos críticos en el rendimiento de la curva granulométrica.
- Dispositivo agitador: accionamiento mecánico que permite realizar el proceso de tamizado.
- Horno de secado: Tiene la capacidad de mantener una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Recipientes para muestras: Los recipientes deben tener características propias tales como: su material, preferiblemente de aluminio, soportar altas temperaturas y resistir la corrosión por exposición a la humedad de la muestra. Deben estar marcados con un símbolo que facilite su identificación.

Tabla 1

Tamices para Análisis Granulométrico.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	TAMIZ	DIÁMETRO (mm)
3"	75.000	No.10	2.000
2 1/2"	63.000	No.20	0.840
2"	50.000	No.40	0.420
1 1/2"	37.500	No.50	0.297
1"	25.000	No.60	0.250
3/4"	19.000	No.70	0.210
1/2"	12.500	No.80	0.180
3/8"	9.500	No.100	0.149
No.04	4.750	<No.200	0.075

Fuente: Elaboración propia.

- Balanza #1: con precisión de 0,01 g, previamente calibrada.
- Balanza #2: con precisión de 0,1 g, previamente calibrada.
- Cepillo de alambre.
- Brocha de pelo delgado

Muestra:

El procedimiento de selección se realizará en dos muestras separadas. Una parte se mantuvo en un tamiz n° 10 (2 mm) y la segunda parte pasó por un tamiz n° 10 (2 mm). El tamaño recomendado para cada muestra es el siguiente:

- Para la muestra, pasar un tamiz N10. Se recomienda utilizar muestras de 100 a 150 gramos.
- Para muestras retenidas en un tamiz N10. La masa se determinará de acuerdo al diámetro mayor de sus partículas, que va desde los 500 g hasta los 5000 g.

Preparación de la muestra:

La muestra se prepara por el método de separación y una vez hecho esto, la muestra se separa en forma fina y gruesa por el método de lavado.

Procedimiento:**a) Suelo que es retenido en el tamiz N°10 (2mm)**

- Se prepara los tamices que utilizaremos. Como se muestra en la Tabla 3, se en cuenta los tamices desde el No. 10 hasta el tamiz de 3”.
- Los materiales identificados y preparados para la prueba se depositaron en la parte superior del juego de mallas y se instaló la tapa.

Figura 1

Tamizado para el ensayo



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- El proceso de zarandeado se realiza a máquina o a mano. Si se realiza un tamizado manual, se deberá que realizar movimientos fuertes para que exista una vibración y las muestra se mueva de un lugar a otro.
- Uso de contenedores precisos, graduados y pesados.
- 0,01 g pesará el material atrapado en cada malla.

Figura 2

Peso de porcentaje tamizado



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Seguidamente esto se hará primero retirando las mallas de diámetros superiores, colocándolos en recipientes colocados en la balanza y anotando el peso del mismo.

b) Suelo que pasa el tamiz N°10 (2mm)

- De acuerdo con las normas el suelo arenoso típico debe tener más del 100% de suelo arcilloso normal o suelo arcilloso.
- Se colocará un recipiente de forma cilíndrica el cual debe de conocer su capacidad, se adiciona maso menos 250 ml de H₂O y se junta la muestra. Alternativamente, se podría adicionar hexametafosfato una cantidad de 125 mililitros que actúa como un agente dispersante.
- Ya formada la mezcla y comprobada la humectación de la superficie de las partículas, se dejar por lo menos 12 horas.
- Transcurrido el tiempo de saturación, se colocará la muestra en la malla N° 200, y realizar el lavado que indica.

Figura 3

Lavado de la muestra en la malla N°200



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Después de lavada la muestra, se coloca en un nuevo recipiente. Habrá partículas adheridas en la malla del tamiz y que se usará agua destilada que garantizará la transferencia completa de la muestra. La muestra se llevó a una estufa a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$, se tiene que obtener una mezcla constante. Luego se deja secar.
- Cuando el material alcanza la temperatura ambiente, se prepara una serie de tamices que oscilan entre los 20 y los 200 grados y se colocan encima.
- El proceso de tamizado se realiza a máquina o a mano. Si se hace el tamizado manual, los movimientos deberán ser constantes para que se logre un buen tamizado, además que las partículas se muevan de un lado a otro en los tamices.
- Usando un recipiente graduado y un peso con una exactitud de 0.01 g, pesar el material atrapado en cada malla.
- Esto se hará primero retirando las mallas de mayor dimensión, colocando su muestra en envases colocados en la balanza y anotando el peso del mismo.

Cálculos:

- Porcentaje de la muestra retenido:

$$\%Retenido = \frac{Mr}{Mt} * 100$$

Donde:

M_r : Peso retenido en la malla

M_T : Peso total de la muestra.

- Porcentaje de la muestra retenido acumulado

Porcentaje Retenido Acumulado = Suma de % mayores o iguales

- Porcentaje de la muestra que pasa:

Porcentaje que pasa = 100 – porcentaje retenido acumulado

- Coeficiente de uniformidad:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

D_{60} : Dimensión de partículas de la muestra (mm), que corresponda al 60% en la gráfica de composición granulométrica.

D_{10} : Dimensión de partículas de la muestra (mm), el cual corresponde al 10% en la gráfica de la composición granulométrica.

- Cálculo del coeficiente de curvatura:

$$Cu = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})}$$

Donde:

D_{60} : Dimensión de partículas de la muestra (mm), que corresponda al 60% en la gráfica de la composición granulométrica.

D_{10} : Dimensión de partículas de la muestra (mm), que corresponda al 10% en la gráfica de la composición granulométrica.

D_{30} : Dimensión de partículas de la muestra (mm), que corresponda al 30% en la gráfica de la composición granulométrica.

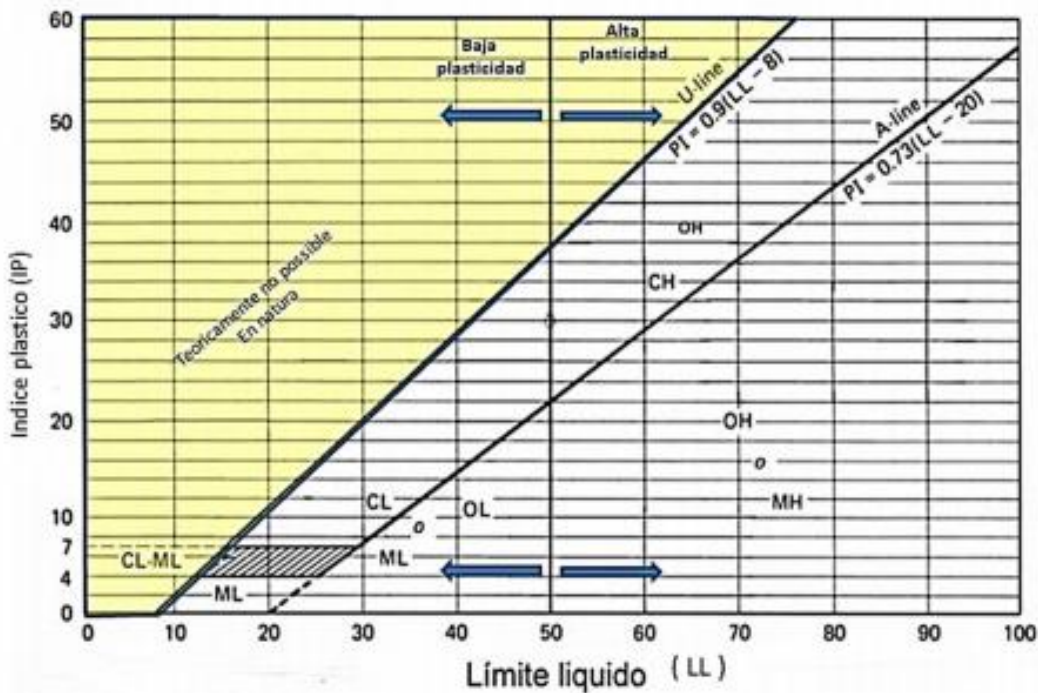
2.2.3. Límite líquido y plástico

Según Albert Mauritz Atterberg, define a los límites de consistencia, para caracterizarlo de acuerdo a su comportamiento. Los cuales son: Límite de Cohesión, Contracción, Pegajosidad, Líquido y Plástico.

Nos indica que límite líquido es el porcentaje de humedad de los suelos que están por debajo del grado de plasticidad que se produce. Si el suelo alcanza una cantidad de humedad por encima del límite líquido, su carácter es un líquido viscoso.

El límite es un dato importante que servirá para clasificar los suelos, además que nos ayudará a identificar posibles errores de volumen, como también ayuda en la estimación de asentamientos en posibles errores de consolidación, y en combinación con límites plásticos, para la predicción de densidades máximas en estudios de compactación.

Para determinar las relaciones del suelo, como la permeabilidad, la compresibilidad y la cohesión, el límite líquido se usa junto con el límite plástico y el índice plástico.

Figura 4*Carta de Plasticidad.*

Fuente: Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos Volumen I., Lima, diciembre Del 2001

En la figura, se clasificarán los diferentes tipos de suelos existentes, según su índice de plasticidad y límite líquido.

Equipos para el Ensayo de Límite Líquido

- **Equipo de Casa Grande:** La cacerola o cuchara de Casa Grande es un dispositivo utilizado para ingeniería civil y geotécnica, el cual calcula el límite líquido del suelo. Consiste en un recipiente, generalmente de latón, equipado con un dispositivo manual que permite que el recipiente se mueva hacia arriba y hacia abajo (10 mm), creando una fuerza de retroceso contra la base del dispositivo.

- Ranurador: Este es un factor importante en el rendimiento de la prueba. Suelen ser de acero inoxidable y planos o curvos, con ranuras realizadas en la muestra. Puedes convertir una cantidad de este bloque en un bloque de acero del tamaño correcto, comprobando así cuál será su altura de caída de la cuchara.
- Balanza: deberá de tener alrededor de 0.1 g o 0.1 % del peso total de la muestra.
- Horno: deberá funcionar y conservarse a una temperatura de $5^\circ \pm 110^\circ\text{C}$.
- malla N°40 (425 μm).

Figura 5

Cazuela de Casa Grande



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Recipientes: Todos los necesarios que ayudarán a determinar la humedad y sus características cumplen con la normativa.

- Espátula: Deberá llevar con la una hoja flexible, de las siguientes medidas: 20mm de ancho y 75-100 mm de largo.
- Placa de vidrio esmerilado: Deberá ser adecuada para maniobrar cómodamente la muestra y manejar la espátula sin dificultad.

Figura 6

Equipo de laboratorio para ensayo de Límite Líquido.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Preparación de la muestra

La prueba debe llevarse a cabo utilizando el método de preparación húmeda continuando el siguiente procedimiento:

- Por el método visual y manual, se deberá verificar que la muestra esté libre de partículas en suspensión a través del tamiz N° 40 (425 μm). si se esté seguro del paso anterior, utilizando una cuchara y agua destilada, prepare la muestra alterando el contenido de humedad para que el cierre de la incisión requiera golpes en el rango de 15 a 35.

- Una vez que el material esté completamente mezclado, verifique nuevamente para asegurarse de que no haya material de más de 425 μm de diámetro. Si es así, elimine las partículas manualmente cuando sea posible. Si este procedimiento no se puede realizar manualmente, siga estos pasos:
- Los materiales se recubren con agua en los envases para quitar grumos e impedir en la muestra que las partículas que son finas se peguen a las partículas que son gruesas.
- Vierta la muestra sobre la malla N°40 en un balde limpio, con suficiente agua y agite con la mano, las partículas de arena y gravilla que quedan en el tamiz 40 serán lavadas y eliminadas.
- La muestra que pase por la malla N°40 será sometido a reducción del contenido de humedad, y alcanzar el valor requerido para cerrar el orificio en un intervalo de 15 a 35 golpes.

Procedimiento

Después de preparar el material, parte del material se coloca en la cazuela, se presiona y se extiende por encima, tratando de no dejar burbujas de aire, cuya profundidad es aproximadamente 10mm. Cortando de la parte superior hasta la parte inferior y manteniendo la ranura perpendicular de la superficie de la cuchara, la ranura deberá de ser lo más semejante posible.

La cazuela se pone en marcha casi rápidamente. Se darán dos golpes por segundo, se deberá contar el número de golpes necesarias hasta que la pendiente que se forma en la ranura cierre 13 milímetros. La abertura debe estar cerrada con el flujo del suelo, pero no por el movimiento del suelo en la bandeja.

Figura 7

Preparación de la muestra



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Figura 8

Muestra después del ensayo.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Se deberá quitar una cantidad de la muestra de la cazuela verificando de que quede a ambos lados de la ranura y se pone en un envase conocido de masa y bien cerrado.

- La muestra restante se pasará por la zona donde se realizará el mezclado y con apoyo de agua destilada se cambia su contenido de humedad, según la necesidad de disminuir o aumentar la cantidad de golpes.
- La ranura y la cazuela se lavan y limpian, y se hacen dos tanteos adicionales.
- Los datos operativos requeridos deben estar dentro del siguiente período de tiempo. 35-25, 30-20, 25-15.

Figura 9

Toma de muestra para obtener el % de humedad.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- El valor del peso del contenedor se registra además del suelo. Se secan en estufa a $\pm 110^{\circ}\text{C}$ y cuando se obtienen datos que se mantengan constantes y se registrarán el peso de la tierra seca y del tarro.

Cálculos:

- Calculo para obtener el contenido de humedad de la muestra

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W: Contenido de Humedad

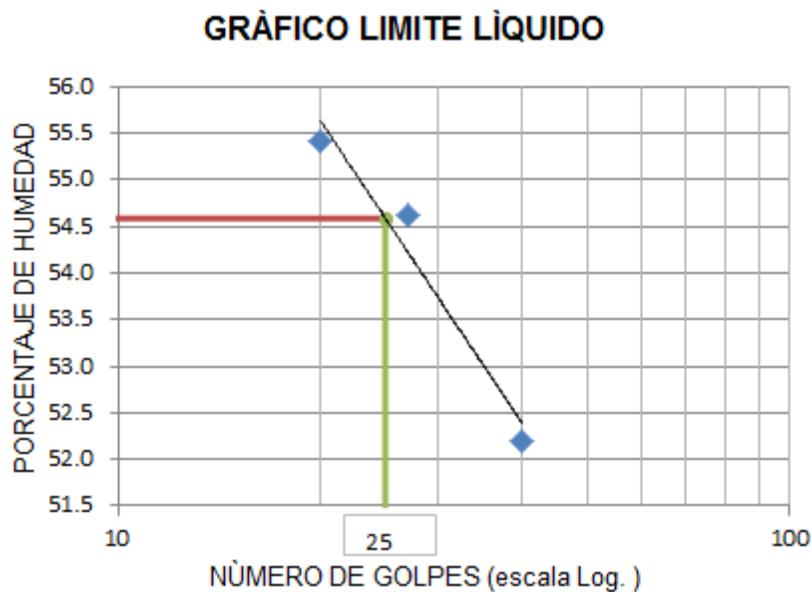
Ww: Peso del agua presente en la masa de suelo

Ws: Peso seco de los solidos

- Curva de Fluidez. Número de Golpes & Contenido de Humedad

Figura 10

Gráfico: Límite Líquido



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

El límite del fluido se define como el porcentaje de humedad relativo a la línea de dirección de corte dentro de 25 golpes.

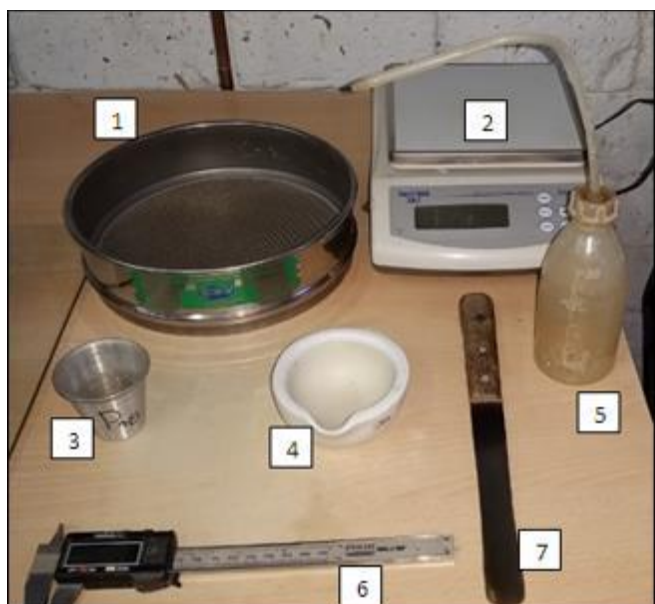
Equipos para el ensayo de laboratorio de Límite Plástico.

- Placa de vidrio esmerilado: será adecuadamente ancho que podrá realizar giros en el piso sin ningún problema.

- Espátula: Debe tener una hoja flexible, con un largo que vaya desde 100-75 mm y 20 cm de ancho.
- Cápsula para Evaporación: preferible de porcelana.
- Cápsula de evaporación para calcular el contenido de humedad
- Balanza: funcionará dentro de 0.01 g
- Horno: que funcionará y mantendrá a una temperatura de $5^\circ \pm 110^\circ\text{C}$.
- Calibrador: Debe funcionar alrededor de 0.1cm.

Figura 11

Equipo para realizare el ensayo de Limite Plástico.



EQUIPO LIMITE PLÁSTICO	
1	Tamiz N° 40 (425 µm)
2	Balanza
3	Cápsula de Humedad
4	Cápsula Evaporación
5	Frasco de Agua
6	Calibrador
7	Espátula

Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Preparación de la muestra:

Se toma una porción de al menos 15 g de suelo preparado para la prueba de límite líquido. Luego se transfiere a su estado húmedo hasta que el material permite que ruede y no se pegue

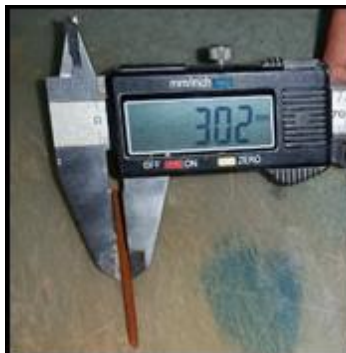
cuando se sostiene en la mano. La disminución del contenido de humedad se puede lograr moldeando con una cuchara o poniendo la muestra al aire libre.

Procedimiento:

- Se escoge una cantidad muestra preparada que vaya desde 1.5 a 2.0 g.
- La fracción de muestra se hace rodar entre la palma o el dedo y aplicar una presión uniforme que no sobrepase lo necesario para realizar los rollos.
- Se deberá hacer un rollo de grosor constante en toda su longitud hasta un grosor cerca de 3.2 mm.

Figura 12

Diámetro solicitado para el rollo de la muestra



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Si es que se logra alcanza este diámetro y el cilindro no se agrieta ni se despega, el material contenido tendrá un contenido de humedad mayor que el límite dúctil. En este caso, todo el material se une para formar una bola y la manipulación manual debe eliminar la humedad.
- Se realizan el procedimiento anterior hasta lograr un diámetro de 3.2 mm, se agrieta y se desmenuza.
- Posteriormente se coloca en el recipiente la muestra conocida y se anotara además del recipiente el peso de la muestra.

Figura 13

Pesado de la muestra + recipiente.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Cálculos:

- Cálculo del contenido de Humedad de todas las muestras que fueron tomadas por separado.

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W: Contenido de Humedad

W_w: Peso de agua presente en la masa de suelo

W_s: Peso seco de los sólidos

- Cálculo del Limite Plástico

$$LP = \frac{W_1 + W_2 + \dots \dots W_n}{n}$$

Donde:

LP: Limite Plástico

W: Humedad Natural

n: Número de puntos de humedad tomados

2.2.4. Límite de contracción

Es el contenido de humedad relativo del peso que estará seco de la muestra, que a menor agua ya no resulta en una reducción en el volumen de la muestra. Lo diferente del límite de contracción de líquido y límite plástico se denomina índice de contracción (IC) e indica el rango de humedad en el que se tiene una consistencia semisólida. Si el LC es inferior al 5%, entonces la tierra es buena, del 5% al 10% es buena, del 10% al 15% es pobre y más del 15% es muy pobre. índice de plasticidad:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP= Índice de Plasticidad

LL= Límite Líquido

LP= Límite Plástico

2.2.5. Clasificación De Suelos

Debido a la dificultad y multiplicidad de variables que pueden tener los suelos en la naturaleza, fue obligatorio implementar un sistema para su clasificación y crear criterios que identifiquen. posteriormente, se muestra un procedimiento que está en un sistema Estandarizado de Clasificación de Suelos (SUCS) y varias diferentes tablas de referencia permitiendo obtener resultados y clasificarlos de acuerdo a la granulométrica y límite de Atterberg.

- ✓ Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

La popular clasificación de suelos fue inventada en 1942 por Casagrande, que un grupo del ejército de Estados Unidos compuesto por ingenieros usó para construir pistas de aterrizaje en tiempos de la Segunda Guerra Mundial. 10 años más tarde, debido a su enorme utilidad en la

ingeniería civil, la Oficina de Recuperación lo modificó ligeramente para formar el Sistema Uniforme de Clasificación de Suelos (SUCS); ASTM (American Society for Testing Materials) certifica este sistema como parte de sus métodos estándar. El sistema es utilizado mayormente en trabajos de geotecnia. Esta clasificación utiliza simbología en grupos, que consisten en un prefijo de contexto del suelo y un sufijo de propiedades del suelo. El cuadro muestra los símbolos y su significado:

Tabla 2 *Simbología utilizada en la clasificación SUCS*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	BIEN GRADUADO	W
arena	S	POBREMENTE GRADUADO	P
limo	M	LIMOSO	M
arcilla	C	ARCILLOSO	C
orgánico	O	LÍMITE LÍQUIDO ALTO (>50)	H
turba	PT	LÍMITE LÍQUIDO BAJO (<50)	L

Fuente: Mecánica de suelos/teoría y problemas, Puno, junio 2013.

Tabla 3

Tipología de suelos según SUCS

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias	bien graduados
GP		(finos <5%)	pobremente graduados
GM		con finos	componente limoso
GC		(finos >12%)	componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias	bien graduadas
SP		(finos <5%)	pobremente graduadas
SM		con finos	componente limoso
SC		(finos >12%)	componente arcilloso
ML	LIMOS	baja plasticidad (LL<50)	
MH		alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	baja plasticidad (LL<50)	
CH		alta plasticidad (LL>50)	

OL	SUELOS	baja plasticidad (LL<50)
OH	ORGANICOS	alta plasticidad (LL>50)
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos

Fuente: Mecánica de suelos/teoría y problemas, Puno, junio 2013.

Tabla 4

Clasificación SUCS.

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO DE GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN PARA SUELOS GRANULARES		
Suelos de grano grueso (mas del 50 % del material es mayor en tamaño que el tamiz No 200)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, poco o ningún fino	Cu > 4 1 < Cc < 3		
		GP	Gravas pobremente gradadas, 'mezclas grava-arena, pocos o ningún fino	No cumple todos los requisitos de gradación para GW		
		GM	Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo	Límites de Atteberg por debajo de la línea A o Ip < 4	A los materiales sobre la línea A con 4 < Ip < 7 se considera de frontera y se les asigna doble símbolo	
		GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo-arena-arcillosas	Límites de Atteberg por encima de la línea A ó Ip > 7		
	Arenas (mas de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz No 4)	Arenas Limpias (poco o ningún fino)	SW	Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	Cu > 6 1 < Cc < 3	
			SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	No cumple todos los requisitos de gradación para SW	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas mezcla de arena-limo	Límites de Atteberg por debajo de la línea A ó Ip < 4	Si el material está en la zona sombreada con 4 < Ip < 7 se considera de frontera y se les asigna doble símbolo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	Límites de Atteberg por encima de la línea A ó Ip > 7	

Suelos de grano fino (más del 50 % del material pasa el tamiz No 200)	limos y arcillas (Límite líquido $w_l < 50$)	ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad	1, Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva granulométrica. 2, Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz No 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos del 5% - GW, GP, SW, SP Mas del 12 % - GM, GC, SM, SC De 5 a 12 % - casos frontera que requieren doble símbolo
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	
	limos y arcillas (Límite líquido $w_l > 50$)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos.	
		CH	Arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos	
	Suelos Altamente orgánicos	Pt	Turba o otros suelos altamente orgánicos	

Fuente: Mecánica de suelos/teoría y problemas, Puno, junio 2013.

✓ Sistema De Clasificación AASHTO

Este sistema es uno de los primeros que se implementaron para la clasificación de suelos, que fue expuesto por Terzaghi y Hogestogler en los años 1928, es el sistema de clasificaciones de la Asociación Estadounidense de Oficiales de Transporte y Carreteras (AASHTO) (nombramiento ASTM D-3282; métodos AASHTO M145) en bases, sub-bases, subrasantes y terraplenes, se deberá tener en cuenta que un suelo transitable podría ser pobre para otras actividades.

El sistema está basado en determinar la distribución de partículas de los suelos con ensayos de laboratorio, límite plástico y líquido, realizando la evaluación de grupo por grupo de los tipos de suelos en base al índice de masa que se obtiene en a partir de una ecuación empírica.

Las propiedades geotécnicas de los diferentes suelos varían de forma inversa con el índice de grupo, esto quiere decir que un suelo con un índice de conglomerado de cero indica un “buen” suelo para la construcción de vías y un índice de masa mayores a 20. se clasifican los suelos en los Grupos A-3, A-2 y A-1 es un material granular que contiene 35% o menor porcentaje de muestra que pasan por el tamiz N°200. Suelo con partículas pasantes de la malla N°200 más del 35%. Pertenecen al grupo de fino siendo estos A-7, A-6, A-5 y A-4. El suelo ya mencionado tiene mayormente arcillas y materiales arcillosos. El método de calificación AASHTO tienen las siguientes características:

sistema de clasificación AASHTO (ASTM D-3282), Características:

se clasifican en tres principales clases:

Suelos granulares. Este es un suelo con una tasa de aprobación de tamiz N°200 igual o menor a un 35% de la muestra total. Este tipo de suelos forman los grupos A-3, A-2 y A-1.

Suelos limo-arcilla o material fino. Este es un suelo con una tasa de aprobación de más del 35% del total de la muestra. Este tipo de suelos forman los grupos A-7, A-6, A-5 y A-4.

Suelos orgánicos. Este es un suelo que se compone principalmente de materia orgánica. Estos tipos de suelo forma el grupo A-8.

Acoge a los siguientes:

Cantos rodados. Generalmente circulares, que son abrasivos y se mantienen en un tamiz de 3 metros (75 mm).

Grava. Se Mantiene en la malla N°10 (2mm) y pasa por el tamiz N°30 (75mm).

Arena. Este material queda atrapado en el tamiz N°200 (0.075mm) y pasa por el tamiz N°10 (2mm).

El limo y la arcilla. Estas vienen a ser las partículas que han pasado por un tamiz N°200 (0,075 mm).

Establece una serie de indicadores de plasticidad para distinguir el limo de la arcilla.

El término limoso se aplica a aquellos suelos que cuentan con un índice de plasticidad de 10 o menos.

La expresión arcilloso son si es que los granos más finos cuentan con un índice de plasticidad de 11 o más.

Solo serán contados los suelos que pasantes por la malla de 75mm. En caso de presencia de partículas de mayor dimensión (guijarros y cantos rodados), se excluyen de la prueba de suelo a clasificar, pero también se debe medir la proporción de esta sustancia y registrar los resultados obtenidos.

Procedimiento de Clasificación

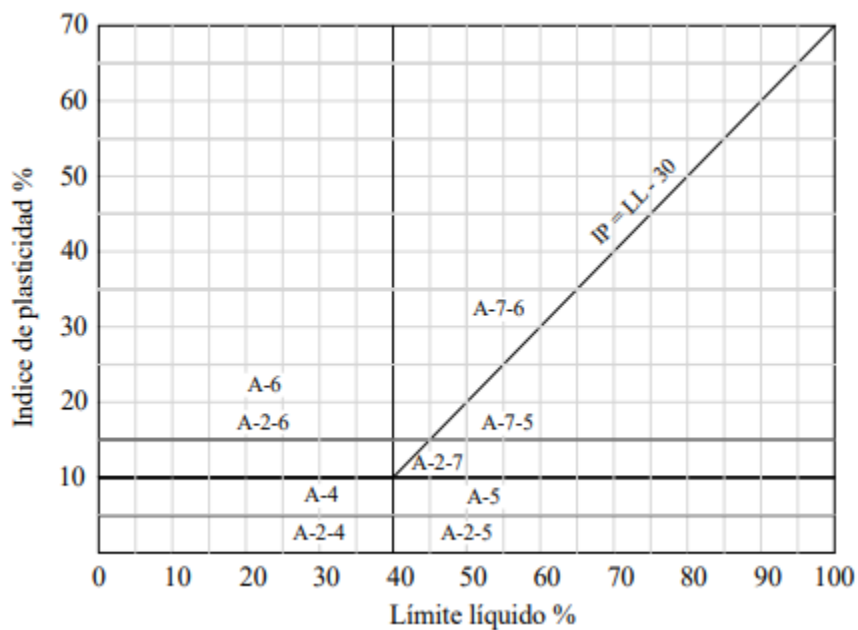
Clasifique los suelos en grupos o subgrupos adecuados, o los dos de acuerdo con el Esquema de clasificación de suelos del sistema AASHTO, en cuanto a los resultados obtenidos de las pruebas específicas. Para obtener la tabla que usaremos, se debe identificar el % del material en la muestra que pasó por el tamiz N°200. Arriba de cada tabla se indica el %, requisito que deben seguir las muestras de suelo en orden. Para usar la tabla.

Una vez que se selecciona la tabla correcta, los resultados del ensayo se deben aplicarse del lado izquierda a la derecha a través de un procedimiento de eliminación, y el 1er conjunto de datos que coincide exactamente es el clasificador correcto. Por esta razón, en las clasificaciones de suelos AASHTO (A), el grupo A-2 viene después que el grupo A-3, esto

no indica que el grupo A-2 sea peor que el grupo A-3. Las figuras son un método más fácil y rápido para la clasificación inicial de materiales arcillosos triturados, basados en valores LL e IP. El grupo de datos de los límites de consistencia estarán en forma de números enteros si existirán fracciones en los informes, estos se redondearán a un número entero más cercano usado en las clasificaciones.

Figura 14

Gráfico de la Variante del LL e IP para suelos de los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7.



Fuente: Norma ASTM,2003

Figura 15

Clasificación: Método AASHTO. (a) material granular; (B) material fino.

Clasificación general	Materiales Granulares 35% o menos del total de la muestra pasa el tamiz N° 200						
	A-1			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por tamices (Porcentaje que pasa por los tamices):							
N° 10 (2.00 mm.)	50 max						
N° 40 (0.425 mm.)	30 max	50 max	51 min				
N° 200 (0.075 mm.)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40							
Límite líquido				40 max	41 min	40 max	41 min
Índice de plasticidad	7 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min
Tipos de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de piedra, grava y arena			Arena fina Grava o arena limosa o arcilla			

(a)

Clasificación general	Materiales limo - arcilla Mas del 35% del total de la muestra pasa por el tamiz N° 200			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo				A-7-5 ^a A-7-6 ^b
Análisis por tamices (porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 (0.075 mm.))	36 min.			
Características de fracción que pasa por N° 40 (0.425 mm.)				
Límite líquido	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 min	11 min.
Tipos de materiales constituyentes significativos	Suelos limoso		Suelo arcillo	
Relación general como subgrado	Regular a pobre			

(b)

Fuente: Norma ASTM,2003

2.2.6. Proctor Modificado

Las partículas del suelo por el proceso artificial se ven obligadas a unirse y, por lo tanto, entran en mayor contacto entre sí, lo que resulta en una reducción de la relación de vacíos, se denomina compactación. La compactación del suelo da como resultado una mejora significativa en sus propiedades técnicas, lo que aumenta la resistencia al corte, reduce la deformación, aumenta la gravedad específica seca y mejora la permeabilidad. Los diferentes métodos usados para realizar la compactación cambian de acuerdo a las características del suelo a compactar, por lo que existe una amplia gama de equipos para realizar dichos ensayos.

Los procedimientos de laboratorio presentados en este capítulo son aplicables a suelos con un tamaño de partícula de 30% o menos sostenidos en una malla " o 19.05 mm. El

ensayo tiene como objetivo determinar a través del análisis de la curva conocida como curva de compactación, la relación que hay entre peso unitario seco y la humedad del suelo y empieza una serie de pruebas repetidas realizadas en molde de 4 o 6 “de diámetro. Una vez analizado el gráfico, se puede determinar el peso unitario máximo que puede contener el suelo por métodos de compactación, junto con el porcentaje de humedad en el que se logra esta condición. Dichos parámetros se convierten en los factores condicionantes en las obras a los cuales se deben manejar los suelos trabajados y una vez obtenidos estos valores de peso unitario, se obtendrá la aprobación de las obras en curso. El método presentado en este capítulo se utiliza en la construcción de terraplenes, puentes, cimientos y sustrato en la estructura de pavimentación, donde uno se esfuerza a través del proceso de compactación para lograr las propiedades y la geometría óptimas del suelo. Para suelos con granulometría mayor al 30%, se deben aplicar otras metodologías, así como para suelos donde pueda ocurrir degradación en el proceso, este capítulo no se referirá a este tema. Porque estas metodologías no incluyen océanos específicos. pues estas metodologías no hacen parte del alcance definido.

Bowles expresa en su manual de laboratorio de suelos que un criterio ligeramente mejor podría obtenerse expresando el control de campo en términos de la densidad relativa del suelo, sin embargo, es más conveniente utilizar el peso unitario del suelo pues el cálculo de la relación de vacíos requiere el uso de la gravedad específica del suelo, la cual puede no ser conocida.

Equipo:

- Molde cilíndrico de compactación habitualmente de aluminio o acero con tapa superior, que deja prensar la muestra en la parte superior de la misma. la muestra sobre el borde superior del molde, de forma que se consigue una manera óptima. El molde tiene dos tornillos permitiendo conectar la tapa superior y el molde. Se tiene dos tamaños de molde, esta guía

cubre aproximadamente el proceso que se debe realizar con los moldes. 6" y el alto es maso menos aproximado a 116,4 mm.

- Martillo de compactación: un tipo particular de martillo, generalmente accionado mecánicamente, que se utiliza para la compactación de la muestra de los suelos con un número determinado de golpes, una operación definida ya una altura constante. diámetro aproximadamente 50.8 mm, con un peso 4536 g, altura de caída 457.2 mm.
- Regla metálica: deberá ser de material de acero de suficiente resistencia y longitud para poder nivelar sin problemas. Sus bordes no deben estar golpeados ni mostrar marcas de mordiscos.
- Horno de secado: deber tener una capacidad de mantener una temperatura constante de 5 ± 110 °C..
- Balanza de precisión: deberá de contar con una precisión de 0.1g. anteriormente calibrada, con una capacidad no inferior a 10.000g.
- Tamiz $\frac{3}{4}$ ": Las redes de la malla deben estar en buenas condiciones, el operador debe comprobar que los bordes de la malla no se separen de la pared de la malla y que no presenten hilos rotos.
- Aparato agitador: accionamiento mecánico que permite hacer un tamizado correcto.
- Herramientas y pequeños equipos necesarios para calcular la humedad.

Figura 16

Equipo para ensayo de Proctor Modificado.



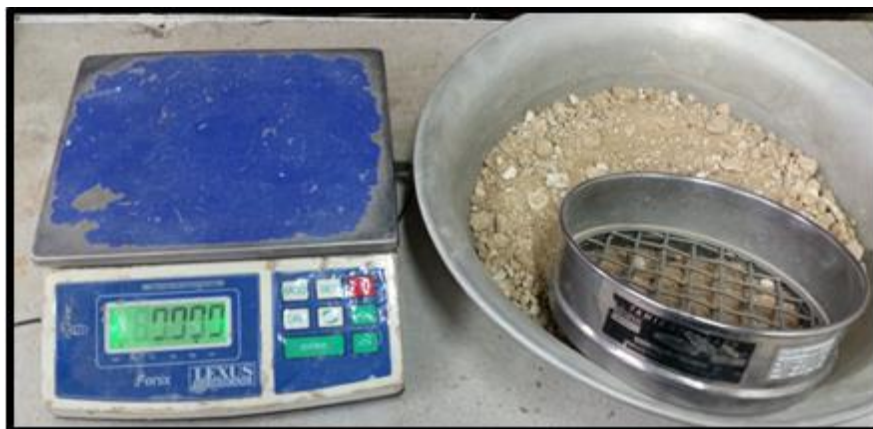
Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Procedimiento:

- Se realiza la obtención de la muestra de campo. Después de este final la cantidad gruesa y la cantidad del ensayo, los pesos ayudarán a obtener el porcentaje en toda la muestra de extracción y comprobar el estado original; La prueba no tiene una cantidad en un tamiz $\frac{3}{4}$ más del 30 %.

Figura 17

Tamizado y elección de muestra.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Si se tiene la garantía de que se cumple la condición anterior, se seleccionan muestras para realizar los ensayos. Se debe alistar un mínimo de cuatro submuestras, para que se generen los puntos para realizar el gráfico de compactación y su línea de tendencia, el valor del pico más alto en la curva es la densidad seca. Posteriormente se coloca la muestra tomada en un recipiente suficientemente grande donde las muestras estén en constante humectación.

Figura 18

Equipos y muestras para el ensayo de Proctor.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Se determinan valores cercanos a la humedad óptima y se distribuyen los siguientes tres valores a juicio del técnico o responsable del laboratorio. Dos arriba y uno abajo o viceversa. Se realizan cálculos para determinar cuánta agua responderá a una determinada humedad con la pipeta y se medirá el líquido con mucha precisión.
- Ya medida la cantidad de agua requerida, se realiza un mezclado para que toda la muestra tenga la misma consistencia y contenido de húmeda. La norma recomienda los siguientes tiempos de tratamiento como se observa en la siguiente figura:

Tabla 5

Tiempo de curado.

CLASIFICACION DEL SUELO	TIEMPO DE CURADO (h)
GW, GP, SW, SP	No requiere
SW, SP	3
Todos los demás duelos	16

Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Figura 19

Mezclado de suelo para determinar humedad especifica.



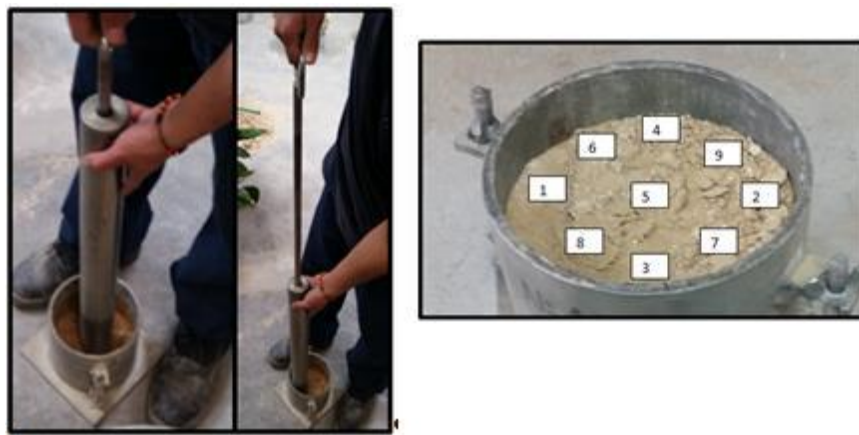
Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Tomamos de antemano los pesos de los moldes, el material se presiona en el molde. La muestra se dispondrá en cinco (5) partes y se aplicarán cincuenta y seis (56) golpes a cada

capa siguiente las indicaciones que se observa en la figura. Se deberá certificar que los golpes tengan la altura máxima antes de caer y la cara del martillo este en toda la superficie. asimismo, hay que asegurarse de que la capa final se extienda más allá con una altura del borde del molde no superior a 6 mm.

Figura 20

Zonas de compactación



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Finalizado el prensado, se quita la parte superior y mediante una espátula de características acordes a las condiciones del proceso, se realiza el nivelado. En el momento del asentamiento, los guijarros de la superficie a menudo se desprenden y dejan pequeños huecos, en cuyo caso estos huecos deben rellenarse con la tierra que queda después del tamizado.

Figura 21

Nivelado de muestra en el molde.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Después de nivelar el molde, se registrará el peso del molde una vez que se retira la base.
- Luego se retira el material de los moldes y se toma muestras para cada ensayo de determinación de humedad, realizado de acuerdo al procedimiento especificado.

cálculos:

- Cálculo del Área del molde:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A: área del molde

D: Diámetro del molde

- Cálculo del Volumen del molde:

$$V = A * H$$

Donde:

V: volumen del molde

H: altura del molde

- Cálculo del Porcentaje de Humedad:

$$W(\%) = \frac{Wh - Ws}{Ws - Wr} * 100$$

Donde:

Wr: Masa del recipiente

Wh: Masa de Recipiente + Suelo Húmedo

Ws: Masa de Recipiente + Suelo Seco

- Cálculo de la Densidad Húmeda:

$$\rho_{hum} = \frac{Whum}{V}$$

Donde:

ρ_{hum} : Densidad Húmeda

Whum: Peso de la muestra húmeda

V: Volumen del molde

- Cálculo de la Densidad Seca:

$$\rho_s = \frac{\rho_{hum}}{1 + W}$$

Donde:

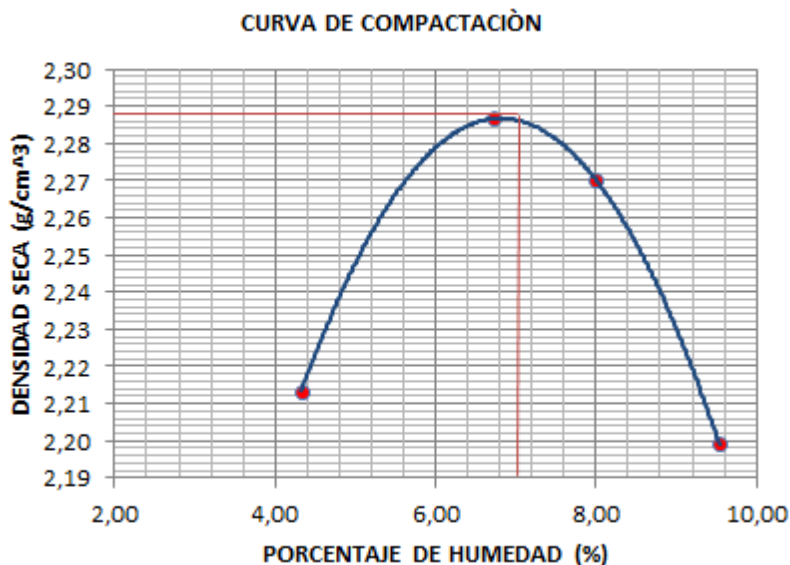
ρ_s : Densidad Seca

w: porcentaje de humedad

- Gráfica Porcentaje de Humedad vs Densidad Seca

Figura 22

Gráfico de la Curva de Compactación.



Fuente: Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

2.2.7. Equivalente de Arena

Este método de prueba está diseñado para las pruebas de correlación de campo. Este método tiene por propósito mostrar las porciones referentes de las arcillas o material de grano fino y polvo plástico en suelo granular o agregado fino pasantes a través de una malla de 4,75 mm (No.), en condiciones normales. La palabra "equivalente de arena" dice la definición que la mayor cantidad de los suelos de grano fino y los suelos artificiales son una mezcla de una cantidad predeterminada de arena, partículas gruesas, arena y a menudo, una fracción indeseable de arcilla fina y polvoriento y plástico.

NOTA 1. Para agregados finos cuyo contenido es polvo de fractura limpio (partículas de arcilla de un tamaño diferente al de los minerales arcillosos), los resultados de la prueba son dependientes de la cantidad de partículas finas que están en el material. Por eso es posible en este caso que se requieran otras pruebas, el valor de azul de metileno), para obtener si es perjudicial.

NOTA 2 - Algunos laboratorios hacen la prueba con un suelo con tamaño máximo nominal más reducido que la malla de 4,75 mm (#4). Esto se realiza evitando que partículas de plástico o arcilla y polvo estén dejaba de 2.36 mm a 4.75 mm (4 a 8 mm). La prueba de que se realiza al material reduciría o no los resultados que se obtendrán en la prueba además los valores dados en unidades son estándar y los valores que están en paréntesis vienen a ser conversiones matemáticas de las unidades del sistema inglés proporcionadas solo como guía y no se consideran estándar.

Con respecto a los tamices "Los valores en unidades SI se tomarán como estándar para el tamaño de poro del tamiz metálico y el diámetro de los tamices. Los valores en pulgadas- las libras se tomarán como estándar para los marcos de las pantallas." Cuando se refiere a los tamaños de tamiz de los tamices, se proporcionarán entre paréntesis símbolos alternativos de pulgadas y libras para obtener información. 1.3 Este método de prueba no pretende abordar todo lo relacionado a la seguridad ocupacional relacionados con su uso. El usuario se responsabiliza de establecer las practicas correctas según su criterio.

Equipos y materiales:

- Probeta graduada: serán aproximadamente 400 mm de altura y de 1 +- 30 mm de diámetro interior, graduada en mm hasta tener la altura de 380 mm (o graduada en mm para capacidades de hasta 270 ml) con junta de goma.
- Pisón: barra de cobre de diámetro de 6 mm, de largo 450 mm, roscada en los lados; un vástago cónico cortado en latón, de diámetro de 25 mm en la base, altura de 20 mm, con un orificio roscado perforado en el medio para conectarlo al cuerpo; un par de guías para el eje de la probeta y fijar la cinta radial; Arrastre cilíndrico de diámetro de 50mm y altura de 53mm de acero laminado, con orificio en el medio roscado que conecte a la varilla. Esta adicional

debera ajustarse para la varilla, los pernos, guías y el conjunto de adicionales tengan un peso de 1kg - 5g.

- Sifón: botella con capacidad de unos 4 litros, con tapón de goma con dos orificios perforados para el paso de dos tubos de metal, vidrio, goma o plástico; un tubo que transporta aire al interior de la botella, que no está en contacto con la solución, cuya parte exterior está doblada en forma de L; La manguera de riego tiene una parte interior que penetra en el fondo de la botella hasta 20 mm y una parte exterior de una manguera de goma o plástico de 1,5 m o más contarán con un sistema para regular el flujo de la solución. La manguera de riego va unida en la parte exterior de la manguera de riego, aproximadamente de 500 mm de largo y 1-4mm de diámetro en la parte libre con forma de cuna. Tendrá dos orificios con un diámetro de 0,5 a 0,1 mm, uno en cada nivel del soporte.
- Medida: La capacidad de la botella es de 5 +/- 85 ml.
- Tamiz: fabricado en tela metálica, agujero cuadrado, con apertura nominal de 4,75 mm (Nº 4) por el “Análisis granulométrico por tamizado”.
- Recipiente: Deberá tener una capacidad por encima de 4 litros para la preparación de reactivos y soluciones a ensayar.
- Agitador mecánico: Con una velocidad de 2 rpm +/- 175 ciclos/min y que se desplace de forma horizontal de 2 +/- 200 mm.
- Herramientas y accesorios: embudo, matraces de reactivos, reglas graduadas, etc.

Reactivos

- Solución base: está compuesto por los siguientes ingredientes y con las cantidades indicadas a continuación: 240g de cloruro de calcio anhidro, grado técnico, 1085 g de glicerol farmacéutico, 25 g de formaldehído (solución al 40% en volumen), Prepare. Disolver cloruro de calcio en un litro de agua destilada y filtrar. Se agregan formaldehído y glicerol a la solución, se mezclan bien y se diluyen hasta 2 litros con agua destilada.
- Solución de ensayo: 22.5 ml de solución madre y diluir hasta 1 litro con agua destilada.

Figura 23

Ensayo de Equivalente de Arena.



Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales.

Muestra:

- La muestra inicial deberá de tener un volumen igual o superior a 2000 g de una sustancia de espesor inferior a 5 mm.
- La muestra para cada prueba debe ser igual a un nivel de medición completo (5 +- 85 ml).

Preparación de la muestra:

- Tamizado: para el tamizado se pasará el suelo primero húmedo por una malla de 4,75 mm (No. 4). Rompe los bloques de arcilla manualmente. Si las capas de arcilla se adhieren al material de captura, retírelas el material secado y frotándolo en sus manos encima del recipiente. se formará un polvo el cual se incorporará al suelo y lo que sobre se eliminará.
- Reducción: Reducir en un cuarto hasta que tener la cantidad necesaria de suelo que serán para llenar 4 medida.
- Secado: secar hasta mantener constante el peso en la estufa a 5–110°C; dejar que este a temperatura ambiente.

Procedimiento:

- Colocar el botellón de sifón que contiene la solución de prueba a 1 m por encima del área de trabajo.
- Extraiga la solución de prueba en el cilindro hasta que tenga 100 +- 5 mm.
- Sostenga y jale suficiente material para llenar un indicador.
- Complete la medida. Aplique el material golpeando la parte inferior de la regla en el banco de trabajo al menos 4 veces, luego llénelo con el marcador y viértalo en un tubo de ensayo.
- Se deberá de presionar firmemente la superficie inferior del cilindro con la palma de la mano para librar las burbujas de aire.
- Se dejará reposar el tubo durante 10 minutos.
- Luego instale la tapa y afloje la arena del fondo inclinando y haciendo vibrar el tubo.
- Agitar el cilindro y su contenido.
- Coloque la muestra de prueba en el banco de trabajo, abra la tapa y lave las paredes internas con la Máquina de riego.

- Después inserte la manguera de riego en la parte inferior del cilindro manteniendo un movimiento lento de empujar y tirar para eliminar todo el suelo.
- quite el irrigador de la misma manera y ajuste el caudal de la solución para establecer el nivel final en 380mm.
- Deje reposar de 20 minutos 15 segundos.
- Una vez sedimentado, registre la altura del lodo superior lo más exacto posible redondeando al mm más cercano.
- Inserte el mortero en el tubo de ensayo y bájelo lentamente hasta que descansa sobre la arena. Anote el nivel de arriba al mm más cercano.

Calculo:

- Cálculo del equivalente de arena utilizando la fórmula que se muestra, teniendo un aproximado del 1%.

$$EA (\%) = \left(\frac{N_a}{N_t} \right) * 100$$

Donde:

EA: Equivalente de arena (%).

N_a : Nivel superior de la arena (mm).

N_t : Nivel superior de la arcilla (mm).

- Calcular la cantidad equivalente de arena para cada ensayo como un promedio aritmético de los resultados obtenido de dos pruebas paralelas, al 1% más cercano.

2.2.8. Abrasión de los Ángeles

Este ensayo se usa para determinar la calidad relativa del agregado, la cual mide el deterioro de los tamaños estándar de partículas de agregado cuando son sometidos a abrasión e impacto en el tambor giratorio de acero cargada con bolas de acero, los tambores están equipados

con un soporte interno que levanta y suelta la carga y la muestra con cada ciclo, lo que crea una fuerza de impacto, cuando la máquina alcanza las revoluciones por minuto requeridas, se debe retirar el contenido y medir el volumen como porcentaje de la pérdida..

Equipos y herramientas:

- Esferas: (Carga abrasiva), es el conjunto de esferas que serán de acero de diámetro entre 50 a 45 mm y con un peso de 50 ± 4400 gr cada bola.
- Juego de tamices de 3", 2,5", 2", 1,5", 1"3/4", 3/4", 1/2", 3/8", No.4 y No.10 y N°.12".
- Máquina de los Ángeles, con medidas específicas.
- recipientes rectangulares.
- Cucharón.
- Horno de termostato que conserve una temperatura de $105C \pm 5C$.
- Balanza de aproximación de 1gr, con una capacidad de 20 kg.

Para realizar el ensayo se necesitará 5 – 2.55 kg de muestra con una granulometría conocida, seca y lavada.

Carga abrasiva y Material que utilizaremos:

El tamaño de material que se utilizará como también la cantidad de esferas incluidas dependen de la granulometría del tamaño del agregado grueso. En la siguiente tabla, se observa el método que utilizaremos; además la cantidad de material, tiempo de rotación, el número de revoluciones, número de esferas, para cada uno. La gradación que se utilice debe representar a la gradación inicial del suelo de la obra.

Tabla 6

Numero de esferas y peso de agregado grueso hasta de 1 ½”.

MÉTODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
Pasa el Tamiz	Retenido en Tamiz				
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1250 ± 25			
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10	
1/4"	No.04			2500 ± 10	
No.04	No.08				5000 ± 10
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
N° de Esferas		12	11	8	5
N° de Revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

Fuente: ASTM C-131

Tabla 7

Número de esferas y peso de agregado grueso mayores a ¾”

MÉTODO		1	2	3
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A USAR (gr)		
Pasa el Tamiz	Retenido en Tamiz			
3"	2 1/2"	2500 ± 10		
2 1/2"	2"	2500 ± 10		
2"	1 1/2"	5500 ± 10	5500 ± 10	
1 1/2"	1"		5500 ± 10	5500 ± 10
1"	3/4"			5500 ± 10
PESO TOTAL		10000 ± 10	10000 ± 10	10000 ± 10
N° de Esferas		12	12	12
N° de Revoluciones		1000	1000	1000
Tiempo de rotación (minutos)		30	30	30

Fuente: ASTM C-535

Procedimiento:

- Por el tipo de granulometría anteriormente obtenida y máximo tamaño, consultar las tablas para obtener el peso de la muestra, escoger la cantidad de esferas a utilizar (carga abrasiva) y la graduación del material,
- Coloque la carga abrasiva y la muestra en el equipo.
- Activar el equipo y que haga giros a 500 revoluciones a 30 a 33 r.p.m.
- Después del número ciclos especificados, vacíe el material y mover las esferas.
- realizar separaciones iniciales del material mediante tamizado a través de la malla N° 4.
- Los materiales pasantes por el tamiz N°4 y N°12.
- Los materiales pasantes por el tamiz N°4, deberán mezclarse con el que se quedó en el tamiz N°12.
- Los materiales que quedaron en el tamiz N°12, deberán ser lavados para retirarle los finos pegados.
- Después de realizar el lavado del material, se deberá colocar en el horno por lo menos 24 horas hasta que mantenga el peso secado a una temperatura de 101°C a 110°C (221°F a 230°F) y que tenga un peso de aproximadamente de 1 gr.
- Expresar la diferencia que existe entre el peso final con el peso inicial de la muestra como un porcentaje del peso inicial. este valor será la pérdida de abrasión en porcentaje.

Figura 24

Abrasión de los Ángeles: Cilindro Metálico.



Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales.

Figura 25

Abrasión los Ángeles: Tamizado del material.



Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales.

Figura 26

Pesar los materiales retenidos.



Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales.

Figura 27

Abrasión los Ángeles: Introducir la muestra en el cilindro.



Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales.

Figura 28

Abrasión los Ángeles: Finalmente extraer el material y pesarlo.



Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales.

Cálculos:

$$\text{Pérdida Máxima} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} * 100$$

El máximo porcentaje de la pérdida de peso del agregado probado en el ensayo de abrasión se fijará en 50% para grava triturada, grava o piedra triturada.

2.2.9. CBR

Se indica que la abreviatura CBR significa California Bearing Ratio, un sistema de análisis del material creado por el Departamento de Carreteras de California en 1929 para dividir la capacidad de los suelos en padres y materiales de origen. También conocida como prueba de relación, esta es una prueba de laboratorio, un procedimiento que puede medir cosas como el contenido de humedad, los niveles de estrés y la resistencia de corte que soporta el suelo.

El método de CBR son usados comúnmente para analizar suelos con un máximo de 3/4 partículas de diámetro, teniendo metodologías complementarias para los casos en los que no se

pueden cumplir esta clase de granulometría, pero debido a que estos para el diseño de pavimento flexible utilizado en obras de construcción de carreteras, el sistema CBR proporciona la información de la expansión esperada en el cada suelo y es una parte importante para analizar la resistencia del material base y débiles. En este campo, cuando el suelo debajo de la estructura pavimentada se satura y pierde fuerza debido a la saturación. En la tabla se observa los valores de CBR para todo tipo de suelo comunes.

Tabla 8

Clasificación Según CBR

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0-3	Muy Pobre	Subrasante
3-7	Pobre a Regular	Subrasante
7-20	Regular	Subbase
20-50	Bueno	Base, Subbase
>50	Excelente	Base

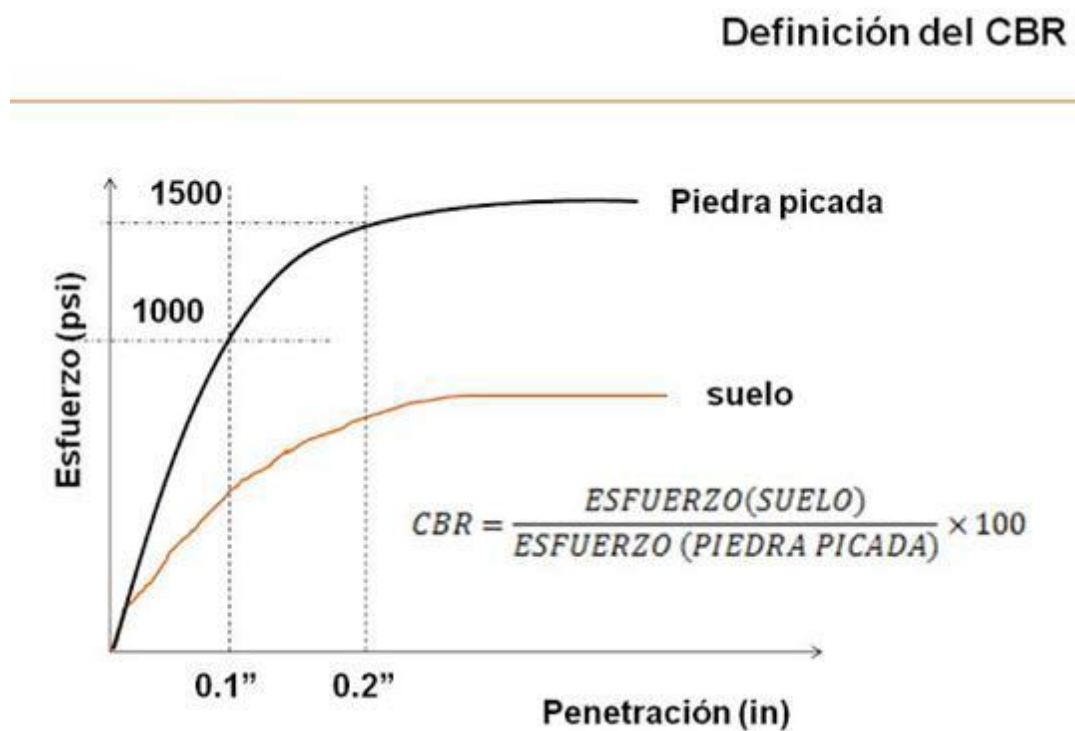
Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos. Joseph Bowles.

El valor se obtendrá como la relación de la densidad dada y de la carga unitaria estándar requerido para obtener la profundidad de penetración igual a la de los estándares de muestras del material en caso de trituración y de la carga unitaria aplicada en el momento de realizar el ensayo requerida para obtener un valor de penetración del pistón dado.

“El CBR es un ensayo que evalúa la calidad del material de suelo en función a su resistencia, medida por el ensayo de placa a escala”. “CBR significa en inglés de California Bearing Ratio y en español relación de soporte California, y en países como México se conoce el ensayo por las siglas VRS, de Valor Relativo del Soporte” (Sánchez, 2012).

Figura 29

Gráfico para definir el CBR



Fuente: Sánchez, 2012

Equipo:

- Máquina de compresión: esta máquina contará un dispositivo para medirlas y un dispositivo capacitado para someterla a una fuerza normal con velocidades constantes y, su precisión varía de acuerdo al tipo de material.

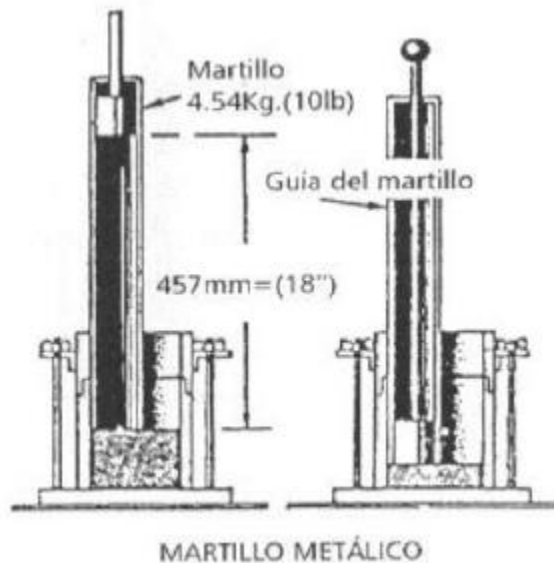
Para todos los suelos que su resistencia máxima a la compresión se estima el valor menor de 100kPa (1 kg/cm²), el compresor debe medir valores de tensión dentro de 1kPa (0.01 kg/cm²).

Para aquellos suelos con la resistencia a la compresión no adherida estimada superior a 100kPa (1 kg/cm²), el compresor medirá valores de tensión contando con una precisión de 5 kPa (0.05 kg/cm²).

- Molde cilíndrico de compresión: el molde anterior se utiliza para las pruebas de espesor. 6 pulgadas de diámetro igual a 116.4 mm de altura y deberá de ser de metálico. El modelo se suministra con un manguito superior metálico, una placa base perforada (mín con 20 agujeros de 1.60 mm de diámetro) con tornillos verticales que servirán para el montaje de todos los componentes y por último un espaciador tipo aguja de 150.8 mm de diámetro y 61.50 mm de espesor. Deberá estar adentro de este molde en el lado inferior.
- Martillo de compresión: es un tipo especial de martillo, generalmente mecánico, que se utiliza para compactar una muestra de tierra con un número determinado de golpes y procedimientos a la altura fija. Tiene un diámetro de aproximadamente 50.8 mm, con un peso de 4536 gr y la altura que tendrá de caída es de 457,2 mm.

Figura 30

Equipo para ensayo CBR



Fuente: Universidad Nacional de Medellín-Geotecnia

- La placa de metal perforado con aproximadamente 150 milímetros de diámetro, una base para conecta el borde del molde con sus patas y sostiene el deformímetro con el vástago de contacto.
- Sobre carga metálica: aproximadamente 150 mm y pesa 2,27 kg. Uno de ellos es eliminar utilizando un agujero central con 54 mm de diámetro y el otro ranurado.
- Deformímetro: será un comparador de cuadrante con registros precisos de 0.0025 mm y al menos 1,0 pulgada de largo.
- Cilindro de penetración: El cilindro será de metal, de más de 101,6 mm de longitud y 46,63 mm de diámetro.
- Tamices: debe tener un tamiz No. 4 y $\frac{3}{4}$ ". Su tamiz deberá estar en perfectas condiciones.
- Horno para secado: deberá tener una capacidad para mantener una temperatura estable de $5 \pm 110^{\circ}\text{c}$.
- Recipientes para muestras: los recipientes deberán ser de propiedades especiales tales: soporta altas temperaturas, su material de aluminio y que resista a la corrosión ya que estará en contacto directo con la humedad de todas las muestras. Deberán estar diferenciados con un código para facilitar la identidad y en nuestro caso son útiles para calcular la humedad.
- Guantes de alta temperatura o equipo de manipulación de todos los recipientes.
- Balanza con precisión: precalibrada, que tendrá una precisión de 0.01 g,
- Herramientas auxiliares necesarias: herramientas auxiliares como cepillos, huaype, seguetas y otros.

Muestra:

- La temperatura: la muestra deberá de mantener su humedad de la muestra sin cambios, los lugares de prueba no deben tener fluctuaciones de temperatura superiores a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ni estar expuestos directamente a la luz solar.
- Muestreo y Almacenamiento: la muestra de todos los suelos es un paso previo para analizarlo y caracterizarlo. Este es quizás el paso más significativo para obtener datos analíticos que podrían considerar seguros y que le permitan formarse una opinión real sobre el suelo que se está analizando. El almacenamiento debe garantizar que se mantenga su contenido de humedad natural de las muestras y que el volumen permanezca sin cambios. Evite impactar o romper la muestra.

Preparación de la muestra:

Como se indicó, la muestra del ensayo deberá tener un tamaño de partícula máximo de 19 milímetros. Prepararemos una sola muestra que sea mayor a un peso de 5,0 kg, cuyo contenido de humedad este óptimo para la prueba de compactación. Joseph Bowles (1980), en el manual, indica que para curar el suelo la humedad se distribuya más uniformemente, mezcle el suelo con la humedad necesaria y guárdelo en un recipiente hermético durante 12 a 24 horas antes de la prueba.

Tomaremos una muestra que represente a todo el material humedecido y mezclado para calcular el porcentaje inicial de humedad.

Procedimiento:

- Para obtener un dato autentico del molde será pesado porque todos los moldes tienen los datos de volumen, peso y altura en los lados exteriores.

- Se ensambla el equipo que servirá para determinar la compactación, en otras palabras, molde, base, camisa superior y tornillo de ajuste. Asegúrese de que el terreno o superficie sobre la que se coloca la base del molde el cual será de agarre firme y no presentará ninguna deformación ni desniveles.
- El espaciador se inserta en la base perforada y el papel de filtro se cubre para evitar que la tierra se adhiera al disco en el proceso.

Figura 31

Papel de filtro y disco espaciador dentro del molde.



Fuente: Universidad Nacional de Medellín-Geotecnia

- La compresión está en curso, que en este caso consta de cinco (5) capas, ya que esta es la forma utilizada en el Proctor modificado.
- Luego, se quita la camisa de la parte superior del molde y se corta las muestras, asegurándose de que las zonas restantes se llenen con suelo fino cubriendo todos los orificios creados durante la nivelación. Se tomará una sola muestra que representará al material remanente para obtener el porcentaje de humedad.

Figura 32

Peso de la muestra compactada.



Fuente: Manual de procedimiento de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Para calcular la gravedad específica de la muestra, se deberá quitar el disco espaciador y pesaremos todo con la muestra compactado.
- Seguidamente se colocará el papel filtro encima de la base y se coloca encima el molde, esta vez boca abajo para que este papel filtro quede en contacto uniforme con toda la superficie. Seguidamente, la prueba se podría realizar de 2 formas diferentes: primero en muestras saturadas y segundo en muestras naturales.

Saturada

- Primeramente, debemos hacer es calcular la presión o fuerza que ejercerá la muestra a una profundidad debido al diseño del pavimento sobre el que se va a construir. Después de recibir esta información, es necesario calcular el número de sobrecargas de metal que simulan teniendo en cuenta la parte en contacto.
- Después de invertir el molde, se coloca el molde sobre un suelo compactado, una placa perforada con un vástago y niveles de sobrecarga preestablecidos, los cuales deben ser registrados. Tanto las pautas de Joseph Bowles indica que aproximadamente 2.2 kg y nunca bajar de los 4.5 kg.

- Preparar un recipiente grande con una superficie de fondo estable y plano, libre de vibraciones y sin oleaje u ondas peligrosas en su interior.
- Sumerja el molde y todo el conjunto del molde en el tanque y asegurarse que el agua esté cubriendo toda la muestra. Es recomendable que el nivel del agua este arriba de 20milímetros de punto inicial de la capa superior.

Figura 33

Inmersión y colocado del equipo Con el Deformómetro.



Fuente: Manual de procedimiento de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

- Coloque este trípode en el borde de los moldes y marca utilizando una tiza o un bolígrafo para marcar los puntos de que están contacto exactamente entre todas las patas de su trípode. Este es el caso cuando tiene que sacarlo y volver a insertarlo durante la prueba.
- El deformómetro se ajusta y toma la primera lectura y registra la hora y la fecha exactas.
- La prueba puede tardar 96 horas en completarse, pero puede finalizar cuando los valores cero extendidos se han almacenado durante más de 24 horas. De lo anterior, bajo ningún concepto se debe realizar una inmersión en menos de 24 horas.

- Después de quitar las muestras del baño de inmersión, retire la muestra y déjela secar durante 15 minutos para secar las superficies de contacto. Luego se registrará la masa de la muestra saturada con el molde.
- Introducir el kit (teniendo en cuenta la sobrecarga) en el bulldozer y presionar la muestra con el pistón percutor con una presión no superior a 4,5 kg.
- Después de completar el paso anterior, tanto la galga extensiométrica como el detector de intrusión deben estar a cero.
- A partir de ahora, la compresión se realiza a la velocidad de penetración de 1.27 mm por minuto.
- Para la penetración debe ser igual a de 0,5 pulgadas de profundidad y el ingeniero responsable puede determinar el rango de registro. Se recomienda que su rango no supere las 0,025 pulgadas. Cuantos más registros tenga, mejor se definirá la curva.

Figura 34

Penetración de CBR.



Fuente: Manual de procedimiento de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

No saturada

- Introducir el conjunto (teniendo en cuenta la sobrecarga) en la máquina de compresión y presionar la muestra con el pistón percutor con una presión no superior a 4,5 kg.
- Después de completar el paso anterior, tanto el deformímetro de penetración como el de carga deben estar a cero.
- A partir de ahora, para la compresión se realizarán a velocidades de penetración de 1,27 mm por minuto.
- Para la profundidad de penetración deberá ser de 0,5 pulgadas y el ingeniero responsable puede determinar el rango de registro seleccionados. Se recomienda que su rango no supere las 0,025 pulgadas. Cuantas más entradas ingrese, mejor se definirá la curva.

Cálculos:

- Área del molde:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A: Área del molde

D: Diámetro del molde

- Volumen del molde:

$$V = A * H$$

Donde:

V: Volumen del molde

H: Altura del molde

- Porcentaje de Humedad:

$$W(\%) = \frac{W_h - W_s}{W_s - W_r} * 100$$

Donde:

W_r: Masa del recipiente

W_h: Masa de Recipiente + Suelo Húmedo

W_s: Masa de Recipiente + Suelo Seco

- Densidad Húmeda:

$$\rho_{hum} = \frac{W_{hum}}{V}$$

Donde:

ρ_{hum} : Densidad Húmeda

W_{hum}: Peso de la muestra húmeda

V: Volumen del molde

- Densidad Seca :

$$\rho_s = \frac{\rho_{hum}}{1 + w}$$

Donde:

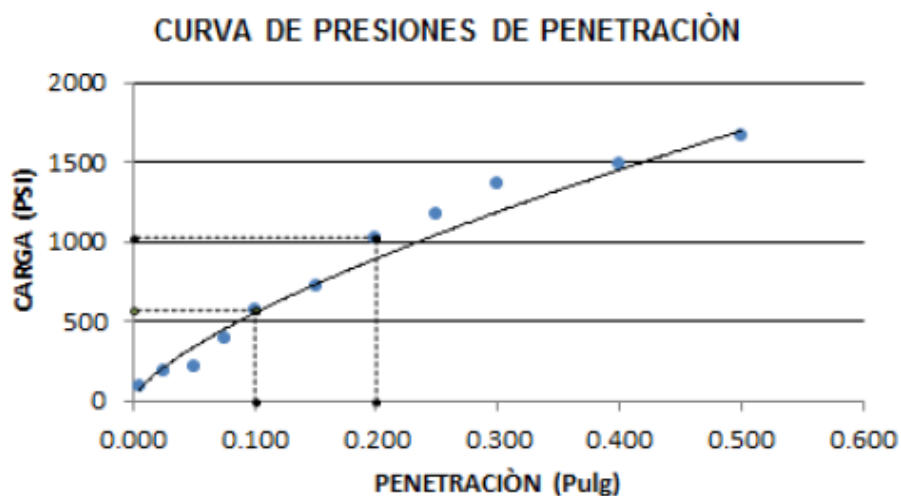
ρ_s : Densidad Seca

w: porcentaje de humedad

- Grafica Carga vs Penetración.

Figura 35

Curva de presiones de penetración.



Fuente: Manual de procedimiento de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Cuando se tiene que el lugar inicial del gráfico es cóncava hacia arriba, es necesario dibujar un tangente de la curva en el pico de inflexión, extenderla al eje y luego se utilizara el punto como si fuera un nuevo principio.

- CBR a 0.2" y 0.1 "de penetración:

$$CBR = \frac{ESFUERZO EN EL SUELO PATRÓN}{ESFUERZO EN EL SUELO PATRÓN}$$

A continuación, se muestra la tabla donde se presentan los datos correspondientes a la muestra patrón:

Tabla 9

Tabla de datos de muestras patrón de CBR.

PENETRACIÓN		PRESIÓN		
mm	Pulgadas	Mpa	Kg/cm ²	lb/plg ²
2.54	0.1	6.9	70.31	1
5.08	0.2	10.35	105.46	1.5

Fuente: Manual de procedimiento de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

$$CBR\ 0.1'' = \frac{CARGA\ EN\ PSI}{1000} * 100$$

$$CBR\ 0.2'' = \frac{CARGA\ EN\ PSI}{1500} * 100$$

- Porcentaje de expansión:

$$\% \text{ expansión} = \frac{L_o - L_f}{H}$$

Donde:

L_o : Lectura Inicial

L_f : Lectura final

L_o : Altura del espécimen

2.2.10. Sales Solubles

El extracto acuoso se preparó agitando los químicos de la muestra en agua desionizada durante una hora para eliminar las sales que este tiene.

Posteriormente, se filtró y la solución se evaporó a sequedad sin hervir. Se observarán cristales en el fondeo del recipiente que son sales.

Equipos:

- Balanza (precisión de 0.1 mg)
- Equipo de filtración al vacío.
- Embudo de filtración (tipo Büchner de 110 mm de diámetro interno).
- Whatman 42.
- Filtro de micro fibra de vidrio de 0,45 μm .
- Agitador magnético y barras de agitación.

- Matraces Erlenmeyer de 250 y 500 mL.
- Pipetas de 25.50 y 100 mL.
- Plancha de calentamiento.
- Desecador con sílica gel.
- Estufa para secado.

Preparación de la muestra:

- Comprobar si el contenido de humedad de las muestras y secarlas libremente o en un horno a 60°C.
- Divida la muestra en cuatro porciones con una masa alrededor de 1 kg y pesarla por la malla de malla de 2 mm. Estrujar los grumos y aflojar con un rodillo hasta que pase por el colador.
- Pesar 100 g de la muestra lista para analizar en un vaso que sea de precipitados de plástico de 600 ml.
- Adicionar 300 ml de agua desionizada y moverla con ayuda de un equipo por 1 hora, luego dejar por una hora más.
- Filtrar la muestra por Whatman 42. Después filtrar por segunda vez a través de un filtro de microfibras de 0,45 μm .

Preparación de matraces Erlenmeyer:

- Secar 2 matraces de Erlenmeyer de una capacidad de 250 mililitros a temperatura de 110 °C en la estufa por lo menos una hora.
- Luego guardar el en desecador hasta ser utilizado y posteriormente pesar rápidamente antes de ser usada (m1).

Procedimiento de ensayo:

- Pipetee 100 ml de capacidad en un matraz una solución de prueba cónico de 250 ml.

- Evaporar para secar en la placa de calentamiento.
- Secar en cocina a 110°C por 3 horas, luego enfriar en pesa y desecar (m2).

Cálculos:

$$SS = \frac{m2 - m1 * D}{E} * 10^6$$

Donde:

SS : total de sales solubles en ppm (mg/kg).

(m2-m1) : peso del residuo de evaporación en g.

D : Relación de la mezcla suelo: agua. Ejemplo: si la mezcla de 1: 3; D= 3.

E : Volumen de extracto acuoso evaporado ml.

2.2.11. Caras Fracturas

Algunas especificaciones tienen requisitos para la relación entre el agregado grueso y la superficie fisurada para maximizar la resistencia al corte con una mayor fricción intermolecular. Por otra parte, uno de sus propósitos es también dar a los agregados estabilidad que son utilizados para carpetas asfálticas y afirmados; e imparte fricción y la textura a todo el agregado que se utilizaran en pavimentos

El diagrama de las partículas de los agregados puede perjudicar su trabajabilidad en la pavimentación; y la cantidad de esfuerzo requerido para compactar la estructura del pavimento a la densidad y resistencia requeridas durante su vida útil. Las irregulares y angulosas partículas a menudo soportan desplazamientos "en movimiento" del pavimento porque se adhieren después de la compactación. La mejor adherencia se suele obtener con partículas cúbicas con aristas vivas, casi siempre obtenidas por trituración.

Equipos e implementos:

- **Balanza:** adecuada y con sensibilidad de 0.1 g.
- **Tamices:** dependiendo de la gradación del agregado: 1 ½" (37.5 mm), 1" (25.4 mm), ¾" (19 mm), ½" (12.5 mm) y 3/8" (9.5 mm).
- **Espátula o cuchara para albañil:** Para separar el agregado.
- **Bandejas:** de diversos tamaños y fondo plano.
- **Horno eléctrico:** con capacidad para tenerlo a temperaturas constantes de 105°C ± 5 °C.

Figura 36

Equipo necesario para el ensayo.



Fuente: Manual de prácticas de laboratorio de pavimentos.

Procedimiento:

- Se debe homogenizar la muestra a ensayar con la ayuda de la cuchara.
- Para el ensayo se calculará la muestra utilizando una cuarta parte del total de la muestra.
- De la cuarta parte que se utilizara deberán utilizar los que pasan por la malla 1 ½" a 3/8" botando el material que son retenidos en la malla 1 ½" y pase la malla 3/8".

- Se debe lavar la muestra para facilitar la detección de partículas fracturadas.
- Se debe poner a secar toda la muestra a temperaturas constante de 105 °C +/- 5 °C.
- Homogenizaremos la muestra con la espátula.
- Se obtendrá una muestra de prueba dividiendo todos los materiales obtenidos.
- Las muestras de un cuarto se separan usando un tamiz de 1 ½" a 3/8, eliminando el material retenido en el tamiz de 1 ½" y pasándolo por un tamiz de 3/8".
- Las muestras deben lavarse para facilitar la detección de partículas trituradas.
- Las muestras deben secarse a temperaturas constantes de 5 °C / -105 °C.
- Cuando la muestra esté seca, se debe pesar y este valor del peso se anota como la muestra total.
- Serán ampliadas las muestras sobre áreas suficientemente grande como para mostrar partículas de agregado finamente molidas.
- La superficie del agregado se considera fisurada cuando el 25% o más de la superficie está fisurada. La fractura debe ser recientes, no por naturaleza sino por acción mecánica (molienda).
- Las partículas con superficies rotas se pesarán y registrarán en el informe de prueba como PESO DE LA MUESTRA DE IMPRESIÓN CON SUPERFICIES DAÑADAS.

Cálculos:

$$\% \text{ DE CARAS FRACTURADAS} = \frac{A}{B} * 100$$

Dónde:

A = Peso de agregado de caras fracturadas

B = Peso total de agregado

2.2.12. Partículas Chatas y Alargadas

Los agregados que tienen mucho contenido en partículas chatas o planas son más propensos a fracturarse bajo esfuerzos mínimos debido a que su forma no es muy adecuada debido a su delgadez, por lo que es importante su cuantificación en el agregado. Estas sustancias son las encargadas de dar estabilidad a la mezcla asfáltica y deben evitarse ya que es preferible utilizar gránulos de forma irregular o con superficie suficiente para una correcta adherencia a los áridos, otros gránulos y ligante asfáltico para la mayor resistencia posible de la mezcla.

Las partículas son planas y largas: estas son partículas con relaciones de ancho a una longitud a un ancho mayor que el valor especificado o espesor.

Equipo:

El equipo utilizado deberá ser el adecuado para realizar ensayos de la partícula de un agregado respecto a las proporciones explicadas en el apartado del siguiente párrafo.

- Dispositivo de Calibración Proporcional: Este tipo de dispositivo que se observa es utilizado para el método de prueba y quiere decir que si se tiene una de las bases plana con dos postes de fijación y entre ellos una manivela para que la distancia entre los bordes de los brazos y el pilar no cambie. relación estable. La posición del eje de rotación de la pluma se puede cambiar para obtener diferentes relaciones de distancias, la figura 1 muestra que el engranaje se puede configurar en relaciones de engranaje 1:2 hasta el 1:5.
- Balanza, que deberá de tener una exactitud de 0,5% del peso total de la muestra.

Muestra:

- Se debe de mezclar bien el suelo para luego llevarla a la cantidad correcta dividiéndola en cuatro partes, según MTC E 201, el agregado no tendrá densidad, y los resultados obtenidos después del secado corresponderán al valor máximo requerido. a datos específicos. en la mesa.

- Partículas de agregado planas y alargadas: es la partícula que relaciona la longitud con el espesor mayor que el especificado valor.
- Longitud: mayor tamaño de grano, ancho: mayor tamaño si se observa la perpendicular a la longitud, de espesor: mayor tamaño será perpendicular a la longitud y el ancho.

Procedimientos:

- Si se necesita calcular por masa, seque el suelo en un horno de masa constante a 110 ± 5 °C, de lo contrario determine por número de partículas.
- Tamice la muestra cómo se especifica en la norma, reduciendo las secciones mayores de 9.50 mm (3/8") y 4.75 N°4 de ser necesario en un 10% y quizás sería más del peso original según MTC 201 para conseguir unas cien semillas.
- Examine partícula a partícula de cada segmento medido y colóquelos en uno de tres grupos: Plano, Largo y Ni plano ni largo.
- Utilice el manómetro que se muestra a continuación:

El ensayo de laboratorio de partículas chatas: ajuste la abertura que existe entre el soporte y el brazo grande de acuerdo con el ancho de las tuercas. Una muestra es plana si su grosor pasa por el espacio más pequeño. Ensayo de grano expandido: Ajustar la apertura máxima según la longitud del grano. Una cuenta se estira si su ancho a través del agujero es menor.

Después de clasificar los grupos como se menciona, determine la proporción del muestreo para cada grupo, si es necesario contando o de acuerdo a lo requerido.

Calculo:

- Si es necesario, calcule el porcentaje que existe de partículas chatas y también alargadas del 1% para cada una de las muestras mayor de 3/8 de pulgada (9,5 mm) o 4,75 (# 4).

- Si se requiere realizar el promedio de las partículas chatas y alargadas, suponga que el tamaño de las muestras no analizadas (menor del 10% del ensayo) tienen porcentajes de partículas chatas y alargadas iguales con el tamaño de celda más pequeño o el cuadro siguiente. siguientes mallas más gruesa o, si es necesario, utilice el promedio de ambas mallas.

2.2.13. Explotación de canteras

Según Morales C. W. (2012), de la Escuela académica profesional de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional de Cajamarca, en su libro guía en geología aplicada en, indica que la explotación de canteras es un grupo de labores que se realizan para obtener materiales aptos para el uso en la construcción. Por lo que estamos hablando de piedra fracturada duras, material de río para procesarla y utilizarla, al momento de explotar una cantera se debe tomar en consideración el desnivel que tienen, la capa de material rocoso se divide en estratos horizontales, para desarrollarse en muchas Clases. (banco), de esta forma la cantera tiene forma de damero.

Las operaciones requeridas para el funcionamiento de la cantera son:

- Limpieza de canteras
- Extracción y apilar
- Carguío y transporte

Por su tipo y origen de las materias primas, se podrían utilizar diferentes procedimientos de extracción. El proceso de extracción puede ser:

- Realizando con draga la extracción lechos
- En Canteras a cielo abierto
- En Laderas, estos tipos de material serán extraídos en las faldas de los cerros.
- En corte, este material es extraídos de profundidades de los terrenos.
- Canteras Subterráneas.

➤ **Clases de Canteras**

Se tiene dos tipos principales de canteras:

ALUVIÓN: son conocidas también como canteras fluviales, donde los ríos tienden a ser agentes naturales de erosión, los que llevan consigo rocas a largas a largas longitudes utilizando la energía cinética los cuales dejarán en lugares de menor velocidad, producen enormes cantidades de estos suelos, que son cantos rodados, grava, limo, arcilla y arena, el movimiento de los cursos de agua parece permitir que las canteras sean autosustentables, ligadas a la extracción económica, pero con un impacto importante sobre su dinámica natural y cuerpos de agua. En condiciones de conservación, la cantera aluvial ocurre más a menudo en terrenos alejadas de la corriente del canal que directamente en él.

ROCA: se forman durante la formación geológica de un área cualquiera que podrían ser sedimentarias, ígneas o metamórficas; Debido al estado estático, estas canteras no tienen la misma calidad de autoabastecimiento, por lo que la fuente de materias primas es limitada.

Se encuentra en las canteras fluviales materiales granulares que son muy adecuados para el trabajo de construcción, ya que el flujo constante y el transporte de agua consumen el material, dejando eventualmente las características geométricas típicas, como sus bordes redondeados, más duros. Estos materiales son extraídos por excavadoras y excavadoras mecanizadas de los cauces de los ríos y riveras.

Las canteras se encuentran en formaciones rocosas, montañas, con material generalmente menos duro que en los ríos porque no sufren ningún tipo de clasificación; tanto en las propiedades físicas dependerán de su historia geológica del área, lo que permite la producción industrial de agregados absorbentes; Estas canteras se explotan por corte o minería de depósito.

➤ **Clasificación de Canteras**

SEGÚN SEA EL TIPO DE EXPLOTACIÓN

- Canteras de explotación a Cielo Abierto: la piedra se eleva desde las laderas empinadas.
- en corte: donde se excava roca desde una profundidad específica en el suelo.
- Canteras Subterráneas.

SEGÚN SEA EL MATERIAL PARA EXPLOTAR

- ya sea de roca o Materiales que estén Consolidados.
- ya sean suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas que son materiales no consolidados.

SEGÚN SEA EL ORIGEN DEL MATERIAL

- Canteras que son Aluviales
- Canteras de piedra o peña

2.2.14. Distancia Media de Transporte

Esta es una longitud mayor que la DL y se encuentra entre su centro de gravedad de la excavación, además el centro de gravedad de su colocación de producto y pagadero al contratista. Es una distancia ponderada, imaginaria y de referencia que te permite calcular los gastos de envío. El transporte de áridos, pavimento y hormigón desde canteras y tomas de agua es un fenómeno habitual en la construcción de carreteras. Para pagar el envío, se debe establecer una 'distancia promedio' para facilitar el análisis del costo unitario.

Mucha gente utiliza los gastos de envío a diferentes zonas de cobertura. Sin embargo, el uso de volúmenes es más razonable. Se han utilizado unidades como m³ y km (combinadas para calcular m³ por km) para el cobro de peajes.

Para la excavación, por ejemplo, debido a DMT, dado que sería poco práctico seguir la ruta de cada m³ de residuos hasta su destino, es necesario encontrar la distancia promedio y el mejor sistema para obtener DMT usando el diagrama de masas.

➤ **Trayecto de Ruta**

Esta es una ruta que se traza en el momento de la distribución y/o transporte del material, por lo que debe realizarse de forma que el coste de transporte y utilización de la flota sea el menor posible. También permitirá la reducción óptima de distancias y tiempos de viaje en rutas punto a punto.

➤ **Estado de Ruta**

Son las condiciones en las que se encuentra la ruta de acceso de las diferentes canteras a la carretera en construcción, se deberá de ubicar una vía que se encuentre en condiciones óptimas ya que de esta dependerá el tiempo de transporte.

2.2.15. Calidad de Base Granular

- Cumplimiento de Parámetros de Calidad Requeridos por Capa de Base Granular sobre 3000 msnm

Los requerimientos que exige el manual del MTC, para base granular son los siguientes:

Granulometría. – el material debe de ser una granulometría de distribución continua y correctamente graduada, además de cumplir con los parámetros de uno de los grupos granulométricos que se presentan en la tabla N 12, para alturas superiores a los 3000 MSNM. Se utilizará la granulometría de Gradación A.

Tabla 10

Requerimiento granulométrico para base granular.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación 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°10)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N°40)	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: ASTM D 1241

Todo aquel material de base granular estará sujeto a las siguientes propiedades mecánicas, químicas y físicas como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 11

Valores para el CBR

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Trafico en ejes equivalentes (<math><10^6</math>)	Min. 80%
	Trafico en ejes equivalentes (>math>\geq 10^6</math>)	Min. 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5mm)

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013.

El rango utilizado se especificará en el documento de diseño y será aprobado por la Supervisión.

Agregado Grueso. - Este es el nombre que recibe el resto de materiales de la malla #4, que pueden ser procesados, naturales o una combinación de los dos.

Deben cumplir con todas las características que se muestran a continuación.

Tabla 12*Requerimiento del agregado grueso.*

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento Altitud	
				<3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.
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: Manual de Carreteras EG-2013.

Agregado Fino. – al agregado fino se les da este nombre se les dará a los suelos que pasen por el tamiz N4, que podrían ser derivados de fuentes tratadas, naturales o una combinación de los dos.

Se ajustarán a todas las características que se observan en la siguiente tabla.

Tabla 13*Requerimiento del agregado fino.*

Ensayo	Norma	Requerimiento Altitud	
		<3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% min.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% min.	45% min.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	15%

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013.

2.2.16. Análisis De Costos Unitarios

El análisis de costos unitario es un proceso donde se determina la productividad laboral, es decir mediante este método se puede determinar la cantidad de trabajo a realizar en un día o en unidades de medida, esto es muy importante. importante porque todos los parámetros operativos se rigen por este concepto; y esto nos permite determinar la duración aproximada del proyecto, así como su costo propuesto.

El análisis de costos unitarios implica desglosar el costo unitario de cada artículo, determinar la producción, el costo y la cantidad de cada insumo o material utilizado, y encontrar estos costos entre los diversos componentes del artículo, como son: mano de obra, materiales, equipo y costos indirectos.

En concordancia a este proceso, se deberán tomar en cuenta las siguientes características:

- Este procedimiento es aproximado ya que ningún proceso constructivo es exactamente igual en la construcción. Porque cada formulación se basa en la experiencia de un analista que proviene de condiciones promedio de consumo, entrega y desperdicio.
- El análisis de precios unitarios es dinámico porque evoluciona como cualquier otro proceso, es decir, todo cambia y mejora con el tiempo, por lo que el análisis también debe tener en cuenta estos desarrollos para ser más preciso.
- El análisis de precio unitario tiene una secuencia de análisis previos, y también será parte integral de análisis posteriores.

2.2.17. Rendimientos

Se realiza el cálculo de rendimientos de las maquinarias las cuales serán muy útiles ya que no brindan apoyo para realizar programaciones de obra y se puede decir de tres maneras:

1. Basado en el requisito y el programa de trabajo.

2. Incluye medir o evaluar el desempeño de cualquier máquina para determinar la cantidad requerida de maquinaria que se requerirá para lograr el desempeño requerido.
3. Este se basa en costos y estará determinado por la operación de la máquina, que se parte en:
 - a) Máquinas de Ciclo Intermitente
 - b) Máquinas de Operación Continua
 - c) Máquinas de Operación Intermedia.

2.2.18. Tiempo de producción

El tiempo de respuesta se refiere a la frecuencia con la que las unidades llegan al final del proceso. Como hemos visto, está relacionado con la capacidad de producción. El tiempo de producción es el tiempo requerido para el proceso completo de desarrollo. En otras palabras, este es el tiempo requerido para completar toda la fase de producción. Este es el tiempo que tarda el producto en pasar por todo el proceso. El tiempo de inactividad o downtime es realmente un segundo campo de batalla para los encargados de gestionar el proceso. El tiempo de producción de un proceso puede ser significativamente más largo que el tiempo total de producción de los pasos individuales si las unidades tienen que esperar entre los diferentes pasos del proceso.

2.2.19. Costo de Transporte

➤ Capacidad de Carga

Esta carga de máxima se podría transportar el vehículo (persona y/o carga) no excede el peso total permitido del vehículo especificado por el fabricante.

➤ Tiempo de Transporte

Es un conjunto de procedimientos que determinan el período de movimiento de un camión volquete mientras está en movimiento.

2.3. Definición De Términos Básicos

2.3.1. *Cantera:*

“Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros” (Henríquez 2016, p.3). “Por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo total de cualquier proyecto” (Henríquez 2016, p.3).

2.3.2. *Control de Calidad de los Agregados*

Propiedades que debe cumplir el material que formara la base y la subbase; se detalla en el estándar CE.010 (Calle, y otros, 2018).

2.3.3. *Costo*

Son las “valorizaciones económicas” de todos los recursos que han sido sacrificados o que han dejado de percibir, para poder obtener un fin productivo; los cuales son requeridos por las empresas para poder comprar insumos, pago de mano de obra como los diferentes gastos que involucran la producción, estos pueden variar de acuerdo al valor de la moneda y a sus categorías o al tiempo transcurrido (Estela, 2019).

2.3.4. *Producción*

Es una actividad donde se produce un bien, donde se tomará en cuenta los insumos y luego los transforma en productos que tendrán un valor agregado, esta pasa por el de la transformación y tiene procesos complejos que necesitan diferentes factores (Roberto, 2013).

2.3.5. Base Granular

Para este trabajo se implica la producción de uno o más material granular que pueden obtenerse o procesarse naturalmente sin la adición de un estabilizador o aglutinante, que es aceptable de una manera adecuada, bien estructurada, anclada o molida. Comprende la entrega, transporte, colocación y consolidación de materiales con base en lo indicado en el plan de manejo ambiental y de acuerdo a la ruta, calidad y dimensiones especificadas en todo el plan del proyecto y aprobado por el director. También incluye equipo de lastre. Manual de Carreteras (2013).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.Método y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo:

3.1.1.1. Según la orientación: investigación aplicada

Según, (HERNANDEZ SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2014) Cuando la investigación se orienta a conseguir un nuevo conocimiento destinado que permita soluciones de problemas prácticos.

3.1.1.2. Según el alcance de la investigación: alcance exploratorio

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2014)

Estudian problemas o factores que han sido poco analizados o que se tienen aún datos contradictorios y analizan los problemas con una perspectiva nueva.

3.1.1.3. Según el diseño de la investigación: experimental

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2014) Cuando los datos se obtienen por observación de hechos condicionados por el investigador, en donde se manipula una sola variable y se espera la respuesta de otra variable.

3.1.1.4. Según la direccionalidad de la investigación: prospectivo

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2014) es prospectivo cuando el fenómeno a estudiarse tenga la causa en el presente y efecto en el futuro. En los estudios descriptivos también puede referirse a eventos que ocurrirán en el futuro.

3.1.1.5. Según el tipo de fuente de recolección de datos: prolectivo

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2014) estudio en el cual a información se obtendrá según los criterios del investigador y para los objetivos determinados de la investigación.

3.1.2. Nivel: Explicativo

Se desarrolló en la investigación explicativo, según Hernández, R; Fernández, C y Baptista, P. (2014). Indican lo siguiente “Estos estudios no solo describen sino también buscan dar respuesta del por qué sucede un evento, de cómo se da y la relación que pudiera tener con las variables. (p. 83).

3.2.Población y muestra

3.2.1. Población

Para Hernandez et al (2014) describe como poblacion al “*Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (p. 239)*”

para la presente investigación se tiene como población todas las canteras de la Ciudad de Ilave, provincia del Collao y región de Puno.

3.2.2. Muestra

Para Hernandez et al (2014) define como muestra al “un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p. 240)

La presente investigación tiene como muestra a las canteras de rio y cerro que servirán como agregado para la conformación de base granular.

Tabla 14

Canteras de la ciudad de Ilave.

CANTERA	UBICACIÓN	COMPOSICIÓN	USOS
CANGALLI	Comunidad de Cangalli	Desde bloques de roca grande, mediano, roca fracturada, ligante.	Construcción de viviendas.
TOTOTANI	Cause de Rio Ilave	Desde canto rodado, grava gruesa, grava mediana, grava fina, arena gruesa y fina.	Utilizados en la industria de la construcción de Ilave
JINCHUPALLA	Cause de Rio Ilave	Desde grava gruesa, grava mediana, grava fina, arena gruesa y fina.	Construcción de viviendas.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Muestreo: No probabilístico

Según Hernandez et al (2014) señala al muestreo no probabilístico como un “sub grupo de la población en la que elección de los elementos no depende de la probabilidad si no de las características de la investigación” (p. 241).

Para este estudio utilizó un muestreo no probabilístico.

3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1. Técnica: Observación directa

El autor Escobar et al (2018) Este señala que la observación directa ocurre si el propio investigador entra en contacto con los hechos y fenómenos que quiere estudiar. Indirectamente, el investigador aprende acerca de un fenómeno o evento particular al observar las acciones pasadas de otros. Esto pasa cuando utilizamos libros, revistas, informes, registros, fotografías, etc. en comparación con lo que aprendemos, hemos recopilado por aquellos que han visto lo mismo antes que nosotros. (p. 67)

En este estudio, se utilizará el método de observación directa para recopilar datos.

3.3.2. Herramientas y Equipos:

Para la presente investigación se utilizaron equipos de laboratorio para realizar todas los ensayos de laboratorio y programas.

3.4. Procedimiento.

Para esta etapa de la investigación se realiza una evaluación de toda la información de campo y laboratorio, posteriormente se realizará el trabajo de gabinete para lo cual se utilizó software como Microsoft Excel, S10, Autocad.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la zona de estudio

Ubicación del Tramo III JAYU JAYU - CALACOTA

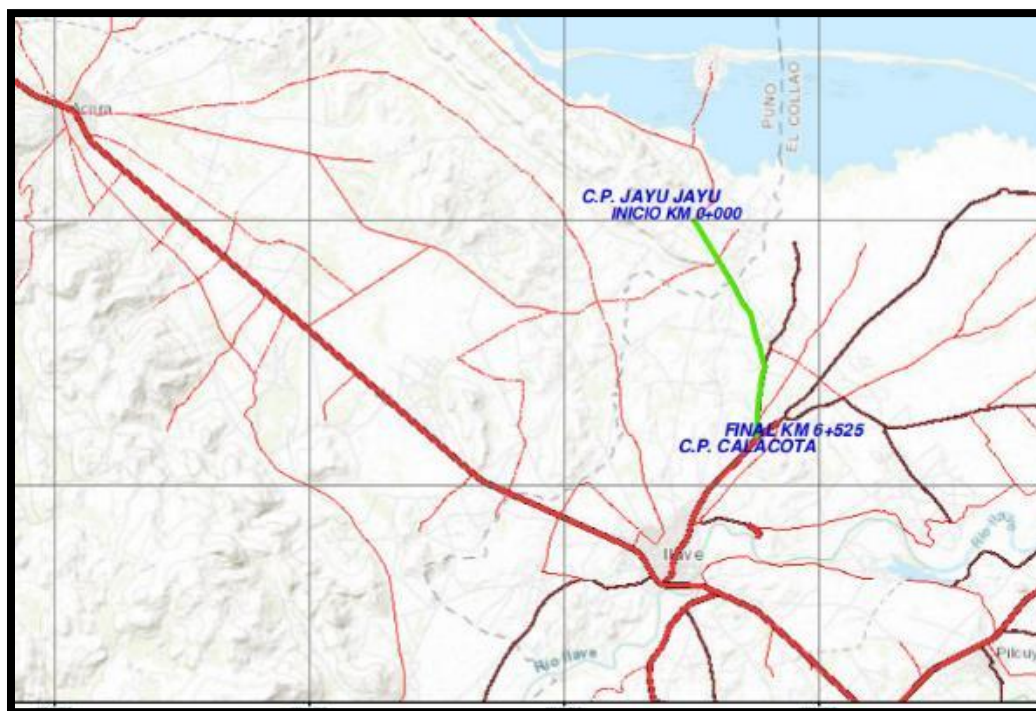
Corresponde al Departamento de Puno, una las Provincias de Puno y el Collao: el tramo inicia del centro poblado de Jayu Jayu KM 0+000 y finaliza el tramo en el centro poblado Calacota KM 6+525.

Coordenadas UTM

INICIO	FINAL
N 432297.02	N 434073.03
E 8230976.16	E 8224989.58

Figura 37

Ubicación del tramo Jayu Jayu-Calacota



Fuente: SIGRID

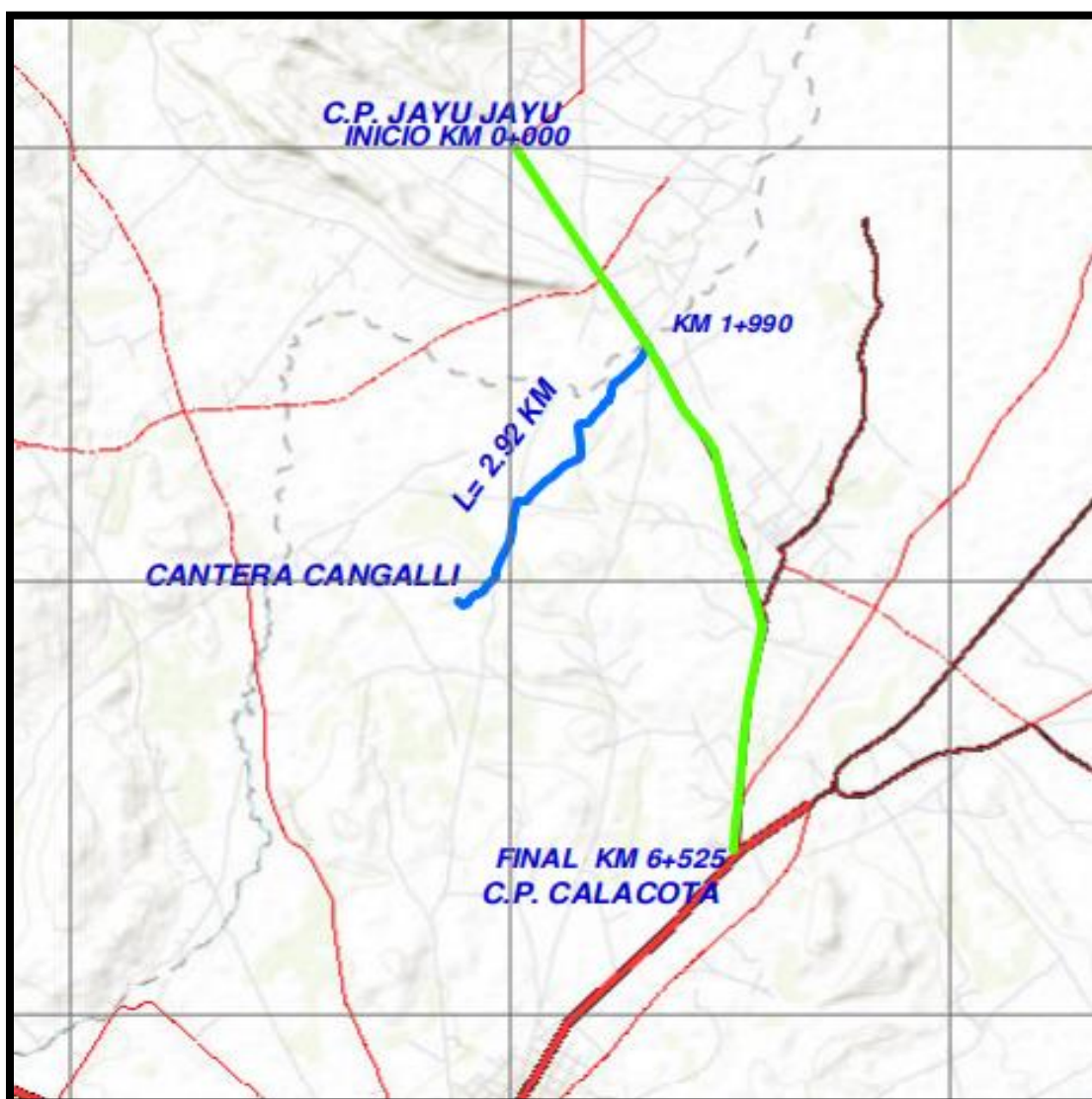
Ubicación de Canteras

a) Cantera Cangalli

La cantera Cangalli se encuentra ubicada a 2.92 km del eje de la vía, la característica del material es roca fracturada.

Figura 38

Ubicación de cantera Cangalli



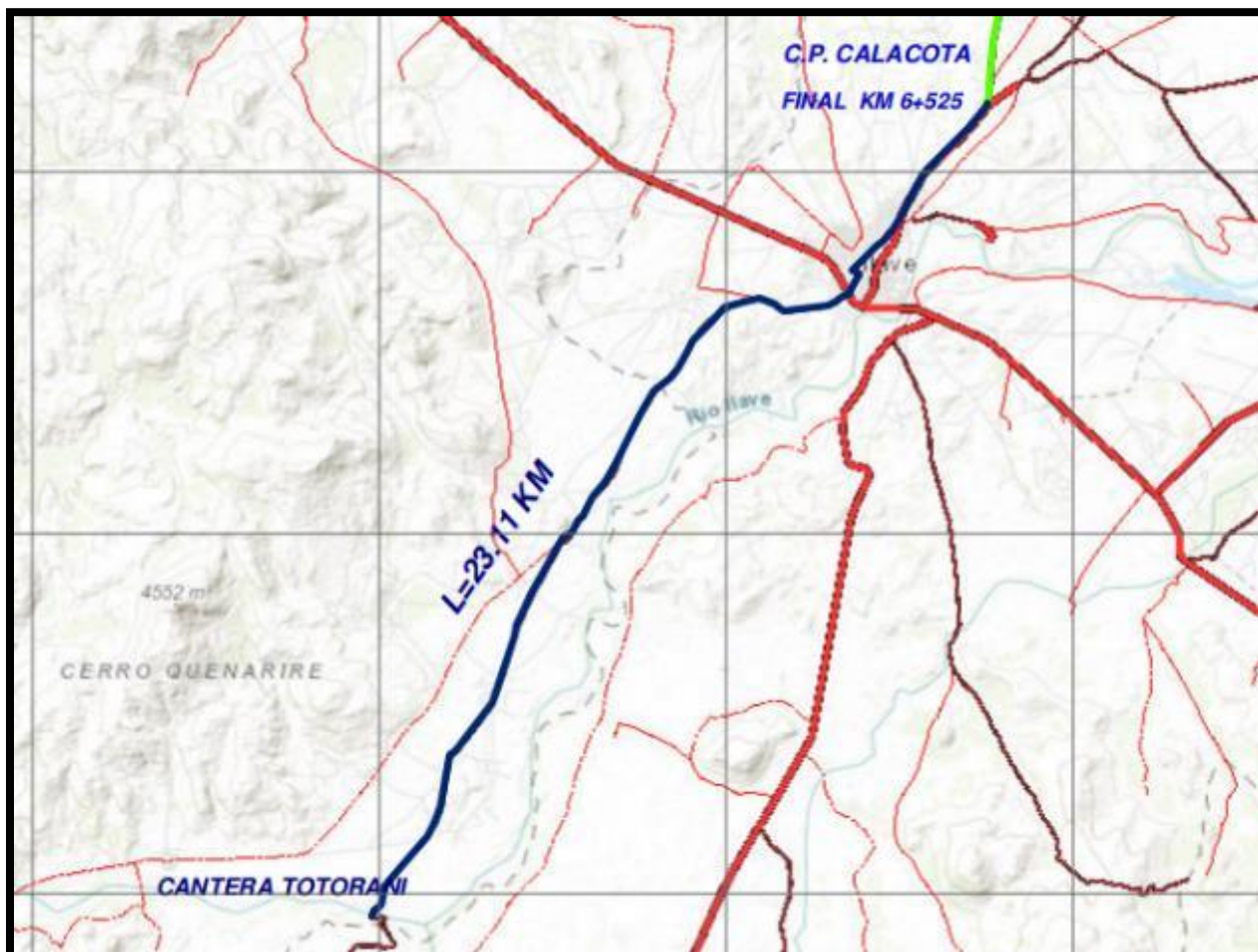
Fuente: SIGRID

Tabla 15*Datos de cantera Cangalli*

N° 01 CANTERA CANGALLI		
Ubicación	Km 1+990	
Coordenadas UTM	N: 431,825.54	
	E: 8'227,119.43	
Acceso	2.92 Km Margen Derecho	
Potencia	100,000.00 m ³	
Periodo de Explotación	En Cualquier Época Del Año, Acumulación Con Tractor Oruga	
Profundidad de Explotación	Altura Promedio Del Corte De Talud A 3.50 M	
Material	Roca Fractura	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media	
Observaciones:	Esta Cantera Se Podrá Utilizar Para La Conformación De Rellenos Y Además Mezclas De Conteras Para Diferentes Capas.	
	Para Relleno	100.00%
Rendimiento	Para Sub Base Granular	70.00%
	Para Base Granular	60.00%

Fuente: Elaboración propia**b) Cantera Totorani**

La cantera se ubica al margen derecho del tramo, se tiene un acceso de 23.11 km del rio Ilave sector Totorani, las características de los agregados se obtendrán del zarandeo (over) las partículas son sub redondeadas a redondeadas, las cuales serán llevadas a una plata chancadora.

Figura 39*Ubicación de cantera Totorani**Fuente:* Elaboración propia**Tabla 16***Datos de cantera Totorani*

N° 03 CANTERA TOTORANI	
Ubicación	Km 6+525
Coordenadas UTM	N: 421,437.50
	E: 8'208,302.22
Acceso	23.11 Km Margen Derecho
Potencia	12,000.00 M3 (Over)
Periodo de Explotación	En Épocas Secas De Abril A Diciembre Del Año, Acumulación Con Tractor Oruga

Profundidad De Explotación	Altura Promedio Del Corte De Talud A 1.50 M	
Material	Aluvial Tm 5"	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media	
Observaciones:	Esta Cantera Solo Se Utilizará Para Piedra Chancada (Para Obtener Over)	
Rendimiento	Over Para Piedra Chancada	40.00%

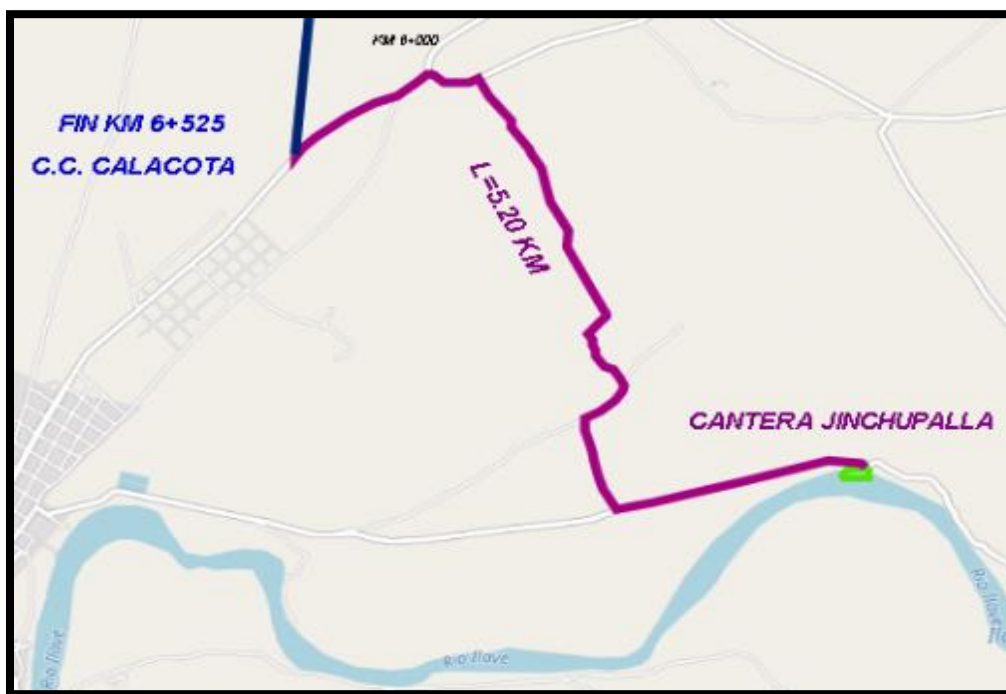
Fuente: Elaboración propia

c) **Cantera Jinchupalla**

La cantera Jinchupalla se ubica al margen Izquierdo del tramo, se tiene un acceso de 5.20 km del rio Ilave Sector Jinchupalla (Hormigón), las características que tiene este material es agregados considerado como material aluvial, las partículas se encuentran sub redondeadas o redondeadas.

Figura 40

Ubicación de cantera Jinchupalla



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17*Datos de cantera Jinchupalla*

N° 02 Cantera Jinchupalla		
Ubicación	Km 6+525	
Coordenadas UTM	N: 437,331.95	
	E: 8'222,819.51	
Acceso	5.20 Km Margen Izquierdo	
Potencia	20,000.00 m ³	
Periodo De Explotación	En Épocas Secas De Abril A Diciembre Del Año, Acumulación Con Tractor Oruga	
Profundidad De Explotación	Altura Promedio Del Corte De Talud A 1.20 M	
Material	Aluvial	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media	
Observaciones:	Esta Cantera Se Podrá Utilizar Para Mezcla De Canteras Y Para Concreto.	
	Para Relleno	No
Rendimiento	Para Sub Base Granular	85.00%
	Para Base Granular	75.00%

Fuente: Elaboración propia

4.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA BASE GRANULAR.

Ensayos de laboratorio.

Los Ensayos de laboratorio que se realizaron según el manual de carretas EG-2013, aquí se determinó las características físico-mecánicas de los agregados que se tienen en las canteras de la ciudad de Ilave, que se utilizarían para la construcción de la base granular de las carretas de la carretera Tramo III Jayu Jayu-Calacota, se realiza una comparación entre los resultados obtenidos en laboratorio con lo que especifica la norma.

Diseño de mezcla para base granular.

Se realiza la mezcla de las canteras para obtener los resultados que cumplan con las especificaciones del manual de carreteras EG-2013, por lo que se determina que se realizaron dos

propuestas, la primera es la mezcla de la cantera Cangalli y cantera Jinchupalla con porcentajes de 60% y 40% respectivamente. La segunda propuesta es la mezcla de las canteras Cangalli, cantera Jinchupalla y cantera Totorani con porcentajes de 40%, 30% y 30% respectivamente.

4.1.1. ENSAYOS DE GRANULOMETRIA Y LIMITES PARA CADA CANTERA

Análisis Granulométrico de las Canteras Independientemente

a) Cantera Cangalli

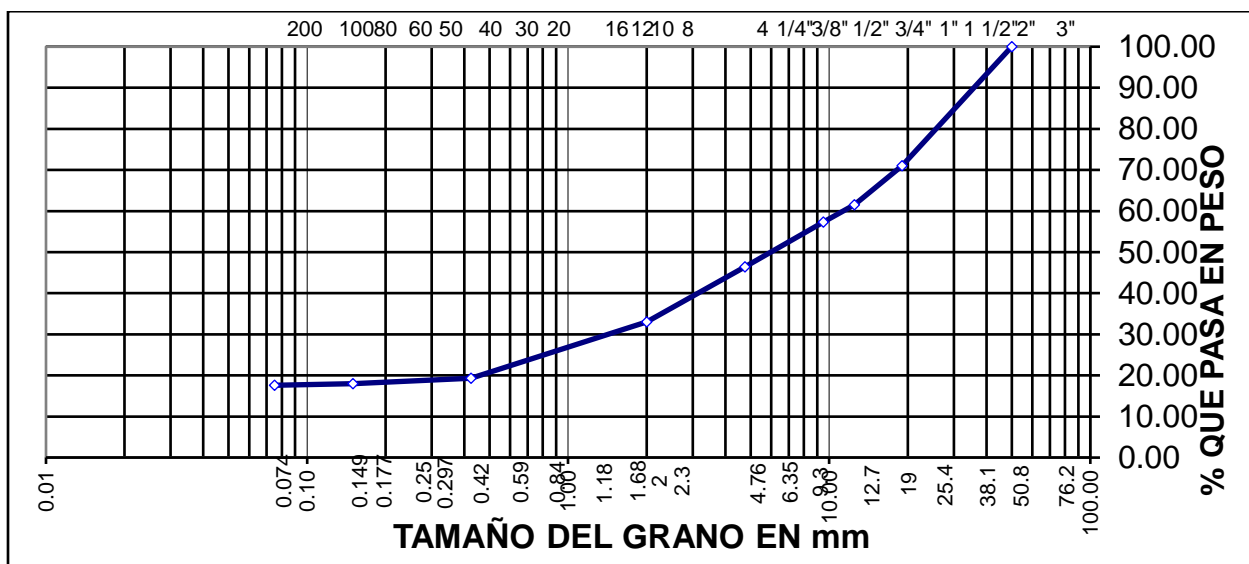
Tabla 18

Análisis granulométrico por tamizado de la cantera Cangalli

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumul	% Que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000					Peso inicial : 2,987.00 Grs
2 1/2"	63.000					Peso fracción : 1,383.40 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava : 53.60 %
1 1/2"	37.500	123.00	4.10	4.10	95.90	Arena : 28.80 %
1"	25.000	386.00	12.90	17.00	83.00	Fino : 17.60 %
3/4"	19.000	358.90	12.00	29.00	71.00	W natural : %
1/2"	12.500	284.50	9.50	38.50	61.50	
3/8"	9.500	125.60	4.20	42.70	57.30	LÍMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	325.60	10.90	53.60	46.40	L.L. : 24.92 %
No.10	2.000	398.50	13.40	67.00	33.00	L.P. : 20.63 %
No.20	0.840	198.00	6.60	73.60	26.40	I.P. : 4.29 %
No.40	0.425	210.60	7.10	80.70	19.30	
No.100	0.150	39.50	1.30	82.00	18.00	CLASIFICACIÓN
No.200	0.075	12.60	0.40	82.40	17.60	SUCS : GM-GC
<No.200		524.20	17.60	100.00		AASHTO : A-1-a(0)

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa los datos y resultados obtenidos por laboratorio.

Figura 41*Curva granulométrica-cantera Cangalli*

Fuente: Elaboración propia.

b) Cantera Totorani**Tabla 19***Análisis granulométrico por tamizado de la cantera Totorani*

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumul	% Que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000					Peso inicial : 2,145.00 Grs
2 1/2"	63.000					Peso fracción : 74.90 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava : 96.50 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Arena : 0.00 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Fino : 3.50 %
3/4"	19.000	154.60	7.20	7.20	92.80	W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	1,011.30	47.10	54.30	45.70	
3/8"	9.500	698.60	32.60	86.90	13.10	LÍMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	205.60	9.60	96.50	3.50	L.L. : 19.73 %
No.10	2.000	0.00	0.00	96.50	3.50	L.P. : NP %

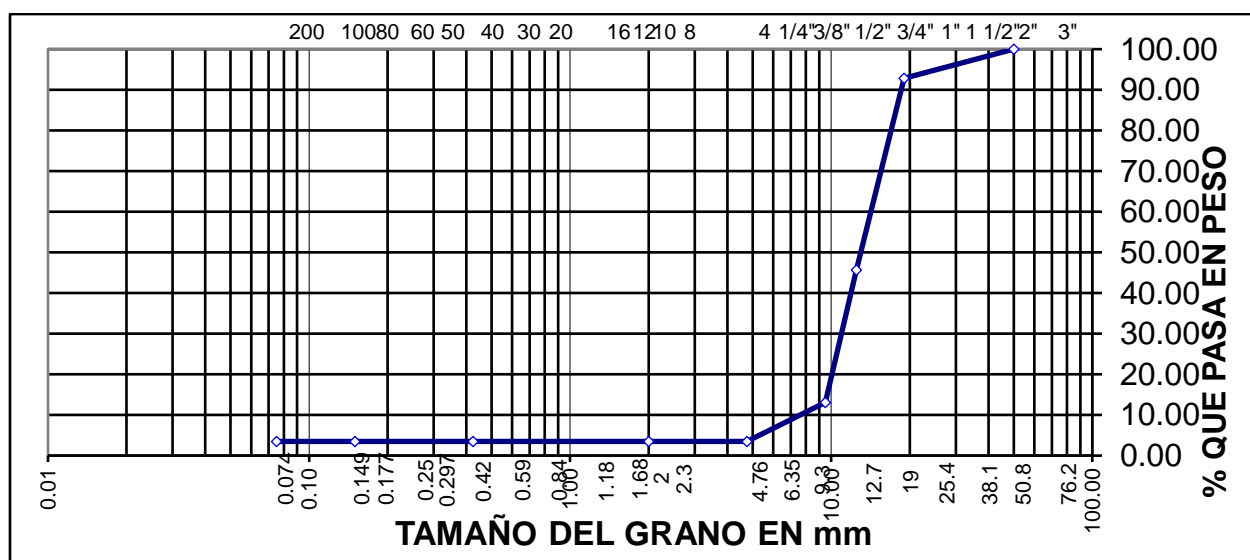
No.20	0.840	0.00	0.00	96.50	3.50	I.P.	:	NP	%
No.40	0.425	0.00	0.00	96.50	3.50				
No.100	0.150	0.00	0.00	96.50	3.50			CLASIFICACIÓN	
No.200	0.075	0.00	0.00	96.50	3.50	SUCS	:	GP	
<No.200		74.90	3.50	100.00		AASHTO	:	A-1-a(0)	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa los datos y resultados obtenidos por laboratorio.

Figura 42

Curva granulométrica-cantera Totorani



Fuente: Elaboración propia.

En la figura, se observa la curva granulométrica de la cantera Totorani

c) Cantera Jinchupalla

Tabla 20

Análisis granulométrico por tamizado de la cantera Jinchupalla

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acum.	% Que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000					Peso inicial : 2,369.00 Grs

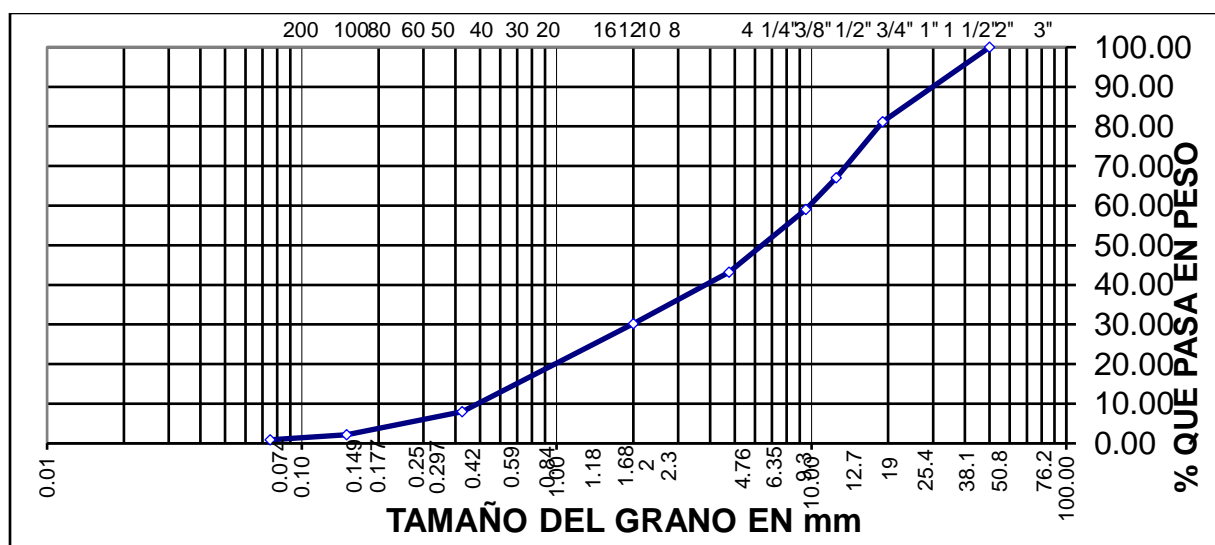
2 1/2"	63.000					Peso fracción	: 1,024.00	Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava	: 56.80	%
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Arena	: 42.10	%
1"	25.000	199.00	8.40	8.40	91.60	Fino	: 1.10	%
3/4"	19.000	247.00	10.40	18.80	81.20	W natural	: 6.82	%
1/2"	12.500	336.00	14.20	33.00	67.00			
3/8"	9.500	189.00	8.00	41.00	59.00			
						LÍMITES DE CONSISTENCIA		
No.04	4.750	374.00	15.80	56.80	43.20	L.L.	: 19.59	%
No.10	2.000	308.00	13.00	69.80	30.20	L.P.	: NP	%
No.20	0.840	207.00	8.70	78.50	21.50	I.P.	: NP	%
No.40	0.425	315.60	13.30	91.80	8.20			
No.100	0.150	138.00	5.80	97.60	2.40	CLASIFICACIÓN		
No.200	0.075	31.00	1.30	98.90	1.10	SUCS	: GP	
<No.200		24.40	1.00	99.90		AASHTO	: A-1-a(0)	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa los datos y resultados obtenidos por laboratorio.

Figura 43

Curva granulométrica-cantera Jinchupalla



Fuente: Elaboración propia.

En la figura, se observa la curva granulométrica de la cantera Jinchupalla

Límites de Atterberg de las Canteras Independientemente

d) Cantera Cangalli

Tabla 21

Límite Líquido de la cantera Cangalli

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)			
01. No.DE GOLPES		30	21
02. TARRO No.		B	G
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.	22.90	24.9
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.	20.60	22.12
05. PESO DEL AGUA	Grs.	2.30	2.78
06. PESO DEL TARRO	Grs.	11.20	11.20
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.	9.40	10.92
08. HUMEDAD	%	24.47	25.46
LÍMITE LÍQUIDO			24.92 %
		LL = Límite líquido	
LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$		Wn = % de humedad obtenido (promedio).	
		N = Número de golpes.	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el porcentaje de límite líquido.

Tabla 22

Límite plástico de la cantera Cangalli

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 110)			
01. No.DE GOLPES			
02. TARRO	No.	D	H
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.	19.00	21.70
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.	17.90	19.88
05. PESO DEL AGUA	Grs.	1.40	1.82
06. PESO DEL TARRO	Grs.	11.00	11.20
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.	6.90	8.68
08. HUMEDAD	%	20.29	20.97
LÍMITE PLÁSTICO		:	20.63 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		:	4.29 %

Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa el porcentaje de límite líquido de la cantera Cangalli; por lo tanto, el índice de plasticidad es: 4.29%

e) **Cantera Totorani**

Tabla 23

Límite Líquido de la cantera Totorani

		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)		
01. No.DE GOLPES		27	20	12
02. TARRO	No.	7	8	9
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.	35.98	34.68	33.58
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.	33.80	32.70	31.63
05. PESO DEL AGUA	Grs.	2.18	1.98	1.95
06. PESO DEL TARRO	Grs.	22.45	22.95	22.52
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.	11.35	9.75	9.11
08. HUMEDAD	%	19.21	20.31	21.41
LÍMITE LÍQUIDO			19.73	%
LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$		LL = Límite líquido Wn = % de humedad obtenido (promedio). N = Número de golpes.		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa el porcentaje de límite líquido.

Tabla 24

Límite plástico de la cantera Totorani

		LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 110)	
01. No.DE GOLPES			
02. TARRO	No.		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.		
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.		
05. PESO DEL AGUA	Grs.		
06. PESO DEL TARRO	Grs.		
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.		
08. HUMEDAD	%		
LÍMITE PLÁSTICO	:		NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	:		NP

En la figura, se observa el porcentaje de limite liquido de la cantera Totorani; por lo tanto, el índice de plasticidad es: **np**

f) Cantera Jinchupalla

Tabla 25

Límite líquido de la cantera Jinchupalla.

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)			
01. No.DE GOLPES		27	20
02. TARRO No.		4	5
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.	35.98	34.68
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.	33.80	32.70
05. PESO DEL AGUA	Grs.	2.18	1.98
06. PESO DEL TARRO	Grs.	22.45	22.95
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.	11.35	9.75
08. HUMEDAD	%	19.21	20.31
LÍMITE LÍQUIDO		19.59	%
		LL = Límite Líquido	
$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$		Wn = % de humedad obtenido (promedio).	
		N = Número de golpes.	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa el porcentaje de Límite Líquido.

Tabla 26

Limite Plástico de la cantera Jinchupalla.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 110)	
01. No.DE GOLPES	
02. TARRO	No.
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.
05. PESO DEL AGUA	Grs.
06. PESO DEL TARRO	Grs.
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.
08. HUMEDAD	%

LÍMITE PLÁSTICO	:	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	:	NP

Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa el porcentaje de límite líquido de la cantera Jinchupalla; por lo tanto, el índice de plasticidad es: **np**

4.1.2. PROPUESTAS PARA LA COMBINACIÓN DE CANTERAS POR GRANULOMETRÍA

- a) **Combinación De Cantera Jinchupalla (30%) + Cantera Cangalli (40%) + Cantera Totorani (30%)**

Tabla 27

Granulometría de la combinación 30% + 40% + 30%.

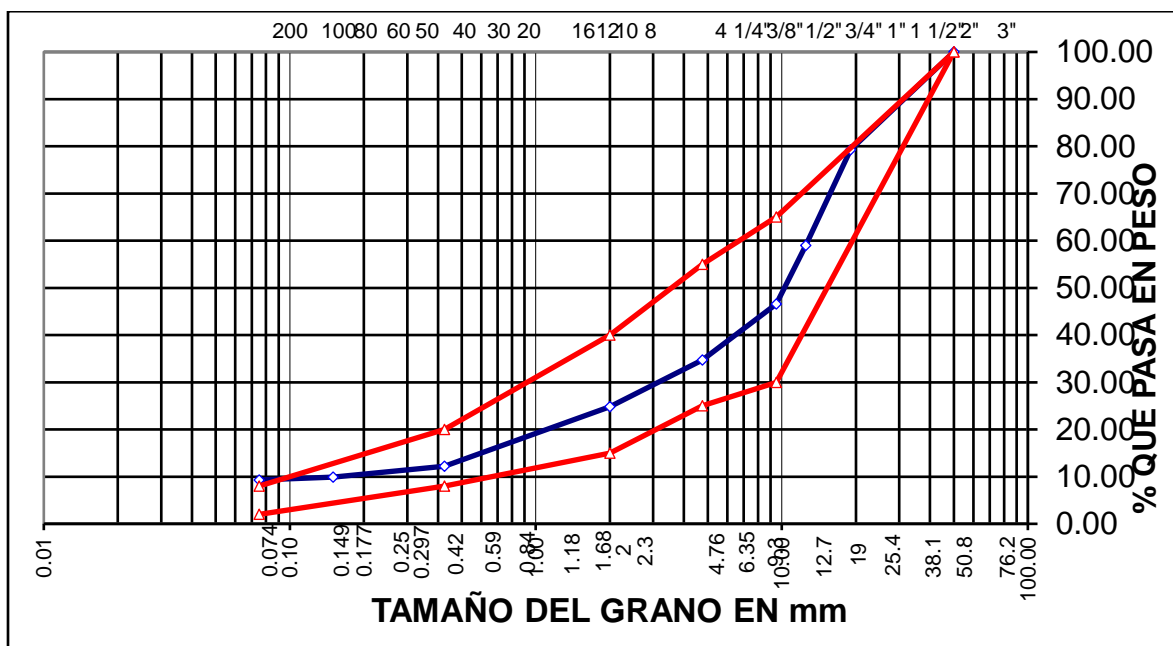
Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones		
3"	75.000		A		
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	100.00	100	-	100
3/8"	9.500	46.60	30	-	65
No.04	4.750	34.70	25	-	55
No.10	2.000	24.80	15	-	40
No.40	0.425	12.20	8	-	20
No.200	0.075	9.30	2	-	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa que en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 9.30%, el cual no cumple con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), donde se indica que el porcentaje que pasa debe estar entre el 2 y 8 %.

Figura 44

Curva granulométrica de la combinación 30% + 40% + 30%.



Fuente: Elaboración propia

En la figura las líneas rojas son las especificaciones del MTC, y se observa que en la malla N°200 está fuera de las misma; por lo que no se puede utilizar esta combinación para el diseño de la base granular.

- a) **Combinación De Cantera Jinchupalla (40%) + Cantera Cangalli (40%) + Cantera Totorani (20%).**

Tabla 28

Granulometría de la combinación 40% +40% +20%.

Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones
3"	75.000		A
2 1/2"	63.000		
2"	50.000	100.00	100 - 100
3/8"	9.500	50.60	30 - 65

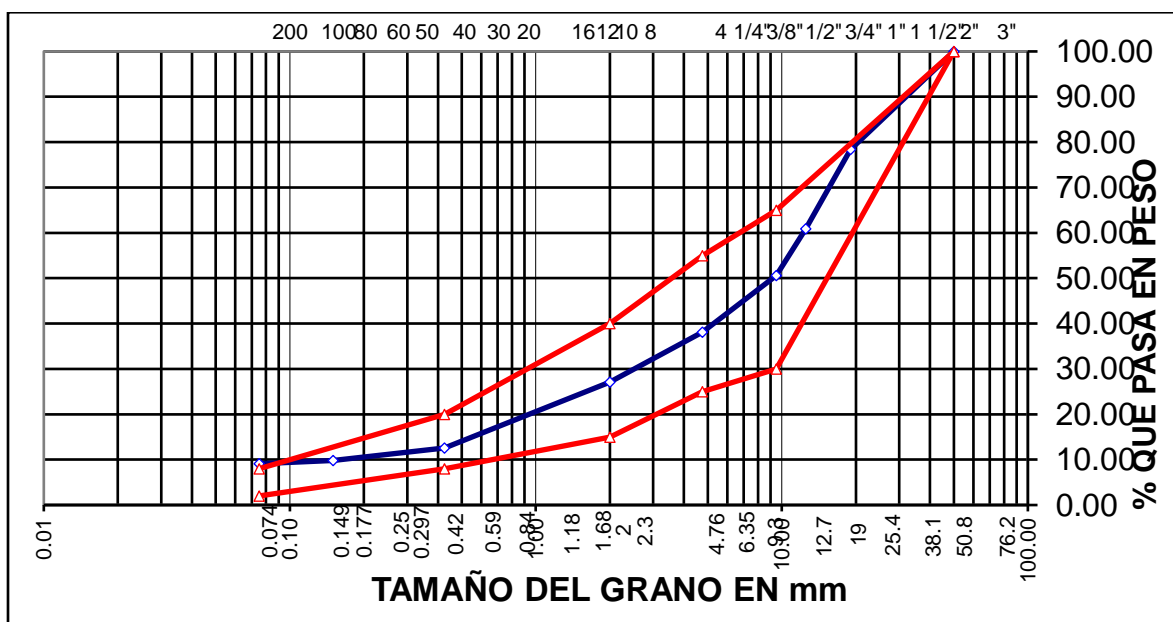
No.04	4.750	38.10	25	-	55
No.10	2.000	27.10	15	-	40
No.40	0.425	12.60	8	-	20
No.200	0.075	9.10	2	-	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 9.10%, lo cual no cumple con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), donde se indica que el porcentaje que pasa debe estar entre el 2 y 8 %.

Figura 45

Curva granulométrica de la combinación 40% + 40% + 20%.



Fuente: Elaboración propia

En la figura, las líneas rojas son las especificaciones del MTC, y se observa que en la malla N°200 está fuera de las misma; por lo que no se puede utilizar esta combinación para el diseño de la base granular.

b) Combinación De Cantera Jinchupalla (40%) + Cantera Cangalli (30%) + Cantera Totorani (30%).

Tabla 29

Granulometría de la Combinación 40% + 30% + 30%.

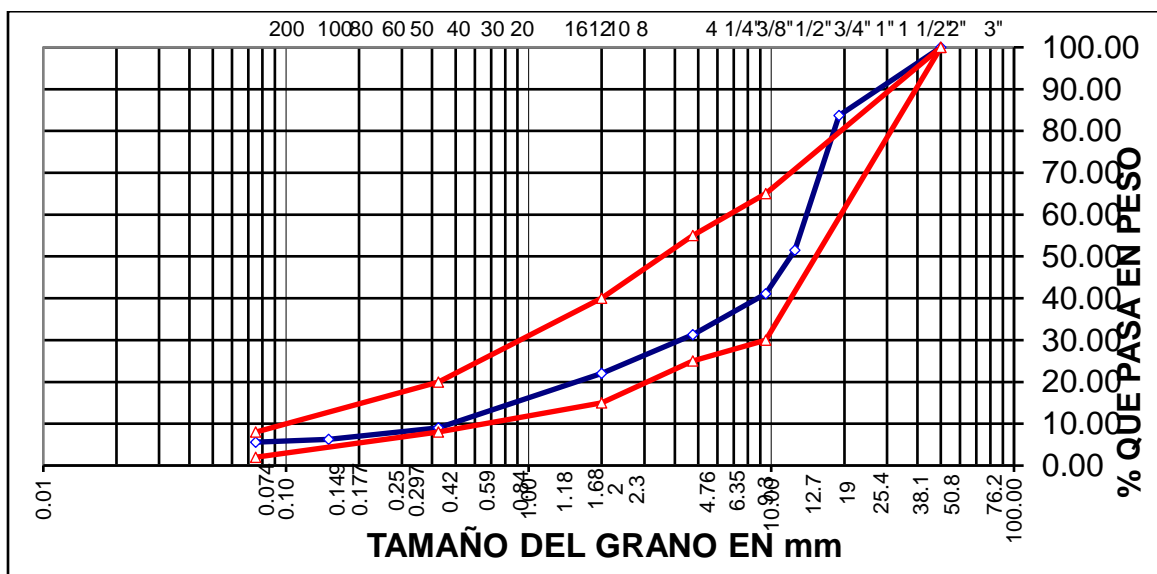
Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones		
3"	75.000		A		
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	100.00	100	-	100
3/8"	9.500	41.10	30	-	65
No.04	4.750	31.30	25	-	55
No.10	2.000	22.00	15	-	40
No.40	0.425	9.00	8	-	20
No.200	0.075	5.60	2	-	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 5.60%, lo cual cumple con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), Tabla N° 403-01 Requerimientos Granulométricos para base granular -Gradacion A, donde se indica que el porcentaje que pasa en la Malla N°200 debe estar entre el 2 y 8 %, por lo que se utilizara este diseño para determinar si cumplen con todos requerimientos exigidos por la norma.

Figura 46

Curva granulométrica de la combinación 40% + 30% + 30%.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura, las líneas rojas son las especificaciones del MTC, y se observa que en la malla N°200 está dentro de la misma; por lo que se puede utilizar esta combinación para el diseño de la base granular.

c) Combinación De Cantera Cangalli (50%) + Cantera Jinchupalla (50%)

Tabla 30

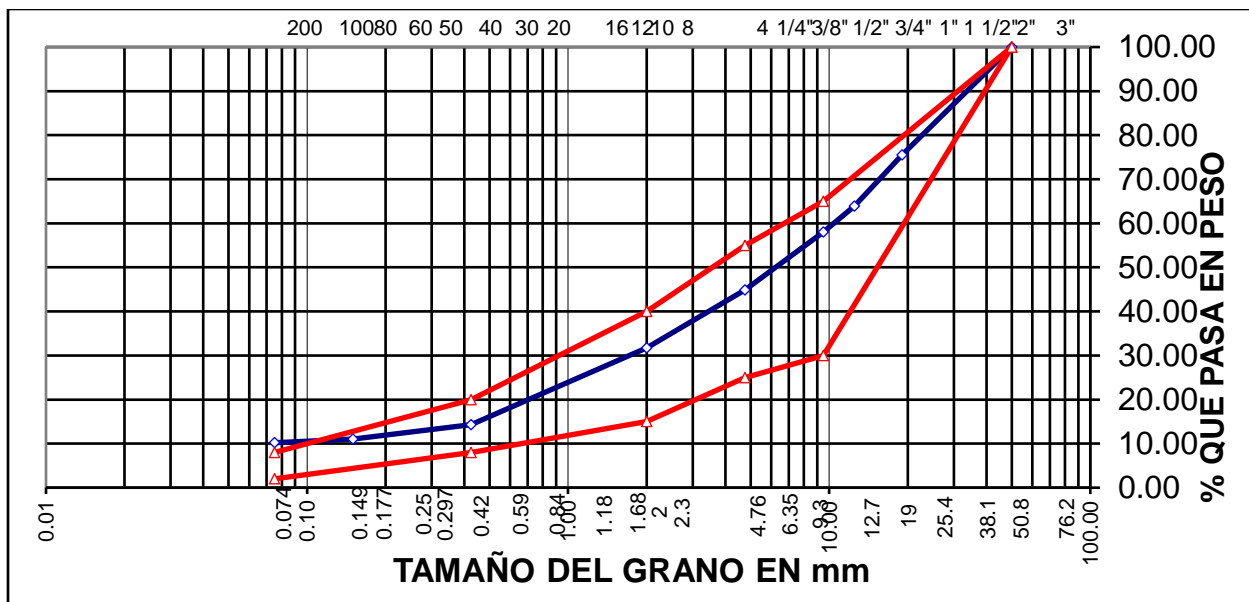
Granulometría de la Combinación 50% + 50%

Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones
3"	75.000		A
2 1/2"	63.000		
2"	50.000	100.00	100 - 100
3/8"	9.500	58.00	30 - 65
No.04	4.750	44.90	25 - 55
No.10	2.000	31.70	15 - 40
No.40	0.425	14.30	8 - 20
No.200	0.075	10.20	2 - 8

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 10.20%, lo cual no cumple con las especificaciones del MTC para base granular.

Figura 47

Curva granulométrica de la combinación 50% + 50%



Fuente: Elaboración propia

En la figura las líneas rojas son las especificaciones del MTC, y se observa que en la malla N°200 está fuera de las misma; por lo que no se puede utilizar esta combinación para el diseño de la base granular.

d) **Combinación De Cantera Cangalli (70%) + Cantera Jinchupalla (30%)**

Tabla 31

Granulometría de la combinación 70% + 30%

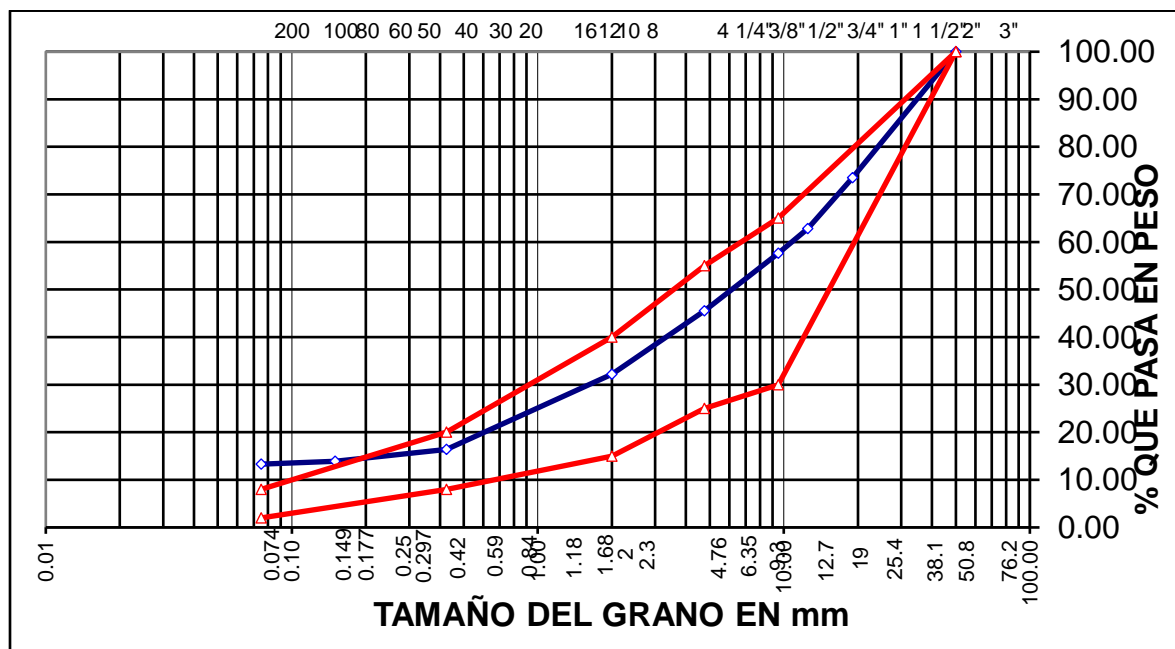
Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones		
3"	75.000		A		
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	100.00	100	-	100
3/8"	9.500	57.60	30	-	65
No.04	4.750	45.50	25	-	55
No.10	2.000	32.20	15	-	40
No.40	0.425	16.40	8	-	20
No.200	0.075	13.30	2	-	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 13.30%, lo cual no cumple con las especificaciones del MTC para base granular.

Figura 48

Curva granulométrica de la Combinación 70% + 30%



Fuente: Elaboración propia

En la figura, las líneas rojas son las especificaciones del MTC, y se observa que en la malla N°200 está fuera de las misma; por lo que no se puede utilizar esta combinación para el diseño de la base granular.

e) Combinación De Cantera Cangalli (60%) + Cantera Jinchupalla (40%)

Tabla 32

Granulometría De la Combinación 60% + 40%

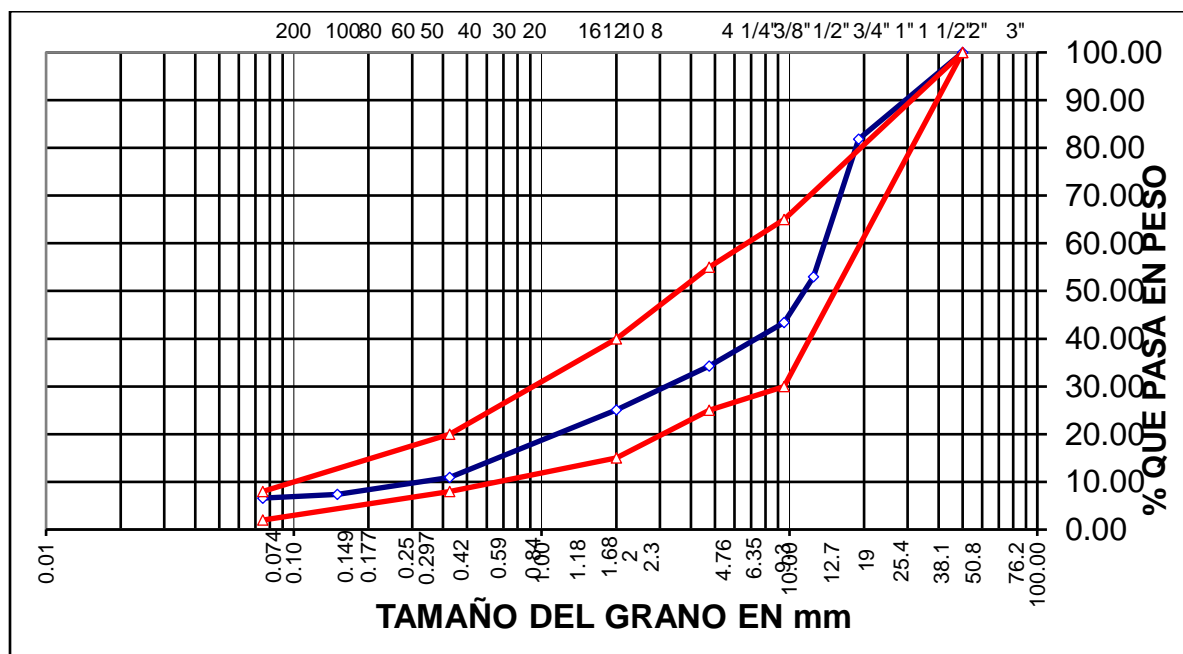
Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones		
3"	75.000		A		
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	100.00	100	-	100
3/8"	9.500	57.60	30	-	65
No.04	4.750	42.10	25	-	55
No.10	2.000	28.90	15	-	40
No.40	0.425	12.50	8	-	20
No.200	0.075	7.50	2	-	8

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 7.50%, lo cual cumple con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), Tabla N° 403-01 Requerimientos Granulométricos para base granular -Gradación A, donde se indica que el porcentaje que pasa en la Malla N°200 debe estar entre el 2 y 8 %, por lo que se utilizara este diseño para determinar si cumplen con todos requerimientos exigidos por la norma.

Figura 49

Curva granulométrica de la combinación 60% + 40%



Fuente: Elaboración propia

En la figura, las líneas rojas son las especificaciones del MTC, y se observa que en la malla N°200 está dentro de la misma, por lo que se puede utilizar esta combinación para el diseño de la base granular.

4.1.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS COMBINACION DE CANTERAS PARA BASE GRANULAR

4.1.3.1. Combinación De La Cantera Cangalli (30%) - Cantera Jinchupalla (40%) – Cantera Totorani (30%).

a) Granulometría

Tabla 33

*Análisis granulométrico por tamizado de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) -
Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).*

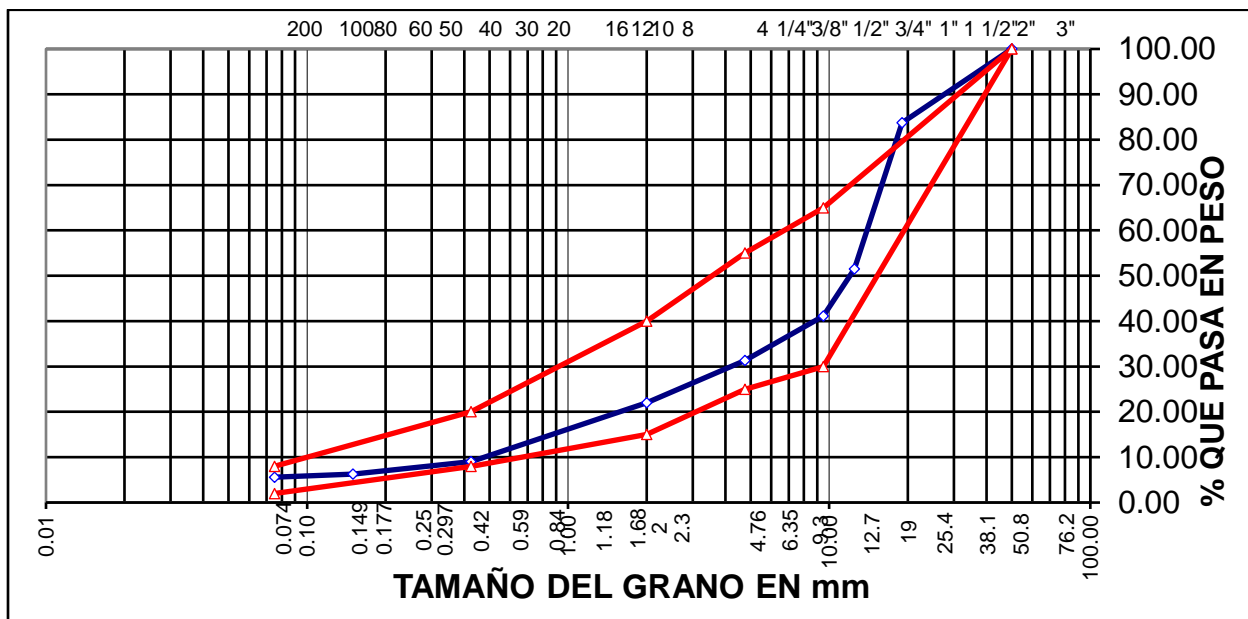
Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones		
3"	75.000		A		
2"	50.000	100.00	100	-	100
3/8"	9.500	41.10	30	-	65
No.04	4.750	31.30	25	-	55
No.10	2.000	22.00	15	-	40
No.40	0.425	9.00	8	-	20
No.200	0.075	5.60	2	-	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 5.60%, lo cual cumple con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), Tabla N° 403-01 Requerimientos Granulométricos para base granular -Gradación A, donde se indica que el porcentaje que pasa en la Malla N°200 debe estar entre el 2 y 8 %.

Figura 50

Curva granulométrica-cantera: Cangalli (30%) - Cantera Jinchupalla (40%) – Cantera Totorani (30%).



Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa la curva granulométrica de la combinación de las dos canteras.

b) Límites De Atterberg

El Límite líquido de la combinación de la cantera: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%) es NP (no plástico).

El Límite plástico de la combinación de la cantera: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%), es NP (no plástico).

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), donde se indica que el índice de plasticidad deber ser 2% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra es NP, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

c) Equivalente de arena

Tabla 34

Equivalente de arena de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).

Muestra	N°1	N°2
Hora de entrada	11:29	11:31
Hora de salida	11:39	11:41
Hora de entrada	11:41	11:44
Hora de salida	12:01	12:04
Altura de nivel material fino	4.98	4.70
Altura de nivel arena	2.38	2.25
Equivalente de Arena	47.80	47.90
Equivalente de Arena Promedio:		47.90 %

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m se indica que el equivalente de arena debe tener 45% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 47.90%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

d) Partículas con una cara fracturada

Tabla 35

Partículas con una cara fracturada de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	% DE PART. 01 CAR.FR	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRA)	
		Pr	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(11/2")	55.62	632.87	1,325
37,50mm(11/2")	25mm(1")	325.83	178.31	2,187
25mm(1")	19.0mm(3/4")	357.11	150.93	2,029
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,450.84	33.15	1,811
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	466.77	53.77	945
	TOTAL	2,656.2		8,298
% de Partículas	Fracturadas de	01 cara:	82.98 %	

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Partículas con una Cara Fracturada debe tener 80% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 82.98%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

e) **Partículas con dos caras fracturadas**

Tabla 36

Partículas son dos caras fracturadas de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	% DE PART. 02 O MAS CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(11/2")	55.62	514.20	1,077
37,50mm(11/2")	25mm(1")	325.83	144.25	1,769
25mm(1")	19.0mm(3/4")	357.11	115.37	1,551
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,450.84	30.19	1,649
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	466.77	46.49	817
	TOTAL	2,656.2		6,863
% De Partículas	Fracturadas de	02 o más Cara :	68.63%	

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Partículas con dos Cara Fractura debe tener 50% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 68.63%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

f) Abrasión los ángeles

Tabla 37

Abrasión de los Ángeles de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).

TAMICES ASTM		PESO RETENIDO DE LOS ÁNGELES			
QUE PASA	RETENIDO	100 REVOLUCIONES	500 REVOLUCIONES		
		GRADUACION "E"	GRADUACION "A"		
1 1/2"	1"		1250.00		
1"	3/4"		1250.00		
3/4"	1/2"		1,251.0		
1/2"	3/8"		1251.00		
PESO INICIAL			5002.00		
RETENIDO EN LA MALLA N°12			3562.50		
QUE PASA LA MALLA N° 12			1,439.5		
% DE PÉRDIDA			28.78%		
PÉRDIDA PROMEDIO %			28.78%		
ESFERAS		PESO GR.	5.004	Nro	12
OBSERVACIONES:		RESISTENCIA AL DESGASTE =	71.22%		
		PORCENTAJE DE PERDIDA =	28.78%		

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que el Ensayo de Abrasión de los Ángeles debe ser 40% máximo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 28.78%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

g) Partículas chatas y alargadas

Tabla 38

Partículas chatas y alargadas de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETE NIDO	% RETE NIDO	PESO PART. CHATAS Y ALARG,	% DE PART. CHATAS Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GR) Pr	(%) Ri	(GR) Pa	(GR) Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	55.62	2.09	0	0	0
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	325.83	12.27	42	12.89	158
25mm(1")	19.0mm(3/4")	357.11	13.44	33	9.24	124
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1450.84	54.62	49	3.38	184
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	466.77	17.57	56	12	211
		2656.2	100			
% de Partículas chatas y Alargadas promedio:				6.78%		

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Partículas Chatas y Alargadas debe tener 15% máximo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 6.78%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

h) Sales solubles totales

Tabla 39

Resultados de ensayo de sales solubles de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).

MUESTRA	BASE-MEZCLA: CANTERA CANGALLI 60% - CANTERA JINCHUPALLA 40%	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCIÓN	-	-
PESO DE LA TARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCION	150	150
PESO DE SALES	0.035	0.04
% DE SALES	0.0233	0.0267
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.025	

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso y Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Sales Solubles deben ser 0.5% máximo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 0.025%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

i) Durabilidad al sulfato de magnesio

Tabla 40

Durabilidad al sulfato de magnesio de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) –Totorani (30%).

PASADA EN MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS
1"	1/2"	50.71	1004.2	6.27	2.14
3/4"	3/8"	34.05	674.3	8.75	2.98
3/8"	N° 04	15.24	301.9	19.97	3.04
TOTALES:					8.16

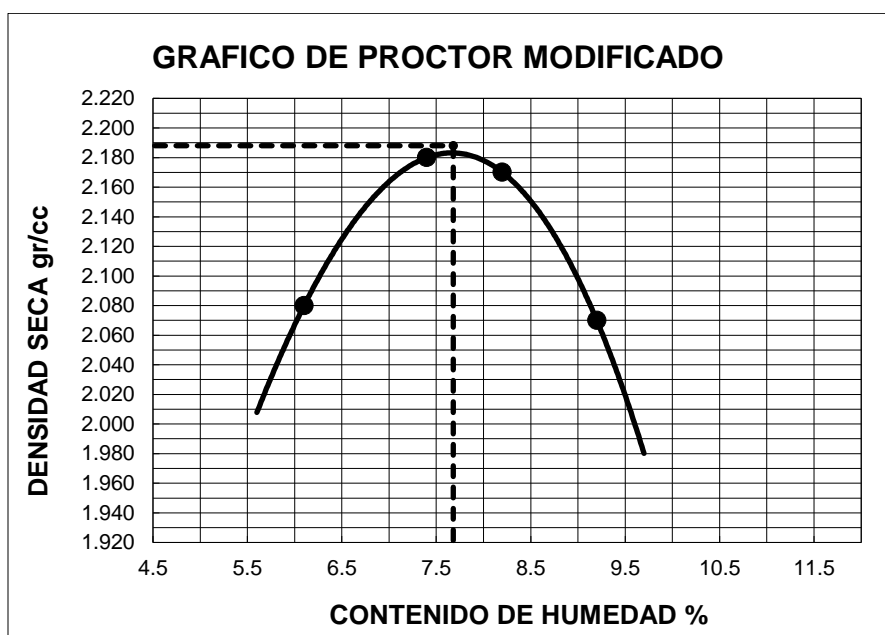
Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso y Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Durabilidad al Magnesio deben ser 18% y 15% máximo respectivamente, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 8.16%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

j) Proctor modificado

Figura 51

Gráfico de Proctor modificado de la combinación de las canteras: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – C Totorani (30%).



Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa la curva granulométrica de la combinación de las dos canteras.

Los resultados obtenidos en el ensayo de Proctor modificado son:

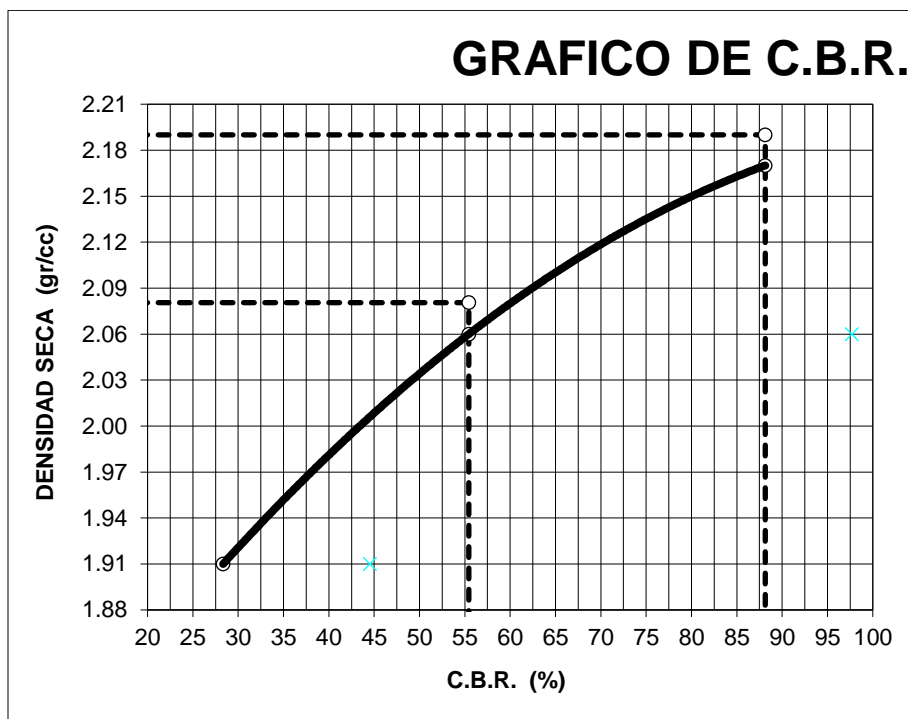
Máxima densidad seca=2.188gr/cm³

Contenido de humedad optima= 7.68 %

k) Valor Relativo de Soporte (CBR)

Figura 52

Gráfico del CBR de la combinación de la cantera: Cangalli (30%) - Jinchupalla (40%) – Totorani (30%).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se observa el gráfico del CBR, obteniendo como resultados:

CBR 01" AL 100% = **91.00%**

CBR 01" AL 95% M.D.S. = **55.40 %**

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.02, se indica que el Valor Relativo de Soporte CBR (1), para tráfico en ejes equivalentes es de 80% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 91.00%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

4.1.3.2. Combinación De La Cantera Cangalli (60%) + Cantera Jinchupalla (40%)

a) Granulometría

Tabla 41

Análisis granulométrico por tamizado de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) + Jinchupalla (40%).

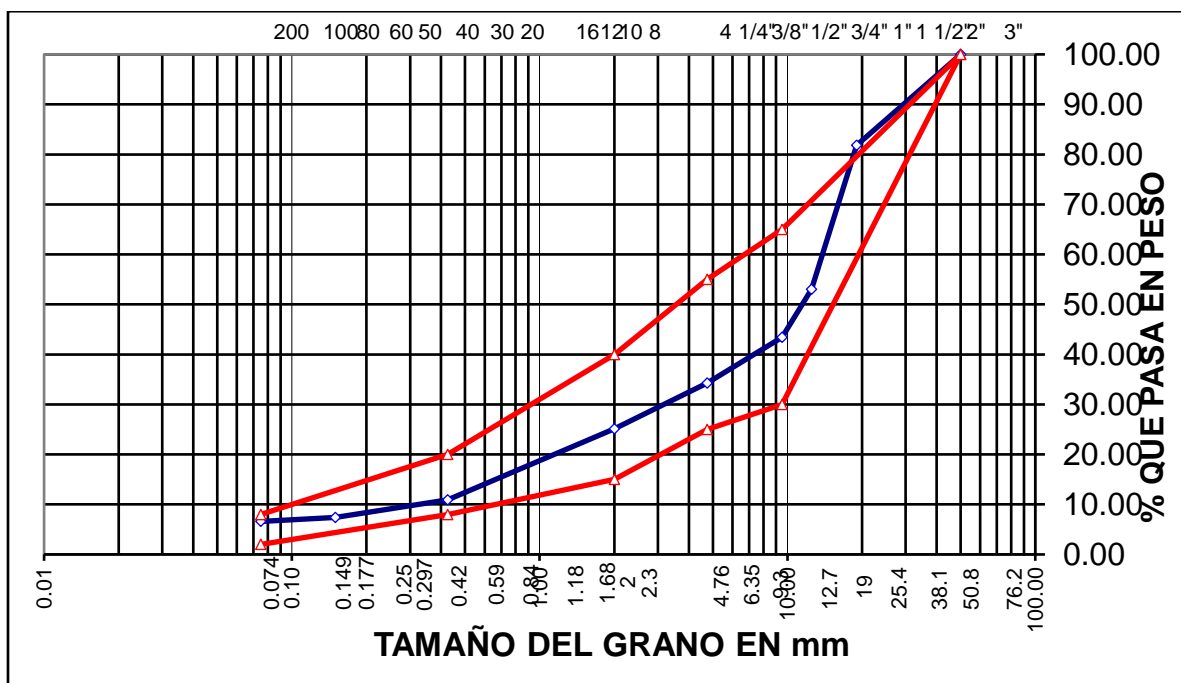
Tamices ASTM	Abertura mm	% Que Pasa	Especificaciones		
3"	75.000		A		
2 1/2"	63.000				
2"	50.000	100.00	100	-	100
3/8"	9.500	43.40	30	-	65
No.04	4.750	34.30	25	-	55
No.10	2.000	25.10	15	-	40
No.40	0.425	10.90	8	-	20
No.200	0.075	6.60	2	-	8

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa en la malla N°200 el porcentaje que pasa es de 6.60%, lo cual cumple con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), Tabla N° 403-01 Requerimientos Granulométricos para base granular -Gradación A, donde se indica que el porcentaje que pasa en la Malla N°200 debe estar entre el 2 y 8 %.

Figura 53

Curva Granulométrica de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) y Jinchupalla (40%).



Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa la curva granulométrica de la combinación de las dos canteras.

b) Límites De Atterberg

El Límite Líquido De La Combinación de las Cantera Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%), es NP (no plástico).

El Límite Plástico De La Combinación de las Cantera Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%), es NP (no plástico).

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), donde se indica que el índice de plasticidad deber ser 2% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra es NP, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

c) **Equivalente de arena**

Tabla 42

Equivalente de arena de la Combinación de las Canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	09:30	09:32	09:34
Hora de salida	09:40	09:42	09:44
Hora de entrada	09:41	09:43	09:45
Hora de salida	10:01	10:03	10:05
Altura de nivel material fino	7.20	7.25	7.10
Altura de nivel arena	3.35	3.40	3.20
Equivalente de Arena	46.50	46.90	45.10
Equivalente de Arena Promedio:	46.20 %		

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que el equivalente de arena debe tener 45% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 46.20%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

d) **Partículas con una cara fracturada**

Tabla 43

Partículas con una cara fracturada de la Combinación de las Canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	% DE PART. 01 CAR. FR.		
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRA)		
		Pr	Li	Li X Ri	
50mm(2")	37,50mm(11/2")	182.95	189.67	1,321	
37,50mm(11/2")	25mm(1")	202.63	266.99	2,060	
25mm(1")	19.0mm(3/4")	459.31	124.97	2,186	
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,335.35	35.57	1,809	
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	445.61	59.92	1,017	
	TOTAL	2,625.90		8,393	
% de Partículas Fracturadas de 01 Cara:			83.93 %		

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Partículas con una Cara Fractura debe tener 80% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 83.93%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

e) Partículas con dos caras fracturadas

Tabla 44

Partículas son dos caras fracturadas de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	% DE PART. 02 O MÁS CARAS		
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRA)		
		Pr	Li	Li X Ri	
50mm(2")	37,50mm(11/2")	182.95	129.54	903	
37,50mm(11/2")	25mm(1")	202.63	166.31	1,283	
25mm(1")	19.0mm(3/4")	459.31	92.53	1,619	
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,335.35	31.6	1,607	
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	445.61	50.27	853	
	TOTAL	2,625.90		6,265	
% de Partículas Fracturadas de 02 O Mas Caras:			62.65%		

Fuente: Elaboración Propia.

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Partículas con dos Cara Fractura debe tener 50% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 62.65%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

f) Abrasión los ángeles

Tabla 45

Abrasión de los ángeles de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

TAMICES ASTM		PESO RETENIDO DE LOS ÁNGELES		
QUE PASA	RETENIDO	100 REVOLUCIONES	500 REVOLUCIONES	
		GRADUACION "E"	GRADUACION "A"	
1 1/2"	1"		1265.00	
1"	3/4"		1256.00	
3/4"	1/2"		1,256.0	
1/2"	3/8"		1252.00	
PESO INICIAL			5029.00	
RETENIDO EN LA MALLA N°12			3175.00	
QUE PASA LA MALLA N° 12			1,853.5	
% DE PÉRDIDA			3686%	
PÉRDIDA PROMEDIO %			3686%	
ESFERAS		PESO GR.	416.7	Nro.
				12
OBSERVACIONES:	RESISTENCIA	AL DESGASTE=	63.14%	
	PORCENTAJE	PERDIDA =	36.86%	

Fuente: Elaboración Propia.

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que el Ensayo de Abrasión de los Ángeles debe ser 40% máximo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 36.86%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

g) Partículas chatas y alargadas

Tabla 46

Partículas chatas y alargadas de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	% RETENIDO	PESO PART. CHATAS Y ALARG,	% DE PART. CHATAS Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GR)	(%)	(GR)	(GR)	Li X Ri
		Pr	Ri	Pa	Li	
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	182.95	6.97	0	0	0
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	202.63	7.72	59	29.12	225
25mm(1")	19.0mm(3/4")	459.31	17.49	47	10.23	179
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,335.35	50.85	56	4.19	213
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	445.61	16.97	75	16.83	286
		2,625.90	100			
% de Partículas chatas y Alargadas promedio:				9.03%		

Fuente: Elaboración propia.

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Partículas Chatas y Alargadas debe tener 15% máximo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 9.03%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

h) Sales solubles totales

Tabla 47

Resultados de ensayo de sales solubles de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

MUESTRA	BASE-MEZCLA: CANTERA CANGALLI 60% - CANTERA JINCHUPALLA 40%	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCION	-	-
PESO DE LA TARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCION	150	150
PESO DE SALES	0.08	0.07
% DE SALES	0.0400	0.0433
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.0417	

Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso y Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Sales Solubles deben ser 0.5% máximo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 0.0417%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

i) Durabilidad al sulfato de magnesio

Tabla 48

Durabilidad al sulfato de magnesio de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%).

PASADA EN MALLAS	RETENID O EN MALLAS	ESCALONAD O LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONE S ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDID A DESPUE S DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDA S
1"	1/2"	50.71	1010	8.36	2.83
3/4"	3/8"	34.05	672.5	12.04	4.08
3/8"	N° 04	15.24	304.5	22.53	3.45
TOTALES:					10.36

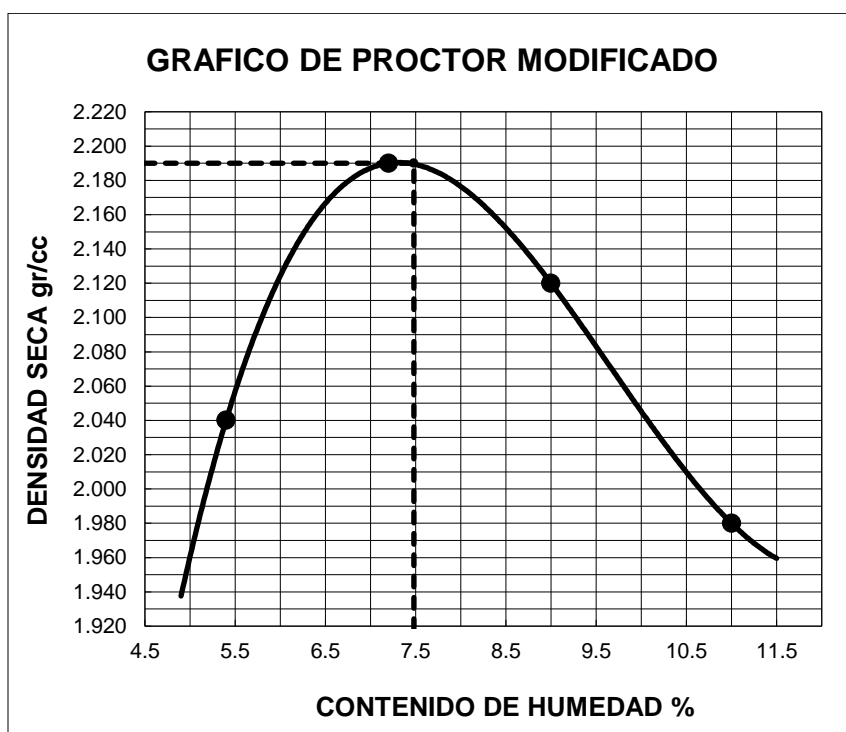
Fuente: Elaboración propia

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso y Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, se indica que las Durabilidad al Magnesio deben ser 18% y 15% máximo respectivamente, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 10.36%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

j) Proctor modificado

Figura 54

Gráfico de Proctor modificado de la combinación de las canteras: Cangalli (60%) y Jinchupalla (40%).



Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa la curva granulométrica de la combinación de las dos canteras.

Los resultados obtenidos en el ensayo de Proctor modificado son:

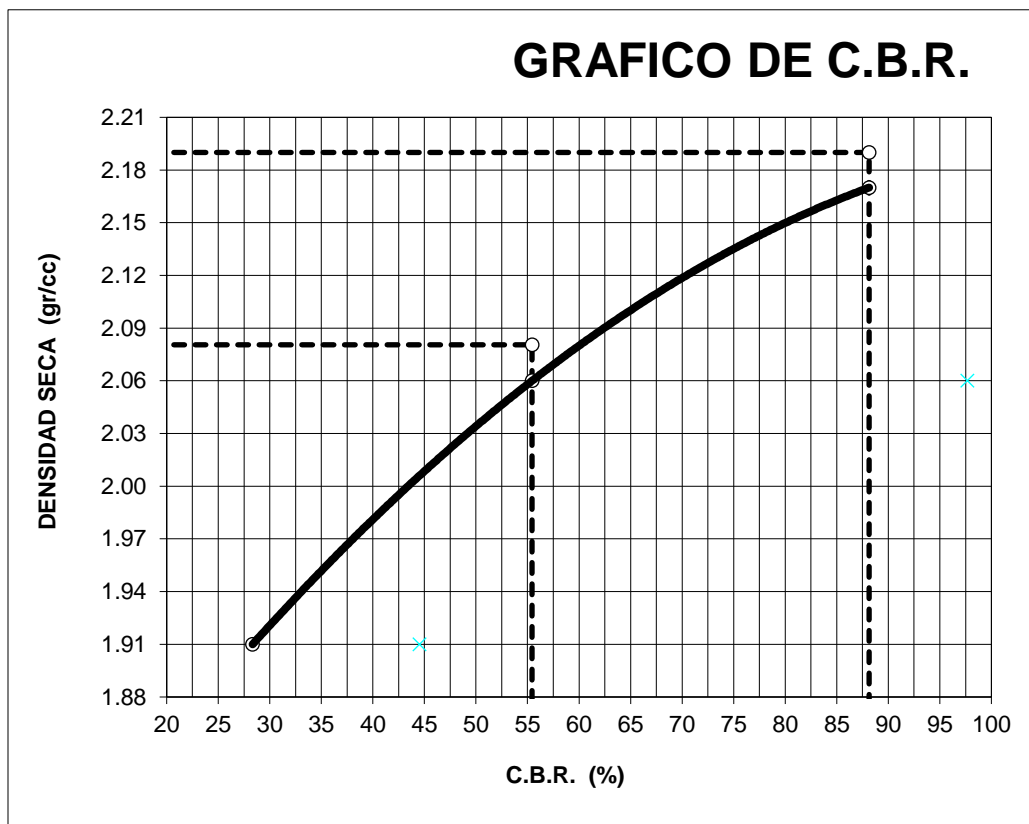
Máxima densidad seca=2.190gr/cm³

Contenido de humedad óptima= 7.48 %

k) Valor Relativo de Soporte (CBR)

Figura 55

Gráfico del CBR de la combinación de la cantera: Cangalli (60%) y Jinchupalla (40%).



Fuente: elaboración propia.

En la figura se observa el gráfico del CBR, obteniendo como resultados:

CBR 01" AL 100% = **88.1%**

CBR 01" AL 95% M.D.S. = **55.4%**

Según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.02, se indica que el Valor Relativo de Soporte CBR (1), para tráfico en ejes equivalentes es de 80% mínimo, en los ensayos se determina que la muestra tiene un resultado de 88.10%, por lo que cumple con la especificación del EG-2013.

4.1.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS POR LABORATORIO CON LA NORMA DEL MTC PARA BASE GRANULAR.

4.1.4.1. Análisis Granulométrico

Tabla 49

Comparación de análisis granulométrico de resultados obtenidos por laboratorio con el manual de carreteras EG-2013.

Tamiz	Aberturas	Especificaciones - Norma Gradación A	Combinación de Canteras		Observaciones
			Cangalli (40%) - Jinchupalla (30%) - Totorani (30%)	Cangalli (60%) - Jinchupalla (40%)	
ASTM	mm	% que pasa	% que pasa	% que pasa	
2"	50	100	100	100	cumple
1"	25		91.6	91.7	cumple
3/8"	9.5	30 - 65	41.1	43.4	cumple
No.04	4.75	25 - 55	31.3	34.3	cumple
No.10	2	15 - 40	22	25.1	cumple
No.40	0.425	8 - 20	9	10.9	cumple
No.200	0.075	2 - 8	5.6	7.5	cumple

Fuente: Elaboración propia

Se realiza la comparación de los resultados obtenidos en laboratorio de las dos combinaciones de cantera que se propone, los cuales cumplen con las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares), Tabla N° 403-01 Requerimientos Granulométricos para base granular -Gradación A. por lo tanto las dos combinaciones cumplen con la norma.

4.1.4.2. Requerimiento Del Agregado Grueso Y Fino

Tabla 50

Comparación de requerimientos de agregado grueso y fino de resultados obtenidos por laboratorio con el manual de carreteras EG-2013.

Ensayo	Requerimientos >- 3000 M.S.N.M.	Canteras: Cangalli (40%)- Jinchupalla (30%)- Totorani (30%) %	Canteras: Cangalli (60%)- Jinchupalla (40%) %	Observaciones
Agregado Grueso				
Partículas Con Una Cara Fracturada	80 % min.	82.98	83.93	cumple
Partículas Con Dos Caras Fracturadas	50 % min.	68.63	62.65	cumple
Abrasión Los Ángeles	40 % máx.	28.78	36.86	cumple
Partículas Chatas Y Alargadas	15 % máx.	6.78	9.03	cumple
Sales Solubles Totales	0.50 % máx.	0.025	0.0417	cumple
Durabilidad Al Sulfato De Magnesio	18 % máx.	8.16	10.36	cumple
Agregado Fino				
Índice Plástico	2% min.	NP	NP	cumple
Equivalente De Arena	45% min.	47.9	46.2	cumple
Sales Solubles	0.50 % máx.	0.025	0.0417	cumple
Durabilidad Al Sulfato De Magnesio	15%	8.16	10.36	cumple
CBR al 100%	80% min	91	88.1	cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 52, se observan los resultados de todos los ensayos realizados a las dos propuestas y según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.03 Requerimiento de Agregados Grueso y Tabla N°403.04 Requerimiento de Agregados Fino para alturas mayores a 3000 m.s.n.m, por lo tanto, ambas canteras cumplen con la norma.

según las especificaciones del EG-2013 Sección 403 (bases granulares) Tabla N°403.02 el porcentaje de CBR mínimo al 100% es de 80% mínimo, los ensayos de laboratorio que se realizaron para la primera propuesta de la Cantera Cangalli (40%) - Cantera Jinchupalla (30%) - Cantera Totorani (30%) es de 91.00 %, y para la segunda propuesta de la Cantera Cangalli (60%) - Cantera Jinchupalla (40%) es de 88.10% por lo tanto, ambas combinaciones cumplen con lo establecido en la norma.

4.1.5. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE EXPLOTACION DE CANTERAS

Figura 56

Diagrama de explotación de Cantera Cangalli



Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Diagrama de explotación de Cantera Totorani



Fuente: Elaboración propia

Figura 58

Diagrama de explotación de Cantera Jinchupalla

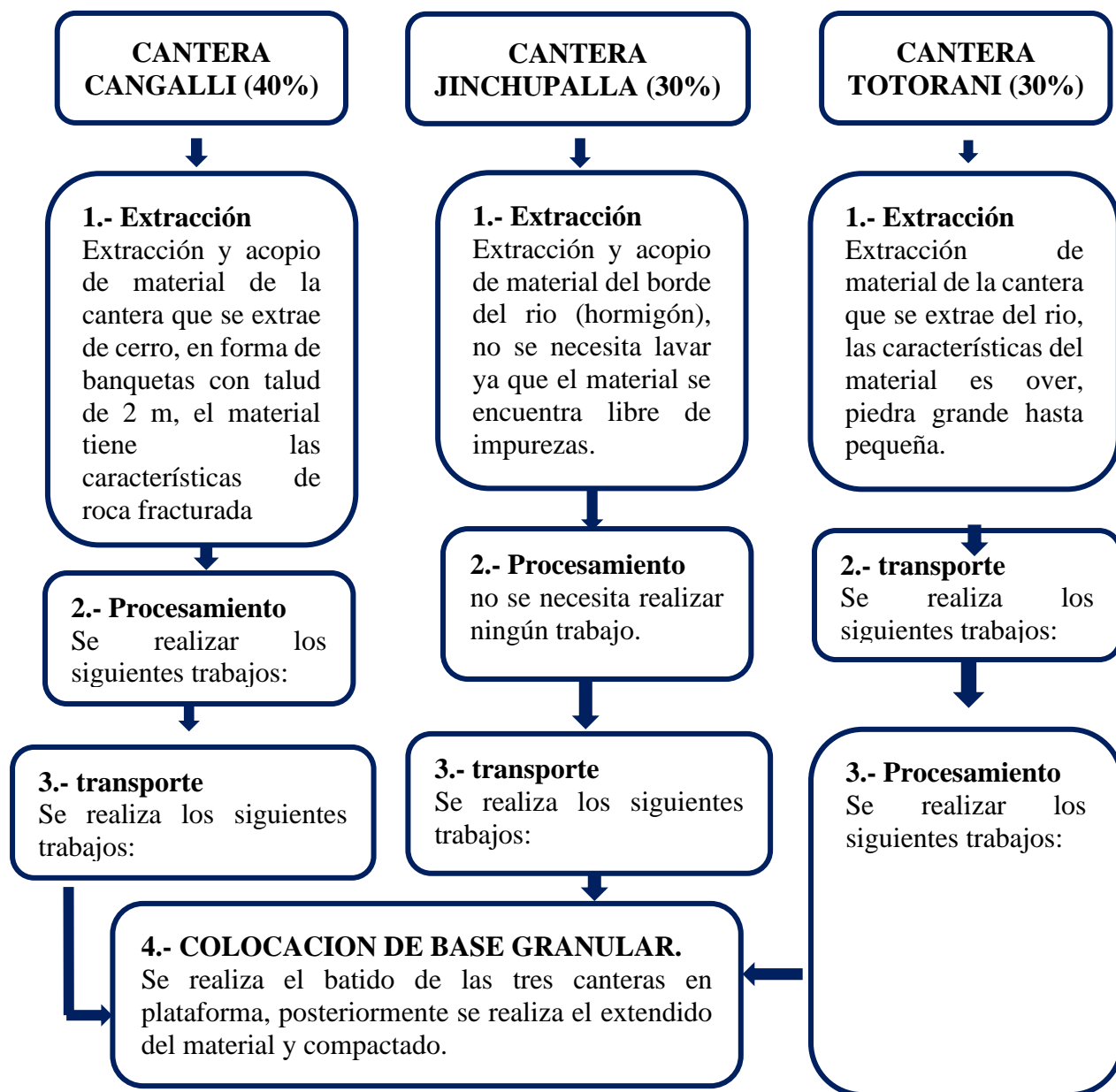


Fuente: Elaboración propia

4.1.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE COMBINACIÓN DE CANTERAS PARA EXPLOTACIÓN

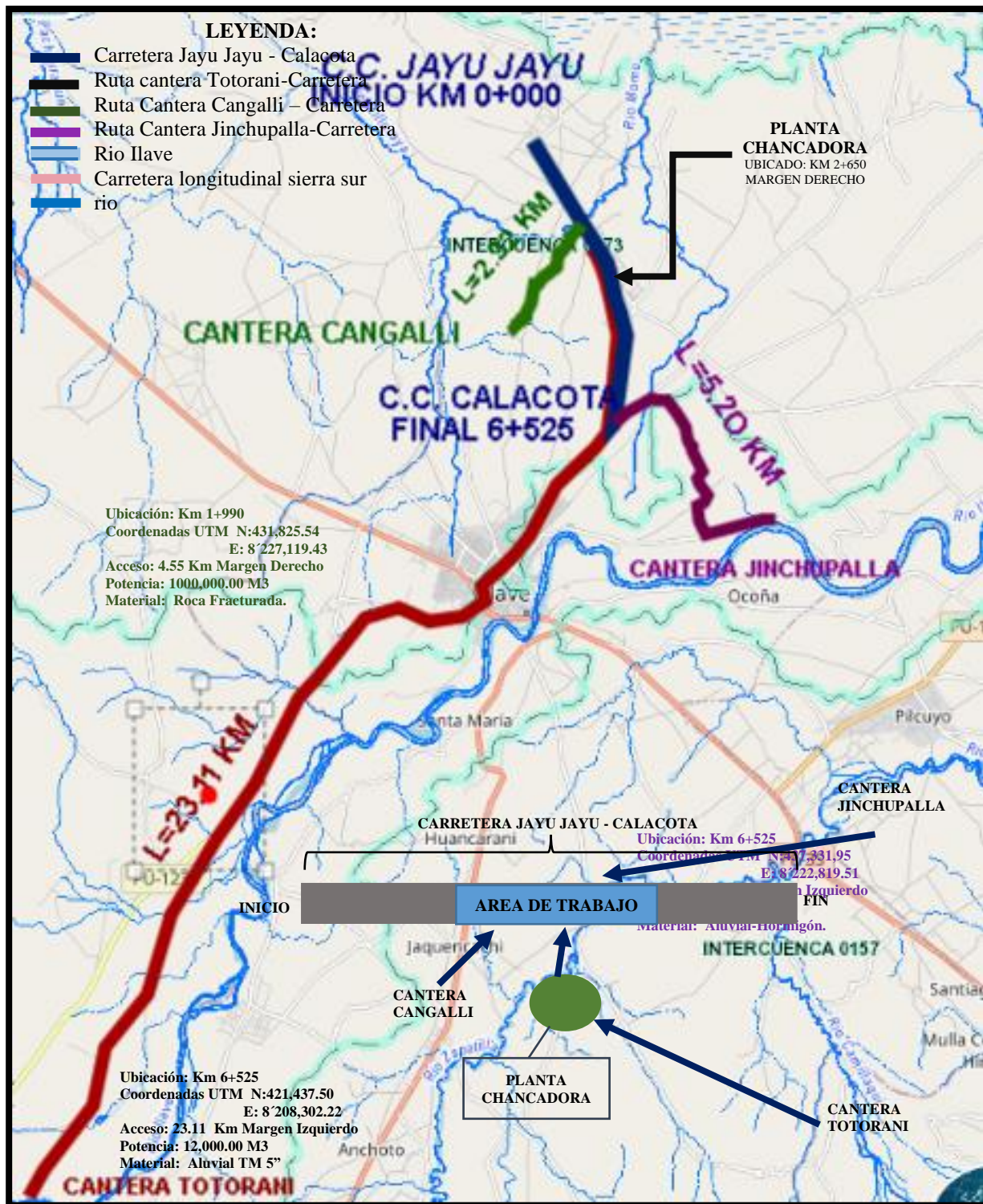
4.1.6.1. Cantera Cangalli - Cantera Jinchupalla - Cantera Totorani

Figura 59 Diagrama de flujo de procesos de explotación de la primera propuesta



Fuente: Elaboración propia

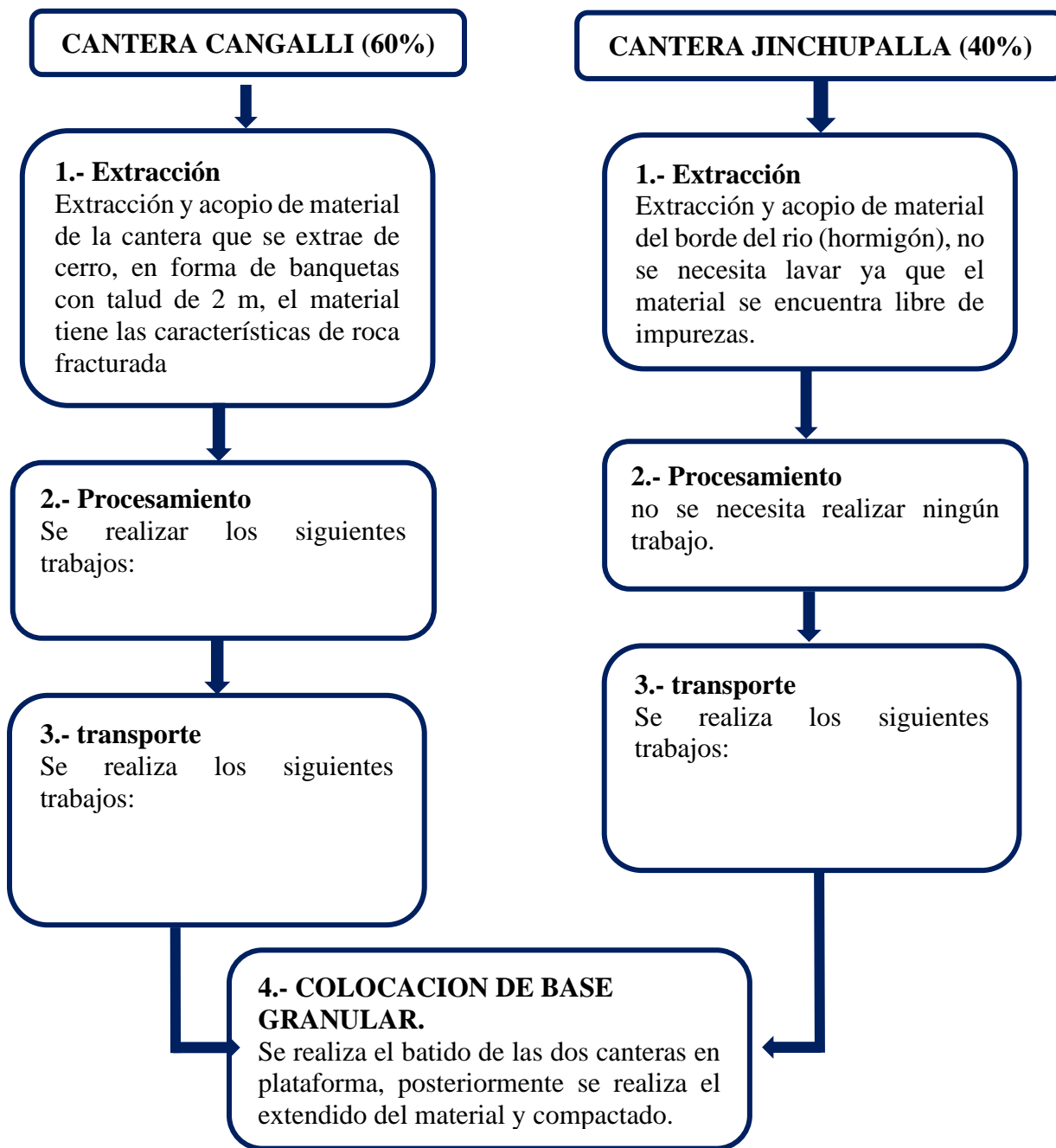
Figura 60 Diagrama de Cantera de la Primera Propuesta



Fuente: Elaboración propia

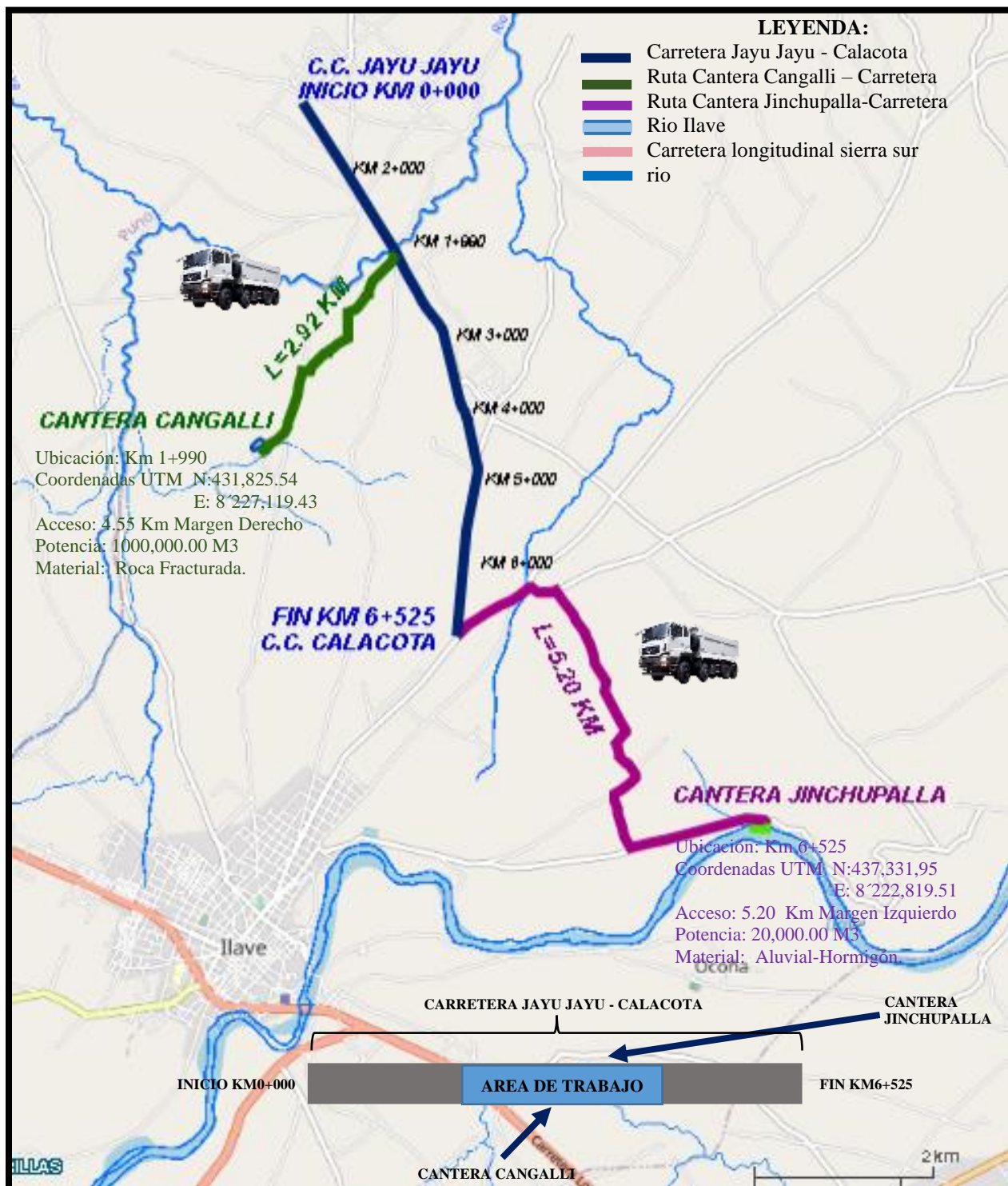
4.1.6.2. Cantera Cangalli - Cantera Jinchupalla

Figura 61 Diagrama Del Proceso De Explotación De La Segunda Propuesta



Fuente: Elaboración propia

Figura 62 Diagrama de la combinación de la Segunda Propuesta



Fuente: Elaboración propia

4.2. RENDIMIENTOS DE PRODUCCION DE LAS CANTERAS

4.2.1. Cálculo Del Rendimiento De Transporte

Tabla 51

Rendimiento de transporte de material granular $D \leq 1KM$ y $D > 1KM$.

BASES DE CALCULO	UND	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	
		D \leq 1km	D $>$ 1km
DISTANCIA MEDIA PONDERADA	km	1.00	1.00
VELOCIDAD CARGADO	km/h	15	20
VELOCIDAD DESCARGADO	km/h	20	25
TIEMPO DE CARGA	min	7.58	
TIEMPO DE DESCARGA	min	2.00	
TIEMPO RECORRIDO CARGADO	fórmula	60 d / 15	60 d / 20
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO	fórmula	60 d / 20	60 d / 25
TIEMPO RECORRIDO	min	7.00	5.40
CICLO	fórmula	9.58 + 7.00d	0.00 + 5.40d
CICLO	min	16.58	5.40
TIEMPO TRABAJADO POR DIA	min	480	480
EFICIENCIA	%	90.00%	90.00%
TIEMPO UTIL TRABAJADO	min	432	432
VOLUMEN DEL VOLQUETE	m ³	15	15
VOLUMEN DEL CAMION CISTERNA	gln		
RENDIMIENTO DEL CARGADOR	m ³ /día	950	
INCIDENCIA DEL CARGADOR	hm	0.411	
NÚMERO DE VIAJES AL DÍA	u	26	80
VOLUMEN TRANSPORTADO POR DÍA	m ³	390	1200
ESPONJAMIENTO		1.20	1.20
RENDIMIENTO	m³/día	325.00	1,000.00
RENDIMIENTO	Km-m³/día		

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de los rendimientos de transporte de material granular, se toma en consideración los expedientes técnicos de Provias que son elaborados para la región de Puno.

Teniendo como resultados para el Transporte de Material Granular ≤ 1 km de 325.00 km-m³/día y para el Transporte de Material Granular > 1 km de 1,000.00 km-m³/día

4.2.2. Cálculo de rendimientos de conformación de base granular.

Para el cálculo del rendimiento de esta partida se revisó los expedientes técnicos de Provias que se tienen en la región de Puno, posteriormente se tomará un promedio.

Figura 63

Obra: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani; Tramo: Colpahuayco-Langui.

Partida	403.A	BASES GRANULARES		Costo unitario directo por : m3				99.81
Rendimiento	m3/DIA	MO. 345.0000	EQ. 345.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0928	16.21	1.50		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0232	29.30	0.68		
	Equipos							2.18
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.18	0.11		
910312020126	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0232	140.00	3.25		
910312020140	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0232	220.29	5.11		
	Subpartidas							8.47
910304110129	AGUA PARA RELLENOS	m3		0.1200	15.54	1.86		
910309010129	MATERIAL PARA BASE GRANULAR	m3		1.2000	72.75	87.30		
	Total							89.16

Fuente: Provias nacional

Figura 64

Obra: Mejoramiento de la carretera (PU 135) Checca - Mazocruz, provincia del El Colla -Puno.

Partida	403.A	BASES GRANULARES						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 303.0000	EQ. 303.0000			Costo unitario directo por : m3		57.09
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra							
0147010004	PEON			hh	4.0000	0.1056	14.72	1.55
0147010031	CAPATAZ "A"			hh	1.0000	0.0264	25.75	0.68
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	2.23	0.11
910312020125	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			hm	1.0000	0.0264	147.87	3.90
910312020140	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP			hm	1.0000	0.0264	202.03	5.33
	Subpartidas							9.34
910304110101	AGUA PARA LA OBRA					0.1200	24.90	2.99
910309010102	MATERIAL DE BASE					1.2000	35.44	42.53
								45.52

Fuente: Provias nacional

Tabla 52

Promedio de rendimientos de bases granulares.

OBRA	RENDIMIENTO
	M3/DIA
Rehabilitación Y Mejoramiento De la Carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani; Tramo: Colpahuayco-Langui.	345.00
Mejoramiento De La Carretera (PU 135) Checca - Mazocruz, Provincia Del El Colla -Puno.	303.00
rendimiento promedio=	324.00

Fuente: Elaboración propia

Considerando que el batido de los materiales se realiza en la plataforma, el rendimiento se reducirá en un 30%, por lo que se considera un rendimiento de 226.80 m3/día.

4.2.3. Cálculo De Metrados Para la Conformación De Base Granular Y Transporte.

4.2.3.1. Metrados Para la Propuesta N° 01.

Tabla 53

Resumen de metrados de la propuesta N°01

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
01.00	OBRAS PRELIMINARES		
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB	1.00
01.00	BASE GRANULAR		
01.01	BASE GRANULAR	M3	10,331.38
02.00	TRANSPORTE		
02.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES ≤1 KM	M3-KM	10,847.93
02.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3-KM	47,442.85

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Metrados Para la Propuesta N°02

Tabla 54

Resumen de metrados de la propuesta N°02

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
01.00	BASE GRANULAR		
01.01	BASE GRANULAR	M3	10,331.38
02.00	TRANSPORTE		
02.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES ≤1 KM	M3-KM	10,847.93
02.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3-KM	57,110.52

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Duración de las Propuestas

4.2.4.1. Para la Propuesta N°01.

Tabla 55

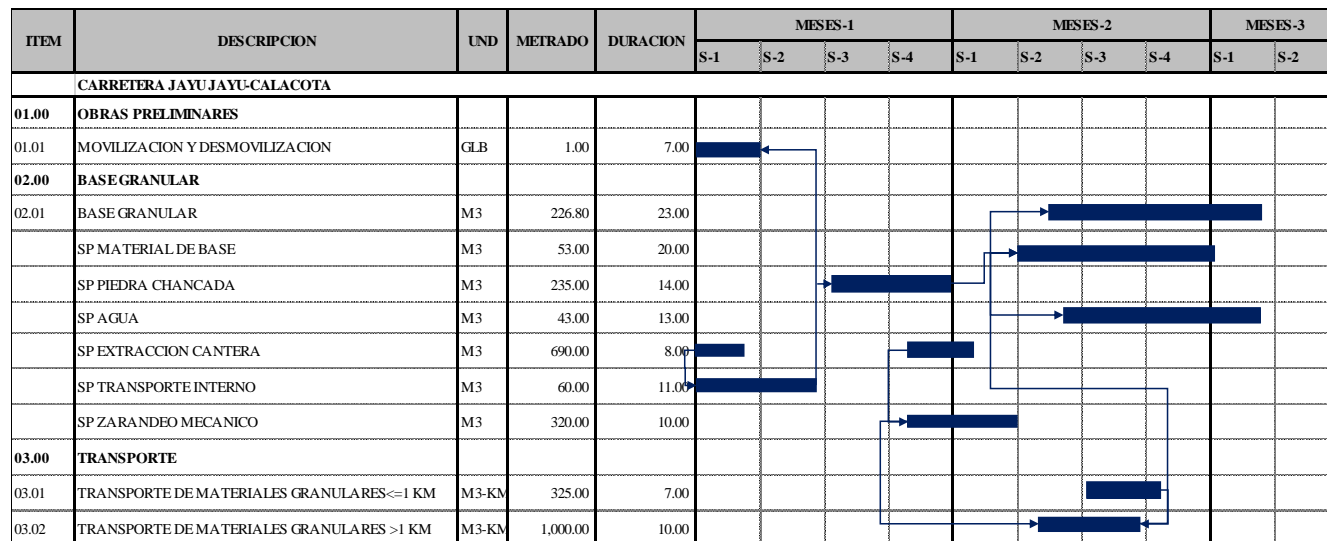
Duración de actividades de la propuesta N°01

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	REND IM.	TIEMPO	N° CUAD RI LLAS	DUR ACIÓ N
01.00	OBRAS PRELIMINARES						
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB	1	1	7	1	7
02.00	BASE GRANULAR						
02.01	BASE GRANULAR	M3	10,331.38	226.8	46	2	23
	SP MATERIAL DE BASE	M3	10,331.38	53	195	10	20
	SP PIEDRA CHANCADA	M3	3,099.41	235	14	1	14
	SP AGUA	M3	1,033.14	43	25	2	13
	SP EXTRACCION CANTERA	M3	10,331.38	690	15	2	8
	SP TRANSPORTE INTERNO	M3	3,099.41	60	52	5	11
	SP ZARANDEO MECANICO	M3	6,198.83	320	20	2	10
03.00	TRANSPORTE						
03.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <=1 KM	M3- KM	10,847.93	325	34	5	7
03.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3- KM	47,442.85	1000	27	5	10
TOTAL, CANTIDAD DE DIAS							66

Fuente: Elaboración propia

Figura 65

Cronograma de actividades de la propuesta n°01



Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2. Para la Propuesta N°02.

Tabla 56

Duración de actividades de la propuesta N°02

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	RENDIM.	TIEMPO	N° CUADRI LLAS	DURACIÓN
01.00	BASE GRANULAR						
01.01	BASE GRANULAR	M3	10,331.38	226.8	46	2	23
	SP MATERIAL DE BASE	M3	10,331.38	53	195	10	20
	SP AGUA	M3	1,033.14	43	25	2	13
	SP EXTRACCION CANTERA	M3	10,331.38	690	15	2	8
	SP ZARANDEO MECANICO	M3	6,198.83	320	20	2	10
02.00	TRANSPORTE						
02.01	TRANSPORTE DE MATERIALES	M3-KM	10,847.93	325	34	5	7

	GRANULARES<=1 KM							
02.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3- KM	57,110.52	1000	58	5	12	
TOTAL, CANTIDAD DE DIAS							43	

Fuente: Elaboración propia

Figura 66

Cronograma de actividades de la propuesta n°02

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	DURACION	MESES-1				MESES-2				
					S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	
CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA													
01.00	BASE GRANULAR												
01.01	BASE GRANULAR	M3	226.80	23.00									
	SP MATERIAL DE BASE	M3	53.00	20.00									
	SP AGUA	M3	43.00	13.00									
	SP EXTRACCION CANTERA	M3	690.00	8.00									
	SP ZARANDEO MECANICO	M3	320.00	10.00									
02.00	TRANSPORTE												
02.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES<=1 KM	M3-KM	325.00	7.00									
02.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3-KM	1,000.00	12.00									

Fuente: Elaboración propia

4.3. COSTO DE PRODUCCION DE LAS CANTERAS

4.3.1. Costo de Producción Para la Propuesta N°01.

4.3.1.1. Cálculo de costos de movilización y desmovilización de planta chancadora.

Para el cálculo de costos de movilización y desmovilización de chancadora se revisa los expedientes técnicos de Provias de la región de Puno, teniendo como resultado el monto de S/ 4,783.68.

Figura 67

Movilización y desmovilización de equipo

1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	PESO EN KG	OBSERVACIÓN		
3.00	CHANCADORA PRIM-SEC 5 FAAS 75 HP, 46-70 TON/H	39,000.00	(3)		
N° Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES			SUB TOTAL
		PESO KG	TIEMPO VIAJE HRS	COSTO ALQUILER HM	
0	CAMA BAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON				S/. -
3	CAMA BAJA 6 X 4, 330HP DE 35 TON	117,000.00	6.64	240.00	S/. 4,783.68
	FALSO FLETE	-	-	-	S/. 4,783.68
TOTAL S/.					
MOV Y DESMV. INCLUIDO FALSO FLETE					S/. 4,783.68
CÁLCULO DE DISTANCIA VIRTUAL (Dv)					
ORIGEN - DESTINO	Dr(Km)	fc	Dv(Km)	Tipo de Pavimento	
Puno-Ilave	54.60	1.40	76.44	asfaltado	
Ilave-thamana	14.23	2.80	39.83	sin afirmar	
REGIÓN	ALTURA(m.s.n.m.)	TIPO DE CARRETERA			
		ASFALTADO	AFIRMADO	SIN AFIRMAR	
COSTA	0.000 - 1000	1.00	1.58	2.15	
INTERMEDIO	1000 - 2500	1.20	2.10	2.90	
SIERRA	Más de 2500	1.40	2.80	3.90	
CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 35 TON		Distancia	Velocidad	TOTAL	
		Dv(Km)	KM/HR	Tiempo	
Puno-Ilave		76.44	35.00	2.18	
Ilave-thamana		39.83	35.00	1.14	
		116.27		3.32	

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2.Cálculo de costo de montaje y desmontaje de planta chancadora.

Para el cálculo de montaje y desmontaje de planta chancadora, se revisaron los expedientes técnicos de la región de Puno, que son presentados a Provias Nacional, por lo que se utilizó dicha información.

Tabla 57

Montaje y desmontaje de las plantas chancadoras

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (S/.)	HORAS	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA				
CAPATAZ	1.00	28.90	160.00	4624.00
OPERARIO	2.00	22.23	160.00	7113.60
PEON	4.00	15.90	160.00	10176.00
EQUIPO				0.00
HERRAMIENTAS MANUELES	0.05	21913.60		1095.68
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	1.00	176.90	96.12	17003.63
SUBPARTIDAS				0.00
CONCRETO CLASE D (F'C=210KG/CM2)	4.00	407.69		1630.76
ACERO DE REFUERZO	240.00	4.90		1176.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	16.80	69.16		1161.89
MONTAJE Y DESMONTAJE DE (01) PLANTA CHANCADORA (S/.)				43981.56
NRO DE UBICACIÓN DE PLANTAS CHANCADORAS				1.00
MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLANTA CHANCADORA (S/.)				43981.56

Fuente: Provias Nacional

4.3.1.3.Presupuesto del transporte de Materiales para la Propuesta N°01

Para el cálculo del presupuesto de transporte de materiales se incluye la movilización, desmovilización, montaje y desmontaje de la planta chancadora ya que se utilizará para obtener piedra chancada.

Tabla 58

Presupuesto de transporte de materiales para la propuesta N°01.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNIT.	PREC.PARCIAL
01.00	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB	1.00	48,765.24	48,765.24
03.00	TRANSPORTE				-
03.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <=1 KM	M3-KM	10,847.93	7.93	86,024.08
03.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3-KM	47,442.85	1.97	93,462.41
TOTAL, PARTIDAS					228,251.73

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.4. Presupuesto del transporte de Materiales para la Propuesta N°02

Para la propuesta N°02 solo se contempla dos partidas.

Tabla 59

Presupuesto de transporte de materiales para la propuesta N°02

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNIT.	PREC.PARCIAL
03.00	TRANSPORTE				-
03.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <=1 KM	M3-KM	10,847.93	7.93	86,024.08
03.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3-KM	57,110.52	1.97	112,507.72
TOTAL PARTIDAS					198,531.80

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.5. Presupuesto Total de Producción de la Propuesta N°01

Tabla 60

Presupuesto total de la propuesta N°01

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	METRADO	RECIO UNIT.	PREC.PARCIAL
01.00	OBRAS PRELIMINARES				48,765.240
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	48,765.24	48,765.24
02.00	BASE GRANULAR				705,220.00
02.01	BASE GRANULAR	M3	10,331.38	68.26	705,220.00
03.00	TRANSPORTE				179,486.49
03.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <=1 KM	M3-KM	10,847.93	7.93	86,024.08
03.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3-KM	47,442.85	1.97	93,462.41
TOTAL					933,471.73

Fuente: Elaboración propia

En la propuesta N°01, se tiene un costo total de producción de S/. 933,471.73, considerando los rendimientos de los expedientes técnicos de Provias que son elaborados para la región de puno, como también los costos tanto de materiales, Maquinarias, Mano de Obra.

4.3.2. Costo de Producción Para la Propuesta N°02

Tabla 61 *Presupuesto total de la propuesta N°01*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	METRADO	PRECIO UNIT.	PREC.PARCIAL
02.00	BASE GRANULAR				423,483.27
02.01	BASE GRANULAR	M3	10,331.38	40.99	423,483.27
03.00	TRANSPORTE				198,531.80
03.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <=1 KM	M3-KM	10,847.93	7.93	86,024.08

03.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES >1 KM	M3- KM	57,110.52	1.97	112,507.72
TOTAL					622,015.07

Fuente: Elaboración propia

El costo de producción total de la propuesta N°02 es de S/. 622,015.07, considerando los rendimientos de los expedientes técnicos de Provias que son elaborados para la región de puno, como también los costos tanto de materiales, Maquinarias, Mano de Obra.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las discusiones se han desarrollado en el orden de los objetivos (específicos y general)

Discusión 1:

En la presente investigación, se tuvo como primer objetivo específico Analizar las características físicas y mecánicas de los agregados para determinar la calidad de la base granular mediante ensayos de laboratorio, donde se obtiene por el método de combinaciones de canteras las propuestas en porcentaje que cumplen con los parámetros que exige la Norma son: en la Propuesta N°01 la cantera Cangalli 60% + cantera Jinchupalla 40% y en la propuesta N°02 la cantera Jinchupalla 40% + cantera Cangalli 30% + Cantera Totorani 30%, habiendo realizado posteriormente los ensayos que solicitado por el Manual de Carreteras del EG-2013, las dos propuestas cumplen con lo especificado en la norma, siendo el CBR al 100% de la primera y segunda propuesta es 91.00% y 88.10% respectivamente.

Al respecto Avalos-Espejo (2019) en su tesis de grado titulado “Influencia de la combinación de los agregados de cerro y río en la capacidad de soporte de un afirmado – 2019” citado como antecedente nacional, se apreció que a través del método SUCS realiza las combinaciones de la cantera de cerro, tiene como resultado un 75% - 25% respectivamente y la combinación de 50% - 50%, es grava mal graduada con limo y arena y la canteras de río con una mezcla de 25% - 75% es grava bien graduada con limo y arena; asimismo por el método de AASTHO que a cantera de cerro, rio y los tres tipos de combinaciones el resultado sale que son fragmento de roca, grava y arena siendo excelente a bueno y sus límites de consistencia cumplen con los parámetros del manual de carreteras EG-2013 Para un diseño de afirmado, menos el índice de plasticidad que es menor que el 4%, además que también cumple con el CBR que especifica la norma.

Para Carranza-Paredes (2018) en su tesis de grado titulada “Evaluación Técnico-Económica De Los Agregados Producidos Por Las Canteras De La Provincia De Chiclayo Para Fines De Obras Viales” citado como antecedente nacional, indica que los ensayos de laboratorio de control de calidad de obras viales, se pudo determinar que la cantera Victoria cumple con todas las exigencias del Manual de Carreteras (Análisis Granulométrico, CBR, limite líquido, limite plástico) las demás canteras también tiene importante valores pero solo en algunos aspectos.

Como se aprecia los resultados obtenidos para este objetivo son consistentes con el Manual de Carreteras EG-2013, como también se observan en los antecedentes, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2:

En la presente investigación, se tuvo como segundo objetivo específico Calcular los rendimientos de producción de los agregados mediante el análisis de costos unitarios, donde se obtiene como resultado el rendimiento de transporte de material granular $D \leq 1\text{KM}$ es de 325 $\text{m}^3\text{-km}$, transporte de material granular $D > 1\text{KM}$ es de 1,000.00 $\text{m}^3\text{-km}$, conformación de base granular es de 226.80 $\text{m}^3/\text{día}$.

Al respecto Helen (2018) en su tesis de master titulado “análisis del transporte de materiales en obras viales” citado como antecedente nacional, tiene como resultados de los rendimientos de transporte de material granular $D \leq 1\text{KM}$ varía entre 143 y 689 $\text{m}^3\text{-km}$ y para el transporte de material granular $D > 1\text{KM}$ varía entre 300 y 1,212 $\text{m}^3\text{-km}$.

Se calcularon los rendimientos de producción y los resultados obtenidos están dentro de los que indica el antecedente, como también están en los expedientes técnicos de Provias nacional, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3:

En la presente investigación, se tuvo como tercer objetivo específico evaluar la distancia de trayecto a la obra para definir el costo de transporte de los agregados de canteras de río y cerro para la base granular de la carretera Jayu Jayu-Calacota, donde se obtuvo como resultado el metrado de las dos propuestas para el transporte de materiales granulares $\leq 1\text{KM}$ es de 10, 847.93 y el metrado transporte de material granular $D > 1\text{KM}$ para las cantera de río es de 57,110.52 y para la cantera de cerro es de 47,442.85, siendo el costo unitario de ambas propuestas S/. 7.93 para el transporte de materiales granulares $\leq 1\text{KM}$ y S/. 1.97 para el transporte de material granular $D > 1\text{KM}$.

Al respecto Helen (2018) en su tesis de master titulado “análisis del transporte de materiales en obras viales” citado como antecedente nacional, tiene como resultados el costo unitario de la partida de transporte de material granular $D \leq 1\text{KM}$ es de S/.1.35.

Se realiza el cálculo de distancia y se obtiene el costo de transporte de los agregados a la obra, se tiene resultados similares al antecedente como también a los expedientes de Provias Nacional; por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4:

En la presente investigación, se tiene como objetivo general determinar los costos de producción en la explotación de las canteras de río y cerro mediante la evaluación de los costos de producción de los agregados para la conformación de base granular de la carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave 2021, el costo de las canteras de río es superior al costo de la cantera de cerro siendo estos costos de S/933,471.73 Y S/. 622,015.07 respectivamente, incrementándose el costo de la cantera de río en S/. 311,456.66, siendo este incremento en % el 33.37% más que la cantera de cerro, además que el tiempo de producción es menor.

Se consideran los datos obtenidos por Provias Nacional, para realizar el análisis de costos unitarios y las partidas, como también los costos de alquiler de maquinarias; por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

CONCLUSIONES

Las conclusiones se han desarrollado en el orden de los objetivos (específicos y generales)

Conclusión 1:

Se realizaron los ensayos de laboratorio para bases granulares, donde se determinan las propiedades físicas y químicas de los agregados donde se optimen los siguientes resultados:

Por medio del análisis granulométrico por tamizado se realizaron 3 combinaciones para cada una de las propuestas, en la cantera de río se planteó utilizar las cantera de Jinchupalla (hormigon), Cantera de Cangalli (ligante) y cantera de Totorani (piedra chancada) en porcentajes de 30%-40%-30%, 40%-40%-20% y 40%-30%-30% respectivamente, donde en la primera y segunda combinación se observa que no cumple con % que pasa en la malla N°200 siendo estos de 9.30%, 9.10% y según el Manual de Carreteras EG-2013 indica que debería de estar entre 2-8%, por lo que se descartan dichas combinaciones, mientras tanto la tercer combinación está dentro de lo especificado por la norma con 7.50%, por lo tanto se considera esta por lo tanto se considera esta combinación, posteriormente se realizan los siguientes Ensayos de Laboratorio: Partículas con Una Cara Fracturada= 82.98%, Partículas con Dos Cars Fracturadas = 68.63, Abrasión los Ángeles=28.78%, Partículas Chatas y Alargadas=6.78%, Sales Solubles Totales=0.025%, Durabilidad al Sulfato de Magnesio=8.16%, Índice Plástico = NP, Equivalente de Arena=47.90%, CBR aL 100%=91.00%.

Mientras que en la cantera de cerro se planteó utilizar las cantera de Cangalli (roca fracturada) y cantera de Jinchupalla (hormigon) en porcentajes de 50%-50%, 70%-30% y 60%-40% respectivamente, donde en la primera y segunda combinación se observa que no cumple con % que pasa en la malla N°200 siendo estos de 10.20% y 13.30% y según el Manual de Carreteras EG-2013 indica que debería de estar entre 2-8%, por lo que se descartan dichas combinaciones,

mientras tanto la tercer combinación está dentro de lo especificado por la norma con 6.60%, posteriormente se realizan los siguientes Ensayos de Laboratorio: Partículas con Una Cara Fracturada= 83.93%, Partículas con Dos Cars Fracturadas = 62.65, Abrasión los Ángeles=36.86%, Partículas Chatas y Alargadas=9.03%, Sales Solubles Totales=0.0417%, Durabilidad al Sulfato de Magnesio=10.36%, Índice Plástico = NP, Equivalente de Arena=46.20%, CBR aL 100%=88.10%. se determina que ambas propuestas cumplen con las exigencias del Manual de Carreteras EG-2013 Sección 403 (bases granulares).

Conclusión 2:

De las dos propuestas planteadas en la presente investigación se determina que el rendimiento de transporte de material granular $d \leq 1\text{km}$ es de 325.00 m³-km y para el transporte de material granular $d > 1\text{km}$ es de 1,000.00 m³-km, para la conformación de base granular es de 226.80 m³/día, los metrados para las dos propuesta de base granular es de 10,331.88 y transporte de materiales granulares $D \leq 1\text{km}$ es de 10,847.93 , para la primera y segunda propuesta en la partida de transporte de materiales granulares $D > 1\text{km}$ es de 47,442.85 y 57,110.52 m³-km respectivamente., por lo tanto se realiza un cronograma de actividades donde se determina para la primera propuesta 66 días calendarios y para la segunda propuesta 43 días calendarios para la duración de las actividades; existiendo una diferencia de 23 días calendarios los cuales corresponden a la partida de chancado de piedra.

Conclusión 3:

Para determinar el costo de transporte de los agregados, se considera para la primera propuesta el costo de movilización, desmovilización, montaje y desmontaje de planta chancadora teniendo este un costo de S/. 48,765.24, por lo tanto, es costo de transporte de la primera propuesta es de S/. 228,251.73 y el costo de transporte de la segunda propuesta es de S/. 198,531.80.

Conclusión 4:

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar los costos de producción para la explotación de canteras de río y cerro, se concluye que el costo de las canteras de río es superior al costo de la cantera de cerro siendo estos costos de S/933,471.73 Y S/. 622,015.07 respectivamente, incrementándose el costo de la cantera de río en S/. 311,456.66, siendo este incremento en % el 33.37% más que la cantera de cerro, además que el tiempo de producción es menor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) AVALOS, R. & ESPEJO, L., (2019). *Influencia De La Combinación De Los Agregados De Cerro Y Rio En La Capacidad De Soporte De Un Afirmado-2019*. Trujillo-Perú.
- 2) BOTIA, W., (2015). *Manual De Procedimientos De Ensayos De Suelos Y Memoria De Calculo*. Bogotá.
- 3) CARRANZA, J. & PAREDES, R., (2018). *Evaluación Técnico-Económica De Los Agregados Producidos Por Las Canteras De La Provincia De Chiclayo Para Fines De Obras Viales*. Pimentel-Perú.
- 4) GORDO, E., GIL ALVARADO, B., & RIOS BREA, L. (2018). *Metodos de Investigación*. Lima.
- 5) HELEN, H., (2018). *Análisis De Transporte De Materiales En Obras Viales*. Lima-Perú.
- 6) HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2006). *Metodologia de la Investigación*. Mexico.
- 7) JUAREZ, B. & RICO, R., (2005). *Mecánica de Suelos*. Mexico.
- 8) LABAJO, E., (2015-2016). *Método Científico*. Madrid-España.
- 9) LOZADA, E., (2018) *Estudio De Las Características Físicas Y Mecánicas De Las Canteras Hualango Como Material De Afirmado En Carreteras-Provincia De Utcubamba*. Pimentel-Perú.
- 10) MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013). *Manual De Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales Para Base Granular EG-2013”*. Lima-Perú.

- 11) MOREIRA, V. & SEGARRA, N., (2019). *Estudio Y Análisis De Materiales Granulares De La Cantera Tigre Para El Diseño De Bases Y Subbases Estructurales De Carreteras*. La Libertad-Ecuador.
- 12) PEREZ, Y., (2017). *Diseño De Una Guía Para Optimizar El Costo De Transporte De Materiales Pétreos Granulares, Para La Ejecución De Vías Terciarias Den La Provincia De Gualiva Departamento De Cundinamarca Por Medio De Un Modelo De Transporte*. Bogota-Colombia.
- 13) PROVIAS NACIONAL, (2014-2019). *Expedientes Técnicos*. Lima-Perú.
- 14) RAMIREZ, D. (2019). *Elaboración De Una “Guía Práctica Para El Diseño Estructural De Carreteras*. Quito-Ecuador.
- 15) SALVADOR, H., (2014). *Manual De Procedimientos Analíticos Para Suelos Y Agregados De Construcción*. Piura-Perú.
- 16) ZARATE, C., CARBAJAL, Y., VELASQUEZ, R., FIGUEREDO, C., & ROBLES, H. (2017). *Metodología De La Investigacion*. LIMA: USMP

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA CONFORMACION DE BASE GRANULARE DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021”

TEMA:

EJECUTOR:

BACH. COPAJA COPA MARISEL CELIA – BACH. LUIS ANTONIO FLOREZ GANDARILLAS

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General				
¿Como Se Puede Comparar La Explotación De Las Canteras De Rio Y Cerro Para La Conformación De Base Granular De La Carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave-2021?	Comparar La Explotación De Las Canteras De Rio Y Cerro Mediante La Evaluación De Los Costos De Producción De Los Agregados Para La Base Granular De La Carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave-2021.	La Explotación De La Canteras De Cerro Tienen Menor Costo De Producción Para La Base Granular De La Carretera Jayu Jayu-Calacota, Ilave-2021.	VARIABLE DE INDEPENDIENTE: CANTERAS DE RIO Y CERRO	Características Físicas Y Mecánicas De Los Agregados Distancia Media De Transporte A La Obra	Granulometría CBR Caras Fracturadas Chatas Alargadas Abrasión Trayecto De Ruta Estado De Ruta	ENSAYOS DE LABORATORIO * Granulometría * Limite Liquido * Limite Plástico * Índice De Plasticidad * Clasificación De Suelo * Proctor Modificado * Equivalente De Arena * Abrasión Los Ángeles * CBR * Sales Solubles * Caras Fracturadas, 1 Cara 2 Caras * Partículas Chatas Y Alargadas
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
¿Como Determinar La Calidad De Las Canteras De Rio Y Cerro Para La Conformación De Base Granular Para La Carretera Jayu Jayu-Calacota?	Analizar Las Características Físicas Y Mecánicas De Los Agregados Para Determinar La Calidad De La Base Granular Mediante Ensayos De Laboratorio.	Las Canteras De Rio Y Cerro Tienen Similares Características De Calidad Para La Conformación De La Base Granular	VARIABLE DE DEPENDIENTE: COSTOS DE PRODUCCION	Calidad En Base Granular	Cumplimiento De Parámetros De Calidad Requeridos Por Capa De Base Granular Requerimientos De Calidad A Nivel De Base Granular Sobre 3000 Msnm.	ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS * Análisis De Costos Unitarios De Producción. * Análisis De Costos Unitarios De Transporte.
¿Como Calcular El Rendimiento De Producción De Los Agregados De Las Canteras De Rio Y Cerro?	Calcular Los Rendimientos De Producción De Los Agregados Mediante El Análisis De Costos Unitarios.	Los Rendimientos De Producción De La Cantera De Cerro Es Mayor A La Cantera De Rio Para La Conformación De La Base Granular.		Rendimiento De Producción	Análisis De Costos Unitario Rendimientos Tiempos	
¿Cuál Es El Costo De Transporte De Los Agregados De Las Canteras De Rio Y Cerro Hacia La Carretera Jayu Jayu-Calacota? ?	Evaluar La Distancia De Trayecto A La Obra Para Definir El Costo De Transporte De Los Agregados De Canteras De Rio Y Cerro Para La Base Granular De La Carretera Jayu Jayu-Calacota.	El Costo De Transporte Del Agregado De La Cantera De Cerro Es Menor Que El Costo De Transporte De La Cantera De Rio Para La Conformación De La Base Granular Para La Carretera Jayu Jayu-Calacota.		Costo De Transporte	Capacidad De Transporte Tiempo De Transporte	

ANEXO 2: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO


**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : *ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021*

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : TOTORANI km 6+525 M/D ACCESO A 23110 METROS

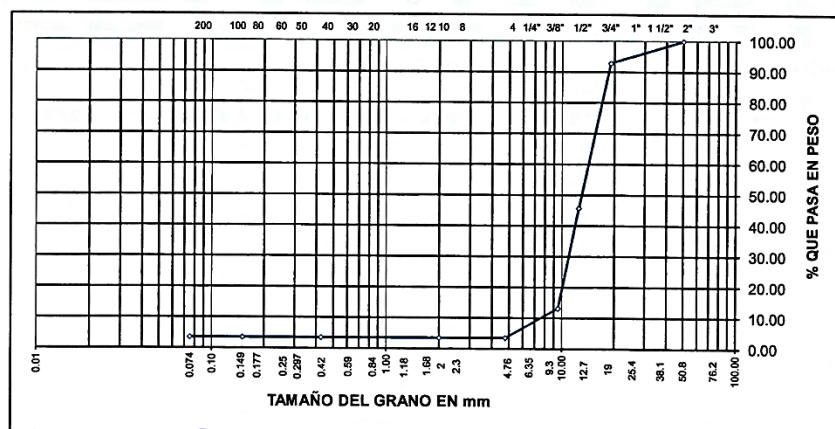
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

FECHA : FEBRERO - 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 204 ; ASTM C 136)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 2,145.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 74.90 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 96.50 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 0.00 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 3.50 %
3/4"	19.000	154.60	7.20	7.20	92.80		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	1,011.30	47.10	54.30	45.70		
3/8"	9.500	698.60	32.60	86.90	13.10		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	205.60	9.60	96.50	3.50		L.L. : 19.73 %
No.10	2.000	0.00	0.00	96.50	3.50		L.P. : NP %
No.20	0.840	0.00	0.00	96.50	3.50		I.P. : NP %
No.40	0.425	0.00	0.00	96.50	3.50		
No.100	0.150	0.00	0.00	96.50	3.50		CLASIFICACION
No.200	0.075	0.00	0.00	96.50	3.50		SUCS : GP
<No.200		74.90	3.50	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**


LABORATORIO
Ing. Jane Romy Justiza Ortega
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C18 36289

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
Urb.Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

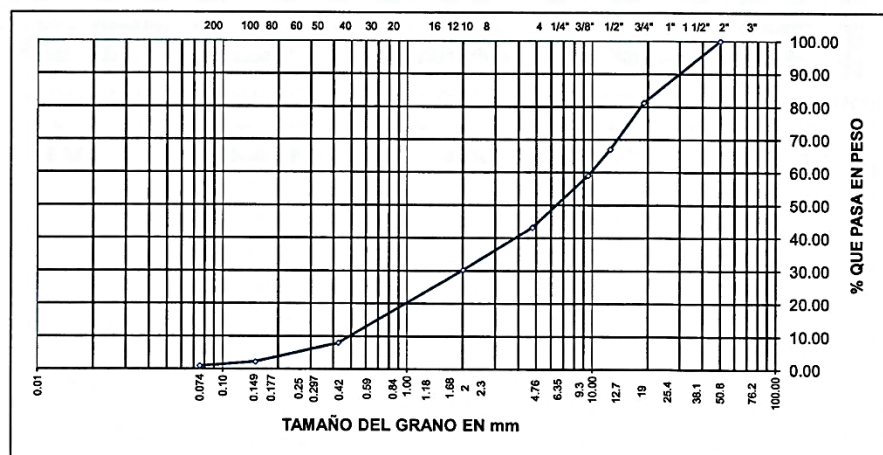
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINGHUPALLA KM 6+525 M/ ACCESO A 5200 METROS
MATERIAL : HORMIGON

ING. RESPONS. : J.R.B.O.
FECHA : FEBRERO - 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 2,365.60 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,020.60 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	0	Grava : 56.80 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	0	Arena : 42.30 %
1"	25.000	199.00	8.40	8.40	91.60	99.5	Fino : 0.90 %
3/4"	19.000	247.00	10.40	18.80	81.20	124	W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	336.00	14.20	33.00	67.00	168	
3/8"	9.500	189.00	8.00	41.00	59.00	94.5	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	374.00	15.80	56.80	43.20	187	L.L. : 19.59 %
No.10	2.000	308.00	13.00	69.80	30.20	154	L.P. : NP %
No.20	0.840	207.00	8.80	78.60	21.40	104	L.P. : NP %
No.40	0.425	315.60	13.40	92.00	8.00	158	
No.100	0.150	138.00	5.80	97.80	2.20	69	CLASIFICACION
No.200	0.075	31.00	1.30	99.10	0.90	15.5	SUCS : GP
<No.200		21.00	0.90	100.00		10.5	AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jane Rummy Bislinza Ortega
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 16389

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : CANGALLI KM 1+990 M/D ACCESO A 2820 METROS

MATERIAL : ROCA FRACTURADA

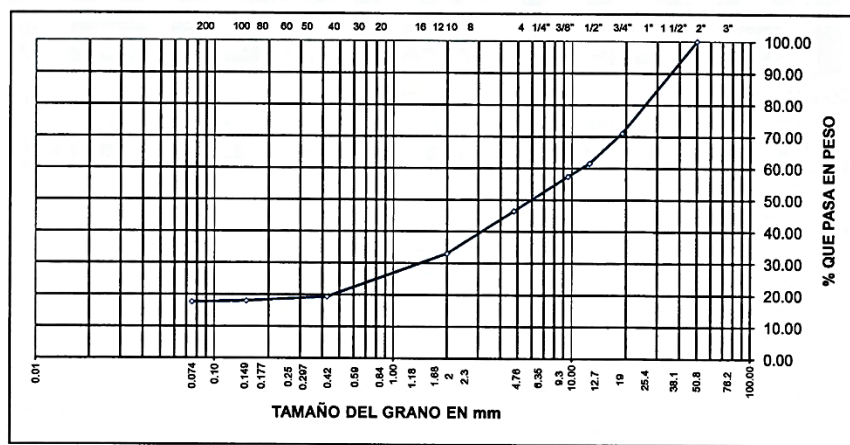
ING. RESPONS. : J.R.B.O.


FECHA : FEBRERO - 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 2,987.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,383.40 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 53.60 %
1 1/2"	37.500	123.00	4.10	4.10	95.90		Arena : 28.80 %
1"	25.000	386.00	12.90	17.00	83.00		Fino : 17.60 %
3/4"	19.000	358.90	12.00	29.00	71.00		W natural : %
1/2"	12.500	284.50	9.50	38.50	61.50		
3/8"	9.500	125.60	4.20	42.70	57.30		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	325.60	10.90	53.60	46.40		L.L. : 24.92 %
No.10	2.000	398.50	13.40	67.00	33.00		L.P. : 20.63 %
No.20	0.840	198.00	6.60	73.60	26.40		I.P. : 4.29 %
No.40	0.425	210.80	7.10	80.70	19.30		
No.100	0.150	39.50	1.30	82.00	18.00		CLASIFICACION
No.200	0.075	12.60	0.40	82.40	17.60		SUCS : GM-GC
<No.200		524.20	17.60	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jane Rumi Bustiza Ortega
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 136389



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

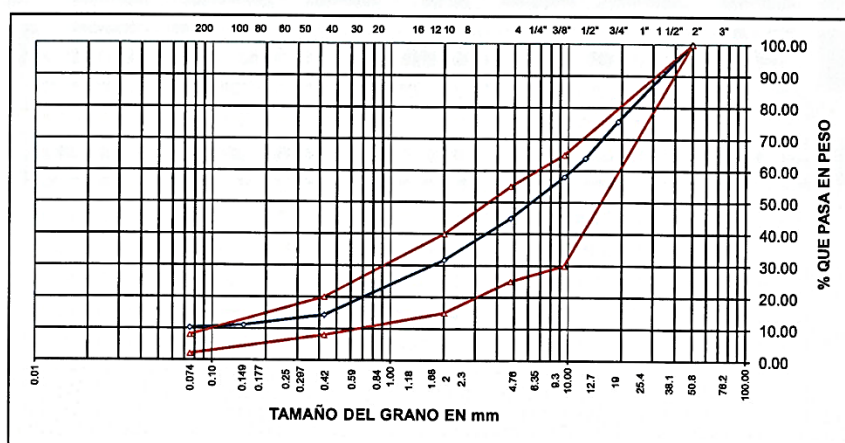
FECHA : FEBRERO - 2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 50% - ROCA FRACTURADA 50%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso Inicial : 2,676.30 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,202.00 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 55.10 %
1 1/2"	37.500	61.50	2.30	2.30	97.70		Arena : 34.70 %
1"	25.000	292.50	10.90	13.20	86.80		Fino : 10.20 %
3/4"	19.000	302.95	11.30	24.50	75.50		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	310.25	11.60	36.10	63.90		
3/8"	9.500	157.30	5.90	42.00	58.00	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	349.80	13.10	55.10	44.90	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	353.25	13.20	68.30	31.70	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	202.50	7.60	75.90	24.10		I.P. : NP %
No.40	0.425	263.10	9.80	85.70	14.30	8 - 20	
No.100	0.150	88.75	3.30	89.00	11.00		CLASIFICACION
No.200	0.075	21.80	0.80	89.80	10.20	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		272.60	10.20	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Ing. Jane Ruy Bustinza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 I.C. 136269

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb. Progreso Jr. Calca l-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

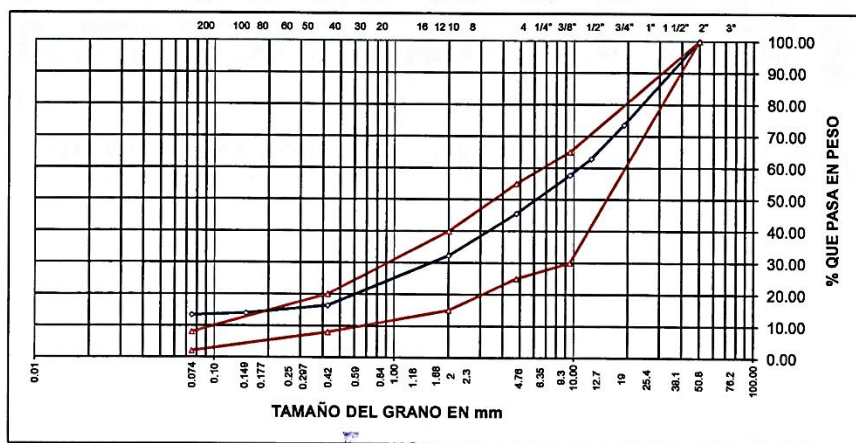
FECHA : FEBRERO - 2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 30% - ROCA FRACTURADA 70%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 2,800.58 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,274.56 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 54.50 %
1 1/2"	37.500	86.10	3.10	3.10	96.90		Arena : 32.20 %
1"	25.000	329.90	11.80	14.90	85.10		Fino : 13.30 %
3/4"	19.000	325.33	11.60	26.50	73.50		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	299.95	10.70	37.20	62.80		
3/8"	9.500	144.62	5.20	42.40	57.60	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	340.12	12.10	54.50	45.50	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	371.35	13.30	67.80	32.20	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	200.70	7.20	75.00	25.00		I.P. : NP %
No.40	0.425	242.10	8.60	83.60	16.40	8 - 20	
No.100	0.150	69.05	2.50	86.10	13.90		CLASIFICACION
No.200	0.075	18.12	0.60	86.70	13.30	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		373.24	13.30	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Romy Bustirza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 136302

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb.Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

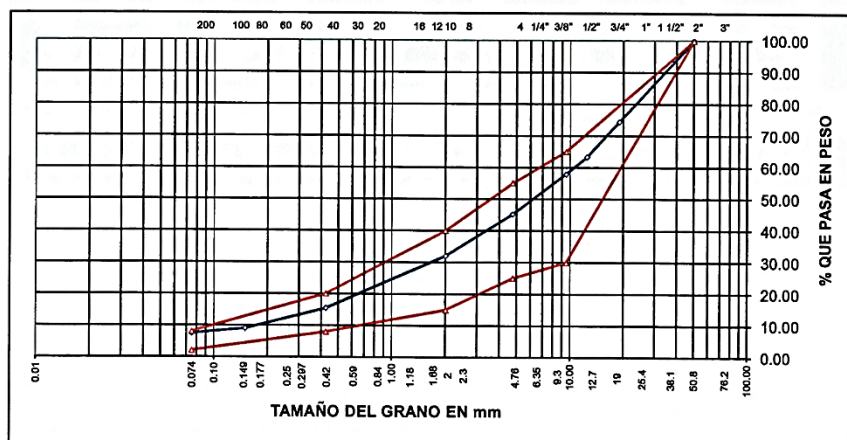
FECHA : FEBRERO - 2022


MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 2,739.80 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,239.64 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 54.80 %
1 1/2"	37.500	73.80	2.90	2.90	97.10		Arena : 37.80 %
1"	25.000	311.20	12.40	15.30	84.70		Fino : 7.40 %
3/4"	19.000	314.14	12.60	27.90	72.10		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	305.10	12.20	40.10	59.90		
3/8"	9.500	150.96	6.00	46.10	53.90	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	344.96	13.80	59.90	40.10	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	282.30	15.20	70.40	29.60	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	201.60	8.10	78.50	21.50		I.P. : NP %
No.40	0.425	252.60	10.10	88.60	11.40	8 - 20	
No.100	0.150	78.90	3.20	91.80	8.00		CLASIFICACION
No.200	0.075	19.96	0.80	92.50	7.40	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		187.28	7.50	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS
 Ing. Jane Rujy Bytanza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 N° 130389

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb.Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

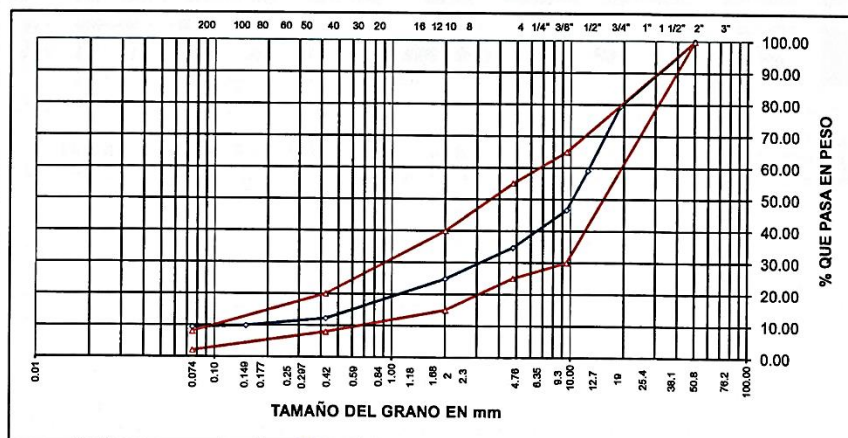
FECHA : FEBRERO - 2022

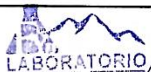
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 30% - LIGANTE 40% - PIEDRA CHANCADA 30%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso Inicial : 2.547.98 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 882.01 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 65.30 %
1 1/2"	37.500	49.20	1.90	1.90	98.10		Arena : 25.40 %
1"	25.000	214.10	8.40	10.30	89.70		Fino : 9.30 %
3/4"	19.000	264.04	10.40	20.70	79.30		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	517.99	20.30	41.00	59.00		
3/8"	9.500	316.52	12.40	53.40	46.60	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	304.12	11.90	65.30	34.70	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	251.80	9.90	75.20	24.80	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	141.30	5.60	80.80	19.20		I.P. : NP %
No.40	0.425	178.92	7.00	87.80	12.20	8 - 20	
No.100	0.150	57.20	2.30	90.10	9.90		CLASIFICACION
No.200	0.075	14.34	0.60	90.70	9.30	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		238.45	9.30	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane R. Bustanza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 C.P. 133389

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb. Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

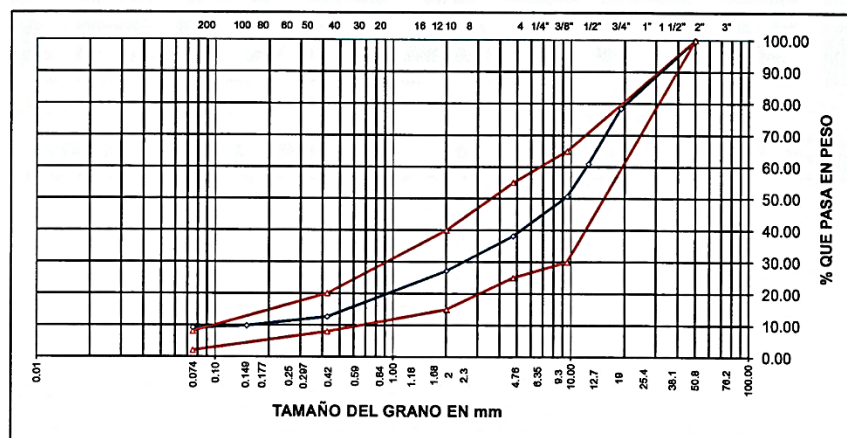
FECHA : FEBRERO - 2022

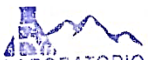
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - LIGANTE 40% - PIEDRA CHANCADA 20%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso Inicial : 2,570.04 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 976.58 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 61.90 %
1 1/2"	37.500	49.20	1.90	1.90	98.10		Arena : 29.00 %
1"	25.000	234.00	9.10	11.00	89.00		Fino : 9.10 %
3/4"	19.000	273.28	10.60	21.60	78.40		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	450.46	17.50	39.10	60.90		
3/8"	9.500	265.56	10.30	49.40	50.60	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	320.96	12.50	61.90	38.10	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	282.60	11.00	72.90	27.10	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	162.00	6.30	79.20	20.80		I.P. : NP %
No.40	0.425	210.48	8.20	87.40	12.60	8 - 20	
No.100	0.150	71.00	2.80	90.20	9.80		CLASIFICACION
No.200	0.075	17.44	0.70	90.90	9.10	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		233.06	9.10	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Janeb Ruth Buzinza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 136393

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb.Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

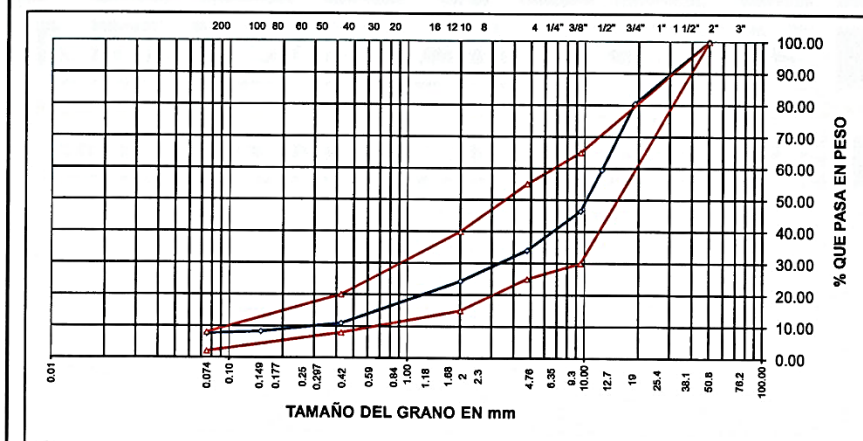
FECHA : FEBRERO - 2022


MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - LIGANTE 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso Inicial : 2,485.84 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 845.73 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 66.00 %
1 1/2"	37.500	36.90	1.50	1.50	98.50		Arena : 26.50 %
1"	25.000	195.40	7.90	9.40	90.60		Fino : 7.50 %
3/4"	19.000	252.85	10.20	19.60	80.40		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	523.14	21.00	40.60	59.40		
3/8"	9.500	322.86	13.00	53.60	46.40	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	308.96	12.40	66.00	34.00	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	242.75	9.80	75.80	24.20	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	142.20	5.70	81.50	18.50		I.P. : NP %
No.40	0.425	189.42	7.60	89.10	10.90	8 - 20	
No.100	0.150	67.05	2.70	91.80	8.20		CLASIFICACION
No.200	0.075	16.18	0.70	92.50	7.50	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		188.13	7.50	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Ruth Bustanza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 P. 136389

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb. Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI

ING. RESPONS. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

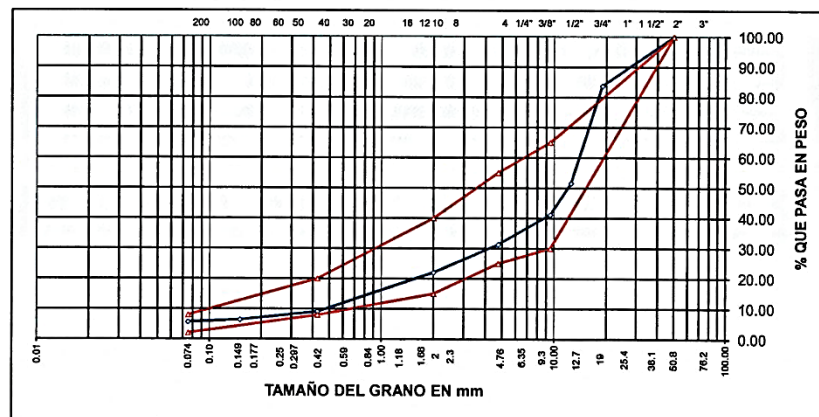
FECHA : FEBRERO - 2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 4,502.30 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,406.75 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 68.70 %
1 1/2"	37.500	55.62	1.20	1.20	98.80		Arena : 25.70 %
1"	25.000	325.83	7.20	8.40	91.60		Fino : 5.60 %
3/4"	19.000	357.11	7.90	16.30	83.70		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	1,450.84	32.20	48.50	51.50		
3/8"	9.500	466.77	10.40	58.90	41.10	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	439.38	9.80	68.70	31.30	25 - 55	L.L. : 19.83 %
No.10	2.000	417.08	9.30	78.00	22.00	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	246.90	5.50	83.50	16.50		I.P. : NP %
No.40	0.425	335.15	7.50	91.00	9.00	8 - 20	
No.100	0.150	122.77	2.70	93.70	6.30		CLASIFICACION
No.200	0.075	29.26	0.70	94.30	5.60	2 - 8	SUCS : GW-GM
<No.200		255.59	5.70	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Rull / Justina Ortega
 ESPECIALISTAS EN GEOTECNIA
 Tlf. 136385



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI

ING. RESPONS. J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

FECHA FEBRERO - 2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

LIMITE DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

01. No.DE GOLPES		28	21	14
02. TARRO No.		10	11	12
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.	28.95	29.58	28.74
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.	26.75	27.16	26.37
05. PESO DEL AGUA	Grs.	2.20	2.42	2.37
06. PESO DEL TARRO	Grs.	15.38	15.35	15.36
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.	11.37	11.81	11.01
08. HUMEDAD	%	19.35	20.49	21.53
LIMITE LIQUIDO		19.83 %		

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

LL = Limite liquido

W_n = % de humedad obtenido (promedio).

N = Número de golpes.

LIMITE PLASTICO (MTC E 110)

01. No.DE GOLPES			
02. TARRO	No.		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.		
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.		
05. PESO DEL AGUA	Grs.		
06. PESO DEL TARRO	Grs.		
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.		
08. HUMEDAD	%		
LIMITE PLASTICO		:	NP

INDICE DE PLASTICIDAD : NP


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Ruy Bustriña Ortega
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA
 D.P. 136389



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

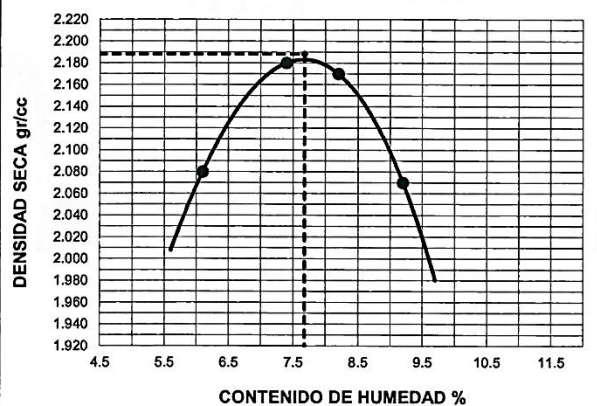
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO - 2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 ; ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD				
PESO MOLDE+SUELO	11,300	11,574	11,601	11,405
PESO MOLDE	6,694	6,694	6,694	6,694
PESO SUELO COMPACTADO	4,606	4,880	4,907	4,711
VOLUMEN DEL MOLDE	2,085	2,085	2,085	2,085
DENSIDAD HUMEDA	2.21	2.34	2.35	2.26
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	415.00	452.00	462.00	405.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	391.00	421.00	427.00	371.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	24.00	31.00	35.00	34.00
PESO DE SUELO SECO	391.00	421.00	427.00	371.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.10	7.40	8.20	9.20
DENSIDAD SECA	2.08	2.18	2.17	2.07

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca
2.188 gr/cm³

Conten. humedad óptima
7.68 %


LABORATORIO
 Ing. Jane Ryn Bushiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 136389



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI **ING. RESP. :** J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA :** FEBRERO - 2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (MTC E 132 ; ASTM D-1883)

	1		2		3	
Molde N°	56		25		12	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	12132	11955		11059	
Peso del molde	gr.	7130	7215		6650	
Peso del suelo húmedo	gr.	5002	4740		4409	
Volúmen del molde	cc.	2148	2148		2148	
Densidad Humeda	gr./cc	2.33	2.21		2.05	
Humedad	%	7.20	7.10		7.20	
Densidad seca	gr./cc	2.170	2.06		1.91	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo	gr.	504	561		549	
Tarro suelo seco	gr.	470	524		512	
Agua	gr.	34	37		37	
Peso del Tarro	gr.	0	0		0	
Peso del suelo seco	gr.	470	524		512	
Humedad	%	7.20	7.10		7.20	
Promedio de la humec	%					

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
NO REGISTRA EXPANSION											

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
0.30	0.60	0.25	3.00	673	224	1.10	247	82	0.52	117	39
1.00	1.30	0.50	4.00	898	299	2.08	467	156	0.94	211	70
1.30	1.90	0.750	7.50	1684	561	3.96	889	296	1.95	438	146
2.00	2.50	0.100	12.40	2784	928	7.63	1713	571	3.84	862	287
3.00	3.80	0.150	20.00	4490	1497	11.21	2517	839	5.18	1163	388
4.00	5.00	0.200	27.80	6241	2080	19.42	4360	1453	8.83	1982	661
5.00	6.00	0.250	34.60	7767	2589	30.67	6885	2295	14.98	3363	1121
6.00	7.50	0.300	60.80	13649	4550	52.92	11880	3960	27.05	6072	2024
8.00	10.00	0.400									
10.00	12.50	0.500									


 Ing. Jane Ruby Buzlinza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

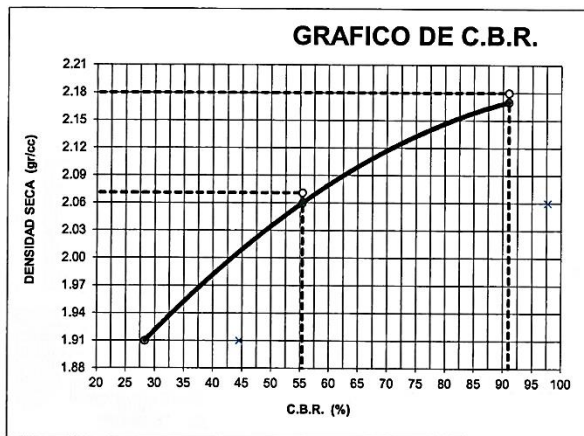
Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E-Mail: Janeb@hotmail.es
 Urb. Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km-2 San Sebastian - Cusco



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : *ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021*
 SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
 CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI ING. RESP. : J.R.B.O.
 MUESTRA : BASE GRANULAR FECHA : FEBRERO - 2022
 MUESTRA : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01* AL 100% = 91.0%
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. = 55.4%

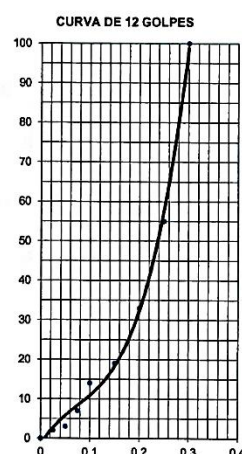
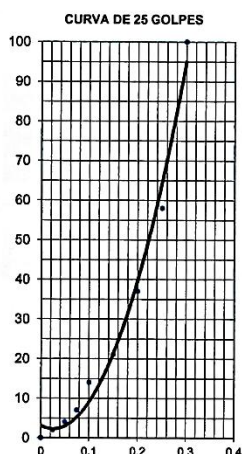
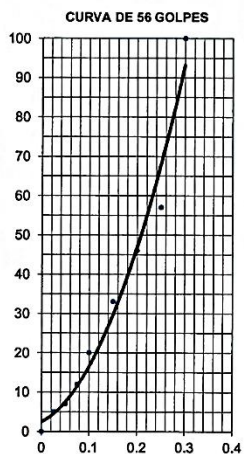
LEYENDA

— CURVA A 0.1"

C.B.R 0.1"= 91.0%

C.B.R 0.1"= 55.4%

C.B.R 0.1"= 28.3%



LABORATORIO
 Ing. Jane Fyjj Janspica Ortg
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 135362



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
 SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
 CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI ING. RESP. : J.R.B.O.
 MUESTRA : BASE GRANULAR FECHA : FEBRERO - 2022
 MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

(MTC E 221, ASTM D 4791)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,656.2 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHATAS Y ALARG.	% DE PART. CHATAS Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")	55.62	2.09	55.62	0.0	0.00	0
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	325.83	12.27	325.83	42.0	12.89	158
25mm(1")	19.0mm(3/4")	357.11	13.44	357.11	33.0	9.24	124
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,450.84	54.62	1,450.84	49.0	3.38	184
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	466.77	17.57	466.77	56.0	12.00	211
TOTAL		2,656.2	100.00				678
% de partículas chatas y alargadas promedio		:		6.78	%		


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Ruy Busuiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 T. 1383

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI **ING. RESP. :** J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA :** FEBRERO-2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS

01 CARA FRACTURADA
(MTC E 210 ; ASTM D 5821)


PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,656.2 **GRAMOS**

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 01 CAR. FR.	% DE PART. 01 CAR. FR.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	PI	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	55.62	2.09	55.62	352	632.87	1,325
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	325.83	12.27	325.83	581	178.31	2,187
25mm(1")	19.0mm(3/4")	357.11	13.44	357.11	539	150.93	2,029
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,450.84	54.62	1,450.84	481	33.15	1,811
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	466.77	17.57	466.77	251	53.77	945
TOTAL		2,656.2	100.00		2,204.00		8,298

% DE PARTICULAS FRACTURADAS : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$
DE 01 CARA

Reemplazando en la formula : $\frac{8,297.66}{100.00}$

% de particulas fracturadas de 01 cara : 82.98 %



LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jane Rumi Jusilla Ortega
Calle 1363/5



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI **ING. RESP. :** J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA :** FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

**DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS
02 O MAS CARAS CARAS FRACTURADAS
(MTC E 210 ; ASTM D 5821)**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,656.2 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. O MAS CAR	% DE PART. O MAS CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2)	55.62	2.09	55.62	286	514.20	1,077
37,50mm(1 1/2)	25mm(1")	325.83	12.27	325.83	470	144.25	1,769
25mm(1")	19.0mm(3/4")	357.11	13.44	357.11	412	115.37	1,551
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,450.84	54.62	1,450.84	438	30.19	1,649
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	466.77	17.57	466.77	217	46.49	817
TOTAL		2,656.2	100.00				6,863
% de partículas fracturadas de 02 o mas caras					68.63 %		


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. Jane Ruy Busanza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 136799

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE		
SOLICITANTE	: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO		
CANTERA	: JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI	ING. RESP.	: J.R.B.O.
MUESTRA	: BASE GRANULAR	FECHA	: FEBRERO-2022
MATERIAL	: MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%		
ENSAYO DE ABRASION "LOS ANGELES"			
TAMICES ASTM		PESO RETENIDO DE LOS ANGELES	
QUE PASA	RETENIDO	100 REVOLUCIONES GRADUACION "E"	500 REVOLUCIONES GRADUACION "A"
1 1/2"	1"		1250.00
1"	3/4"		1250.00
3/4"	1/2"		1,251.0
1/2"	3/8"		1251.00
PESO INICIAL			5002.00
RETENIDO EN LA MALLA N°12			3562.50
QUE PASA LA MALLA N° 12			1,439.5
% DE PERDIDA			28.78%
PERDIDA PROMEDIO %			28.78%
ESFERAS		PESO GR.	5.004 Nro 12
OBSERVACIONES:		RESISTENCIA AL DESGASTE =	71.22%
		PORCENTAJE DE PERDIDA =	28.78%



LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jane Rumi / Susana Ortega
ESPECIALISTAS EN GEOTECNIA
C.O. 13638



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI

ING. RESP. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

FECHA : FEBRERO-2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

ENSAYO DE DURABILIDAD CON (Mg SO4)

N°	HORA	FECHA	FECHA	HORA	HORA	CICLO	SOLUCION DE SULF. DE Mg.	
	INICIO	INICIO	FINAL	INMERSION	ESCURR.		DENSIDAD	T° C°
1	3:00 p.m.	23/02/2021	23/02/2021	18:00	9:00 a.m.	0	1.29	21
2	3:00 p.m.	23/02/2021	24/02/2021	18:00	9:00 a.m.	1	1.29	21
3	3:00 p.m.	24/02/2021	25/02/2021	18:00	9:00 a.m.	2	1.29	21
4	3:00 p.m.	25/02/2021	26/02/2021	18:00	9:00 a.m.	3	1.29	21
5	3:00 p.m.	26/02/2021	27/02/2021	18:00	9:00 a.m.	4	1.29	21
6	3:00 p.m.	27/02/2021	28/02/2021	18:00	9:00 a.m.	5	1.29	21

MUESTRA: MEZCLA DE CANTERA

INALTERABILIDAD DE (PIEDRA CHANCADA) EN SOLUCION DE SO4. Mg (5 CICLOS)

PASADA EN MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS
1"	1/2"	50.71	1004.2	6.27	2.14
3/4"	3/8"	34.05	674.3	8.75	2.98
3/8"	N° 04	15.24	301.9	19.97	3.04
TOTALES:					8.16
Mg. SO4 7H2O SULFATO DE MAGNESIO					


LABORATORIO
 Ing. Jane Rumi Bustiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 136389



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

**PRUEBA DE SALES SOLUBLES TOTALES
MTC E-219**

MUESTRA	BASE-MEZCLA: HORMIGON 40% - LIGANTE 30% - PIEDRA CHANCADA 30%	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCION	-	-
PESO DE LA TARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCION	150	150
PESO DE SALES	0.035	0.04
% DE SALES	0.0233	0.0267
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.025	


LABORATORIO
 Ing. Jane Rumi Justiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 36389



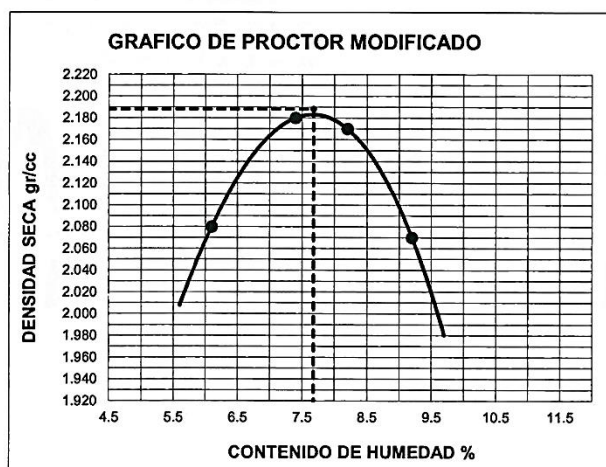
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO - 2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 30% - PIEDRA CHANCADA 30%

PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 ; ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD				
PESO MOLDE+SUELO	11,300	11,574	11,601	11,405
PESO MOLDE	6,694	6,694	6,694	6,694
PESO SUELO COMPACTADO	4,606	4,880	4,907	4,711
VOLUMEN DEL MOLDE	2,085	2,085	2,085	2,085
DENSIDAD HUMEDA	2.21	2.34	2.35	2.26
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	415.00	452.00	462.00	405.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	391.00	421.00	427.00	371.00
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	24.00	31.00	35.00	34.00
PESO DE SUELO SECO	391.00	421.00	427.00	371.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.10	7.40	8.20	9.20
DENSIDAD SECA	2.08	2.18	2.17	2.07



Max. densidad seca
2.188 gr/cm³

Conten. humedad óptima
7.68 %

LABORATORIO
 Ing. Jane Ryn Bushiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 136389

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

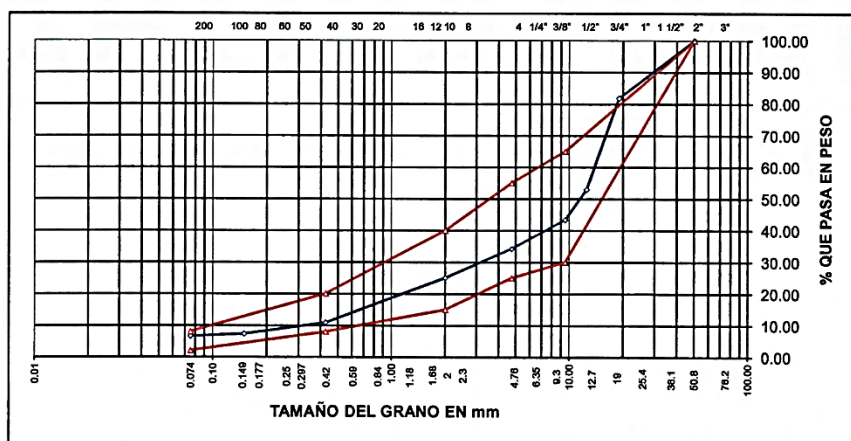
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI
MUESTRA : BASE GRANULAR
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

ING. RESPONS. : J.R.B.O.
FECHA : FEBRERO - 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 4,640.30 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1,590.72 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 65.70 %
1 1/2"	37.500	182.95	3.90	3.90	96.10		Arena : 27.70 %
1"	25.000	202.63	4.40	8.30	91.70		Fino : 6.60 %
3/4"	19.000	459.31	9.90	18.20	81.80		W natural : 6.82 %
1/2"	12.500	1,335.35	28.80	47.00	53.00		
3/8"	9.500	445.61	9.60	56.60	43.40	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	423.73	9.10	65.70	34.30	25 - 55	L.L. : 20.07 %
No.10	2.000	428.16	9.20	74.90	25.10	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	317.37	6.80	81.70	18.30		I.P. : NP %
No.40	0.425	342.48	7.40	89.10	10.90	8 - 20	
No.100	0.150	161.78	3.50	92.60	7.40		CLASIFICACION
No.200	0.075	38.35	0.80	93.30	6.60	2 - 8	SUCS : GP-GM
<No.200		302.58	6.50	100.00			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




Ing. Jane Rummy Bustanza Ortega
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIF. 166389



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

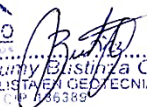
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESPONS.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO - 2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
01. No.DE GOLPES		29	22	13.00
02. TARRO No.		02	05	06
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.	29.68	30.52	30.41
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.	27.33	27.95	27.75
05. PESO DEL AGUA	Grs.	2.35	2.57	2.66
06. PESO DEL TARRO	Grs.	15.32	15.40	15.36
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.	12.01	12.55	12.39
08. HUMEDAD	%	19.57	20.48	21.47
LIMITE LIQUIDO		20.07		
LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$		LL = Limite liquido W _n = % de humedad obtenido (promedio). N = Número de golpes.		

LIMITE PLASTICO (MTC E 110)			
01. No.DE GOLPES			
02. TARRO	No.		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	Grs.		
04. SUELO SECO * TARRO	Grs.		
05. PESO DEL AGUA	Grs.		
06. PESO DEL TARRO	Grs.		
07. PESO DEL SUELO SECO	Grs.		
08. HUMEDAD	%		
LIMITE PLASTICO		NP	

INDICE DE PLASTICIDAD : **NP**


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Rury Bisthiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 C.P. 146389



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI

ING. RESP. : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR

FECHA : FEBRERO - 2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

EQUIVALENTE DE ARENA
(MTC E 114 ; ASTM D 2419)

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	09:30	09:32	09:34
Hora de salida	09:40	09:42	09:44
Hora de entrada	09:41	09:43	09:45
Hora de salida	10:01	10:03	10:05
Altura de nivel material fino	7.20	7.25	7.10
Altura de nivel arena	3.35	3.40	3.20
Equivalente de Arena	46.50	46.90	45.10
Equivalente de Arena Promedio:		46.20 %	

OBSERVACION:


LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jane Runy Bustiza Ortega
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C 16389

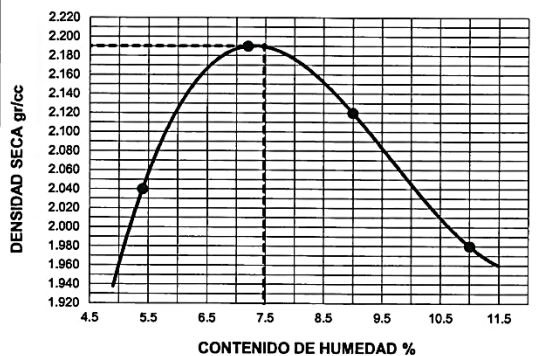
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO - 2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E 115 ; ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4		
DETERMINACION DE DENSIDAD						
PESO MOLDE+SUELO	10,537	10,966	10,892	10,654		
PESO MOLDE	5,995	5,995	5,995	5,995		
PESO SUELO COMPACTADO	4,542	4,971	4,897	4,659		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,116	2,116	2,116	2,116		
DENSIDAD HUMEDA	2.15	2.35	2.31	2.20		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°	1	2	3	4		
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	312.00	298.00	278.00	333.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	296.00	278.00	255.00	300.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	16.00	20.00	23.00	33.00		
PESO DE SUELO SECO	296.00	278.00	255.00	300.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.40	7.20	9.00	11.00		
DENSIDAD SECA	2.04	2.19	2.12	1.98		

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca
2.190 gr/cm³

Conten. humedad óptima
7.48 %


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Rummy Bustiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 36389



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ SCRL.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : BASE GRANULAR **ING. RESP. :** J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA :** FEBRERO - 2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (MTC E 132 ; ASTM D-1883)

Molde N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	12152		11977		11020	
Peso del molde gr.	7130		7215		6650	
Peso del suelo húmedo gr.	5022		4762		4370	
Volumen del molde cc.	2148		2148		2148	
Densidad Humeda gr./cc	2.34		2.22		2.03	
Humedad %	7.20		7.10		7.20	
Densidad seca gr./cc	2.180		2.07		1.89	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	504		561		549	
Tarro suelo seco gr.	470		524		512	
Agua gr.	34		37		37	
Peso del Tarro gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco gr.	470		524		512	
Humedad %	7.20		7.10		7.20	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
NO REGISTRA EXPANSION											

PENETRACION

PENETRACION			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
Tiempo	mm	plg	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²
0.30	0.60	0.25	2.10	471	157	1.10	247	82	0.52	117	39
1.00	1.30	0.50	3.78	849	283	2.08	467	156	0.94	211	70
1.30	1.90	0.750	6.80	1527	509	3.96	889	296	1.95	438	146
2.00	2.50	0.100	12.06	2707	902	7.63	1713	571	3.84	862	287
3.00	3.80	0.150	19.51	4380	1460	11.21	2517	839	5.18	1163	388
4.00	5.00	0.200	31.53	7078	2359	19.42	4360	1453	8.83	1982	661
5.00	6.00	0.250	53.90	12100	4033	30.67	6885	2295	14.98	3363	1121
6.00	7.50	0.300	90.61	20341	6780	52.92	11880	3960	27.05	6072	2024
8.00	10.00	0.400									
10.00	12.50	0.500									

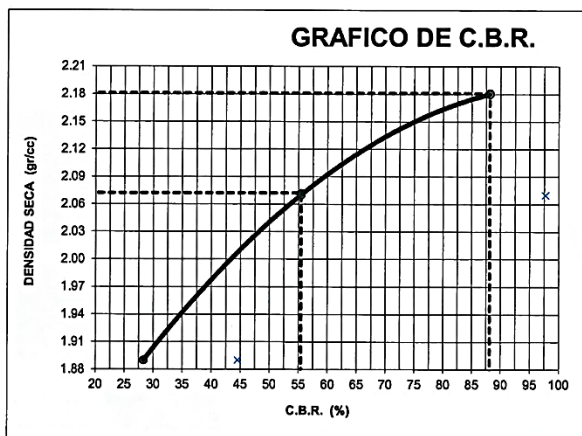

LABORATORIO
 Ing. *Janeb Bustillos Ortega*
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 136386



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

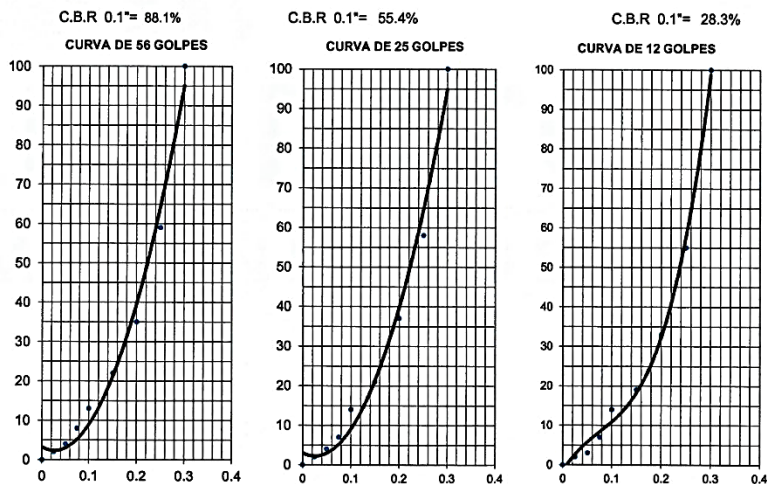
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
 SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
 CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI - TOTORANI ING. RESP. : J.R.B.O.
 MUESTRA : BASE GRANULAR FECHA : FEBRERO - 2022
 MUESTRA : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01* AL 100% = **88.1%**
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. = **55.4%**

LEYENDA
 — CURVA A 0.1*



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Rumi Bustiña Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 136383



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP. :** J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA :** FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

(MTC E 221, ASTM D 4791)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,625.9 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHATAS Y ALARG.	% DE PART. CHATAS Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	LI X RI
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	LI X RI
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")	182.95	6.97	182.95	0.0	0.00	0
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	202.63	7.72	202.63	59.0	29.12	225
25mm(1")	19.0mm(3/4")	459.31	17.49	459.31	47.0	10.23	179
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,335.35	50.85	1,335.35	56.0	4.19	213
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	445.61	16.97	445.61	75.0	16.83	286
TOTAL		2,625.9	100.00				903
		% de partículas chatas y alargadas promedio		: 9.03 %			


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Purny Justiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 C.I. 136389



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

**DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS
01 CARA FRACTURADA
(MTC E 210 ; ASTM D 5821)**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,625.9 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 01 CAR. FR.	% DE PART. 01 CAR. FR.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	LI X RI
50mm(2")	37.50mm(1 1/2")	182.95	6.97	182.95	347	189.67	1,321
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	202.63	7.72	202.63	541	266.99	2,060
25mm(1")	19.0mm(3/4")	459.31	17.49	459.31	574	124.97	2,186
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,335.35	50.85	1,335.35	475	35.57	1,809
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	445.61	16.97	445.61	267	59.92	1,017
TOTAL		2,625.9	100.00		2,204.00		8,393
% de partículas fracturadas							
de 01 cara		:		83.93	%		

LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jane Ruby Bustillos Ortega
Especialista en Mecánica de Suelos
C. 136339



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

**DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS
02 O MAS CARAS CARAS FRACTURADAS
(MTC E 210 ; ASTM D 5821)**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,625.9 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 2 O MAS CARAS	% DE PART. 2 O MAS CARAS	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	37,50mm(1 1/2")	182.95	6.97	182.95	237	129.54	903
37,50mm(1 1/2")	25mm(1")	202.63	7.72	202.63	337	166.31	1,283
25mm(1")	19.0mm(3/4")	459.31	17.49	459.31	425	92.53	1,619
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,335.35	50.85	1,335.35	422	31.60	1,607
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	445.61	16.97	445.61	224	50.27	853
TOTAL		2,625.9	100.00				6,265
% de particulas fracturadas de 02 o mas caras					62.65 %		


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane K. Bustillos Ortega
 S.C.
 126323



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU - CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE: COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

ENSAYO DE ABRASION "LOS ANGELES"

TAMICES ASTM		PESO RETENIDO DE LOS ANGELES	
QUE PASA	RETENIDO	100 REVOLUCIONES	500 REVOLUCIONES
		GRADUACION "E"	GRADUACION "A"
1 1/2"	1"		1265.00
1"	3/4"		1256.00
3/4"	1/2"		1,256.0
1/2"	3/8"		1252.00
PESO INICIAL			5029.00
RETENIDO EN LA MALLA N°12			3175.00
QUE PASA LA MALLA N° 12			1,853.5
% DE PERDIDA			3686%
PERDIDA PROMEDIO %			3686%
ESFERAS		PESO GR.	416.7 Nro.
OBSERVACIONES:		RESISTECIA AL DESGASTE =	63.14%
		PORCENTAJE DE PERDIDA =	36.86%


LABORATORIO
 Ing. Janeb
 Ing. Susy Ortega
 INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA
 TECNICA
 C.I. 36385



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS INVERSIONES FYJJ SCRL.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"

SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO

CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP.** : J.R.B.O.

MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO-2022

MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

ENSAYO DE DURABILIDAD CON (Mg SO4)

Nº	HORA	FECHA	FECHA	HORA	HORA	CICLO	SOLUCION DE SULF. DE Mg.	
	INICIO	INICIO	FINAL	INMERSION	ESCURR.		DENSIDAD	Tº Cº
1	4:00 p.m.	15/02/2021	15/02/2021	18:00	10:00 a.m.	0	1.29	21
2	4:00 p.m.	15/02/2021	16/02/2021	18:00	10:00 a.m.	1	1.29	21
3	4:00 p.m.	16/02/2021	17/02/2021	18:00	10:00 a.m.	2	1.29	21
4	4:00 p.m.	17/02/2021	18/02/2021	18:00	10:00 a.m.	3	1.29	21
5	4:00 p.m.	18/02/2021	19/02/2021	18:00	10:00 a.m.	4	1.29	21
6	4:00 p.m.	19/02/2021	20/02/2021	18:00	10:00 a.m.	5	1.29	21

MUESTRA: MEZCLA DE CANTERA

INALTERABILIDAD DE (PIEDRA CHANCADA) EN SOLUCION DE SO4. Mg (5 CICLOS)

PASADA EN MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONAD O LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS
1"	1/2"	50.71	1010	8.36	2.83
3/4"	3/8"	34.05	672.5	12.04	4.08
3/8"	Nº 04	15.24	304.5	22.53	3.45
TOTALES:					10.36

Mg. SO4 7H2O SULFATO DE MAGNESIO


LABORATORIO
 DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. Jane Runy Baisiña Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 136382



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ SCRL.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYUJAYU – CALACOTA, ILAVE 2021"
SOLICITANTE : COPAJA COPA MARISEL CELIA - FLOREZ GANDARILLAS LUIS ANTONIO
CANTERA : JINCHUPALLA - CANGALLI **ING. RESP.** : J.R.B.O.
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : FEBRERO-2022
MATERIAL : MEZCLA: HORMIGON 40% - ROCA FRACTURADA 60%

**PRUEBA DE SALES SOLUBLES TOTALES
MTC E-219**

MUESTRA	BASE-MEZCLA: CANTERA CANGALLI 60% - CANTERA JINCHUPALLA 40%	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCION	-	-
PESO DE LA TARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCION	150	150
PESO DE SALES	0.08	0.07
% DE SALES	0.0400	0.0433
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.0417	


LABORATORIO
 DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jane Ruyi Bushiza Ortega
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 136294

ANEXO 3: METRADOS

CALCULO DE METRADOS PARA LA PROPUESTA N°01

cantera	inicio	fin	L (m)	A(m2)	% prop.	Vc (m3)	e	M3-KM	M3-KM
Cangalli	00+000	01+990	1,990.00	1.316	0.300	785.75	1.2	992.52	2,893.21
	01+990	06+525	4,535.00	1.316	0.300	1,790.64	1.2	2,261.86	9,471.52
			6,525.00			2,576.38		3,254.38	12,364.73
									15,619.10
cantera	inicio	fin	L (m)	A(m2)	% prop.	Vc (m3)	e	M3-KM	M3-KM
Piedra Chancada	00+000	02+650	2,650.00	1.316	0.300	1,046.35	1.2	1,321.70	614.59
	02+650	06+525	3,875.00	1.316	0.300	1,530.04	1.2	1,932.68	2,082.46
			6,525.00			2,576.38		3,254.38	2,697.05
cantera	inicio	fin	L (m)	A(m2)	% prop.	Vc (m3)	e	M3-KM	M3-KM
Jinchupalla	00+000	06+525	6,525.00	1.316	0.400	3,435.18	1.2	4,339.17	32,381.07
			6,525.00			3,435.18		4,339.17	32,381.07
MATERIAL GRANULAR								D≤1KM	D>1KM
TOTAL=								10,847.93	47,442.85

CALCULO DE METRADOS PARA LA PROPUESTA N°02

cantera	inicio	fin	L (m)	A(m2)	% PROP	Vc (m3)	e	M3-KM	M3-KM
Cangalli	00+000	01+990	1,990.00	1.316	0.60	1,571.50	1.2	1,985.05	5,786.41
	01+990	06+525	4,535.00	1.316	0.60	3,581.27	1.2	4,523.71	18,943.04
			6,525.00			5,152.77		6,508.76	24,729.45
									31,238.21
cantera	inicio	fin	L (m)	A(m2)		Vc (m3)	e	M3-KM	M3-KM
Jinchupalla	00+000	06+525	6,525.00	1.316	0.40	3,435.18	1.2	4,339.17	32,381.07
			6,525.00			3,435.18		4,339.17	32,381.07
MATERIAL GRANULAR								D≤1KM	D>1KM
TOTAL=								10,847.93	57,110.52

ANEXO 4: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.			Fecha presupuesto	23/12/2021		
Subpresupuesto	002 PROPUESTA N° 02						
Partida	01.01 BASE GRANULAR.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 226.8000	EQ. 226.8000	Costo unitario directo por : m3			40.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.9994	0.0353	24.36	0.86	
0101010005	PEON	hh	4.0024	0.1412	14.00	1.98	
2.84							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.84	0.14	
0301100011	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135	hm	0.9994	0.0353	146.08	5.16	
0301200002	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	0.9994	0.0353	205.75	7.26	
12.56							
Subpartidas							
010318010102	AGUA	m3		0.1200	49.82	5.98	
010706030002	MATERIAL DE BASE.	m3		1.2000	16.34	19.61	
25.59							
Partida	02.01 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES<=1 KM						
Rendimiento	m3k/DIA	MO. 325.0000	EQ. 325.0000	Costo unitario directo por : m3k			7.93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	0.4110	0.0101	15.56	0.16	
0.16							
Equipos							
0301160005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	0.4110	0.0101	170.08	1.72	
0301220011	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hh	1.0000	0.0246	245.82	6.05	
7.77							
Partida	02.02 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES > A 1KM						
Rendimiento	m3k/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m3k			1.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Equipos							
0301220011	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hh	1.0000	0.0080	245.82	1.97	
1.97							



Ing. Mijail Hermoza Aguirre
ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS
CIP. N° 138305



Ing. Mijail Hermoza Aguirre
ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS
CIP. N° 138305

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1101001 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.
 Subpresupuesto 002 PROPUESTA N° 02 Fecha presupuesto 23/12/2021

Partida	(010318010102-1101001-01) AGUA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.43.00	EQ.43.00	Costo unitario directo por : m3			49.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1860	14.00	2.60	
0101010007	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.1860	19.47	3.62	
							6.23
Materiales							
0201040004	PETROLEO	glb		3.3000	8.65	28.55	
							28.55
Equipos							
0301220012	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) A22 HP 2,000 GL.	hm	1.0000	0.1860	80.94	15.05	
							15.05

Partida	(010451010101-1101001-01) EXTRACCION CANTERA (sin explosivos)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.690.00	EQ.690.00	Costo unitario directo por : m3			6.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0012	24.36	0.03	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0116	15.56	0.18	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0232	14.00	0.32	
							0.53
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.53	0.03	
0301170003	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75 A 1.4 Y3	hm	1.0000	0.0116	221.11	2.56	
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0116	289.79	3.36	
							5.95

Partida	(010451010302-1101001-01) ZARANDEO MECANICO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.320.00	EQ.320.00	Costo unitario directo por : m3			7.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0250	24.36	0.61	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0750	14.00	1.05	
							1.66
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.66	0.08	
0301400006	FAJA TRANSPORTADORA 18"X4" ME. 3KW 150ton/h	hm	1.0000	0.0250	6.81	0.17	
0301400005	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"X14"	hm	1.0000	0.0250	53.71	1.34	
0301160005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	0.3400	0.0085	170.08	1.45	
0301250002	GRUPO ELECTROGENO 116 HP	hm	1.0000	0.0250	109.75	2.74	
							5.79

Partida	(010706030002-1101001-01) MATERIAL DE BASE.						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			16.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas							
010451010101	EXTRACCION CANTERA (sin explosivos)	m3		1.2000	6.48	7.78	
010451010302	ZARANDEO MECANICO	m3		1.1500	7.44	8.56	
							16.33



 Lic. Miriam Hernández Aguirre

 ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS

 C.I.P. N° 128305

Fecha : 31/03/2022 13:30:25

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.
 Subpresupuesto 003 PROPUESTA N° 01 Fecha presupuesto 23/12/2021

Partida	(010101040103-1101001-01) TRANSPORTE INTERNO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.325.00	EQ.325.00	Costo unitario directo por : m3			8.50
Código	Descripción Recurso	Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0301160005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3		hm	0.5840	0.0144	170.08	2.45
0301220011	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hh	1.0000	0.0246	245.82	6.05
							8.50

Partida	(010303050103-1101001-01) CHANCADO DE PIEDRA							
Rendimiento	m3/DIA	MO.235.00	EQ.235.00	Costo unitario directo por : m3			12.32	
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1362	14.00	1.91	
							1.91	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.91	0.10	
0301400006	FAJA TRANSPORTADORA 18"X4" ME. 3KW 150ton/h		hm	2.0000	0.0681	6.81	0.46	
0301160006	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3		hm	0.2300	0.0078	151.97	1.19	
0301250003	GRUPO ELECTROGENO 140 HP		hm	1.0000	0.0340	121.22	4.12	
0301400001	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA		hm	1.0000	0.0340	133.56	4.54	
							10.41	

Partida	(010318010102-1101001-01) AGUA							
Rendimiento	m3/DIA	MO.43.00	EQ.43.00	Costo unitario directo por : m3			49.82	
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1860	14.00	2.60	
0101010007	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	1.0000	0.1860	19.47	3.62	
							6.23	
		Materiales						
0201040004	PETROLEO		glb		3.3000	8.65	28.55	
							28.55	
		Equipos						
0301220012	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) A22 HP 2,000 GL.		hm	1.0000	0.1860	80.94	15.05	
							15.05	

Partida	(010451010101-1101001-01) EXTRACCION CANTERA (sin explosivos)							
Rendimiento	m3/DIA	MO.690.00	EQ.690.00	Costo unitario directo por : m3			6.48	
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0012	24.36	0.03	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0116	15.56	0.18	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0232	14.00	0.32	
							0.53	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.53	0.03	
0301170003	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75 A 1.4 Y3		hm	1.0000	0.0116	221.11	2.56	
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0116	289.79	3.36	
							5.95	

Partida	(010451010302-1101001-01) ZARANDEO MECANICO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.320.00	EQ.320.00	Costo unitario directo por : m3			7.44

Fecha : 31/03/2022 13:29:33



Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1101001

ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.

Subpresupuesto 003

PROPUESTA N° 01

Fecha presupuesto 23/12/2021

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0250	24.36	0.61
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0750	14.00	1.05
						1.66
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.66	0.08
0301400006	FAJA TRANSPORTADORA 18"X4" ME. 3KW 150ton/h	hm	1.0000	0.0250	6.81	0.17
0301400005	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"X14"	hm	1.0000	0.0250	53.71	1.34
0301160005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	0.3400	0.0085	170.08	1.45
0301250002	GRUPO ELECTROGENO 116 HP	hm	1.0000	0.0250	109.75	2.74
						5.79

Partida (010716010104-1101001-01) MATERIAL DE BASE

Rendimiento m3/DIA MO.1.00 EQ.1.00 Costo unitario directo por : m3 **28.03**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
010451010101	EXTRACCION CANTERA (sin explosivos)	m3		1.2500	6.48	8.10
010451010302	ZARANDEO MECANICO	m3		1.2500	7.44	9.30
010101040103	TRANSPORTE INTERNO	m3		1.2500	8.50	10.63
						28.03



Miguel Hermoza Aguirre
ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS
C.I.P. N° 136305

ANEXO 5: PRESUPUESTO

Presupuesto

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.
 Subpresupuesto 003 PROPUESTA N° 01
 Cliente CARRETERA JAYU JAYU, CALACOTA Costo al 23/12/2021
 Lugar PUNO - EL COLLAO - ILAVE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA				933,471.73
C1	OBRAS PRELIMINARES				48,765.24
C1.C1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	glo	1.00	48,765.24	48,765.24
C2	BASE GRANULAR				705,220.00
C2.C1	BASE GRANULAR	m3	10,331.38	68.26	705,220.00
C3	TRANSPORTE				179,486.49
C3.C1	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <= 1 KM	m3k	10,847.93	7.93	86,024.08
C3.C2	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES > A 1KV	m3k	47,442.85	1.97	93,462.41
	Costo Directo				933,471.73

SON : NOVECIENTOS TRENTITRES MIL CUATROCIENTOS SETENTIUNO Y 73/100 NUEVOS SOLES


 Miguel Hermosa Aguirre
 ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS
 CIP. N° 128305

Presupuesto

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.
 Subpresupuesto 002 PROPUESTA N° 02
 Cliente CARRETERA JAYU JAYU, CALACOTA Costo al 23/12/2021
 Lugar PUNO - EL COLLAO - ILAVE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA				622,015.07
C1	BASE GRANULAR				423,483.27
C1.C1	BASE GRANULAR	m3	10,331.38	40.99	423,483.27
C2	TRANSPORTE				198,531.80
C2.C1	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES <= 1 KM	m3k	10,847.93	7.93	86,024.08
C2.C2	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES > A 1KV	m3k	57,110.52	1.97	112,507.72
	Costo Directo				622,015.07

SON : SEISCIENTOS VEINTIDOS MIL QUINCE Y 07/100 NUEVOS SOLES


 Miguel Hermosa Aguirre
 ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS
 CIP. N° 138305

ANEXO 6: CUADRO DE NECESIDADES

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	771.7541	24.36	18.799.93
0101010004	OFICIAL	hh	289.3301	15.56	4.501.98
0101010005	PEON	hh	4.723.5069	14.00	66.129.10
0101010007	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	230.3898	19.47	4.485.69
					93,916.70
MATERIALES					
0201040004	PETROLEO	qib	4.091.2265	8.65	35,389.11
					35,389.11
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			4,225.62
0301100011	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135	hm	364.6977	146.08	53,275.04
0301160005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	463.9304	170.08	78,905.28
0301160006	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	86.7836	151.97	13,188.50
0301170003	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75 A 1.4 Y3	hm	179.7660	221.11	39,748.06
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	179.7660	289.79	52,094.39
0301200002	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	364.6977	205.75	75,036.55
0301220011	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hh	1.028.6630	245.82	252,865.94
0301220012	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) A22 HP 2.000 GL.	hm	230.3898	80.94	18,647.75
0301250002	GRUPO ELECTROGENO 116 HP	hm	388.4599	109.75	42,633.47
0301250003	GRUPO ELECTROGENO 140 HP	hm	378.1285	121.22	45,836.74
0301400001	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA	hm	378.1285	133.56	50,502.84
0301400005	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"X14"	hm	388.4599	53.71	20,864.18
0301400006	FAJA TRANSPORTADORA 18"X4" ME. 3KW 150ton/h	hm	1,144.7169	6.81	7,795.52
					755,619.88
SUBCONTRATOS					
0424010005	SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	qib	1.0000	48.765.24	48,765.24
					48,765.24
				Total	S/.
					933,690.93




 Ing. Mija Hermosa Aguirre
 ZSP/COSTOS Y PRESUPUESTOS
 CIP. N° 138305

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1101001 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE EXPLOTACION DE LAS CANTERAS DE RIO Y CERRO PARA LA BASE GRANULAR DE LA CARRETERA JAYU JAYU-CALACOTA, ILAVE 2021.
 Subpresupuesto 002 PROPUESTA N° 02
 Fecha 23/12/2021
 Lugar 210501 PUNO - EL COLLAO - ILAVE


Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	738.6937	24.36	17.994.58
0101010004	OFICIAL	hh	282.0981	15.56	4.389.45
0101010005	PEON	hh	3.102.5134	14.00	43.435.19
0101010007	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	230.3898	19.47	4.485.69
					70,304.91
MATERIALES					
0201040004	PETROLEO	qlb	4,091.2265	8.65	35,389.11
					35,389.11
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3,044.67
0301100011	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135	hm	364.6977	146.08	53,275.04
0301160005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	231.4744	170.08	39,359.17
0301170003	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75 A 1.4 Y3	hm	172.5340	221.11	38,148.99
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	172.5340	289.79	49,998.63
0301200002	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	364.6977	205.75	75,036.55
0301220011	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hh	723.7433	245.82	177,910.58
0301220012	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) A22 HP 2,000 GL.	hm	230.3898	80.94	18,647.75
0301250002	GRUPO ELECTROGENO 116 HP	hm	357.4657	109.75	39,231.86
0301400005	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"X14"	hm	357.4657	53.71	19,199.48
0301400006	FAJA TRANSPORTADORA 18"X4" ME. 3KW 150ton/h	hm	357.4657	6.81	2,434.34
					516,297.06
Total				S/.	621,991.08



Miguel Hermoza Aguirre
 Ing. Miguel Hermoza Aguirre
 ESP. COSTOS Y PRESUPUESTOS
 CIP. N° 138305

ANEXO 7: DOCUMENTOS DE LA OBRA

GRI


GOBIERNO REGIONAL PUNO
Gerencia General Regional

Resolución Gerencial General Regional

Nº 367-2017-GGR-GR PUNO

PUNO, 17 AGO 2017

EL GERENTE GENERAL REGIONAL DEL GOBIERNO REGIONAL PUNO

Vistos, el expediente N° 5361-2017-GG sobre aprobación del Excedente Técnico del Proyecto MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURÍSTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS - DISTRITOS CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERÍA, ACORA, ILAVE, TRAMO III JAYU JAYU - CALACOTA;

CONSIDERANDO:

Que, mediante Informe N° 090-2017-GR PUNO-GGR/ORSyLP de fecha 16 de junio del 2017 la Oficina Regional de Supervisión y Liquidación de Proyectos concluye que "... 2. Efectuada la revisión por el equipo nominado para su evaluación... informa que el EXPEDIENTE DE ACTUALIZACIÓN DE COSTOS, se encuentra conforme... 3. En consecuencia la Oficina Regional de Supervisión y Liquidación de Proyectos confiere OPINIÓN FAVORABLE... 4... se sirva disponer a la instancia pertinente con el trámite de Aprobación mediante acto resolutorio, según corresponda para su financiamiento correspondiente."; en antecedentes menciona, entre otros, la Directiva Regional N° 11-2014-GR PUNO/GGR-ORSyLP, y la Resolución de Contraloría General N° 195-88-CG; además señala la siguiente estructura funcional programática:

SECTOR	:	99	GOBIERNOS REGIONALES
PLIEGO	:	458	GOBIERNO REGIONAL DEL DEPARTAMENTO DE PUNO
UNIDAD EJECUTORA	:	001	REGIÓN PUNO
FUNCIÓN	:	15	TRANSPORTE
PROGRAMA	:	033	TRANSPORTE TERRESTRE
GRUPO FUNCIONAL	:	0065	VÍAS DEPARTAMENTALES
PROYECTO	:	2131389	"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURÍSTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS - DISTRITOS CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERÍA, ACORA, ILAVE, TRAMO III JAYU JAYU - CALACOTA"

DATOS FINANCIEROS:

ENTIDAD FINANCIERA: GOBIERNO REGIONAL PUNO
 ENTIDAD EJECUTORA: GOBIERNO REGIONAL PUNO
 PRESUPUESTO TOTAL: S/. 10,814,361.79
 MODALIDAD DE EJECUCIÓN: ADMINISTRACIÓN DIRECTA
 PLAZO DE EJECUCIÓN : 180 DÍAS CALENDARIOS (6 MESES);

Que, con Informe N° 458-2017-GR-PUNO/GRPPAT-SGP de fecha 22 de junio del 2017, la Sub Gerencia de Presupuesto indica textualmente: "... debe proseguir el trámite de aprobación del expediente técnico por actualización de costos del presupuesto de obra del proyecto... de acuerdo a la estructura siguiente:

UNIDAD EJECUTORA : 001 SEDE PUNO

CATEGORIA PRESUPUESTAL: 01 Programas Presupuestales con Enfoque a Resultados
 PROGRAMA PRESUPUESTAL: 0138 Reducción del Costo, Tiempo e Inseguridad en el Sistema de Transporte
 PROYECTO : 2 131389 Mejoramiento de la Infraestructura Vial del Circuito Turístico Lago Sagrado de los Incas - Distritos Capachica



GOBIERNO REGIONAL PUNO
Gerencia General Regional

Resolución Gerencial General Regional

Nº 367-2017-GGR-GR PUNO

PUNO, 17 AGO 2017

Chucuito, Platería, Ácora, Ilave, Tramo III Jayu Jayu - Calacota.

Costo del Expediente Técnico: S/. 10,814,361.79

Asignación Presupuestaria 2017: No se cuenta con disponibilidad presupuestaria;

Que, mediante Informe N° 547-2017-GR.PUNO/GRI el Gerente Regional de Infraestructura concluye: "...esta dependencia cuenta con el expediente técnico elaborado en el año 2013... no se emitió resolución de aprobación..." recomienda: "... efectúe una sola emisión la resolución de aprobación del expediente técnico del año 2013 y expediente de actualización de costos..."; y

Estando al Informe N° 090-2017-GR PUNO-GGR/ORSyLP de la Oficina Regional de Supervisión y Liquidación de Proyectos, Informe N° 458-2017-GR-PUNO/GRPPAT-SGP de la Sub Gerencia de Presupuesto, Informe N° 547-2017-GR.PUNO/GRI de la Gerencia Regional de Infraestructura, y visación de la Oficina Regional de Asesoría Jurídica;

En el marco de lo establecido por la Directiva Regional N° 01-2017-Gobierno Regional Puno, aprobada por Resolución Ejecutiva Regional N° 022-2017-PR-GR PUNO;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO ÚNICO.- APROBAR el Expediente Técnico del Proyecto MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURÍSTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS - DISTRITOS CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERÍA, ACORA, ILAVE, TRAMO III JAYU JAYU - CALACOTA.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE



Luis Alberto Andrade Olazo
LUIS ALBERTO ANDRADE OLAZO
GERENTE GENERAL REGIONAL





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME N° 013 – 2019 –MEVCTLSI T III/WOM/ CC

PARA : ING. EDSON F. MEZA DUMAN
Residente de obra

DE : ING. WILWER ORCCO MAMANI
Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimentos

ASUNTO : REMITO RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS CORRESPONDIENTE AL MES DE JUNIO.

REF. : OBRA. "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS,
DISTRITO DE CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERIA, ACORA,
ILAVE, TRAO III JAYUJAYU-CALACOTA".

FECHA : Jayujayu - Calacota, 01 de julio de 2019.

Mediante el presente me dirijo a Ud. Para remitirle los resultados de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos, correspondientes del mes de junio de la obra: "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS, DISTRITO DE CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERIA, ACORA, ILAVE, TRAO III JAYUJAYU-CALACOTA". Se detallan de la siguiente manera:

- Muestreo y ensayo de material de base, batido en pista en km: 0+620 al 0+000.
- Densidades de la capa base granular.

Se adjuntan los Ensayos de Laboratorio Mecánica de Suelos.

1. Análisis Granulométrico.
2. Límites de Consistencia
3. Equivalente de arena.
4. Próctor Modificado.
5. Valor Relativo de Soporte (C.B.R).
6. Porcentaje de chatas y alargadas
7. partículas fracturadas
8. Densidad de Campo.

[Handwritten signature]
 Wilwer Orcco Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 146119
[Handwritten signature]
 Recibido
 02/07/2019
 08 11



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURISTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS, DISTRITO DE CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERIA, ACORA, ILAVE, TRAMO III JAYUJAYU - CALACOTA".

CANTERA : 60% CANGALLI + 40% HORMIGÓN

MATERIAL : BASE GRANULAR

MUESTRA : BATIDO EN PISTA KM: 0+620 al 0+000

TECN. RESPONS. : PABLO APAZA A.

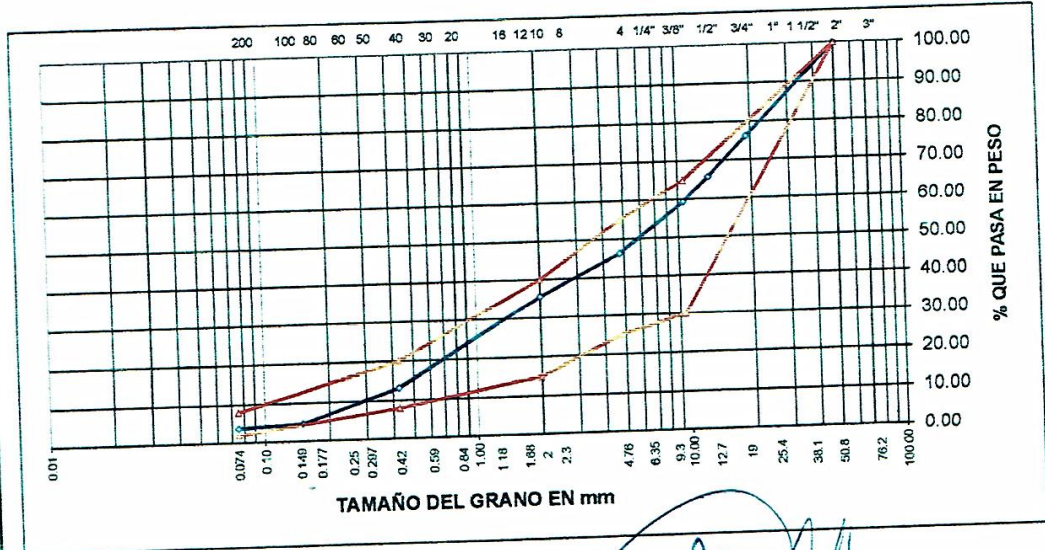
ING. RESPONS. : WILWER ORCCO M.

FECHA : 22/06/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E 204 ; ASTM C 136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 11922 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 1000 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 53.80 %
1 1/2"	37.500	860.00	7.20	7.20	92.80		Arena : 42.50 %
1"	25.000	1,102.00	9.20	16.40	83.60		Fino : 3.70 %
3/4"	19.000	882.00	7.40	23.80	76.20		W natural : 3.83 %
1/2"	12.500	1,245.00	10.40	34.20	65.80		
3/8"	9.500	778.00	6.50	40.70	59.30	30 - 65	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	1,560.00	13.10	53.80	46.20	25 - 55	L.L. : NP %
No.10	2.000	231.00	10.70	64.50	35.50	15 - 40	L.P. : NP %
No.20	0.840	240.00	11.10	75.60	24.40		I.P. : NP %
No.40	0.425	245.00	11.30	86.90	13.10	8 - 20	
No.100	0.150	184.00	8.50	95.40	4.60		CLASIFICACION
No.200	0.075	19.00	0.90	96.30	3.70	2 - 8	SUCS : GP
<No.200		256.00	11.80	108.10			AASHTO : A-1-a(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD




Pablo Apaza
 DNI: 42297304
 TECNICO EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTO.



Wilwer Orcco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 14611

**INFORME N° 005 – 2019 –MEVCTLSI T III/WOM/ CC**

PARA : ING. EDSON F. MEZA DUMAN;
Residente de obra

DE : ING. WILWER ORCCO MAMANI;
Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimentos

ASUNTO : REMITO DISEÑO DE BASE GRANULAR 30% DE CANTERA
CANGALLI + 40% HORMIGÓN JINCHUPALLA + 30% PIEDRA
CHANCADA.

REF. : OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
DEL CIRCUITO TURÍSTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS,
DISTRITO DE CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERIA, ACORA,
ILAVE, TRAMO III JAYUJAYU-CALACOTA".

FECHA : Jayujayu-Calacota, 06 de abril del 2019.

Mediante el presente me dirijo a Ud. Para remitirle el diseño de mezclas para la capa Base Granular, la dosificación será 30% de cantera Cangalli y 40% de cantera Jinchupalla (hormigón) y 30% piedra chancada, para la obra: "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURÍSTICO LAGO SAGRADO DE LOS INCAS, DISTRITO DE CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERIA, ACORA, ILAVE, TRAMO III JAYUJAYU-CALACOTA".

Cantera Cangalli - achatuyoc

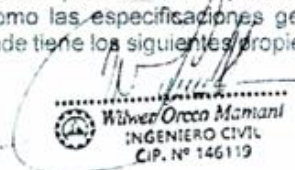
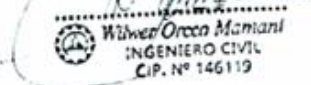
Está compuesto de materiales de Gravas Limosas de color gris blanquecino, de origen coluvial con características granulares, de mediana plasticidad. Las formas de clastos son angulares al 100%, producto de la desintegración de las rocas excelentes para las capas de base granular, las partículas son de origen sedimentaria (calizas y areniscas) de buena resistencia.

Cantera Jinchupalla Material (Hormigón)

Está compuesto de materiales de arena limosa de color gris verdusco, de origen fluvial, que es producto del transporte del río Ilave, tiene partículas redondeadas de tamaño de 1/2 pulgada, de características granulares y limpias, presentan buena resistencia, similares al de hormigón. El tratamiento que se ha realizado es con cargador y con excavadora, donde para su explotación no se requiere tratamientos.

Mezcla de suelo

La mezcla de ambos materiales para la capa de base granular son gravas bien graduadas y mezcla de gravas y limos, no presenta plasticidad, la dosificación será de 40% de cantera Jinchupalla + 30% de cantera cangalli material ligante y 30% piedra chancada, en donde con estos porcentajes cumple con los requerimientos en las especificaciones técnicas de la obra, así como las especificaciones generales para construcción de carreteras (EG-2013), en donde tiene las siguientes propiedades físico-mecánicas:



 Wilwer Orcco Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 146119


 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos
 Calle de la Universidad 1001
 P.O. Box 1001
 Lima, Perú



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	
CURVA GRANULOMETRICA	Gradación A	Gradación A para mayores de 3000 m.n.s.m.	SI CUMPLE
LIMITE LIQUIDO (LL)	NP	25% Max.	SI CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)	NP	2% Max.	SI CUMPLE
EQUIVALENTE DE ARENA	49.80%	45% Min.	SI CUMPLE
PARTICULAS DE CHATAS Y ALARGADAS	9.99%	15% Max.	SI CUMPLE
PARTICULAS CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS	70.71%	50% Min.	SI CUMPLE
PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA	86.32%	80% Min.	SI CUMPLE
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (CBR) Tráfico en ejes equivalentes ($<10^6$)	94.3%	80% Min.	SI CUMPLE
ABRASIÓN LOS ANGELES	36.86%	40% Max.	SI CUMPLE
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO, AGREGADO GRUESO	8.44%	18% Max.	SI CUMPLE
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO, AGRAGADO FINO	13.97%	15% Max.	SI CUMPLE

Se adjunta los siguientes ensayos en Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos:

- Análisis granulométrico
- Límites de consistencia
- Equivalente de arena
- Porcentaje de chatas y alargadas
- Partículas chatas y alargadas
- Partículas con caras fracturadas
- Proctor modificado
- Valor relativo de soporte (C.B.R.)
- Abrasión los Ángeles
- Ensayos de durabilidad al sulfato de magnesio.

Es cuanto informo a usted, para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,




ANEXO 8: PANEL FOTOGRÁFICO**Fotografía 1:** Toma de muestra para laboratorio de la cantera Cangalli.**Fotografía 2:** Estratos de la Cantera de Cangalli (Roca Fracturada).

Fotografía 3: Toma de muestra para laboratorio de la cantera Jinchupalla



Fotografía 4: Toma de Muestra para Laboratorio de la Cantera Totorani.



Fotografía 5: Toma de muestra para laboratorio de piedra chancada.



Fotografía 6: Diseño de Mezcla para conformación de Base Granular de las dos Propuestas.



Fotografía 7: Equipo de laboratorio para determinar la granulometría por tamizado.



Fotografía 8: Tamizado de Material de la Cantera Jinchupalla.



Fotografía 9: Tamizado de Material de la Cantera Cangalli.



Fotografía 10: Tamizado de Material de la Cantera Totorani.



Fotografía 11: Ensayo de laboratorio para determinar la granulometría por tamizado.



Fotografía 12: Muestra Tamizada en las Mallas.



Fotografía 13: Ensayo de laboratorio para determinar la granulometría de la muestra.



Fotografía 14: Secado de Muestra para determinar el Contenido de Humedad.



Fotografía 15: Pesado de Muestra después de sacar del Horno



Fotografía 16: Tamizado de Muestra en la Malla N°40 para Ensayo de Limites de Consistencia.



Fotografía 17: Equipo de laboratorio para determinar el límite líquido.



Fotografía 18: Ensayo de Límite Líquido en Equipo de Casa Grande.



Fotografía 19: Ensayo de laboratorio para determinar el límite líquido.



Fotografía 20: Ensayo de Laboratorio para determinar el Límite Plástico.



Fotografía 21: Ensayo de Laboratorio de Equivalente de Arena para la propuesta N°01.



Fotografía 22: Ensayo de Laboratorio de Equivalente de Arena para la propuesta N°02.



Fotografía 23: Cuarteo de Muestra para realizar el Ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 24: Llenado de Muestra para el Ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 25: Ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 26: Pesado del Ensayo de Proctor Modificado con Muestra Compactada.



Fotografía 27: Aplicación de la carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR, para la propuesta N°01.



Fotografía 28: Aplicación de la carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR, para la propuesta N°01.



Fotografía 29: Ensayo de Caras Fracturas, Una Cara y Dos Caras, para la Propuesta N°01.



Fotografía 30: Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas, para la Propuesta N°02.

