

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de la subrasante con cemento tipo IP
más aditivo Sika, carretera Cooperativa Agraria
Cafetalera, Mandor, Maranura, La Convención -
Cusco - 2023**

Consuelo Mariela De La Torre Bovivar
Yuval Huayhua Hanampa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Mg. Eigner Román Villegas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 15 de junio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

"ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023."

Autores:

1. CONSUELO MARIELA DE LATORRE BOLIVAR – EAP. Ingeniería Civil
2. YUVAL HUAYHUA HANAMPA – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 30 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios y el Universo, por permitirnos estar con vida y darnos la oportunidad de llegar a esta etapa, posibilitando que nuestros padres y familiares sean nuestra fuerza para culminar cada etapa que nos proponemos.

A nuestros padres y entorno por forjarnos como personas de bien, y ser nuestro sostén siempre que los hemos necesitado o requerido, en los momentos de flaqueza.

A nuestros familiares y amigos por la paciencia y dedicación que día a día, nos brindaron su apoyo incondicional

A nuestros docentes que, durante nuestra vida estudiantil en las aulas universitarias, nos brindaron toda su sapiencia en forma incondicional; en especial a nuestro Asesor Ing. Eigner Román Villegas quien nos guio hasta el logro final de nuestra tesis.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios y el Universo, en especial a mis hijos Gabriel Sebastián y Rodrigo Fabián; quienes fueron el motor y razón para iniciar y concluir mi formación profesional.

Dedico también este trabajo a mis tíos Adriel y Julia; quienes en todo momento colaboraron siendo el apoyo esencial en el proceso de la elaboración de mi tesis.

No olvido a todos mis demás familiares que pusieron su granito de arena, en cada momento o circunstancia de flaqueza y alegría, que contribuyeron con el logro de mis objetivos.

Consuelo Mariela

En principio este trabajo se lo dedico a Dios, a mis padres, hermanos y en especial a mi pareja Maribel que en momentos difíciles siempre ha estado presente, apoyándome.

Este trabajo dedico también a mis sobrinos José Fernando y Fidel, quienes me motivaron para seguir adelante y poder terminar el trabajo de la mejor manera, también se lo dedico a mis amigos quienes me motivaron para poder terminar la tesis.

Yuval Huayhua Hanampa

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN xvii	
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y LA FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.1. Planteamiento de problema	1
1.1.2. Formulación de problema	2
1.1.2.1. Problema general	2
1.1.2.2. Problemas Específicos	2
1.1.3. Determinación de objetivos	3
1.1.3.1. Objetivo General.....	3
1.1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.1.4. Justificación e importancia de estudio.....	3
1.1.4.1. Justificación Teórica.....	3
1.1.4.2. Justificación aplicativa o practica	3
1.1.4.3. Justificación académica	3
1.1.4.4. Justificación social.....	3
1.1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	4
1.1.5.1. Hipótesis General	4
1.1.5.2. Hipótesis Especificas	4
1.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	4
1.2.1. Variable Independiente	4
1.2.2. Variable Dependiente.....	5
1.3. Limitaciones y delimitaciones de la investigación.....	6
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	9
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	12
2.2. BASES TEÓRICAS	14
2.2.1. Estabilización.....	14
2.2.2. Estabilización con cemento.....	14
2.2.3. Estabilización por aditivo SIKA DUST SEAL PE.....	15
2.2.4. Plasticidad.....	15

2.2.5.	Grado de compactación.....	16
2.2.6.	Prueba de CBR.	16
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	16
3.	METODOLOGÍA	18
3.1.	MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.1.1.	Enfoque de la investigación	18
3.1.2.	Nivel o alcance de la investigación	18
3.1.3.	Método de la investigación	19
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.2.1.	Diseño de ingeniería	21
3.3.	POBLACIÓN Y LA MUESTRA	22
3.3.1.	Población	22
3.3.2.	Muestra	22
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE TOMA DE DATOS	23
3.4.1.	Técnicas e instrumentos de la Investigación	23
3.4.2.	Formatos de toma de datos (instrumentos de laboratorios)	24
3.4.2.1.	Formato de laboratorio para toma de datos límites de ATTERBERG	24
3.5.	VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	29
3.5.1.	Validez de Instrumentos.....	29
3.6.	ESTUDIOS DE TRÁFICO VEHICULAR.....	41
3.6.1.	Resultados del conteo vehicular.....	42
3.6.2.	Índice Medio Diario Anual (IMDa)	44
3.7.	TOMA DE DATOS.....	47
3.7.1.	Ubicación de la Elaboración y Recolección de Datos	47
3.7.2.	Instrumentos	48
3.7.3.	Procedimiento	48
3.8.	Perfil estratigráfico	50
3.9.	Ensayos de laboratorio por cada calicata	55
3.9.1.	Límites de Atterberg	55
3.9.1.1.	Límite líquido	55
3.9.1.2.	Límite Plástico.....	60
3.9.2.	Ensayo de granulometría.....	66
3.10.	CLASIFICACIÓN DE SUELO.....	75
3.10.1.	Clasificación de suelo SUCS	75
3.10.2.	Clasificación de suelo AASHTO	79
3.10.3.	Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio)	82

3.10.4.	Ensayo (CBR).....	91
3.11.	ENSAYOS DE LABORATORIO CON ADITIVOS CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA DUST SEAL PE	112
3.11.1.	Límites de Atterberg	112
3.11.1.1.	Límite líquido	112
3.11.1.2.	Límite Plástico.....	117
3.11.2.	Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio).....	121
3.11.3.	Ensayo (CBR).....	129
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	148
4.1.	LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO... 148	
4.1.1.	Resultado de prueba de laboratorio para determinar el tipo de suelo	148
4.1.1.1.	Procesamiento de datos de límites de consistencia de las siete calicatas.....	148
4.1.1.2.	Procesamiento de datos de análisis granulométrico de las siete calicatas....	164
4.1.1.3.	Resultado de clasificación de suelo según el método AASHTO	175
4.1.1.4.	Resultado de clasificación de suelo según el método SUCS	176
4.1.2.	Resultado de prueba de laboratorio para determinar la calicata más crítico	176
4.1.2.1.	Procesamiento de datos de Proctor modificado de las siete calicatas.....	176
4.1.2.2.	Procesamiento de datos de Ensayo (CBR) de las siete calicatas	188
4.1.3.	Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia de las siete calicatas	215
4.1.4.	Resumen de ensayo Proctor modificado y CBR para determinar la calicata más crítico.....	216
4.1.5.	Resultados de ensayo de laboratorio con los aditivos cemento tipo IP y aditivo Sika.....	219
4.1.5.1.	Resultado de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento IP y Sika.....	219
4.1.5.2.	Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento tipo IP y Sika.....	231
4.1.6.	Procesamiento de datos de Proctor modificado con los aditivos Cemento tipo IP y Sika.....	232
4.1.7.	Resumen de los ensayos de laboratorio de Proctor modificado más los aditivos....	241
4.1.8.	Procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika	243
4.1.9.	Resumen de procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika.....	265
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	266
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	268
5.1.	CONCLUSIONES.....	268
5.2.	RECOMENDACIONES	270

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	271
ANEXOS... ..	275
Matriz de consistencia.....	275

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	8
Tabla 2. Muestra el diseño de posprueba para un patrón y múltiples combinaciones.	19
Tabla 3. Número de muestras de la población	22
Tabla 4. Formato de un ensayo sobre el límite líquido.	24
Tabla 5. Formato de un ensayo sobre el límite plástico.	25
Tabla 6. Formato de un ensayo sobre Análisis Granulométrico	25
Tabla 7. Formato para cálculo de Proctor modificado.	26
Tabla 8. Tabla de resultados basada en la curva de compactación con el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima.....	28
Tabla 9. Formato para cálculo de CBR de suelos	28
Tabla 10. Expertos.....	30
Tabla 11. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Límites de plasticidad)	30
Tabla 12. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (grado de compactación)	31
Tabla 13. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Ensayo de soporte de california CBR).....	32
Tabla 14. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (Límites de plasticidad)	33
Tabla 15. Formato para validar los criterios -Experto N°02 (grado de compactación)	34
Tabla 16. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (ensayo de soporte de california CBR).....	35
Tabla 17. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Límites de plasticidad	36
Tabla 18. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (grado de compactación)	37
Tabla 19. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Soporte de california CBR).....	38
Tabla 20. Resultados validados por expertos.....	39
Tabla 21. Tabla que representa el V de Aiken.....	39
Tabla 22. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de límites de plasticidad.....	40
Tabla 23. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de Grado de compactación	40
Tabla 24. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de (Ensayo de soporte de california CBR).....	41
Tabla 25. Conteo vehicular en la estación E-001, Maranura alta.....	42
Tabla 26. Índice Medio Diario Anual (IMDa).....	44

Tabla 27.	Índice Medio Diario Anual (IMDa) con Factor de corrección del peaje Huillque.....	45
Tabla 28.	Perfil estratigráfico de las 7 calicatas en estudio.....	50
Tabla 29.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°01	56
Tabla 30.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°02	57
Tabla 31.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°03	57
Tabla 32.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 04	58
Tabla 33.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°05	59
Tabla 34.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 06	59
Tabla 35.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 07	60
Tabla 36.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 01.....	62
Tabla 37.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 02.....	62
Tabla 38.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 03.....	63
Tabla 39.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 04.....	63
Tabla 40.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 05.....	64
Tabla 41.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 06.....	65
Tabla 42.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 07.....	65
Tabla 43.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 01.....	68
Tabla 44.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 02.....	69
Tabla 45.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 03.....	70
Tabla 46.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 04.....	71
Tabla 47.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 05.....	72
Tabla 48.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 06.....	73
Tabla 49.	Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 07.....	74
Tabla 50.	Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).....	75
Tabla 51.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 01	77
Tabla 52.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 02	77

Tabla 53.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 03	78
Tabla 54.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 04	78
Tabla 55.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 05	78
Tabla 56.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 06	78
Tabla 57.	Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 07	79
Tabla 58.	Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO).....	80
Tabla 59.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO)-Calicata N°01	80
Tabla 60.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°02	80
Tabla 61.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°03	81
Tabla 62.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°04	81
Tabla 63.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°05	81
Tabla 64.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°06	82
Tabla 65.	Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°07	82
Tabla 66.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°01	84
Tabla 67.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°02.....	85
Tabla 68.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°03.....	86
Tabla 69.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°04.....	87
Tabla 70.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°05.....	88
Tabla 71.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°06.....	89
Tabla 72.	Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°07.....	90
Tabla 73.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°01	94
Tabla 74.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°02	96
Tabla 75.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°03	99
Tabla 76.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°04	101
Tabla 77.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°05	103
Tabla 78.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°06	106
Tabla 79.	Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°07	109
Tabla 80.	Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento	113
Tabla 81.	Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento	114
Tabla 82.	Datos de Límite líquido, suelo natural más 1% de Sika.....	114
Tabla 83.	Datos de Límite líquido, suelo natural más 2% de Sika.....	115
Tabla 84.	Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika.....	116
Tabla 85.	Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika.....	116
Tabla 86.	Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento	118
Tabla 87.	Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento	119

Tabla 88.	Datos de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika.....	119
Tabla 89.	Datos de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika.....	120
Tabla 90.	Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika.....	120
Tabla 91.	Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika.....	121
Tabla 92.	Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento	123
Tabla 93.	Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento	124
Tabla 94.	Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika.....	125
Tabla 95.	Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika.....	126
Tabla 96.	Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika.....	127
Tabla 97.	Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika.....	128
Tabla 98.	Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% cemento.....	133
Tabla 99.	Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% cemento.....	135
Tabla 100.	Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika	137
Tabla 101.	Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika	140
Tabla 102.	Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika.....	142
Tabla 103.	Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika.....	145
Tabla 104.	Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°01	148
Tabla 105.	Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 01	149
Tabla 106.	Resultado de Índice plástico – Calicata N°01	150
Tabla 107.	Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 02	150
Tabla 108.	Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 02	151
Tabla 109.	Resultado de Índice plástico – Calicata N°02.....	152
Tabla 110.	Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°03	152
Tabla 111.	Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 03	153
Tabla 112.	Resultado de Índice plástico – Calicata N°03	154
Tabla 113.	Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 04	155
Tabla 114.	Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 04.....	155
Tabla 115.	Resultado de Índice plástico – Calicata N°04.....	157
Tabla 116.	Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 05	157
Tabla 117.	Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 05	158
Tabla 118.	Resultado de Índice plástico – Calicata N°05.....	159
Tabla 119.	Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 06	159
Tabla 120.	Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 06	160

Tabla 121. Resultado de Índice plástico – Calicata N°06	161
Tabla 122. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 07	161
Tabla 123. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 07	162
Tabla 124. Resultado de Índice plástico – Calicata N°07	163
Tabla 125. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°01.....	164
Tabla 126. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°02.....	165
Tabla 127. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°03.....	167
Tabla 128. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°04.....	169
Tabla 129. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°05.....	170
Tabla 130. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°06.....	172
Tabla 131. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°07.....	174
Tabla 132. Resultados de clasificación del suelo por el método - AASHTO.....	175
Tabla 133. Resultados de clasificación de suelo por el método - SUCS.....	176
Tabla 134. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°01	176
Tabla 135. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°02.....	178
Tabla 136. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°03.....	180
Tabla 137. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°04.....	181
Tabla 138. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°05.....	183
Tabla 139. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°06.....	184
Tabla 140. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°07.....	186
Tabla 141. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°01	188
Tabla 142. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°02	192
Tabla 143. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°03	196
Tabla 144. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°04	200
Tabla 145. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°05	204
Tabla 146. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°06	208
Tabla 147. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°07	211
Tabla 148. Resumen de ensayos de límites de consistencia de las siete calicatas	215
Tabla 149. Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1".....	216
Tabla 150. Cuadro resumen ensayo granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"	218
Tabla 151. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 5% de cemento.....	219
Tabla 152. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento	220
Tabla 153. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% de cemento	220
Tabla 154. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 6% de cemento.....	221
Tabla 155. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento	222

Tabla 156. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% de cemento	222
Tabla 157. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 1% de Sika.....	223
Tabla 158. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika.....	224
Tabla 159. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 1% de Sika.....	224
Tabla 160. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 2% de Sika.....	225
Tabla 161. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika.....	226
Tabla 162. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 2% de Sika.....	226
Tabla 163. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika.....	227
Tabla 164. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika.....	228
Tabla 165. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika.....	228
Tabla 166. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika.....	229
Tabla 167. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika.....	230
Tabla 168. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika.....	230
Tabla 169. Resumen de límites de consistencia suelo natural más los aditivos	231
Tabla 170. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento.....	232
Tabla 171. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento.....	234
Tabla 172. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika.....	235
Tabla 173. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika.....	237
Tabla 174. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento + 1% de Sika.....	238
Tabla 175. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika.....	240
Tabla 176. Resumen de ensayo de laboratorio de Proctor modificado con los aditivos cemento IP más Sika.....	241
Tabla 177. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 5% cemento	243
Tabla 178. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 6% cemento	247
Tabla 179. Procesamiento de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika	250
Tabla 180. Procesamiento de datos ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika	254
Tabla 181. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika.....	258
Tabla 182. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika.....	261
Tabla 183. Resumen de ensayo de laboratorio de CBR con los aditivos cemento IP más Sika.....	265
Tabla 184. Categoría de la Subrasante-manual de carreteras, sección suelos y pavimentos.....	266

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Formas de investigación	18
Figura 2.	Diseño de ingeniería.....	21
Figura 3.	Curva de compactación	27
Figura 4.	Composición vehicular	46
Figura 5.	Variación diaria - cantidad de vehículos por día.....	46
Figura 6.	Mapa de la Provincia de la Convención.....	47
Figura 7.	Tramo Maranura – Mandor-Quillabamba.....	48
Figura 8.	Reconocimiento de la zona de estudio.....	49
Figura 9.	Extracción de muestras de las calicatas	49
Figura 10.	Ensayo de Límite líquido de las 7 calicatas	56
Figura 11.	Ensayo sobre límite plástico	61
Figura 12.	Ensayo de Laboratorio Análisis Granulométrico por Tamizado	67
Figura 13.	Porcentaje pasante por la malla N° 200	75
Figura 14.	Porcentaje pasante por la malla N°4	76
Figura 15.	Tipo de suelo según porcentaje pasante por la malla N°200.....	76
Figura 16.	Carta de plasticidad de casa grande	77
Figura 17.	Cálculo de índice de grupo	79
Figura 18.	Ensayo de Laboratorio Proctor modificado	83
Figura 19.	Ensayo de laboratorio de CBR	93
Figura 20.	Ensayo de Límite líquido más los aditivos	113
Figura 21.	Ensayo de Límite plástico más los aditivos	118
Figura 22.	Ensayo de Laboratorio Proctor modificado más los aditivos.....	123
Figura 23.	Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de compactación	130
Figura 24.	Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de expansión	131
Figura 25.	Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de Penetración.....	131
Figura 26.	Grafica de límite líquido – Calicata N°01.....	149
Figura 27.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 01.....	150
Figura 28.	Grafica de límite líquido – Calicata N° 02.....	151
Figura 29.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 02.....	152
Figura 30.	Grafica de límite líquido – calicata N° 03.....	153
Figura 31.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 03.....	154
Figura 32.	Grafica de límite líquido – Calicata N° 04.....	155
Figura 33.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 04.....	156
Figura 34.	Grafica de límite líquido – Calicata N° 05.....	158
Figura 35.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 05.....	159

Figura 36.	Grafica de límite líquido – Calicata N° 06.....	160
Figura 37.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 06.....	161
Figura 38.	Grafica de límite líquido – Calicata N° 07.....	162
Figura 39.	Grafica de límite plástico – Calicata N° 07.....	163
Figura 40.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°01	165
Figura 41.	Grafica de gradación– Calicata N°01	165
Figura 42.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°02	166
Figura 43.	Grafica de gradación– Calicata N°02	167
Figura 44.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°03	168
Figura 45.	Grafica de gradación– Calicata N°03	168
Figura 46.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°04	170
Figura 47.	Grafica de gradación– Calicata N°04	170
Figura 48.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°05	171
Figura 49.	Grafica de gradación– Calicata N°05	172
Figura 50.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°06	173
Figura 51.	Grafica de gradación– Calicata N°06	173
Figura 52.	Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°07	175
Figura 53.	Grafica de gradación– Calicata N°07	175
Figura 54.	Grafica de curva de compactación – Calicata N°01.....	178
Figura 55.	Gráfica de curva de compactación – Calicata N°02.....	179
Figura 56.	Gráfica de curva de compactación – Calicata N° 03.....	181
Figura 57.	Gráfica de curva de compactación – Calicata N°04.....	182
Figura 58.	Gráfica de curva de compactación – Calicata N°05.....	184
Figura 59.	Gráfica de curva de compactación – Calicata N°06.....	185
Figura 60.	Gráfica de curva de compactación – Calicata N°07.....	187
Figura 61.	Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°01	191
Figura 62.	Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°01.....	191
Figura 63.	Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°02.....	195
Figura 64.	Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°02.....	195
Figura 65.	Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°03	199
Figura 66.	Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°03.....	199
Figura 67.	Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°04.....	203
Figura 68.	Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°04.....	203
Figura 69.	Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°05	207
Figura 70.	Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°05.....	207
Figura 71.	Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°06.....	210

Figura 72. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°06.....	211
Figura 73. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°07.....	214
Figura 74. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°07.....	214
Figura 75. Gráfica de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	215
Figura 76. Gráfica de densidad máxima seca y Contenido de humedad óptimo	216
Figura 77. Gráfica de CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"	217
Figura 78. Gráfica del límite líquido, suelo natural más 5% de cemento	219
Figura 79. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% de cemento	220
Figura 80. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% de cemento	221
Figura 81. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% de cemento	222
Figura 82. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 1% de Sika	223
Figura 83. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 1% de Sika	224
Figura 84. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 2% de Sika	225
Figura 85. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 2% de Sika	226
Figura 86. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika.....	227
Figura 87. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika	228
Figura 88. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika.....	229
Figura 89. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika	230
Figura 90. Resumen de límites de consistencia con los aditivos, cemento IP y Sika	231
Figura 91. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento.....	233
Figura 92. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento.....	235
Figura 93. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 1% Sika	236
Figura 94. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 2% Sika	238
Figura 95. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika	239
Figura 96. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika	241
Figura 97. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika.....	242
Figura 98. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% cemento.....	246
Figura 99. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% cemento	246
Figura 100. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% cemento.....	249
Figura 101. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% cemento	250
Figura 102. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 1% Sika.....	253
Figura 103. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 1% Sika.....	253
Figura 104. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 2% Sika.....	257
Figura 105. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 2% Sika.....	257
Figura 106. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika.....	260

Figura 107. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika.....	261
Figura 108. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika.....	264
Figura 109. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika.....	264
Figura 110. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika.....	265

RESUMEN

La construcción de carreteras es una de las actividades de vital importancia para satisfacer la necesidad de transporte (transporte de productos, transporte de materiales, transporte de pasajeros, y otros); a lo largo de los años la construcción de carreteras ha ido mejorando significativamente debido a la innovación de las tecnologías constructivas, y con la adición de algunos productos (aditivos) se mejora la calidad de la subrasante, sub base y base logrando mayor durabilidad de las vías de comunicación terrestre.

La capacidad de soporte de California (CBR), es un parámetro que juntamente con los límites de Atterberg permite definir si un material es adecuado para ser usado como subrasante, sub base o base; siendo necesario para el cálculo del CBR conocer su densidad máxima y humedad optima de los materiales, valores que se obtienen por medio del ensayo de Proctor modificado.

Con el método de los formatos de límites de Atterberg, Proctor modificado y capacidad de soporte de california (CBR), aplicamos las siguientes combinaciones en distintos porcentajes, suelo natural más cemento tipo IP (5%,6%), aditivo Sika Dust Seal Pe (1% y 2%) con las siguientes combinaciones: 6% Cemento IP más 1% Sika, 5% Cemento más 2% Sika. En este estudio de investigación se busca analizar la capacidad de soporte de california, grado de compactación y límites de consistencia con la adición de cemento tipo IP(tipo de cemento 1 puzolánico) más aditivo SIKA DUST Seal PE, para ello se adiciono al suelo natural cemento y Sika Dust Seal Pe en diferentes porcentajes, así como también, la combinación de suelo natural más los aditivos mencionados anteriormente, en los ensayos de límites de consistencia el suelo natural tiene 3.56% de Índice de plasticidad, con la adición de 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el Índice plasticidad se incrementa hasta un máximo de 9.94%, por otra parte, en los ensayos de compactación al adicionar al suelo natural 5% y 6% de cemento, 2 % de Sika y 6% de cemento más 1% de Sika el peso específico se incrementa en un promedio de 2.27 gr/cm³, ahora bien, disminuye cuando se le adiciona al suelo natural 1% de Sika y 5% de cemento más 2% de Sika en un promedio de 2.22%, respecto al peso específico de suelo natural que es de 2.25 gr/cm³, de igual manera en los ensayos de soporte de california CBR, los valores de CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca por cada combinación, en el cual se puede observar que la combinación **suelo natural más 1% de Sika** tiene un valor de 20.149%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 36.622%, los cuales son valores mínimos, igual estaría en la categoría de la **subrasante muy buena** según la manual de carreteras que nos indica que CBR mayores o iguales a 20% pero menores a 30%. De la misma manera nos muestra los valores de CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca, se puede apreciar la combinación de suelo natural más 6% de cemento IP con 1% de Sika, un valor de 29.918%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 89.323% que serían valores máximos, el cual estaría en la **categoría de Sub rasante Excelente** que según manual

de carretas nos indica que deben ser CBR mayores o iguales a 30%. Con ello demostramos que la adición de aditivos mejora la estabilidad de la sub rasante.

PALABRAS CLAVES: Relación de Soporte de California, Proctor modificado, límites de consistencia, índice plasticidad, densidad máxima seca, estabilización de suelos, mejoramiento de subrasante.

ABSTRACT

In the construction of roads, it is one of the activities of vital importance to satisfy the need to transport products, public transport to pedestrian, over the years the construction of roads has been improving significantly due to the improvement of the subgrade, sub base and base with the addition of some additives in order to increase the quality and durability of land communication routes. Therefore, this research study seeks to improve the support capacity of California, degree of compaction and consistency limits with the addition of IP type cement plus SIKA DUST Seal PE additive, for this cement and Sika Dust Seal Pe were added to the natural soil. in different percentages, as well as the combination of natural soil plus the additives mentioned above, in the consistency limit tests the natural soil has 3.56% Plasticity Index, with the addition of 5%, 6%, Sika in 1% .2% and combinations, the Plastic Index increases to a maximum of 9.94%, as well as in the compaction tests by adding 5%, 6%, 2% of Sika and 6% of cement plus 1% of Sika. specific weight increases by 2.27 gr/cm³, as well as decreases when 1% Sika and 5% cement plus 2% Sika are added to the natural soil by an average of 2.22%, with respect to the specific weight of natural soil that is 2.27 gr/cm³, likewise in the California CBR support tests, the CBR values of 0.1” at 95% of the maximum dry density for each combination, in which it can be observed that the natural soil combination more 1% of Sika has a value of 20.149%, and at 100% of the maximum dry density it gives us a result of 36.622%, which are minimum values, it would still be in the very good subgrade category according to the road manual. which indicates that CBR greater than or equal to 20% but less than 30%. In the same way, it shows us the CBR values of 0.1” at 95% of the maximum dry density, you can see the combination of natural soil plus 6% IP cement with 1% Sika, a value of 29.918%, as well as At 100% of the maximum dry density it gives us a result of 89.323%, which would be maximum values, which would be in the category of Excellent Subgrade, which according to the cart manual indicates that they must be CBR greater than or equal to 30%. With this we would be demonstrating that with the addition of additives we improve the stability of the subgrade.

KEY WORDS: California Support Ratio, modified Proctor, limits of consistency, plastic index, maximum dry density, soil stabilization, subgrade improvement.

INTRODUCCIÓN

El 75,1% de la Red Vial Regional en la Macro Región Sur no está pavimentado, equivalente a 6,496 kilómetros, de un total de 8,648.4 kilómetros, advierte un informe del Centro de Investigación Empresarial (CIE) de PERUCÁMARAS

Así, solo el 24,9% de las carreteras departamentales en esta parte del país está pavimentado (2,152.4 kilómetros). La Red Vial Regional o Departamental (RVR) está a cargo de los Gobiernos Regionales.

Del total de carreteras no pavimentadas en esta red, el 78,8% se encuentra afirmado, el 13,3% sin afirmar y el 7,9% es trocha. Las regiones con mayores porcentajes de carreteras afirmadas son Tacna (98,5%) y Puno (96,9%), y las que más cuentan con trocha son Madre de Dios y Moquegua (25,9% en cada caso).

En Cusco el 20,1% de la Red Vial Regional está pavimentado, de un total de 2,802.7 kilómetros. En lo que respecta a la Red Vial Vecinal o Rural, solo el 2,4% se encuentra pavimentado, de 12,666.1 kilómetros.

En la actualidad lograr una adecuada sub rasante en las vías intervenidas, viene originando movimiento de tierras de gran volumen, acciones que genera afectación al medio ambiente, ya sea por la explotación de canteras de suelos o por el uso de áreas de depósito de material excedente, generando problemas ambientales y costos elevados.

La poca difusión de la estabilización de material de sub rasante versus el costo total a mediano plazo del procedimiento de reemplazo de la capa de sub rasante, hace que las alternativas de estabilización no sean de aceptación inmediata como alternativa de solución para sub rasantes de mala calidad o de características inaceptables.

Es importante buscar nuevas alternativas de estabilización del suelo para la construcción de vías terciarias y secundarias, debido a que, invierten pocos recursos para su construcción y rehabilitación, como consecuencia de esto, la red vial terciaria del país se encuentra en mal estado, dado que, se utilizan agregados sin tratar y en la actualidad los requisitos establecidos por las normas vigentes del MTC son para estabilizantes de altos costos.

La presente investigación se va analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más el aditivo SIKA DUST Seal PE determina la estabilización del suelo de la subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera Mandor – Maranura, el cual se divide en cuatro capítulos ordenados de la siguiente manera:

Capítulo I, en que se desarrolla el planteamiento del estudio, realizando la identificación del problema, se definen los objetivos, se determinan las variables, y se plantean las hipótesis del estudio.

Capítulo II, destinado al Marco Teórico en el cual describimos los antecedentes de nuestra investigación y conceptualizamos el contexto en el cual desarrollaremos el estudio.

Capítulo III, en el cual se define la metodología y procedimientos de nuestra investigación, definiendo y desarrollando los instrumentos a ser utilizados.

Capítulo IV, en el cual se presenta los Resultados, y mediante las conclusiones y recomendaciones se da a conocer la discusión realizada en el marco de hipótesis planteada, mediante gráficos y comentarios descriptivos.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y LA FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Planteamiento de problema

Es importante buscar nuevas alternativas de estabilización del suelo para la construcción de vías terciarias y secundarias, debido a que se invierten pocos recursos para su construcción y rehabilitación, en consecuencia, la red vial terciaria del país se encuentra en mal estado, ya que se utilizan agregados sin tratar y en la actualidad los requisitos establecidos por la norma técnica peruana son para estabilizantes de altos costos.

En la actualidad no se cuenta con una normatividad que incentive la búsqueda de nuevos materiales y estos a su vez que tengas unos requisitos a cumplir como materiales alternativos para la estabilización de suelos, cuando hoy en día existen gran cantidad de residuos de las industrias y estos solo son desechados y que podrían ser reutilizados como materiales estabilizantes para los suelos.

En la estabilización de suelos se han utilizado diferentes residuos provenientes de las industrias, donde se obtuvieron resultados ambientalmente viables y requisitos mecánicos, físicos y químicos satisfactorios, lo que ha dado como resultado productos alternativos como estabilizantes de los suelos para ser utilizados en la construcción vial.

En Colombia se hizo la investigación de, Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico “(...) En Colombia la red vial terciaria está constituida en material de afirmado y se encuentra en un estado crítico por falta de mantenimiento rutinario debido a los bajos recursos de inversión para la infraestructura vial terciaria.” (1)

En el Perú en la región Pasco se hizo la investigación de, estabilización de Suelos con Aditivo Proes, Caso: Centro Poblado Aurora Alta, 2021, “Al pasar los años se desarrollaron muchas formas de dar solución ante un problema de suelos inestables, uno de los caminos correctos es estabilizar el suelo para evitar daños en el terreno, que originan la intransitabilidad de vehículos.” (2)

En el Perú en la región de Apurímac se hizo la investigación de Aplicación de aceite sulfonato para mejorar la subrasante en la avenida “la cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac – 2020 “(...) La estructura de la avenida “La Cultura”, del distrito de Pacucha se encuentra en mal estado, estos son de tierra compacta, que, en épocas de lluvia se convierten en lodo y barro, dificultando el desplazamiento de peatones y vehículos. Esta vía es de constante flujo vehicular la presencia de charcos de agua, lodo y barro originan la proliferación de zancudos y otros insectos que son causantes de más de una enfermedad. Así mismo, en épocas secas, las partículas de polvo que levantan los carros al pasar por la vía vienen causando en la población 14 enfermedades dérmicas y respiratorias.

En la visita “in situ” de dichas calles, se ha constatado la existencia de gran cantidad de desmontes, polvaredas, lodos, etc., y en ciertos tramos se observan restos de aguas estancadas.” (3)

En la carretera cooperativa agraria cafetalera en la localidad de Mandor distrito de Maranura, en la Provincia de la Convención, hay deficiencia en la estabilización del suelo, esta a su vez genera problemas de tránsito, tales como mayores costos en los mantenimientos de los vehículos, riesgos en la circulación de los vehículos por las condiciones de la carretera que se encuentran, como también ocasionando problemas de salud, como dermatitis y problemas de las vías respiratorias, así como también problemas de acumulación de polvo en sus cultivos, de igual manera acarreamos enfermedades de malaria, dengue por la acumulación de agua en los charcos en toda la trayectoria de la carretera, debido al mal estado en que se encuentra.

Por ello en este trabajo de investigación al adicionar cemento al 5% y 6% y aditivo Sika 1% y 2%, se variará las propiedades del suelo referentes a su índice de plasticidad, densidad seca máxima y CBR al 95%; logrando soluciones técnicas óptimas y económicas para el uso de los suelos naturales de baja calidad, que sean viables en comparación a la estabilización por reemplazo, acción comúnmente utilizada a la fecha.

1.1.2. Formulación de problema

1.1.2.1. Problema general

¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE. determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, La Convención – Cusco - 2023?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- ❖ ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor - Maranura, La Convención – Cusco – 2023?
- ❖ ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo Sika, determina el grado de compactación de la subrasante en el grado de compactación del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023?
- ❖ ¿En qué medida influye el cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco – 2023?

1.1.3. Determinación de objetivos

1.1.3.1. Objetivo General

Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor, Maranura - La Convención – Cusco - 2023.

1.1.3.2. Objetivos Específicos

- ❖ Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera- Mandor, Maranura, La Convención – Cusco - 2023.
- ❖ Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el grado de compactación del suelo de subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor, Maranura - La Convención – Cusco – 2023.
- ❖ Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura - La Convención – Cusco – 2023

1.1.4. Justificación e importancia de estudio

1.1.4.1. Justificación Teórica

La investigación actual busca datos sobre los efectos de la adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE sobre el suelo de la sub rasante de la carretera, en lo que se requiere a sus propiedades (Límite plástico, grado de compactación y CBR) en la cooperativa agraria cafetalera - Mandor – Maranura – La convención – Cusco - 2023.

1.1.4.2. Justificación aplicativa o practica

Se pretende determinar si la adición de cemento Portland tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE mejora las propiedades de la sub rasante de la carretera, así, como también no; debido a que se pretende obtener un mejor resultado de la capacidad portante del suelo sin incrementar el costo.

1.1.4.3. Justificación académica

Las investigaciones futuras que buscan mejorar las propiedades de la sub rasante se beneficiarán de esta investigación.

1.1.4.4. Justificación social

El presente estudio sirve para mejorar el proceso de la globalización de la economía mundial, los países en vía de desarrollo enfrentan un gran reto de competitividad, para lo cual Perú no es ajena y

debe implementar políticas públicas, que generen un gran impulso en dirección de mejorar la red vial terciaria del país. Teniendo en cuenta lo anterior, se ha creado dentro del Plan nacional de infraestructura (2017-2018) Con el objetivo principal de apuntar hacia la meta para mejorar el transporte local, con la asignación de recursos para el mantenimiento y mejoramiento de la red vial terciaria, para que las personas tengan facilidad de acceso a servicios de salud educación, y con ello elevar su nivel de vida, así mismo sus productos agropecuarios tengan la facilidad de llegar a los mercados locales más cercanos, en el aspecto económico se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona beneficiada.

1.1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.1.5.1. Hipótesis General

La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura -La Convención – Cusco - 2023.

1.1.5.2. Hipótesis Especificas

- a) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor- Maranura- La Convención – Cusco - 2023.
- b) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, altera positivamente en el grado de compactación del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera, Mandor – Maranura, La Convención – Cusco - 2023.
- c) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor - Maranura - La Convención – Cusco - 2023.

1.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.2.1. Variable Independiente

Cemento Portland Tipo IP: El cemento Portland es un tipo de cemento hidráulico que se usa en la construcción y su principal característica es que, al entrar en contacto con el agua, se endurece y se fragua. Gracias a esta reacción obtendremos un material que mejorará las propiedades aglutinantes del suelo. Para el estudio de esta variable se dosifica el cemento en porcentajes de 5 y 6% del peso del material y se pasara a mezclar en seco para luego comprimirlo en la maquina fabricada artesanalmente.

Aditivo SIKA DUST SEAL PE: “Sika® Dust Seal PE es un compuesto a base a biopolímeros de origen natural con excelentes propiedades aglomerantes destinadas al control de polvo en caminos no pavimentados y otras áreas sujetas a emisión de material particulado. Sika® Dust Seal PE posee además propiedades para estabilizar suelos produciendo una superficie resistente y durable Sika® Dust Seal PE puede ser usado en taludes y como protección contra la erosión en zonas rurales y desérticas.” (4)

1.2.2. Variable Dependiente

Propiedades del suelo

Estabilización del suelo de subrasante: La estabilización del suelo es un término general que designa cualquier método físico, químico, mecánico, biológico o combinado para modificar un suelo natural con el fin de cumplir un objetivo de ingeniería.

“La mejora de las propiedades de ingeniería incluye el aumento de la capacidad de soportar peso, la resistencia a la tracción y el rendimiento general de los subsuelos, arenas y materiales de desecho in situ.” (5)

Plasticidad del suelo: Se denomina plasticidad a la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia (o, dicho de otra forma, su resistencia al corte) en función de la humedad. Existe una correspondencia entre la plasticidad de un suelo y su cohesión.

El índice de plasticidad se expresa con el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico

Grado de compactación: El grado de compactación es determinado por la razón entre la densidad seca del suelo mejorado y la densidad seca máxima del suelo natural obtenida a través de un ensayo Proctor en un laboratorio.

El ensayo Proctor estándar persigue determinar la densidad seca máxima de un suelo y la humedad óptima necesaria para alcanzar esta densidad.

Resistencia al soporte del suelo (CBR): El CBR no es una constante del suelo, sino un indicador de la resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, obtenidas del ensayo de compactación del Proctor Modificado.

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, sub base y base en el diseño de pavimentos. Es un ensayo empírico que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

1.3. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

Limitaciones de tiempo o plazo para realizar el estudio completo: El tiempo programado para la realización del análisis está en relación directa a la muestra analizada, lo que permite un análisis adecuado de los resultados obtenidos.

Limitaciones presupuestarias: Al realizar el estudio en una muestra preestablecida permite reducir costos para poder realizar los trabajos de campo, siendo los costos económicamente manejables, así mismo al acceder a equipos de estudio de mecánica de suelos por ser trabajador de laboratorio dedicado al rubro de suelos, se redujo al mínimo la limitación al acceso de equipos especializados. En lo referente al acceso del aditivo esta limitación se salvó viajando a la ciudad de Lima y contactando con distribuidores de mayor cobertura en la cual se logró la compra del aditivo en volumen y precio accesible.

Limitaciones de alcance geográfico: Las técnicas de investigación permiten realizar estudios tomando muestras de un universo, así mismo para que los estudios sean manejables, las técnicas de investigación indican que se deben de limitar el ámbito de estudio, no siendo recomendables abarcar universos muy extensos, ya que los resultados pueden ser muy divergentes debido a factores externos.

Limitaciones climáticas: Una buena programación de los trabajos de investigación permiten manejar las condiciones climatológicas, en nuestro caso específico programamos realizar los trabajos de campo en época de ausencia de lluvias (de abril a julio), con lo que pudimos salvar las limitaciones climatológicas.

Limitaciones técnicas: En nuestra formación académica recibimos por parte de nuestros docentes todo el conocimiento teórico práctico de las pruebas y ensayos programadas en la presente investigación; y como se indicó al estar laborando en un laboratorio de suelos logramos mayor experticia en la realización de las pruebas y ensayos con lo cual minimizamos la limitación sobre el conocimiento y experticia para hacer las pruebas avanzadas.

Delimitación espacial: Tomando como referencia la localidad de Maranura nuestro estudio se inicia en el km 5+000 en el sector denominado Mandor, hasta el km 8+000 en el sector denominado Ccollpani; por lo cual se tiene un universo de 3.00 km de una carretera en estudio.

Delimitación espacial: La investigación se programó realizar desde enero del 2023 a noviembre de mismo año.

Delimitación espacial: Se realizaron calicatas en una profundidad de 1.50m en promedio tal como indica las normas del MTC. De donde se extrajeron las muestras para realizar las pruebas y ensayos en el laboratorio.

Delimitación de los tipos de suelo: Se trabajo con el suelo que presento menor CBR por ser la finalidad del estudio evaluar el mejoramiento de la subrasante con la adición del cemento y aditivo Sika.

Delimitación de los parámetros a estudiar: El parámetro que se evalúa es el CBR siendo los otros parámetros como plasticidad, densidad, granulometría características del material evaluado, pero no sujetos de evaluación.

Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD
Independientes:	CEMENTO PORTLAND TIPO IP	DOSIS DE CEMENTO	Es una parte que se le agrega al suelo de la sub rasante y se mezcla en la humeada natural, previo al riego y compactado para la conformación de la sub rasante, en forma de polvo en porcentajes definidos (5% y 6%)	% de adición de cemento (con respecto al peso seco de la muestra)	%
	ADITIVO SIKA DUST SEAL PE	DOSIS DE ADITIVO	Es una parte que se le agrega al suelo de la sub rasante, por medio del agua de riego previo al compactado, y conformación de la sub rasante, en forma de líquida en porcentajes definidos (1% y 2%)	% de adición de aditivo (con respecto al porcentaje de humedad óptima de la muestra)	%
Dependientes.	ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE	PLASTICIDAD DEL SUELO	Es la propiedad del suelo de modificación de su consistencia en relación directa a su contenido de humedad.	% de humedad del Límite Plástico % de humedad del Límite Líquido Índice de Plasticidad	% % %
		GRADO DE COMPACTACIÓN	Es la relación entre la densidad seca del suelo y la densidad seca máxima obtenida por el ensayo de Proctor	Densidad máxima seca suelo natural Humedad densidad máxima suelo natural	gr/cm ³ %
				Densidad máxima seca del suelo mejorado Humedad densidad máxima suelo mejorado	gr/cm ³ %
		RESISTENCIA AL SOPORTE DEL SUELO CBR	Resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.	Ensayo del CBR suelo mejorado	%

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

En Tailandia, VOOTTIPRUEX, Panich, et al (2022) indican en su investigación “Stabilization of Soft Clay Using Perlite Geopolymer Activated by Sodium Hydroxide”; El objetivo era mejorar el suelo de arcilla blanda mediante el uso de geopolímero de perlita activado con hidróxido de sodio, los resultados obtenidos dieron, que estabilizar el suelo con geopolímero de perlita es efectivo así, aumentando su resistencia, así llegando a la conclusión de que el suelo estabilizado con geopolímero de perlita muestra una microestructura más fuerte y densa. (6)

Esta investigación presenta estabilización de arcilla blanda utilizando geo polímero de perlita activado por hidróxido de sodio, La arcilla blanda se estabilizó mezclándola con PG al 10, 20, 30, 40 y 50% del peso seco del suelo. Las muestras se curaron a 25 y 70 °C durante 7, 14 y 28 días. el cual permitirá hacer una comparación entre los hallazgos de la investigación actual.

En la India, Sahoo y Prasad Singh (2022) indican en su investigación llamado “Strength and Durability Properties of Expansive Soil Treated With Geopolymer and Conventional Stabilizers”; el objetivo del estudio fue tratar el suelo con geopolímero a base de escoria, cemento Portland y cal hidratada buscando mejorar las propiedades de resistencia y durabilidad, obteniendo como resultado que estabilizar con geopolímero a base de escoria fue eficaz en suelos expansivos, llegando a la conclusión que estabilizar el suelo con geopolímero incrementa más la resistencia y durabilidad, que estabilizando con estabilizadores convencionales. (7)

En Malasia, Ezreig & et al. (2022) indican en su investigación llamado “Hydrophobic Effect of Soil Stabilization for a Sustainable Subgrade Soil Improvement”; como objetivo tuvieron que mejorar los suelos de laterita mediante el uso del químico de caltita hidrofóbica en diferentes cantidades (3%, 5% y 7%) junto con un 5 % de cemento. Sus resultados muestran de manera positivo en cantidad en el comportamiento de soporte de california (CBR) por la incorporación de caltita hidrofóbica en el cemento, concluyendo que al incorporar caltita hidrofóbica y el cemento, aumentan la resistencia y disminuyen la absorción de agua, superando así los problemas en la estabilización. (8)

En Irak, Rkaby, A. et al. (2022) indican en su investigación denominada “Strength, Durability, and Microstructures Characterization of Sustainable Geopolymer Improved Clayey Soil”; se planteó como objetivo la evaluación de las propiedades mecánicas, así como la durabilidad y la microestructura de suelo arcilloso por medio de la estabilización con cenizas de carbón y un activador alcalino de solución de silicato de sodio, los resultados mostraron alta resistencia en las muestras tratadas con geopolímero en ambientes de cloruros y ácidos, llegando a concluir que al usar como estabilizador de suelos un aglutinante de geopolímero de cenizas de carbón es una alternativa válida. (9)

En Egipto, Tan, E. et al. (2022) indican en su investigación denominada “Testing the Strengths of Sandstone Aggregates Stabilized with Cement and Styrene-Butadiene Latex Copolymer for Road Subbase Applications”; cuyo objetivo fue el mejorar la resistencia de la subbase estabilizándolo con combinaciones de cemento Portland ordinario, cemento Portland compuesto y copolímero de látex de estireno-butadieno, obteniendo como resultado de la combinación del 3% de cemento y 0,75% del polímero, produciendo así el valor más alto de soporte de California (CBR) que excedió significativamente el 30% llegando a ser 7 veces mayor a las muestras en estado natural, concluyendo que mejoró potencialmente el desarrollo de la resistencia de la subbase estabilizada con la mezcla de polímero y cemento. (10)

En China, LEI, Huayang, et al. (2020) indican en su investigación denominada “Stabilization Effect of Anionic Polyacrylamide on Marine Clay Treated with Lime”; indican como objetivo principal determinar el efecto del poliácridamida aniónica (APAM) sobre la arcilla marina tratada, donde sus resultados revelaron que aumentando la dosis de APAM, su acción de estabilizador primero mejoró y luego se debilitó, llegando a concluir que para la estabilización de la arcilla marina con el método de tratamiento APAM/cal es eficiente siempre y cuando se seleccione una dosis adecuada de APAM. (11)

En Irán, Sarli et al. (2020) indican en su investigación denominada “Stabilizing Geotechnical Properties of Loess Soil by Mixing Recycled Polyester Fiber and Nano-SiO₂”; cuyo objetivo fue examinar las consecuencias de agregar la fibra de poliéster reciclada y nano-SiO₂ sobre las propiedades del suelo y la resistencia al cizallamiento, los resultados obtenidos demostraron que disminuyó la densidad seca máxima del limo fino estabilizado, mientras que mediante la adición de poliéster reciclado y nano-SiO₂ subió el contenido óptimo de agua, concluyendo que adicionando el poliéster reciclado y Nano-SiO₂ mejora las propiedades de resistencia del suelo limo fino, proporcionando el 33% y 50% respectivamente. (12)

En Indonesia, Faray & Rahayu (2020) indican en su investigación denominada “Durability and strength improvement of clayshale using various stabilized materials”; su objetivo principal es frenar el degradación proponiendo la estabilización de suelos empleando cal, cemento y cenizas de cascarilla de arroz, el resultado se mostró que cada una de las combinaciones de la mezcla tiene una potencia y respuesta diferente, llegándose a concluir que el cemento mejoró su resistencia en ambientes húmedos, así incrementando significativamente en la resistencia a la compresión no confinada, mientras la adición de cal no incremento considerablemente la durabilidad y la resistencia a la compresión, sin embargo la reacción de la mezcla de ceniza con cáscaras de arroz y cal llegó a disminuir la resistencia a la compresión sin confinar pero llegando aumentar la durabilidad. (13)

En indonesia, Zaika & Suryo (2020) indican en su investigación denominada “The durability of lime and rice husk ash improved expansive soil”; se tuvo como objetivo investigar la cal y ceniza de cáscara de arroz (RHA) como agentes estabilizadores, los resultados demostraron que la combinación de 4% de cal y 6% de RHA produce que el valor de soporte de California (CBR) del suelo estabilizado sea mayor que el del suelo natural, concluyendo que la combinación mostro una durabilidad a los cambios ambientales y también tiene un efecto sobre la resistencia y el potencial de hinchamiento de los suelos expansivos. (14)

En Portugal, Cuisinier & et al. (2020) indican en su investigación denominada “Mechanical Properties and Microstructure of Soils Treated With a Vinyl-based Copolymer”; como objetivo principal caracterizar el cambio de las propiedades mecánicas y la microestructura del suelo estabilizado con copolímero de base vinílica, sus resultados llegaron a mostrar y concluir que el suelo estabilizado con copolímeros mejoro significativamente su resistencia. (15)

En Malasia, Nujid et al. (2019) indican en su investigación denominada “Correlation between California bearing ratio (CBR) with plasticity index of marine stabilizes soil with cockle shell power”; el fin fue investigar el potencial del polvo de cáscara de berberecho como estabilizador del suelo basado en el porcentaje añadido en la prueba de valor de soporte de California (CBR), los resultados mostraron un incremento en la gravedad específica y un decremento en el índice plástico, concluyendo que al añadir el 2,5% del polvo de cáscara de berberecho (CSP) en el suelo marino mostro una buena correlación del valor de soporte de California (CBR) y del IP incrementando la resistencia del suelo que se puede utilizar como sustituto de la capa de subrasante. (16)

En Suecia, Al-Ansari et al. (2019) indican en su investigación llamado “A comparative evaluation of cement and by-product petrit T in soil stabilization”; El objetivo fue presentar una

comparación de la efectividad del cemento y del aglutinante Petrit T para modificar y mejorar el suelo de grano fino, arrojando como resultado que el cemento y la adición de pequeñas cantidades de Petrit T ayuda a mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo limo arenoso arcilloso (saclSi). (17)

En Brunei Darussalam, Hadi & et al. (2019) indican en su investigación denominada “Compaction and Strength Properties of Road Subbase Infused With a Latex Copolymer”; el objetivo es investigar el potencial para la estabilización y mejora de las características del suelo de la base de una carretera mediante la adición de copolímero de látex no peligrosa, los resultados mostraron que al adicionar un 0,5% de copolímero duplicó la resistencia, Sin embargo, si aumenta más del 0,5%, su resistencia disminuye. (18)

En Turquía, Bozyigit & et al. (2019) indican en su investigación denominada “Utilization of a Vinyl Based Copolymer for Improvement of a Kaolin Type Clay”; El objetivo era mejorar la resistencia del suelo arcilloso estabilizando con un geo polímero comercial, demuestran que el geo polímero tiene un impacto significativo en la temperatura, además que incrementando el contenido del geo polímero reduce el contenido de humedad generando un pequeño aumento en su resistencia, concluyendo que la temperatura tiene un impacto en la etapa de preparación incrementando su resistencia. (19)

En Malasia, Law & et al. (2018) indican en su investigación denominada “Strength Characteristics of Artificial Organic Soils Stabilized With Copolymer Stabilizer”; su objetivo principal es usar un copolímero de acetato de vinilo-etileno para estabilizar un suelo con material orgánico (material con caolín: relación de ácido orgánico de 5:5 y 7:3), los resultados mostraron que aplicando un 7,5% y 10% del copolímero de acetato de vinilo-etileno, la estabilización alcanzo un pequeño incremento de resistencia del suelo tratado.. (20)

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Sulla (2018), indican en su investigación “Evaluación De La Aplicación Del Polímero Sika Dust Seal PE En Caminos No Pavimentados, Intersección AV. San Luis y Cuadra 1 – Palian – Huancayo 2017”; como objetivo es evaluar la aplicación del producto Sika Dust Seal PE en caminos no pavimentados, se obtuvo como resultado que al incorporar el aditivo incrementa su capacidad de soporte en un 13,9% más, para una dosificación de 20 L/m³ en comparación del material sin aditivo, concluyendo además que se aumentó la durabilidad, cohesión y a la vez genera menor desgaste por erosión a causa de las lluvias. (21)

Chinchay (2018), indican en su investigación “Influencia Del Aditivo Sika Dust Seal Como Agente Estabilizador De Suelos En La Trocha Carrozable Tramo La Serma – Tambillo – Jaén, Cajamarca”; el objetivo principal es determinar la influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable del tramo en estudio, se obtuvo como resultado que el aditivo como agente estabilizador aumenta el valor de soporte de California (CBR) a un 95%, alcanzando valores mayores al 19%, concluyendo además que la dosificación óptima para el incremento del CBR es 0.30lt/m³ de aditivo. (22)

Nesterenko (2018), indican en su investigación “Desempeño De Suelos Estabilizados Con Polímeros En Perú”; El objetivo es definir el procedimiento constructivo de estabilización de suelos mediante la utilización de polímeros incorporando variables propias del contexto como, los tipos de equipos de ejecución y el rendimiento constructivo, Según sus resultados, los procesos de curados de 28 días en comparación con los de 4 días mostraron un aumento en el porcentaje del valor de soporte de California (CBR) en todos los suelos. También concluí que estabilizar el suelo con polímeros mejora sus características y funciona mejor para suelos con $IP \geq 9$. Además, el polímero poliacrilamida-PAM aumentó el valor de soporte de California (CBR) en promedio por encima del 20% en comparación con los suelos en estado. (23)

Coronado (2020) indican en su investigación denominada “Estabilización De Suelos Granulares No Cohesivos De Lambayeque Aplicando Bacterias Calcificantes”; tuvo como objetivo aplicar bacterias calcificantes para estabilizar el suelo de tipo granular no cohesivo, con el objetivo de reducir los espacios vacíos, la permeabilidad y aumentar la capacidad de soporte. Los resultados del carbonato de calcio producido por la acción de las bacterias calcificantes aumentaron de 0,32% a 5,44%, concluyendo que el uso de bacterias calcificantes ayuda a estabilizar y desarrollar las propiedades físico-mecánicas de suelos que no presentan suficientes finos, por tanto, suelos no cohesivos . (24)

Becerra & Herrera (2019) indican en su investigación “Estabilización De Arcillas, Arenas Y Afirmados, Empleando Los Cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica Y Qhuna; Lambayeque. 2018”; El objetivo del estudio fue investigar la estabilización de arcillas, arenas y afirmados utilizando las proporciones de cementos involucrados. Los resultados demostraron que las arenas no tienen un rango definido de estabilización porque al agregar más porcentaje de cemento, su resistencia tiende a aumentar sin tendencia a disminuir, mientras que las arcillas tienen un rango de estabilización del 7 % al 16 % y los afirmados tienen un rango de estabilización del 7 % al 13%,

Se llegó a la conclusión de que, de los tres tipos de suelos, el cemento Qhuna era el más resistente, superando a Mochica y Víaforte. Se examina que, en los afirmados y las arcillas, su resistencia se acercó a la curva de humedad-densidad, alcanzando su punto máximo y luego disminuyendo, en comparación con las arenas que suelen subir. (25)

Quiroz (2020) indican en su investigación “Estabilización De Suelos Con Cloruro De Sodio, En El Camino De Bajo Volumen De Tránsito Desde El Caserío Los Tubos Hasta El Caserío Pozo Cuarenta, Distrito De Mórrope, Provincia De Lambayeque, Departamento Lambayeque”; como su objetivo evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en porcentajes del 1%, 1,5% y 2% en la estabilización del suelo en el estudio. Se obtuvo como resultado que el cloruro de sodio aumentó gradualmente la resistencia del suelo en porcentajes del 1%, 1,5% y 2%. Se llegó a la conclusión de que el cloruro de sodio mejoró ligeramente la resistencia del suelo y aumentó el valor de soporte de California en un 0.35% está en comparación con suelo natural. . (26)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Estabilización

“La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre (MTC-2014)” (27), en la actualidad hay diversos aditivos utilizados para la estabilización de suelos, entre ellos cemento, cal, cenizas y asfalto.

“Un suelo estable es aquel que presenta la resistencia suficiente para no sufrir deformaciones ni desgastes por la acción del uso o de algunos agentes atmosféricos climatológicos. Cuando el suelo natural presenta estas características, se considera utilizable para la pavimentación de un camino, pero en algunas ocasiones del proceso constructivo, el suelo natural no cumple con las características requeridas para que sea apto, características volumétricas, resistencia, permeabilidad, compresibilidad, y durabilidad, en estos casos el ingeniero responsable se ve en la necesidad entre: aceptar el suelo tal como está, tomando en cuenta su calidad; eliminar el suelo no apto y reemplazarlo por otro que si cumpla las especificaciones; o modificar las propiedades del suelo no apto y hacerlo capaz de cumplir los requerimientos, usando métodos de estabilización.” (28)

2.2.2. Estabilización con cemento.

Estabilización con cemento es una mezcla de suelo con cemento para modificar las propiedades de suelo fino mediante la incorporación de agua y cemento en cantidades mínimas que

generalmente sean inferior al 2%, por otro lado, el contenido suelo cemento suele ser en orden de 3 al 7%, se da cuando la resistencia a compresión es superior a 4MPa, el agua en un elemento importante para obtener una mezcla de consistencia seca que nos permite compactar a fin de mejorar la capacidad de portante del suelo. (29)

2.2.3. Estabilización por aditivo SIKA DUST SEAL PE.

La estabilización por aditivo SIKA DUST SEAL PE es un tipo de estabilización químico que según Cabezas & Cataldo (2019), se puede aplicar a los suelos in situ mediante una mezcla de aditivos y agua, lo que aumenta la capacidad de carga y reduce la permeabilidad, lo que reduce el costo de mantenimiento.

“Sika® Dust Seal PE es un compuesto a base de biopolímeros de origen natural que tiene excelentes propiedades aglomerantes. Está diseñado para reducir el polvo en caminos no pavimentados y otros lugares donde se pueden emitir material particulado. Sika® Dust Seal PE también tiene características de estabilización del suelo, lo que resulta en una superficie resistente y duradera. Sika® Dust Seal PE se puede utilizar en taludes y como protección contra la erosión en áreas desérticas y rurales.” (4)

Sika® Dust Seal PE se puede utilizar como aglomerante de polvo en una amplia gama de situaciones:

- Rutas de tierra y grava
- Mejorar las carreteras no pavimentadas en áreas rurales y desérticas, tanto en suelo como en arena.
- Pilas de almacenamiento y taludes
- Transporte de objetos en vehículos o ferrocarriles.

Sika® Dust Seal PE se utiliza en áreas donde se necesita reducir la emisión de polvo para aumentar la seguridad operacional y reducir los costos de mantenimiento y reparación de caminos.

2.2.4. Plasticidad.

“Se denomina plasticidad a la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia (o, dicho de otra forma, su resistencia al corte) en función de la humedad. Existe una correspondencia entre la plasticidad de un suelo y su cohesión.” (30)

El índice de plasticidad es la diferencia de los resultados obtenidos en los ensayos de Límite líquido y Límite plástico, el cual se expresa en porcentajes, mientras el suelo tiene mayor cantidad de finos, esta tiende a ser un suelo arcilloso.

2.2.5. Grado de compactación.

“El grado de compactación es determinado por la razón entre la densidad seca del suelo y la densidad seca máxima obtenida a través de un ensayo Proctor en un laboratorio.” (31)

Con el ensayo de Proctor modificado se obtiene la densidad seca máxima y la humedad óptima a fin de obtener esa densidad.

2.2.6. Prueba de CBR.

La capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme y explanadas, así como su clasificación, se evalúa con el ensayo CBR.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, el Departamento de Transportes de California desarrolló este ensayo, que se conoce con las siglas CBR, y se conoce como Californian Bearing Ratio.

La prueba del CBR consiste en determinar la carga que hay que aplicar a un pistón circular de 19,35 cm² para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1,27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm.

A través de este procedimiento se determina lo que se llama el **Índice CBR** que es la relación entre la carga determinada y la que se obtiene por el mismo procedimiento para una muestra tipo de roca machacada. Se expresa en porcentaje. La prueba CBR de suelos consiste en compactar el suelo en moldes normalizados, sumergirlo en agua y aplicar un punzonamiento mediante un pistón normal. Se rige por normas como la ASTM 1883 o la UNE 103502, entre otras.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Cemento tipo IP: El cemento Portland Tipo IP es elaborado de la molienda en conjunto de Clinker, yeso y puzolanas de alta reactividad. Es un cemento diseñado para cumplir con todo tipo de construcciones, otorgándole propiedades especiales a las mezclas de concreto y morteros.

CBR: La capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme y explanadas, así como su clasificación, se evalúa con el ensayo CBR.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, el Departamento de Transportes de California desarrolló este ensayo, que se conoce con las siglas CBR, y se conoce como Californian Bearing Ratio.

Estabilización del suelo: estabilización de un suelo es un proceso que permite mejorar la calidad del suelo natural para obtener unas características físicas, químicas y mecánicas estables en relación con las condiciones medioambientales de servicio

Grado de compactación: Es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad entre otras propiedades. Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo.

Plasticidad del suelo: La plasticidad de un suelo se debe a su contenido de partículas más finas de forma laminar, que ejerce gran influencia en la compresibilidad del suelo mientras el pequeño tamaño de tales partículas hace que la permeabilidad del conjunto sea baja

SIKA DUST Seal PE: Sika® Dust Seal PE es un compuesto a base de biopolímeros de origen natural que tiene excelentes propiedades aglomerantes. Está diseñado para reducir el polvo en caminos no pavimentados y otros lugares donde se pueden emitir material particulado.

Sub rasante: La superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno) sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado se conoce como subrasante.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque de la investigación

Según Hernández Sampieri (2014), “enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos que es secuencial y probatorio, se caracteriza por la necesidad de medir magnitudes de los fenómenos o problemas, los valores que son producto de mediciones se representan mediante números, es decir que son cantidades numéricas y se analizan por métodos estadísticos, a fin de probar las hipótesis planteadas en el estudio”

Esta investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que se mide la variable, estabilización de la sub rasante a través de la medición de variables de control que son índice de plasticidad, grado de compactación e índice de CBR, previo a la manipulación del cemento tipo IP y SIKA DUST Seal PE. Para demostrar la hipótesis, a través de la recolección de datos a fin establecer patrones de comportamiento.

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

Según indica Tamayo, M. (2003), “La investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad.

Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías.” (32)

Figura 1. Formas de investigación



En la presente investigación es de tipo aplicada, utilizaremos conocimientos básicos como la química del cemento tipo IP, química del aditivo SIKA DUST Seal PE y mecánica de suelos con fines de pavimentación, para utilizarlos y buscar una aplicación, un uso en este caso es;

mejoramiento y estabilización del material de la sub rasante para beneficio de los vecinos de Mandor del distrito de Maranura.

3.1.3. Método de la investigación

Según el autor Bernal (2010), “hipotético-deductivo, consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos”. (33)

En este presente estudio es hipotético – deductivo debido, al adicionar, 5% y 6% de cemento tipo IP así mismo, 1% y 2% de aditivo SIKA DUST Seal PE, incidirá positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la carretera en estudio.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández Sampieri, y otros (2014), “El diseño experimental, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador”. (34)

Para el presente trabajo de investigación es experimental, se tiene dos variables independientes que se manipularán (cemento IP 5%, 6% y aditivo SIKA DUST Seal PE 1%, 2%) y se medirá las dimensiones de la variable dependiente que son (límite plástico, grado compactación y CBR) para determinar el comportamiento del suelo, es decir la estabilización de la sub rasante.

Tabla 2. Muestra el diseño de posprueba para un patrón y múltiples combinaciones.

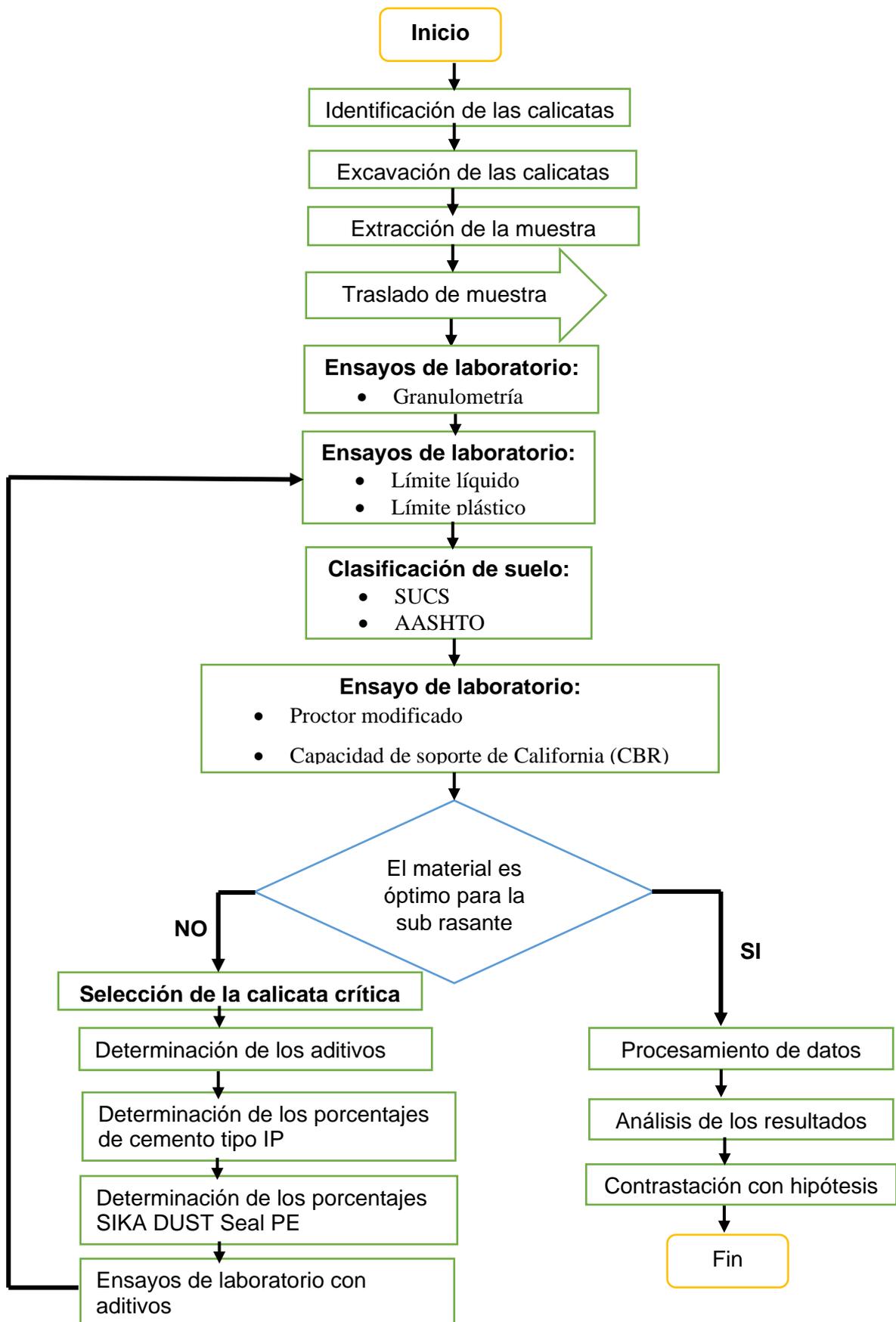
P	Suelo Patrón	--	Sin cemento	Pp	plasticidad y compactación y CBR
	<u>Suelo estabilizado</u>		<u>Dosis de Cemento</u>		
E₁	Cemento al 5%	X₁	0.5 kg/10 kg de suelo	Pp₁	Plasticidad y compactación y CBR
	<u>Suelo estabilizado</u>		<u>Dosis de Cemento</u>		
E₂	Cemento al 6%	X₂	0.6 kg/10kg de suelo	Pp₂	Plasticidad y compactación y CBR
	<u>Suelo estabilizado</u>		<u>Dosis de Aditivo</u>		
E₃	Con aditivo al 1% SIKA DUST seal PE	X₃	0.1kg/10kg de suelo	Pp₃	Plasticidad y compactación y CBR
	<u>Suelo estabilizado</u>		<u>Dosis de Aditivo</u>		
E₄	Con aditivo al 2%	X₄	0.2kg/10kg de suelo	Pp₄	Plasticidad y compactación y CBR
E₅	Suelo estabilizado	X₅	Dosis de Cemento más Aditivo	Pp₅	

	Con aditivo cemento tipo IP 6% más aditivo SIKA DUST Seal PE 1%		0.6kg cemento más 0.1kg de SIKA/10kg de suelo		Plasticidad y compactación y CBR
	Suelo estabilizado		Dosis de Cemento más Aditivo		
E₆	Con aditivo cemento tipo IP 5% más aditivo SIKA DUST Seal PE 2%	X₆	0.5kg cemento más 0.2 kg de SIKA/10kg de suelo	Pp₆	Plasticidad y compactación y CBR

Se modela de la siguiente manera para ejecutar el diseño de investigación: (Ver Tabla 2. Suelo patrón (P), es el suelo preparado sin cemento tipo IP ni aditivo SIKA DUST Seal PE el cual ha sido sometido a distintos tipos de prueba como plasticidad del terreno, grado de compactación y CBR, suelo experimental (C.E.), que se representa de las siguientes dosificaciones, cemento (5% y 6%) y aditivo SIKA DUST Seal PE (1% y 2%) para cada plasticidad, compactación y CBR requerida, uso de variables (Xó --), el símbolo se utiliza al adicionar el aditivo SIKA y cemento IP en porcentajes diferentes y cuando no presenta aditivo; Posprueba (Pp), se evalúa la plasticidad, compactación y CBR.

3.2.1. Diseño de ingeniería

Figura 2. Diseño de ingeniería



3.3. POBLACIÓN Y LA MUESTRA

3.3.1. Población

Para el autor Pedro López-Roldán Sandra Fachelli (2015), “define al Universo o Población son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica. En particular se habla de población marco o universo finito, al conjunto preciso de unidades del que se extrae la muestra, y universo hipotético o población objetivo, el conjunto poblacional al que se pueden extrapolar los resultados”. (35)

En la presente investigación como población consta de 21 ensayos que se realizaron en una longitud de 3.00 km de la carretera cooperativa agraria cafetalera de Maranura, Mandor La Convención – CUSCO, en el cual se trabajó con distintos porcentajes de cemento tipo IP (5% y 6%) y aditivo SIKA DUST Seal PE (1% y 2%) se realizó 07 excavación (calicatas) para la prueba de plasticidad, grado de compactación y CBR, para así obtener por medio pruebas y ensayos el mejoramiento de nuestro terreno natural, como se aprecia en el cuadro de muestras de población.

Tabla 3. *Número de muestras de la población*

	Límites de consistencia	Grado de compactación	Índice CBR	Total, de ensayos
Suelo natural	1	1	1	3
Suelo natural con 5% cemento	1	1	1	3
Suelo natural con 6% cemento	1	1	1	3
Suelo natural con aditivo Sika 1%	1	1	1	3
Suelo natural con aditivo Sika 2%	1	1	1	3
6% cemento con aditivo Sika 1%	1	1	1	3
5% cemento con aditivo Sika 2%	1	1	1	3
Total	7	7	7	21

3.3.2. Muestra

Según el autor César Augusto Bernal Torres (2010), la muestra es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio. (33)

Según el autor Pedro López-Roldán Sandra Fachelli (2015), “Una muestra estadística es una parte o subconjunto de unidades representativas de un conjunto llamado población o universo, seleccionadas de forma aleatoria, y que se somete a observación científica con el objetivo de obtener resultados válidos para el universo total investigado, dentro de unos límites de error y de probabilidad de que se pueden determinar en cada caso”. (35)

En este sentido Ramírez T. (1997) nos indica que establece que la muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra. De allí, que la población a estudiar se precise como censal por ser simultáneamente universo, población y muestra. (36)

En esta investigación se tiene como muestra 21 ensayos, considerándose una muestra censal, donde se tomó la calicata más crítica (suelo el más desfavorable) y se realizó de cada una de ellas los ensayos del límite plástico, grado de compactación y CBR para cada combinación, sumando en total 21 pruebas incluido la calicata más crítica.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE TOMA DE DATOS

3.4.1. Técnicas e instrumentos de la Investigación

Según Maream J. Sánchez y entre otros (2021) Las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico. Usualmente se usan en una investigación. Cada una de estas técnicas permite recopilar información de diferentes tipos. (37)

Según Hernández Mendoza y Dánae Duana Ávila (2020), Indican, que las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. (38)

Según manual de ensayo de materiales (2016), indica en la MTC E 101, la profundidad de excavación de calicatas deberá ser al menos de 1.5 m, considerando las perforaciones para aeropuertos, estacionamientos, carreteras por debajo del nivel proyectado para sub rasante. (39)

La técnica que se utilizó en el presente estudio de investigación es la observación, y los instrumentos que se utilizaron fueron los formatos de observación (formatos de laboratorio)

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos para recopilar datos:

- ❖ Muestreo de suelos y rocas (Norma, MTC E 101)
- ❖ Las normas NTP y ASTM proporcionan los procedimientos para realizar diferentes ensayos de materiales.
- ❖ Formato de límites de plasticidad. (Norma, MTC E 110; MTC E 111; ASTM D-4318)
- ❖ Formatos de granulometría. (Norma, MTC E 107; ASTM D-422)
- ❖ Formato para la clasificación de suelos.
- ❖ Los formatos de ensayo de grado de compactación. (Norma, MTC E 115; ASTM D-1557)
- ❖ Formato del ensayo California Bearing Ratio (CBR). (Norma, MTC E 132; ASTM D-1558)

3.4.2. Formatos de toma de datos (instrumentos de laboratorios)

3.4.2.1. Formato de laboratorio para toma de datos límites de ATTERBERG

3.4.2.1.1. Límite líquido (Norma, MTC E 110; ASTM D-4318)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar el límite líquido del suelo.

Tabla 4. Formato de un ensayo sobre el límite líquido.

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límites de Atterberg – Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M-1	M-2	M-3	M-4
Código de cápsula	Cod				
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr				
Peso de capsula + Suelo seco	gr				
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr				
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	N°				
Contenido de Humedad	%				

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.226

3.4.2.1.2. Límite Plástico (Norma, MTC E 111; ASTM D-4318)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar el límite plástico del suelo.

Tabla 5. Formato de un ensayo sobre el límite plástico.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límites de Atterberg – Límite plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
	Descripción	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
	Código de cápsula	Cod.			
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr			
	Peso de cápsula + Suelo seco	gr			
	Peso del agua	gr			
	Peso de cápsula	gr			
	Peso del suelo seco	gr			
	Contenido de Humedad	%			

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.226

3.4.2.1.3. Formato de ensayo de Granulométrico (Norma, MTC E 107; ASTM D-422)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar la granulometría del suelo, el cual nos va a ser de mucho útil para la clasificación de suelos, además de definir el porcentaje de suelos finos, arena y grueso.

Tabla 6. Formato de un ensayo sobre Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Granulometría				
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado				
Fecha:					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
Descripción de la Muestra					

Peso de Muestra		Peso seco(gr.)	Tara (gr.)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)				% Grava		
Peso Después de Lavar (gr)				% Arena		
Perdida por Lavado (gr)				% Finos		
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800					
1 1/2"	36.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.520					
1/4"	6.300					
N° 4	4.750					
N° 8	2.360					
N° 10	2.000					
N° 16	0.840					
N° 30	0.600					
N° 40	0.425					
N° 50	0.260					
N° 100	0.150					
N° 200	0.075					
Fondo						
Lavado						
Total						

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.228

3.4.2.1.4. Formato de recolección de datos del peso específico seco máximo (grado de compactación – Proctor modificado)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar el peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad del suelo el cual servirá para para determinar el grado de compactación de la sub rasante.

Instrucciones: El formato que se presenta a continuación es en donde se determinó la densidad seca máxima y la humedad en porcentajes a fin con e

l cual se va obtener el grado de compactación con la utilización de la figura 1, tabla de compactación.

Tabla 7. Formato para cálculo de Proctor modificado.



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado grado de compactación (formato relaciones humedad – densidad)

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha:

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde		Método de la Compactación	
Diámetro	cm	N.º de Capas	
Altura	cm	Molde	
Volumen	cm ³		
Peso del Molde	gr		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	Nº				
Peso suelo húmedo + Tara	gr				
Peso suelo seco + Tara	gr				
Peso de la tara	gr				
Peso de agua	gr				
Peso de suelo seco	gr				
Humedad	%				
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³				

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.233

Figura 3. Curva de compactación

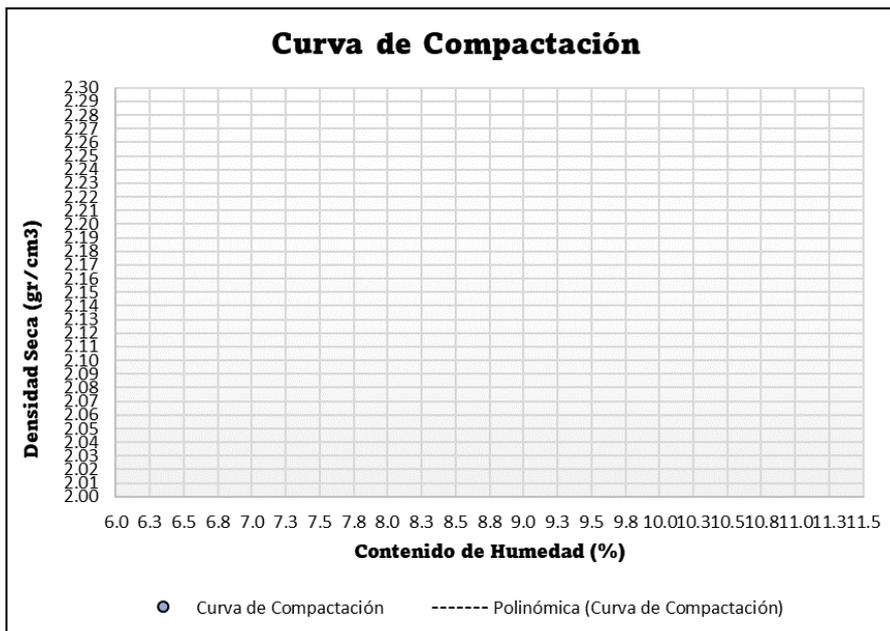


Figura 2. Curva de compactación. Tomada de «Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil», por Joseph E. Bowles. 1981, p. 233.

Tabla 8. Tabla de resultados basada en la curva de compactación con el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima.

Contenido de humedad óptimo (CHO) (%)	Densidad seca máxima (DMS)(gr/cm ³)
--	--

3.4.2.1.5. Ficha de toma de datos de CBR (Norma, MTC E 132; ASTM D-1558)

Tabla 9. Formato para cálculo de CBR de suelos

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.	
Ensayo:	Ensayo (CBR)	
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo	
Fecha:		
Tesistas:	CONSUELO MARIELA DE LATORRE BOLÍVAR; YUVAL HUAYHUA HANAMPA	
DATOS PRELIMINARES		
Datos del Proctor Modificado	Energía de Compactación	Disco Espaciador
Densidad Seca Máxima	Masa de la Pesa	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	Altura de Caída	
Nº de Capas		
Datos del Equipo de Penetración		
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)	Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09	49.63 mm
COMPACTACIÓN		
Nº de Golpes por Capa	#	

Altura del molde	cm						
Diámetro de molde	cm						
Volumen de molde	cm³						
Peso de molde	gr						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado	No Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	gr						
Peso de suelo húmedo	gr						
Densidad húmeda	gr/cm³						
Tara N°	N°	1	2	4	5	7	8
Tara + Suelo húmedo	gr						
Tara + Suelo seco	gr						
Peso de agua	gr						
Peso de tara	gr						
Peso de suelo seco	gr						
% de humedad	%						
% de humedad promedio	%						
Densidad Seca	gr/cm³						

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.245-246

3.5. VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Validez de Instrumentos

Según Sampieri y otros (2016). Indica la validez como el nivel en el que todo instrumento para recolección de datos debe cumplir tres requisitos básicos los cuales deben ser, confiables, valido, y trate de ser objetivo. Tales instrumentos requieren diseño y reconstrucción riguroso, de manera que garantice la valides y la confiabilidad de los resultados.

La validez y confiabilidad reflejan la manera en que el instrumento se ajusta a las necesidades de la investigación (Hurtado, 2012). La validez hace referencia a la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma significativa y adecuada el rasgo para cuya medición ha sido diseñado. Es decir, que mida la característica (o evento) para el cual fue diseñado y no otra similar.

La validez, no debe ser una característica propia del test, sino de las generalizaciones y usos específicos de las medidas que el instrumento proporciona (Prieto y otros, 2010). Lo cual quiere decir que, más que el test en sí mismo, lo que se somete a validación son las posibles inferencias que se vayan a realizar a partir de los resultados obtenidos.

Para determinar la validez de los instrumentos, se debe considerar la siguiente afirmación de Aiken (1985): la V de Aiken, un coeficiente que permitirá cuantificar la relevancia de los

elementos con respecto a un dominio de contenido a partir de las evaluaciones de varios jueces.

PALELLA & MARTINS (2012) sugiere el método de juicio de expertos para evaluar la validez de los instrumentos de recolección de datos. Este método consiste en convocar a tres, cinco o siete expertos en el tema del estudio y proporcionarles un instrumento que se ha creado junto con la matriz de consistencia, la operacionalización de variables y una serie de criterios para evaluar cada componente.

Tres expertos validaron los instrumentos de recolección de datos para la investigación actual. (ver Tabla 10)

Tabla 10. *Expertos*

N° DE EXPERTO	NOMBRE DE LOS EXPERTOS	PERFIL PROFESIONAL	COLEGIATURA
Experto N°01	Ing. Rosendo Mota Zevallos	Ingeniero Civil	N° CIP 79776
Experto N°02	Ing. Raul Hugo Blanco Araoz	Ingeniero Civil	N° CIP 57346
Experto N°03	Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa	Ingeniero Civil	N° CIP 206658

Se presento los formatos de validación a los expertos, los cuales fueron llenados en las tablas 11 al 19, tomando en cuenta los criterios a fin obtener los resultados por expertos.

Tabla 11. *Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Límites de plasticidad)*

I. Datos básicos

Fecha	19 de abril de 2024
Aprobador	Ing. Rosendo Mota Zevallos
Cargo e institución en la que trabaja	Gerente de Geotecnia – Ingeolab S.R.L.
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular el índice de plasticidad de la muestra más los aditivos de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar el límite líquido y Límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores
2	Regular (R)	Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores
3	Bueno (B)	Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		[1]	[2]	[3]	

PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.	X		
COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.		X	
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.			X
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X		
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.		X	
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X		
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.			X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X		
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.			X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X		
TOTAL		2	4	4

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.73

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 12. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (grado de compactación)

I. Datos básicos

Fecha	19 de abril de 2024
Aprobador	Ing. Rosendo Mota Zevallos
Cargo e institución en la que trabaja	Gerente de Geotecnia – Ingeolab S.R.L.
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores	
2	Regular (R)	Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores	
3	Bueno (B)	Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores	
Criterios	Indicadores	D R B [1] [2] [3]	Observación
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.	X	

COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.	X
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.	X
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		1 3 6

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.83

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 13. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Ensayo de soporte de californiá CBR)

I. Datos básicos

Fecha	19 de abril de 2024
Aprobador	Ing. Rosendo Mota Zevallos
Cargo e institución en la que trabaja	Gerente de Geotecnia – Ingeolab S.R.L.
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores |

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		[1]	[2]	[3]	
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.			X	

COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.	X
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.	X
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		2 4 4

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.73

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 14. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (Límites de plasticidad)

I. Datos básicos

Fecha	18 de abril del 2024
Aprobador	Ing. Raul Hugo Blanco Araoz
Cargo e institución en la que trabaja	Consultor de proyectos especialista en obras viales
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio
Propósito del instrumento	Determinar el límite líquido y Límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

Criterios	Indicadores	D [1]	R [2]	B [3]	Observación
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.	X			
COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.			X	

CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.	X
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		1 4 5

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.80

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 15. Formato para validar los criterios -Experto N°02 (grado de compactación)

I. Datos básicos

Fecha	18 de abril del 2024
Aprobador	Ing. Raul Hugo Blanco Araoz
Cargo e institución en la que trabaja	Consultor de proyectos especialista en obras viales
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular la densidad máxima y humedad optima del terreno natural de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar la curva que permita determinar la densidad máxima y humedad optima
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores	
2	Regular (R)	Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores	
3	Bueno (B)	Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores	
Criteria	Indicadores	D R B [1] [2] [3]	Observación
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.	X	

COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.	X		
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.		X	
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.		X	
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X		
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.		X	
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.		X	
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X		
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.		X	
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X		
TOTAL		1	4	5

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.80

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 16. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (ensayo de soporte de californiá CBR)

I. Datos básicos

Fecha	18 de abril del 2024
Aprobador	Ing. Raul Hugo Blanco Araoz
Cargo e institución en la que trabaja	Consultor de proyectos especialista en obras viales
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores
2	Regular (R)	Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores
3	Bueno (B)	Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores

Indicadores	D [1]	R [2]	B [3]	Observación
PERTINENCIA			X	
COHERENCIA			X	

CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.	X
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		1 3 6

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.83

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 17. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Límites de plasticidad)

I. Datos básicos

Fecha	16 de octubre del 2023
Aprobador	Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa
Cargo e institución en la que trabaja	PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC)
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio
Propósito del instrumento	Determinar el límite líquido y Límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda

a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores
2	Regular (R)	Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores
3	Bueno (B)	Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		[1]	[2]	[3]	
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.		X		
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.			X	

OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		4 6

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.87

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 18. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (grado de compactación)

I. Datos básicos

Fecha	16 de octubre del 2023
Aprobador	Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa
Cargo e institución en la que trabaja	PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC)
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar la curva que permita determinar la densidad máxima y humedad óptima
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

Criterios	Indicadores	D [1]	R [2]	B [3]	Observación
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.		X		
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.			X	

SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		6 4

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.80

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 19. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Soporte de california CBR)

I. Datos básicos

Fecha	16 de octubre del 2023
Aprobador	Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa
Cargo e institución en la que trabaja	PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC)
Instrumento para aprobar	Ficha de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.
Propósito del instrumento	Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio
Autor(es)	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores
2	Regular (R)	Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores
3	Bueno (B)	Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores

Crterios	Indicadores	D [1]	R [2]	B [3]	Observación
PERTINENCIA	Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones.			X	
CONGRUENCIA	Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología.		X		

SUFICIENCIA	Son adecuados para medir los indicadores de la variable.	X
OBJETIVIDAD	El comportamiento y las acciones son observables y verificables.	X
CONSISTENCIA	Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable.	X
ORGANIZACIÓN	Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial.	X
CLARIDAD	Están escritos con un lenguaje fácil de entender.	X
OPORTUNIDAD	Instrumento se utiliza en el momento adecuado.	X
ESTRUCTURA	El instrumento tiene instrucciones claras.	X
TOTAL		4 6

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.87

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Los formatos de validación de criterios se pueden encontrar en las tablas 11 a 19, los cuales tienen los siguientes resultados:

Tabla 20. Resultados validados por expertos

INSTRUMENTO	EXPERTO N°01	EXPERTO N°02	EXPERTO N°03	PROMEDIO
Ficha para calcular el peso índice de plasticidad del material	0.73	0.80	0.87	0.90
Ficha para determinar el peso específico seco máximo del material	0.83	0.80	0.80	0.88
Ficha para calcular CBR del material	0.73	0.83	0.87	0.89
RESULTADO: TIENE VALIDEZ MUY BUENA				

La Tabla 20 muestra los coeficientes de validez de cada instrumento, que dan como resultado una validez muy buena porque estos coeficientes tienen valores de 0,40 o más.

Análisis de V Aiken

La tabla 21 proporciona una interpretación de la V de Aiken, que calcula la relevancia de los ítems en un dominio de contenido a partir de las evaluaciones de los tres expertos. Las tablas de 11 al 19 contienen las valoraciones y un resumen de la evaluación de cada ficha.

Tabla 21. Tabla que representa el V de Aiken

V Aiken	Interpretación
0.00 – 0.79	Débil
0.80 – 0.89	Aceptable
0.90 – 1.00	Fuerte

Tabla 22. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de límites de plasticidad.

ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA TOTAL	V AIKEN	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
1	1	1	2	4	0.44	DÉBIL
2	2	3	2	7	0.78	DÉBIL
3	3	3	2	8	0.89	ACEPTABLE
4	2	3	3	8	0.89	ACEPTABLE
5	3	2	3	8	0.89	ACEPTABLE
6	2	2	3	7	0.78	DÉBIL
7	3	3	3	9	1.00	FUERTE
8	2	2	3	7	0.78	DÉBIL
9	3	3	3	9	1.00	FUERTE
10	1	2	2	5	0.56	DÉBIL
MEDIA					0.80	ACEPTABLE

Debido a que la media del coeficiente de Aiken se encuentra entre 0.80 y 0.89, el coeficiente de validez del instrumento de investigación es de 0.80, lo que es ACEPTABLE.

Tabla 23. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de Grado de compactación

ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA TOTAL	V AIKEN	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
1	2	2	2	6	0.67	DÉBIL
2	3	2	2	7	0.78	DÉBIL
3	3	3	3	9	1.00	FUERTE
4	3	3	3	9	1.00	FUERTE
5	3	2	3	8	0.89	ACEPTABLE
6	2	3	2	7	0.78	DÉBIL
7	3	3	3	9	1.00	FUERTE
8	2	2	2	6	0.67	DÉBIL
9	3	3	2	8	0.89	ACEPTABLE
10	1	1	2	4	0.44	DÉBIL
MEDIA					0.81	ACEPTABLE

Debido a que la media del coeficiente de Aiken se encuentra entre 0.80 y 0.89, el coeficiente de validez del instrumento de investigación es de 0.81, lo que es ACEPTABLE.

Tabla 24. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de (Ensayo de soporte de california CBR)

ÍTEMS	EXPERTOS			SUMA TOTAL	V AIKEN	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
1	3	3	3	9	1.00	FUERTE
2	2	3	3	8	0.89	ACEPTABLE
3	1	2	2	5	0.56	DÉBIL
4	2	3	3	8	0.89	ACEPTABLE
5	3	3	3	9	1.00	FUERTE
6	2	3	2	7	0.78	DÉBIL
7	3	3	3	9	1.00	FUERTE
8	2	2	2	6	0.67	DÉBIL
9	3	2	3	8	0.89	ACEPTABLE
10	1	1	2	4	0.44	DÉBIL
MEDIA					0.81	ACEPTABLE

Debido a que la media del coeficiente de Aiken se encuentra entre 0.80 y 0.89, el coeficiente de validez del instrumento de investigación es de 0.81, lo que es ACEPTABLE.

3.6. ESTUDIOS DE TRÁFICO VEHICULAR

El espacio geográfico que separa a las localidades de Maranura-Mandor-Pavayocc; dichos lugares carecen de articulación vial en condiciones óptimas, que posibilite su inserción en las actividades económicas de la Provincia de la Convención, actividades con las cuales lograría a mejorar la calidad de vida de lo pobladores de dichas zonas, lo que se busca con el mejoramiento de esta vía es obtener un adecuado nivel de transpirabilidad de la carretera en estudio.

El estudio de tráfico tiene por objetivo, recoger y sistematizar la información obtenida en campo a fin de determinar los indicadores del tráfico de la carretera en estudio, los cuales serán tomados en consideración como justificación del presente estudio de investigación, además elaborar un planteamiento técnico definitivo de ingeniería para la intervención y mejoramiento de esta carretera.

El trabajo se inicia en campo con el levantamiento de aforo vehicular, en la estación que lo hemos denominado, E-001, de esta manera se obtiene el Índice Medio Diario (IMD) de los siete

días que comprende el estudio en campo, esta se desestacionaliza con la aplicación de un factor de corrección a fin de determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa) del tráfico correspondiente al tramo de la carretera Maranura-Mandor-Pavayocc.

Así mismo hemos tomado como referencia el estudio de tráfico vehicular de esta misma zona en febrero del 2014, del cual se ha tomado datos como el factor de corrección, así como la tasa de crecimiento vehicular para el pronóstico.

Se procedió con el levantamiento de información, para ello se hizo el reconocimiento y ubicación de estaciones de conteo, durante este proceso se determinó que en la actualidad las localidades de Maranura y Pavayocc, se hallan interconectadas por dos vías, la primera es la ruta Nacional que transita por las zonas de Maranura-Uchumayo-Quillabamba, mientras que la ruta Regional, ruta donde se va a intervenir transita por las localidades de Maranura-Mandor-Pavayocc. Bajo estas consideraciones se ha visto por conveniente desarrollar el conteo vehicular a la salida de Maranura que lo hemos denominado E-001.

Las labores de campo se iniciaron a las 00.00 horas del día 25 de marzo del 2024 hasta 31 de marzo del 2024. Se llevo a cabo el registro de todos los vehículos haciendo uso de los formatos de cuantificación y clasificación del tráfico.

El conteo y clasificación de realizo por medio de método manual, para lo cual se ha requerido materiales, como formatos, tableros, lapiceros y otros. Para llevar a cabo la actividad de conteo se establecieron 3 turnos de trabajo de 8 horas, para lo cual se ha contratado a personal exterior previo capacitación para la cobertura de las 24 horas del día.

Una vez culminada el levantamiento de información de conteo vehicular, se procedió el trabajo en gabinete, para lo cual se ha ingresado datos a cuadros Excel a fin de procesar la información y determinar el IMDa

3.6.1. Resultados del conteo vehicular

El conteo vehicular se ha desarrollado en la estación E-001, respectando las metodologías del Ministerio del Transporte y Comunicaciones se tiene los resultados

Tabla 25. Conteo vehicular en la estación E-001, Maranura alta

TIPO DE VEHÍCULO	MARZO							TOTAL	
	25/3/24	26/3/24	27/3/24	28/3/24	29/3/24	30/3/24	31/3/24		
Auto	98	103	90	70	93	119	125	698	
Station Wagon	2	3	2	3	2	2	2	16	
Camioneta	PICK UP	70	60	64	65	69	93	85	506
	PANEL								-
	RURAL	73	52	67	60	71	85	88	496
Micro								-	

Bus	2E	27	23	21	25	23	28	30	177
	3E								-
Camión	2E	85	48	64	71	87	109	82	546
	3E	32	29	31	46	43	44	25	250
	4E								-
Semi Trayler	2S1/2S2								-
	2S3								-
	3S1/3S2								-
	>=3S3								-
Trayler	2T2								-
	2T3								-
	3T2								-
	>=3T3								-
TOTAL		387	318	339	340	388	480	437	2,689

Se utilizo factores de corrección de estudio de tráfico del proyecto “Mejoramiento de la carretera Maranura-Mandor-Pavayocc de Maranura, Provincia de la Convención” dentro de sus estudios básicos denominado estudio de tráfico vehicular, en que indica que se tomó Factor de Corrección Estacional de los últimos años y se ha considerado al peaje más cercano al área de estudio, en este caso el peaje Huillque, considerando que la variación de flujos vehiculares son provenientes de la zona en estudio, en donde transportan café, cacao, achiote y otros hasta la costa para su respectiva exportación. Considerando ello los factores de corrección utilizados son para vehículos ligeros 1.0000 y para vehículos pesados 1.078885064, los cuales se utilizan para determinar el IMDa.

3.6.2. Índice Medio Diario Anual (IMDa)

Tabla 26. Índice Medio Diario Anual (IMDa)

E-001 - Salida Maranura					
Vehículo	Maranura - Mandor	Mandor - Maranura	IMDa	Distribución por Tipo de Vehículo	Distribución por Capacidad de Vehículo
Automóvil	54.00	46.00	100.00	25.3%	62.3%
Station Wagon	1.00	2.00	3.00	0.8%	
Pick Up	37.00	35.00	72.00	18.2%	
Panel	-	-	-	0.0%	
C. Rural	36.00	35.00	71.00	18.0%	
Microbús	-	-	-	0.0%	
Bus 2E	15.00	12.00	27.00	6.8%	
Bus 3E	-	-	-	0.0%	
Camión 2E	43.00	41.00	84.00	21.3%	
Camión 3E	16.00	22.00	38.00	9.6%	
Camión 4E	-	-	-	0.0%	37.7%
Semitrayler 2S1/2S2	-	-	-	0.0%	
Semitrayler 2S3	-	-	-	0.0%	
Semitrayler 3S1/3S2	-	-	-	0.0%	
Semitrayler >=3S3	-	-	-	0.0%	
Trayler 2T2	-	-	-	0.0%	
Trayler 2T3	-	-	-	0.0%	
Trayler 3T2	-	-	-	0.0%	
Trayler 3T3	-	-	-	0.0%	
TOTAL	202	193	395	100%	

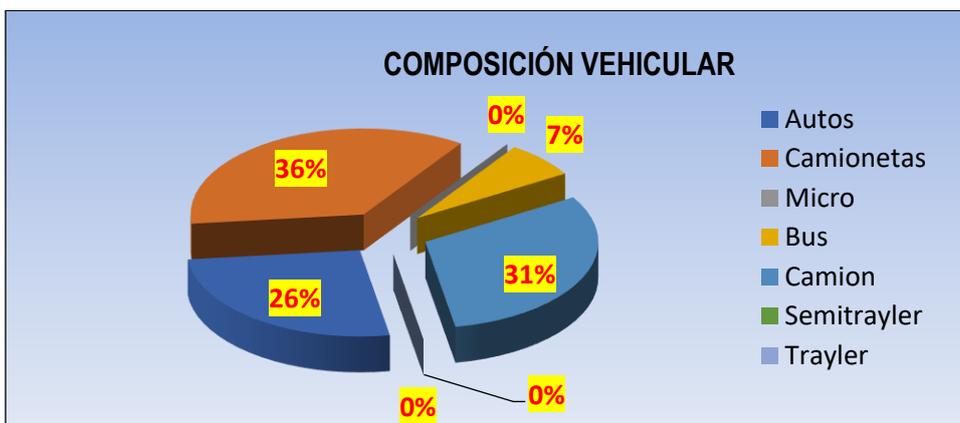
Como se puede apreciar en la Tabla 26, se muestra la cantidad de vehículos tanto de salida o entrada, es decir de Maranura a Mandor y viceversa, ya con sus respectivos factores de corrección, sumando los IMDa resulta 395 Vehículos por día, lo que quiere decir que esta carretera sería de tercera clase, debido a que el IMDa está 201 a 400 vehículos, según MTC-2014

Tabla 27. Índice Medio Diario Anual (IMDa) con Factor de corrección del peaje Huillque

ESTUDIO DE TRÁFICO																							
TRAMO DE LA CARRETERA		Maranura - Mandor																					
SENTIDO		Maranura									Mandor												
UBICACIÓN		Ingreso Maranura																					
		ESTACIÓN		Salida Maranura																			
		CÓDIGO		E-001																			
		DÍA Y FECHA		25/03/2024 AL 31/03/2024																			
FECHA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS			CAMIÓN				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL	%	
				PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
lun 25-Marzo	Maranura - Mandor	50	0	37	0	37	0	16	0	44	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	51%
	Mandor - Maranura	48	2	33	0	36	0	11	0	41	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	49%
	Ambos	98	2	70	0	73	0	27	0	85	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	387	100%
mar 26-Marzo	Maranura - Mandor	64	0	26	0	27	0	12	0	24	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	52%
	Mandor - Maranura	39	3	34	0	25	0	11	0	24	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	48%
	Ambos	103	3	60	0	52	0	23	0	48	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318	100%
mié 27-Marzo	Maranura - Mandor	49	0	35	0	34	0	13	0	32	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	52%
	Mandor - Maranura	41	2	29	0	33	0	8	0	32	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	48%
	Ambos	90	2	64	0	67	0	21	0	64	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	339	100%
jue 28-Marzo	Maranura - Mandor	36	3	30	0	27	0	14	0	36	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	50%
	Mandor - Maranura	34	0	35	0	33	0	11	0	35	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169	50%
	Ambos	70	3	65	0	60	0	25	0	71	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340	100%
vie 29-Marzo	Maranura - Mandor	44	1	34	0	31	0	12	0	48	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	49%
	Mandor - Maranura	49	1	35	0	40	0	11	0	39	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	51%
	Ambos	93	2	69	0	71	0	23	0	87	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388	100%
sáb 30-Marzo	Maranura - Mandor	64	1	49	0	49	0	14	0	59	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253	53%
	Mandor - Maranura	55	1	44	0	36	0	14	0	50	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	47%
	Ambos	119	2	93	0	85	0	28	0	109	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	100%
dom 31-Marzo	Maranura - Mandor	72	0	48	0	48	0	19	0	36	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	53%
	Mandor - Maranura	53	2	37	0	40	0	11	0	46	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207	47%
	Ambos	125	2	85	0	88	0	30	0	82	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	437	100%
Factor de Corrección Peaje de Huillque		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
IMDa	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS			CAMIÓN				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL	%	
				PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
	Maranura - Mandor	54	1	37	0	36	0	15	0	43	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	51%
	Mandor - Maranura	46	2	35	0	35	0	12	0	41	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	49%
	Ambos	100	3	72	0	71	0	27	0	84	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	395	100%
Porcentaje	25%	1%	18%	0%	18%	0%	7%	0%	21%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		

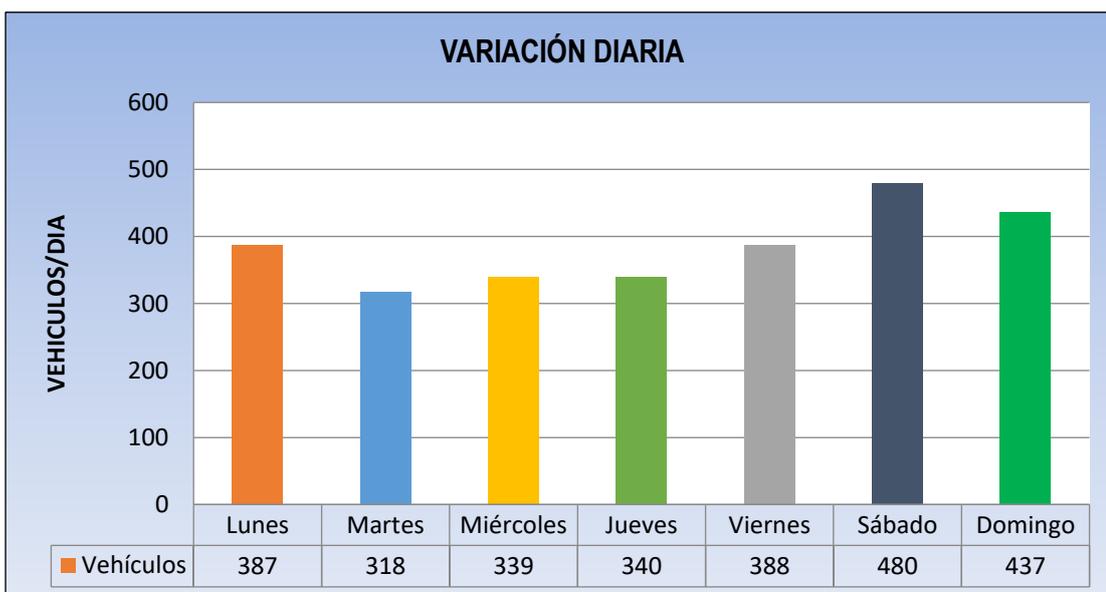
En la tabla 26 se puede observar que el IMDa es de 395 vehículos, lo cual quiere decir que por la estación pasan 395 vehículos al día, esto considerando los factores de corrección del peaje de Huillque, por ser la estación más cerca a la zona en estudio.

Figura 4. Composición vehicular



En la figura 3 nos muestra la composición porcentual de tráfico, por tipo de vehículo que circula por esta carretera, el flujo vehicular tiene una predominancia de camionetas pick up, camión, autos y bus, los cuales representan 36%,31%,26% y 7% respectivamente.

Figura 5. Variación diaria - cantidad de vehículos por día



En la Figura 4 se aprecia que hay un alto flujo vehicular los días sábados y domingos esto es debido a que comercialización de los productos agropecuarios se centra en la ciudad de Quillabamba, esta ciudad ha alcanzado un mecanismo de comercialización de diferentes productos que produce la Provincia de Quillabamba, porque hay transacciones de compra y venta, distribución de los productos, considerando que hay tres mercados en la ciudad de Quillabamba.

3.7. TOMA DE DATOS

3.7.1. Ubicación de la Elaboración y Recolección de Datos

La recolección de datos en esta investigación se realizó en el Distrito de Maranura, Provincia de la Convención Departamento de Cusco.

Figura 6. Mapa de la Provincia de la Convención

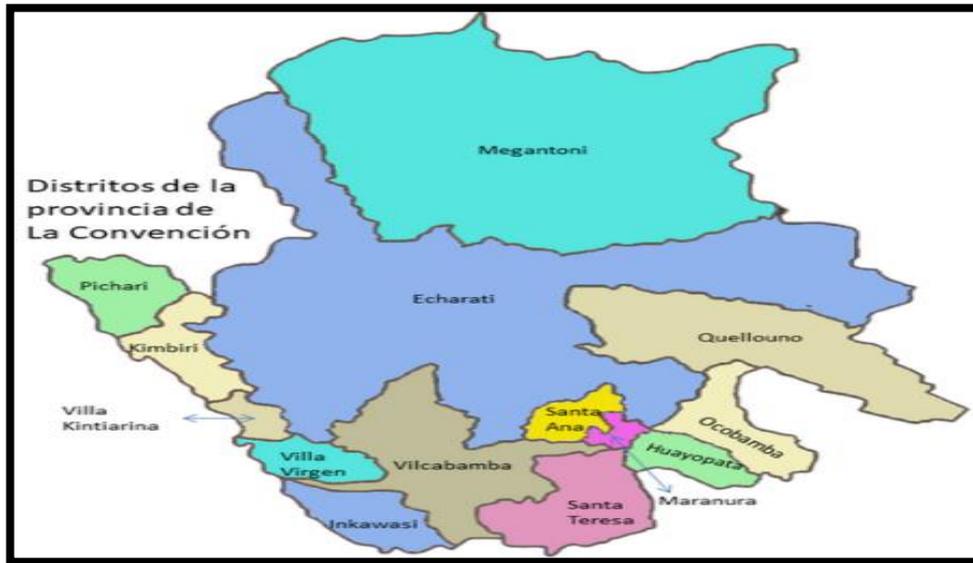


Figura 3. Colaboradores de Wikipedia, "Provincia de La Convención, disponible https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_La_Convenci%C3%B3n. Visitado el 15 de abril de 2024.

La recolección de nuestras muestras se tomó en el tramo de la carretera de Maranura – Quillabamba, más específicamente en el tramo de la carretera entre Maranura - Mandor desde el kilómetro 5 al kilómetro 8 del mismo, que está ubicado en la Provincia de La Convención Departamento de Cusco.

Figura 7. Tramo Maranura – Mandor-Quillabamba

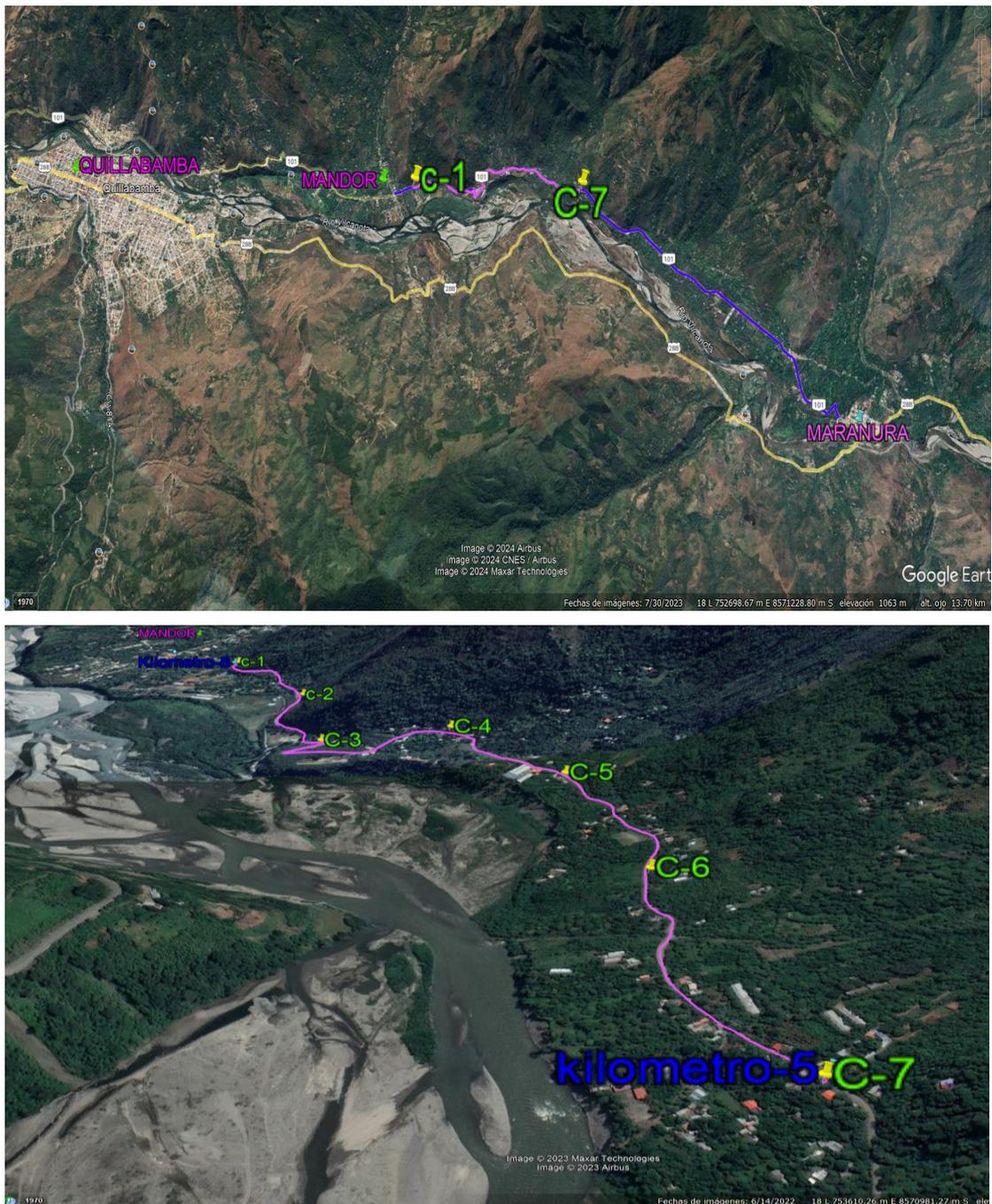


Figura: Google Earth

3.7.2. Instrumentos

- Equipos de excavación (Pico, pala, barreta)
- Equipos de medición (Wincha, GPS)
- Equipos de protección (Casco, zapatos punta de acero, guantes)

3.7.3. Procedimiento

Se procedió con el reconocimiento y exploración visual de la carretera, en el que se inició con el kilómetro 5 hasta el kilómetro 8 del tramo en estudio, de esa manera se fijó los puntos de

excavación para la extracción de la muestra para el estudio, que lo hemos establecido cada 0.5 km desde el punto de inicio hasta el final.

Figura 8. Reconocimiento de la zona de estudio.



Se realizó 7 calicatas, profundidad de 1.50 m (coordenadas UTM DATUM WGS 84)

Calicata N°01: Norte 8572702.00 m Este 752626.00 m Altitud 1047.00 msnm

Calicata N°02: Norte 8572321.00 m Este 752900.00 m Altitud 1026.00 msnm

Calicata N°03: Norte 8571890.00 m Este 753043.00 m Altitud 1024.00 msnm

Calicata N°04: Norte 8571885.00 m Este 753324.00 m Altitud 1059.00 msnm

Calicata N°05: Norte 8571537.00 m Este 753573.00 m Altitud 1063.00 msnm

Calicata N°06: Norte 8571104.00 m Este 753704.00 m Altitud 1056.00 msnm

Calicata N°07: Norte 8570536.00 m Este 753840.00 m Altitud 1059.00 msnm

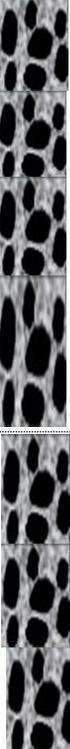
Figura 9. Extracción de muestras de las calicatas



3.8. Perfil estratigráfico

Tabla 28. Perfil estratigráfico de las 7 calicatas en estudio

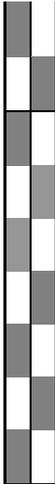
Calicata N°	1	Muestra	1
Progresiva	8+000	18L Coordenadas N	8572702
Cota	1,047	E	752626

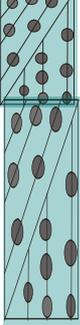
Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
0.30			Material alterado	
1.20		GP-GC	Coloración: Marrón terroso Compacidad: Algo compacto Humedad: húmedo	Muestra: M-1 Profund. (1.50m) Densid.Nat Volum.

Calicata N°	2	Muestra	1
-------------	---	---------	---

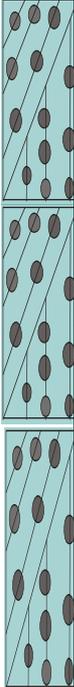
Progresiva	7+500	18L Coordenadas N	8572321	
Cota	1,026	E	752900	
Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
0.10			Material alterado	
1.40		GC	Coloración: Plomizo, gris marrón Compacidad: Compacto, rocoso Humedad: Poco húmedo	Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum.
				

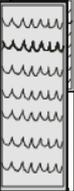
Calicata N°	3	Muestra	1	
Progresiva	7+000	18L Coordenadas N	8571890	
Cota	1,024	E	753043	
Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
0.30			Material alterado	
			Coloración: Marrón terroso Compacidad: Compacto, granular arcilloso	Muestra: M-1 Profund. (1.50 m)

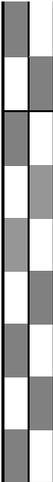
	1.20		GC	Humedad: Poco húmedo	Densid.Nat Volum.
---	------	---	-----------	----------------------	----------------------

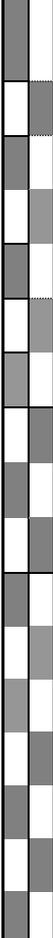
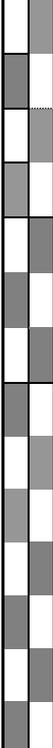
Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
0.40			Material alterado	
1.10		GM-GC	Coloración: Marrón amarillento Compacidad: Compacto, granular arcilloso Humedad: Húmedo	Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum.

Calicata N°	5	Muestra	1
Progresiva	6+000	18L Coordenadas N	8571537

Cota		1,063	E	753573
Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
0.40			Material alterado	
1.10		GM-GC	Coloración: Marrón amarillento Compacidad: Compacto, granular arcilloso Humedad: Poco Húmedo	Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum.

Calicata N°	6	Muestra	1	
Progresiva	5+500	18L Coordenadas N	8571104	
Cota	1,056	E	753704	
Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
0.25			Material alterado	
			Coloración: Marrón amarillento Compacidad: Compacto, granular arcilloso	Muestra: M-1 Profund. (1.50 m)

	1.25		GM	Humedad: Poco Húmedo	Densid.Nat Volum.
---	------	---	-----------	----------------------	----------------------

Prof. M.	Simb	Clasif	Descripción	Ensayos Muestras
Calicata N°		7	Muestra	1
Progresiva		5+000	18L Coordenadas N	8570536
Cota		1,059	E	753840
	0.30		Material alterado	
	1.20		Coloración: Marrón terroso Compacidad: Compacto, granular arcilloso Humedad: Poco Húmedo	Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum.

3.9. Ensayos de laboratorio por cada calicata

3.9.1. Límites de Atterberg

3.9.1.1. Límite líquido

a) Equipos: Un equipo de Casagrande (referencia: Norma ASTM N° D 4318), una balanza de sensibilidad, un tamiz número 40, un ranurador, taras, espátulas y contenedores.

b) Procedimiento:

- Se debe tamizar el material o muestra de suelo a través de la malla N° 40, luego se coloca una porción de 100 gr de material en un recipiente de porcelana se le adiciona gradualmente agua destilada, luego de humedecer el suelo y así conseguir una consistencia homogénea.
- Para empezar, el equipo de Casagrande se calibra, donde la altura de caída debe de ser de 10 mm exactamente. La cuchara de bronce del equipo de Casagrande se limpia completamente para luego secarla antes de realizar nuestro ensayo, se coloca el suelo homogéneo en la cuchara del equipo de Casagrande, entre un aproximado de 50 - 70 gr, de tal manera se obtuvo una superficie plana en la cuchara de 1 cm de altura, con la espátula se nivela de forma horizontal y con el acanalador se realiza un surco del interior al exterior.
- Después, se conduce a girar la manivela del equipo de Casagrande, a una revolución aproximando de 2 golpes por segundo, tomando en cuenta que la cuchara cae de una altura de 1 cm, hasta que logre cerrarse en la base del surco en una longitud de 12 mm contando el número de golpes.
- Se registra el número de golpes a cada una de las muestras que realizo en laboratorio, tomando en consideración los parámetros: 15 – 25 golpes; 20 – 30 golpes; 25 – 35 golpes.
- Una muestra de 10 gramos aproximadamente de cada ensayo que hicimos se colocó en sus respectivas latas (toma de muestras), se pesó y se colocó en un horno eléctrico por al menos 8 horas.
- Las muestras se retiraron para su medida de peso correspondiente al día siguiente y luego se tomarán los datos de las 7 calicatas en estudio y se realizó el procesamiento de estos en cuadros Excel.

Figura 10. Ensayo de Límite líquido de las 7 calicatas



c) Toma de datos

Tabla 29. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°01

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	06-05-2023				
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M-1	M-2	M-3	M-4
Código de cápsula	Cod	C-06	C-03	C-02	C-01
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	30.229	32.399	32.670	33.422
Peso de capsula + Suelo seco	gr	27.838	29.587	29.988	30.388
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	18.02	18.14	19.42	18.47
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	35	32	28	25
Contenido de Humedad	%				

Tabla 30. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°02

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	06-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
	Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-18	C-16	C-17	C-11
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	32.821	27.795	32.133	33.064
Peso de capsula + Suelo seco	gr	29.745	25.806	28.856	29.3
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	19.27	19.02	18.59	17.82
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	40	38	20	17
Contenido de Humedad	%				

Tabla 31. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°03

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	06-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
	Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de Capsula	Cod.	C-09	C-14	C-13	C-07

Peso de capsula + Suelo húmedo	gr	30.931	35.892	31.618	31.871
Peso de capsula + Suelo seco	gr	28.327	32.157	29.023	29.118
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	18.83	18.10	19.04	18.23
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	16	24	30	37
Contenido de Humedad	%				

Tabla 32. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 04



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON
CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR;
MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Límite líquido
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)
Fecha:	06-05-2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	B-02	B-03	B-04	B-05
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	33.927	28.024	24.412	30.835
Peso de capsula + Suelo seco	gr	30.478	24.846	21.87	27.614
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	15.69	11.72	12.04	15.12
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	30	25	17	15
Contenido de Humedad	%				

Tabla 33. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°05

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite líquido					
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	07-05-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE LÍQUIDO						
	Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
	Código de cápsula	Cod.	B-10	B-11	B-12	B-01
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	30.078	30.453	28.732	22.488
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	26.898	27.085	26.12	20.325
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	15.51	14.53	15.83	12.07
	Peso del suelo seco	gr				
	Número de golpes	n*	13	18	21	25
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 34. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 06

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	07-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				

LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	B-06	B-07	B-08	B-09
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	27.094	28.514	26.542	30.577
Peso de capsula + Suelo seco	gr	24.014	25.13	22.683	26.547
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	15.40	15.81	11.66	15.30
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	16	14	24	20
Contenido de Humedad	%				

Tabla 35. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 07

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	07-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-08	C-15	C-04	C-05
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	33.624	33.078	35.468	33.221
Peso de capsula + Suelo seco	gr	29.921	29.768	31.652	29.757
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	18.30	18.06	18.28	17.66
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	18	32	36	46
Contenido de Humedad	%				

3.9.1.2. Límite Plástico

a) Equipos: El horno eléctrico, una balanza de sensibilidad, Vasija de porcelana, placa de vidrio, taras, varilla de 3 mm, tamiz número 40, recipiente y espátulas

b) Procedimiento:

- Con el suelo que pasó por la malla N° 40, se agregó una pequeña cantidad de material a una vasija de porcelana y se agregó gradualmente agua destilada hasta que el suelo quede húmedo completamente, a fin de obtener una pasta homogénea.
- Se recolectó una cantidad de suelo de alrededor de 1 cm³ de volumen sobre una placa de vidrio esmerilado (vidrio poroso), y luego se formaron pequeños cilindros o bastones de 3.00 mm de diámetro, haciendo rodar con las yemas de nuestros dedos.
- Se repite esta operación hasta que se puedan cortar cilindros de 3 mm de diámetro en trozos de menos de 1 cm de largo. Se sigue el mismo proceso con porciones de 1 cm³ de la misma muestra de suelo.
- Luego se midió el peso total de las muestras hasta reunir al menos 6 gramos y luego se colocaron en cápsulas para hornear por 24 horas. Al día siguiente, se retirarán para su peso correspondiente, con los datos obtenidos se procede a realizar el procesamiento de datos.
- Se calcula el índice de plasticidad ($IP=LL_{LP}$), en base a los resultados de Límite líquido y límites plástico.

Figura 11. Ensayo sobre límite plástico



c) Tabla de datos

Tabla 36. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 01

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite Plástico					
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	06/05/2023					
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE PLÁSTICO						
	Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
	Código de cápsula	Cod.	1	10	4	3
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	3.183	2.971	3.134	3.043
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	2.932	2.785	2.942	2.836
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	1.71	1.63	1.72	1.66
	Peso del suelo seco	gr				
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 37. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 02

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite Plástico					
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	06/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE PLÁSTICO						
	Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
	Código de cápsula	Cod.	D-11	D-5	D-8	D-12
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	4.223	3.980	3.703	3.041

Peso de capsula + Suelo seco	gr	3.917	3.715	3.465	2.813
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	2.44	2.43	2.47	1.70
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 38. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 03

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.					
Ensayo:	Límite Plástico					
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	06/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE PLÁSTICO						
	Descripción	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4	
	Código de cápsula	Cod.	9	5	12	8
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	3.396	3.426	3.098	3.335
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	3.1	3.173	2.876	3.086
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	1.66	1.72	1.79	1.76
	Peso del suelo seco	gr				
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 39. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 04

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.				
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				

Fecha:	06/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-03	A-04	A-05	A-08
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.357	9.281	9.386	8.74
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.131	8.995	9.19	8.515
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	7.88	7.43	8.02	7.24
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 40. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 05



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	07/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-09	A-06	A-11	A-02
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.9	13.569	10.908	9.81
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.567	13.209	10.593	9.49
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	8.12	11.61	9.17	8.08
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 41. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 06

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	07/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-10	A-12	A-07	A-01
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	12.884	8.339	12.309	9.29
Peso de capsula + Suelo seco	gr	12.69	8.087	12.087	9.038
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	11.89	7.20	11.29	8.05
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 42. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 07

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	07/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Codigo de capsula	Cod.	3	10	2	4
Peso de capsula + Suelo humedo	gr	4.505	3.709	3.962	4.235
Peso de capsula + Suelo seco	gr	4.13	3.487	3.697	3.917

Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	2.49	2.44	2.48	2.45
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

3.9.2. Ensayo de granulometría

a) **Equipos:** Se utilizaron balanza de precisión, juego de tamices, recipientes de diferentes tamaños brocha de cerdas, horno eléctrico y brocha de fierro.

b) **Procedimiento:**

- Para realizar el proceso de tamizado del suelo extraído de área de estudio, primero Se procede a cuartear las muestras para obtener muestras representativas por cada calicata, el cual oscila en promedio 2,500 gr. Cada muestra es sometida a secado en un horno durante 24 horas, al día siguiente es sacado del horno, y pesado de esa manera se obtuvo el peso de material seca de cada calicata.
- Ya una vez pesado la muestra, es sometido a lavado con la utilización de un lavador a fin de eliminar los finos hasta que la muestra quede libres partículas pequeñas, por lo mismo que estas se pegan a las gravas, este proceso se realiza la muestra de cada calicata.
- Estas muestras ya lavadas se someten a proceso de secado con la utilización de un horno durante 24 horas, inmediatamente después de esta es sacado del horno y pesado en una balanza.
- Se ordenan los tamices de menor abertura a mayor es decir de N° 200 a 2”, para luego ser sometido al proceso de tamizado esta se dio por lo menos durante unos 4 a 5 minutos aproximadamente.
- Luego de eso procedió a ser pesado todas las partículas retenidas en cada malla, todo el proceso con la utilización de herramientas como la brocha, ya sea de fierro o cerda. Estas muestras son anotadas en los formatos de granulometría aprobados previamente por los expertos.
- Luego de ser anotado estos son procesados en cuadro Excel a fin de determinar, porcentajes de pasantes, coeficiente de curvatura y el coeficiente de uniformidad. Ya que son los datos que nos va ser útil para definir el tipo de suelo.

Figura 12. Ensayo de Laboratorio Análisis Granulométrico por Tamizado



c) Tabla de datos

Tabla 43. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 01

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.						
Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	04-05-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr.)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)	2639.10	2785.60	146.50	% Grava		
Peso Después de Lavar (gr)	2395.80	2542.30		% Arena		
Perdida por Lavado (gr)	243.30			% Finos		
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	437.30				
1 1/2"	36.100	191.10				
1"	25.400	363.50				
3/4"	19.000	188.20				
1/2"	12.700	307.70				
3/8"	9.520	142.60				
1/4"	6.300	189.10				
N° 4	4.750	168.00				
N° 8	2.360	165.20				
N° 10	2.000	32.00				
N° 16	0.840	71.30				
N° 30	0.600	63.10				
N° 40	0.425	20.20				
N° 50	0.260	14.70				
N° 100	0.150	18.90				
N° 200	0.075	5.90				
Fondo		0.10				
Lavado		243.30				
Total		2622.20				

Tabla 44. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

02



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	04/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)		Tara (gr)	Datos básicos	
Peso Total Seco (gr)	2536.70	2684.90		148.20	% Grava	
Peso Después de Lavar (gr)	2126.10	2274.30			% Arena	
Perdida por Lavado (gr)	410.60				% Finos	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	767.00				
1 1/2"	36.100	101.40				
1"	25.400	89.20				
3/4"	19.000	121.00				
1/2"	12.700	155.70				
3/8"	9.520	170.70				
1/4"	6.300	154.00				
N° 4	4.750	108.80				
N° 8	2.360	159.80				
N° 10	2.000	31.10				
N° 16	0.840	81.70				
N° 30	0.600	71.60				
N° 40	0.425	26.60				
N° 50	0.260	22.30				
N° 100	0.150	35.50				
N° 200	0.075	21.2				
Fondo		3.00				
Lavado		410.60				
Total		2531.20				

Tabla 45. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

03



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	04/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra P.S.+ Tara (gr.) Tara (gr) Datos básicos						
Peso Total Seco (gr)	2049.00	2200.60	151.60	% Grava		
Peso Después de Lavar (gr)	1652.10	1803.70		% Arena		
Perdida por Lavado (gr)	396.90			% Finos		
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	236.50				
1 1/2"	36.100	37.40				
1"	25.400	160.40				
3/4"	19.000	155.40				
1/2"	12.700	139.80				
3/8"	9.520	138.60				
1/4"	6.300	139.30				
N° 4	4.750	83.40				
N° 8	2.360	165.60				
N° 10	2.000	41.80				
N° 16	0.840	98.00				
N° 30	0.600	111.40				
N° 40	0.425	38.80				
N° 50	0.260	33.70				
N° 100	0.150	47.50				
N° 200	0.075	18.30				
Fondo		2.10				
Lavado		396.90				
Total		2044.90				

Tabla 46. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

04



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	04/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)		Tara (gr)		Datos básicos
Peso Total Seco (gr)	2472.70	2620.20	147.50			
Peso Después de Lavar (gr)	2099.40	2246.90				
Perdida por Lavado (gr)	373.30					
				% Grava		
				% Arena		
				% Finos		
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	375.50				
1 1/2"	36.100	89.90				
1"	25.400	275.30				
3/4"	19.000	137.20				
1/2"	12.700	227.50				
3/8"	9.520	146.00				
1/4"	6.300	193.40				
N° 4	4.750	128.00				
N° 10	2.360	213.50				
N° 8	2.000	41.60				
N° 16	0.840	93.10				
N° 30	0.600	79.00				
N° 40	0.425	26.90				
N° 50	0.260	21.90				
N° 100	0.150	33.30				
N° 200	0.075	18.60				
Fondo		4.10				
Lavado		373.30				
Total		2478.10				

Tabla 47. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

05



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	05/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)		Tara (gr)	Datos básicos	
Peso Total Seco (gr)	1944.80	2092.50	147.70		% Grava	
Peso Después de Lavar (gr)	1549.00	1696.70			% Arena	
Perdida por Lavado (gr)	395.80				% Finos	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	0.00				
1 1/2"	36.100	235.90				
1"	25.400	256.40				
3/4"	19.000	81.40				
1/2"	12.700	198.40				
3/8"	9.520	134.20				
1/4"	6.300	133.80				
N° 4	4.750	76.10				
N° 8	2.360	120.20				
N° 10	2.000	27.00				
N° 16	0.840	68.00				
N° 30	0.600	75.00				
N° 40	0.425	31.70				
N° 50	0.260	28.90				
N° 100	0.150	51.70				
N° 200	0.075	27.10				
Fondo		3.40				
Lavado		395.80				
Total		1945.00				

Tabla 48. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

06



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	05/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)		Tara (gr)	Datos básicos	
Peso Total Seco (gr)		1878.70	2025.60	146.90	% Grava	
Peso Después de Lavar (gr)		1458.50	1605.40		% Arena	
Perdida por Lavado (gr)		420.20			% Finos	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	480.80				
1 1/2"	38.100	0.00				
1"	25.400	167.90				
3/4"	19.000	132.70				
1/2"	12.700	125.40				
3/8"	9.500	73.30				
1/4"	6.300	83.90				
N° 4	4.760	60.30				
N° 8	2.000	92.90				
N° 10	2.000	19.20				
N° 16	0.840	51.20				
N° 30	0.425	60.30				
N° 40	0.425	24.30				
N° 50	0.260	21.10				
N° 100	0.150	37.40				
N° 200	0.075	17.80				
Fondo		1.70				
Lavado		420.20				
Total		1870.40				

Tabla 49. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

07



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Granulometría
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado
Fecha:	05/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

Descripción de la Muestra

Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)	2455.20	2599.80	144.60	% Grava		
Peso Después de Lavar (gr)	2133.90	2278.50		% Arena		
Perdida por Lavado (gr)	321.30			% Finos		
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	0.00				
1 1/2"	38.100	364.20				
1"	25.400	310.50				
3/4"	19.000	200.50				
1/2"	12.700	289.10				
3/8"	9.500	155.70				
1/4"	6.300	149.60				
N° 4	4.760	108.30				
N° 8	2.000	152.70				
N° 10	2.000	31.50				
N° 16	0.840	84.60				
N° 30	0.425	105.20				
N° 40	0.425	42.10				
N° 50	0.260	41.00				
N° 100	0.150	66.80				
N° 200	0.075	29.20				
Fondo		4.80				
Lavado		321.30				
Total		2457.10				

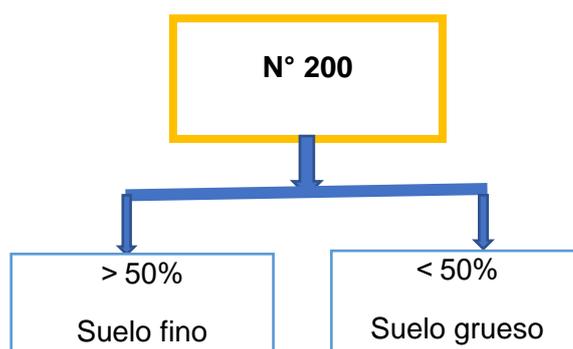
3.10. CLASIFICACIÓN DE SUELO

Los ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad se realizaron para determinar el tipo de suelo con los métodos AASHTO y SUCS.

3.10.1. Clasificación de suelo SUCS

Para la clasificación del suelo por el método SUCS, se evalúa porcentaje de pasante por la malla N°200, para definir si es suelo grueso o suelo fino, si es mayor a 50% entonces será suelo fino, caso contrario es suelo grueso.

Figura 13. Porcentaje pasante por la malla N° 200



En caso que el porcentaje pasante por la malla N°200 es mayor a 50%, entonces se procede a evaluar con los datos de Límite líquido y índice de plasticidad en la carta de plasticidad de Casagrande.

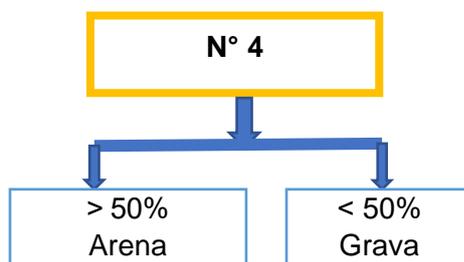
En la carta de Casagrande a través de la intersección, de Límite líquido y índice de plasticidad se define el tipo de suelo.

Tabla 50. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
GRABA	G	Bien Graduado	W
ARENA	S	Pobremente Graduado	P
LIMO	M	Limoso	M
ARCILLA	C	Arcilloso	C
ORGÁNICO	O	Baja Plasticidad	L
		Alta Plasticidad	H

En caso que el porcentaje pasante por la malla N°200 es menor a 50%, entonces se procede a evaluar la malla N°4, si el pasante es mayor a 50% es arena, caso contrario es grava.

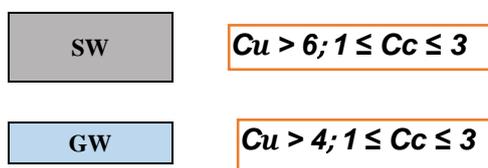
Figura 14. Porcentaje pasante por la malla N°4



Se presentan 3 casos, en el que va depender del porcentaje de pasante de la malla N°200, si esta pasante es menor a 5%, entonces será arena o grava bien graduado o pobremente graduado, dependiendo del coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura; si el porcentaje pasante está en el intervalo de 5%-12%, entonces será arena o grava bien graduado o pobremente graduado con presencia de limos o arcillas, esta lo define la carta de plasticidad de Casagrande; si el porcentaje de finos es mayor a 12%, entonces es arena con presencia de limos o arcilla, esta va depender en que punto cae en la carta de plasticidad de Casagrande.

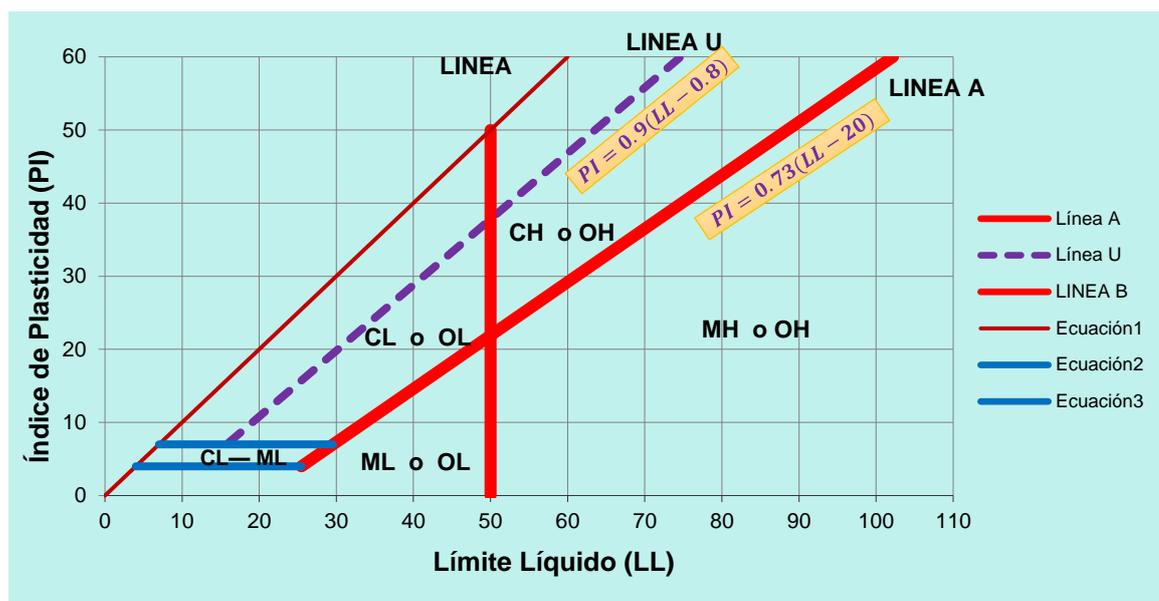
Con todo ese análisis, se determina el tipo de suelo si es fino, arena, grava, con limos o es arcillas.

Figura 15. Tipo de suelo según porcentaje pasante por la malla N°200



CASO 1		CASO 2				CASO 3	
Finos < 5		5 < Finos < 12				Finos > 12	
Arena	Grava	Arena		Grava		Arena	Grava
SP	GP	SP	SM	GP	GM	SM	GM
SW	GW	SP	SC	GP	GC	SC	GC
		SW	SM	GW	GM		
		SW	SC	GW	GC		

Figura 16. Carta de plasticidad de casa grande



Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.75.

En la presente investigación, en base a los resultados de ensayos de plasticidad y granulometría se obtuvo datos a fin de determinar el tipo de suelo por cada calicata:

Tabla 51. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 01

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	75.84	24.16
N° 200	90.78	9.22
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	25.55 %	
Contenido de Humedad (LP)	17.49 %	
Índice plástico	08.07 %	

Tabla 52. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 02

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	65.92	34.08
N° 200	83.70	16.30
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	31.40 %	
Contenido de Humedad (LP)	21.44 %	
Índice plástico	09.96 %	

Tabla 53. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 03

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	53.37	46.63
N° 200	80.53	19.47
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	26.49 %	
Contenido de Humedad (LP)	19.30 %	
Índice plástico	07.20 %	

Tabla 54. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 04

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	63.44	36.56
N° 200	84.74	15.26
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	24.22 %	
Contenido de Humedad (LP)	17.68 %	
Índice plástico	06.54 %	

Tabla 55. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 05

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	57.39	42.61
N° 200	79.47	20.53
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	25.61 %	
Contenido de Humedad (LP)	21.61 %	
Índice plástico	04.00 %	

Tabla 56. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 06

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	60.19	39.81
N° 200	77.54	22.46
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	35.01 %	
Contenido de Humedad (LP)	26.51 %	
Índice plástico	08.51 %	

Tabla 57. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 07

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	64.21	35.79
N° 200	86.72	13.28
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	30.28 %	
Contenido de Humedad (LP)	21.88 %	
Índice plástico	08.40 %	

3.10.2. Clasificación de suelo AASHTO

Para la clasificación de suelo por el método AASHTO, se evalúa el porcentaje de pasante de la malla N°200, en el que se determina si es suelo fino o suelo grueso, desde luego que esta va depender del porcentaje pasante de la malla N°200 si es mayor a 35%, es suelo fino caso contrario es suelo grueso.

Ya con los datos pasantes de la malla N°200, 10,40 y con los datos de Límite líquido y índice de plasticidad, a través del cálculo de índice de grupo, con la tabla de clasificación de suelo por el método AASHTO, se determina el tipo de suelo.

Figura 17. Cálculo de índice de grupo

$$IG = 0.2(a) + 0.005(a)(c) + 0.01(b)(d)$$

% que pasa Tamiz N° 200		
35%(min)	<i>a</i>	75%(max)
0		40
% que pasa Tamiz N° 200		
15%(min)	<i>b</i>	55%(max)
0		40
Límite líquido		
40%(min)	<i>c</i>	60%(max)
0		20
Índice plástico		
10%(min)	<i>d</i>	30%(max)
0		20

Tabla 58. Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)

CLASIFICACION DE SUELOS: Asociacion Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)												
DIVISION GENERAL	MATERIALES GRANULARES (Pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)						MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (Pasa mas de 35% por el tamiz ASTM #200)					
GRUPO	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7		
SUG GRUPO	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5	A - 7 - 6
ANALISIS GRANULOMETRICO (% que pasa por cada tamiz)												
SERIE ASTM	#10	≤ 50										
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fraccion del suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
LIMITE LIQUIDO			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	> 41	> 41
INDICE DE PLASTICIDAD	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	IP < LL-30	IP > LL-31
INDICE DE GRUPO	0	0	0	≤ 4			≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20		
TIPOLOGIA	Fragmentos de piedra,		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA					

Nota: Tomado de Manual de carreteras R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, p.34

En la presente investigación se determinó siete tipos de suelo considerando que se hizo el estudio en las siete calicatas de la carretera a Mandor Maranura, se muestran a continuación:

Tabla 59. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO)-Calicata N°01

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	75.84	24.16
N° 10	83.37	16.63
N° 40	89.27	10.73
N° 200	90.78	9.22
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	25.55 %	
Contenido de Humedad (LP)	17.49 %	
Índice plástico	08.07 %	

Tabla 60. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°02

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	65.92	34.08
N° 10	73.46	26.54
N° 40	80.57	19.43
N° 200	83.70	16.30
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	31.40 %	
Contenido de Humedad (LP)	21.44 %	
Índice plástico	09.96 %	

Tabla 61. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°03

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	53.37	46.63
N° 10	63.52	36.48
N° 40	75.66	24.34
N° 200	80.53	19.47
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	26.49 %	
Contenido de Humedad (LP)	19.30 %	
Índice plástico	07.20 %	

Tabla 62. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°04

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	63.44	36.56
N° 10	72.06	27.94
N° 40	81.76	18.24
N° 200	84.74	15.26
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	24.22 %	
Contenido de Humedad (LP)	17.68 %	
Índice plástico	06.54 %	

Tabla 63. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°05

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	57.39	42.61
N° 10	64.95	35.05
N° 40	73.94	26.06
N° 200	79.47	20.53
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	25.15 %	
Contenido de Humedad (LP)	22.59%	
Índice plástico	03.56 %	

Tabla 64. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°06

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	60.19	39.81
N° 10	66.19	33.81
N° 40	73.46	26.54
N° 200	77.54	22.46
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	35.01 %	
Contenido de Humedad (LP)	26.51 %	
Índice plástico	08.51 %	

Tabla 65. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°07

Tamiz	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	64.21	35.79
N° 10	71.71	28.29
N° 40	81.14	18.86
N° 200	86.72	13.28
Índice plástico		
Descripción	Valor	
Contenido de Humedad (LL)	30.28 %	
Contenido de Humedad (LP)	21.88 %	
Índice plástico	08.40 %	

3.10.3. Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio)

a) Equipos: Consta de un molde de 6" de diámetro (15.24 cm) y un volumen (2123.31 cm³), un collar de extensión de 2", un plato base pisón o martillo, balanza, regla metálica, tamiz N°3/4, probeta de plástico, regla metálica, espátula, alicate, bandeja, bolsa, taras, brocha, cucharón, horno de secado, enrasador.

b) Procedimiento:

- Se preparo cuatro especímenes con contenido de humedad.
- se prepara al menos cuatro especímenes con contenido de agua que se aproxime a CHO, puede ser por debajo o por encima.
- Es importante tomar nota de los pesos y volúmenes del molde que se utilizarán.
- Se procede a la colocación de la primera capa del suelo, el cual debe aplicarse 56 golpes, tal como indica el método de ensayo de compactación (Método C).

- Considerando que la compactación del suelo se debe realizar en 5 capas y que estas deben ser del mismo espesor, se procede a aplicar golpes en un promedio de 25 golpes por minuto
- Se retirarán el collar del molde después de compactar la última capa, enseguida se enrasa el espécimen compactado a fin de generar una superficie plana, en caso que exista hoyo en la superficie compactado, se procede a rellenar con suelo que fue retirado en el proceso de enrasado.
- Se retira la base del molde para luego hacer el proceso de pesado y se registra los datos correspondientes.
- Después de determinar y registrar el peso del suelo ensayado, se extrae el material del molde para extraer porciones y medir el contenido de humedad. Se llevan muestras de suelo al horno.
- Los cuatro especímenes (cuatro puntos compactados) se someten a diferentes tipos de contenidos de humedad. Dos de los especímenes deben quedar en el lado seco de la curva de compactación y los otros en el lado húmedo.

Figura 18. Ensayo de Laboratorio Proctor modificado





c) Tabla con datos

Tabla 66. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°01



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	12/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7764.40	8105.40	7937.80	7866.50
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³				

CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	B-06	B-07	B-08	B-09	B-10	B-11	B-12
Peso suelo húmedo + Tara	gr	70.707	65.207	79.799	74.133	71.947	79.857	72.078	61.726	80.813	67.961	75.409	88.538
Peso suelo seco + Tara	gr	67.995	62.855	76.809	70.321	68.585	75.774	67.035	57.019	75.523	62.512	69.579	81.628
Peso de la tara	gr	12.070	15.690	11.720	12.090	15.720	15.400	15.810	11.660	15.300	15.510	14.530	15.830
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm3												

Tabla 67. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	12/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde		Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas
Altura	cm	11.64	5
Volumen	cm ³	2123.31	Molde
Peso del Molde	gr	2882.10	6"

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7767.10	8138.10	7969.90	7950.40
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12
------------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Peso suelo húmedo + Tara	gr	61.158	69.070	80.735	60.154	53.568	77.272	66.934	72.158	67.691	82.922	75.373	73.607
Peso suelo seco + Tara	gr	58.755	67.151	77.463	57.225	51.170	73.219	62.910	67.444	63.527	76.370	70.261	68.763
Peso de la tara	gr	18.470	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 68. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°03



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 12/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7664.80	8016.80	7892.90	7793.40
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	Nº	C-19	C-20	C-21	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06	T-07	T-01	T-09	T-10
------------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Peso suelo húmedo + Tara	gr	87.024	110.881	103.773	141.867	126.240	147.720	129.832	143.600	140.669	136.110	141.962	130.455
Peso suelo seco + Tara	gr	83.147	106.683	99.510	134.613	121.908	141.575	124.581	137.153	133.870	129.993	135.460	124.618
Peso de la tara	gr	19.250	19.140	19.640	55.102	71.973	74.933	74.129	76.916	74.175	74.608	79.171	74.608
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm3												

Tabla 69. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°04



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	12/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm3	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7771.03	8027.80	7974.40	7880.40
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm3				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm3				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	Nº	B-04	B-05	B-06	B-03	B-02	B-01	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06

Peso suelo húmedo + Tara	gr	64.933	68.375	68.375	85.662	99.045	96.142	84.173	94.928	87.003	88.690	88.955	87.837
Peso suelo seco + Tara	gr	63.127	66.358	66.764	80.880	94.151	91.581	78.790	89.309	81.023	81.996	82.547	82.476
Peso de la tara	gr	12.090	15.720	15.400	11.720	15.690	12.070	18.470	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 70. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°05



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	13/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7771.90	7928.60	7838.20	7814.80
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	Nº	T-10	T-11	T-12	V-04	V-06	V-05	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
------------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Peso suelo húmedo + Tara	gr	111.984	133.562	136.113	98.085	103.210	101.759	72.846	71.000	84.204	68.571	76.404	77.574
Peso suelo seco + Tara	gr	110.080	130.495	133.138	94.165	98.944	97.159	67.828	65.420	77.067	61.747	70.161	70.553
Peso de la tara	gr	73.555	55.330	54.681	51.532	56.004	46.954	19.040	18.100	18.060	19.020	18.590	19.270
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 71. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°06



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 13/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7535.00	7867.70	7754.10	7547.40
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	Nº	V-01	V-02	V-03	V-04	V-05	V-06	B-12	B-11	B-10	B-09	B-08	B-07

Peso suelo húmedo + Tara	gr	113.104	97.037	115.202	136.510	114.852	129.475	75.437	73.816	75.631	78.088	70.102	73.968
Peso suelo seco + Tara	gr	109.278	93.525	111.470	130.491	109.015	124.499	68.879	68.041	69.675	70.644	63.339	66.526
Peso de la tara	gr	50.220	44.619	50.080	51.532	46.954	56.004	15.830	14.530	15.510	15.300	11.660	15.810
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm3												

Tabla 72. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°07



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	13/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm3	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7795.80	7979.90	7956.00	7857.20
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo	gr				
Volumen del molde	cm3				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm3				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	N°	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
Peso suelo húmedo + Tara	gr	73.760	80.352	77.206	69.236	61.472	95.442	65.004	73.258	81.633	92.542	86.837	87.289
Peso suelo seco + Tara	gr	71.114	76.351	74.033	65.571	58.164	90.169	60.859	68.885	76.010	85.468	80.863	81.269
Peso de la tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250	19.040	18.100	18.060	19.020	18.590	19.270
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

3.10.4. Ensayo (CBR)

a) Equipos.

- Prensa para el respectivo proceso de penetración con un pistón sobre la muestra, con su anillo de carga.
- Molde de metal de 6" de diámetro interior y 7" de altura.
- Un disco espaciador de metal de 5 15/16 pulgadas de diámetro exterior y 2,41 pulgadas de espesor.
- Un pistón de 4,54 kg con una altura de caída de 457,2 mm.
- Pesas ranuradas de masa de 4.57 kg con un agujero central con un diámetro de 2 1/8".
- Un pistón de penetración de metal con una sección transversal circular y un diámetro de 49,63 mm.
- Diales con un recorrido mínimo de 25 mm y divisiones lecturas de 0,025 mm.
- Tanque sobre el cual se va insertar muestras.
- Balanza.
- El horno de secado que tenga la capacidad de mantener una temperatura de 110°C ± 5°C.
- Tamiz de ¾ pulgadas, 3/8" pulgadas y N°04.
- Bandejas para la colocación de la muestra.
- Herramientas para el proceso de mezclado.

b) Procedimiento.

- Una muestra de aproximadamente de 20 Kg es tamizada por la malla N° ¾”, con el cual se tiene material de aproximadamente de 17 Kg. El material detenido en la malla ¾”, será reemplazado por el suelo detenido por la malla ¾” “y detenido por la malla #4.
- Se toma las dimensiones de molde (altura, diámetro) a fin de determinar su volumen, de la misma manera su peso del molde incluido el base.
- Teniendo los datos de Contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca, se prepara la muestra.
- En la base de cada molde se coloca un disco espaciador y un papel filtro para evitar que el suelo se adhiera al disco durante la compactación.
- El material preparado se vierte al molde en cinco capas de aproximadamente del mismo espesor, para luego compactar por cada capa 12 golpes en un primer molde, 25 golpes segundo molde y 56 golpes en un tercer molde.
- Se extrae 3 muestras durante la compactación en capsulas previamente codificadas el cual es registrado y pesado, para luego secar en el horno por 24 horas, todo ello para determinar porcentaje de humedad promedio y densidad seca.
- Se enrasa el molde para luego ser pesado, luego se extrae el disco espaciador, se invierte el molde con la muestra para luego ser pesado y en seguida se coloca las pesas ranuradas y con un hueco en el medio,
- Se prepara una bandeja con agua en el que se colocan los mondes, el cual es remojado durante 4 días, previamente fijado con el extensómetro para cada molde a fin determinar el hinchamiento el cual es registrado cada 24 horas.
- Cumplido las 96 horas se escurre el molde en 45° durante 15 minutos aproximadamente, para luego ser sometido a la prensa para la prueba de penetración con su respectivo anillo de carga.

Figura 19. Ensayo de laboratorio de CBR



a) Toma de datos

Tabla 73. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°01

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	04/06/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco Espaciador
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.308	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	
Contenido de humedad óptimo	6.65	Altura de caída	45.82cm	5	4.9 cm
Nº de Capas	5				
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09				49.63 mm
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm3				
Peso de molde	gr	6360.00	7114.70	6403.00	

CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11876.20			12758.10			12148.90		
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara N°	N°	V-04	V-05	V-06	B-01	B-02	B-03	V-03	V-02	V-01
Tara + Suelo húmedo	gr	117.521	96.973	116.857	72.175	59.595	57.564	118.120	98.013	116.515
Tara + Suelo seco	gr	113.348	93.675	112.595	67.634	56.392	54.091	113.274	94.148	111.838
Peso de agua	gr	4.173	3.298	4.262	4.541	3.203	3.473	4.846	3.865	4.677
Peso de tara	gr	51.532	46.954	56.004	12.070	15.690	11.720	50.080	44.619	50.220
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%	7.114			8.080			7.687		
Densidad Seca	gr/cm3	2.188			2.219			2.267		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	4.00		5.00		3.00	
2	48	4.00		7.00		5.00	
3	72	4.00		7.00		5.00	
4	96	4.00		9.00		8.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		5		8		14	

0.0500	1.27		10	18	35
0.0750	1.9		19	32	53
0.1000	2.54	1000	33	47	70
0.1250	3.17		48	62	88
0.1500	3.81		62	80	102
0.2000	5.08	1500	85	112	136
0.3000	7.62	1900	123	165	201
0.4000	10.16	2300	153	216	272
0.5000	12.7	2600	178	260	346

Tabla 74. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°02



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	09/06/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.317	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	6.80	Altura de Caída	45.82cm	Espaciador
Nº de Capas	5			5
				4.9 cm

Datos del Equipo de Penetración

Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)										Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09										49.63 mm
COMPACTACIÓN											
N° de Golpes por Capa	N°	12			25			56			
Altura del molde	cm	17.80			17.80			17.80			
Diámetro de molde	cm	15.24			15.24			15.24			
Volumen de molde	cm3										
Peso de molde	gr	5963.30			7098.70			6228.90			
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11225.80			12572.50			11915.30			
Peso de suelo húmedo	gr										
Densidad húmeda	gr/cm3										
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03	
Tara + Suelo húmedo	gr	72.255	72.327	68.640	77.954	82.238	75.596	66.905	78.095	63.162	
Tara + Suelo seco	gr	69.587	68.646	65.901	74.187	78.315	72.248	63.982	74.889	60.862	
Peso de agua	gr										
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.470	
Peso de suelo seco	gr										
% de humedad	%										
% de humedad promedio	%	6.110			6.457			5.876			
Densidad Seca	gr/cm3	2.108			2.185			2.282			

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	19.00		42.00		17.00	
2	48	20.00		42.00		22.00	
3	72	21.00		42.00		25.00	
4	96	21.50		42.00		26.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		5.5		6		7	
0.0500	1.27		10		12		22	
0.0750	1.9		16		20		45	
0.1000	2.54	1000	22		35		79	
0.1250	3.17		28		42		108	
0.1500	3.81		32		49		134	
0.2000	5.08	1500	42		60		173	
0.3000	7.62	1900	58		83		229	
0.4000	10.16	2300	71		95		274	
0.5000	12.7	2600	77		110		322	

Tabla 75. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°03

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)			
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo			
Fecha:	14/06/2023			
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
DATOS PRELIMINARES				
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.224	Espaciador	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	8.4	4.9 cm	45.82cm	5
Nº de Capas	5			Espaciador
				4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración				
Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09			Diámetro del pistón
				49.63 mm
COMPACTACIÓN				
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24
Volumen de molde	cm3			
Peso de molde	gr	5963.30	7098.70	6228.90
CONDICION DE LA MUESTRA	No Saturado		No Saturado	No Saturado

Peso molde + Suelo húmedo	gr	11385.00	12749.30	12181.70						
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara N°	N°	B-07	B-12	B-11	B-06	B-01	B-02	B-03	B-05	B-10
Tara + Suelo húmedo	gr	67.880	65.399	56.339	82.472	75.935	73.832	75.115	83.082	79.752
Tara + Suelo seco	gr	63.353	61.294	52.285	75.760	70.178	68.514	69.062	76.771	74.065
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	15.810	15.830	14.530	15.400	12.070	15.690	11.720	15.720	15.510
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%	9.763				10.365			10.202	
Densidad Seca	gr/cm3	2.099				2.176			2.296	

		Expansión					
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	3.00		6.00		7.00	
2	48	5.00		9.00		11.00	
3	72	5.00		9.00		11.00	
4	96	5.00		9.00		11.00	

		Penetración						
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	

0.0250	0.63		4	7	11
0.0500	1.27		8	12	23
0.0750	1.9		12	20	37
0.1000	2.54	1000	17	29	51
0.1250	3.17		22	40	62
0.1500	3.81		27	49	78
0.2000	5.08	1500	38	68	104
0.3000	7.62	1900	65	101	145
0.4000	10.16	2300	89	125	175
0.5000	12.7	2600	114	149	204

Tabla 76. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°04



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	19/06/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.2805	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas
				Espaciador

Contenido de humedad óptimo	6.2	Altura de Caída		45.82cm	5	4.9 cm				
Nº de Capas	5									
Datos del Equipo de Penetración										
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)					Diámetro del pistón				
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09					49.63 mm				
COMPACTACIÓN										
Nº de Golpes por Capa	Nº	12		25		56				
Altura del molde	cm	17.80		17.80		17.80				
Diámetro de molde	cm	15.24		15.24		15.24				
Volumen de molde	cm3									
Peso de molde	gr	6360.00		6403.00		7114.70				
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado		No Saturado		No Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11448.10		11815.5		12928.30				
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara Nº	Nº	C-16	C-17	C-18	C-13	C-14	C-15	C-10	C-11	C-12
Tara + Suelo húmedo	gr	73.040	78.570	73.196	65.226	76.694	78.456	63.459	63.592	74.094
Tara + Suelo seco	gr	69.086	75.263	70.160	61.551	73.145	74.786	61.039	61.132	71.214
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	19.020	18.590	19.270	19.040	18.100	18.060	18.170	17.820	18.250
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%									
Densidad Seca	gr/cm3									

Expansión

Tiempo Dia	Tiempo Dia	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	21.00		29.00		34.00	
2	48	22.50		30.00		35.00	
3	72	23.00		31.00		36.00	
4	96	24.00		32.00		37.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		1.5		3		5	
0.0500	1.27		4		7		10	
0.0750	1.9		5		10		15	
0.1000	2.54	1000	7		15		22	
0.1250	3.17		9.5		22		35	
0.1500	3.81		11		30		51	
0.2000	5.08	1500	14		47		78	
0.3000	7.62	1900	20		73		125	
0.4000	10.16	2300	24		95		161	
0.5000	12.7	2600	29		110		195	

Tabla 77. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°05

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	24/06/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.252	Masa de la Pesa	4.57 kg	Espaciador
Contenido de humedad óptimo	6.1	Altura de Caída	45.82cm	4.9 cm
N° de Capas	5			

Datos del Equipo de Penetración

Constante del anillo de Carga	F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3 (KN)	Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09	49.63 mm

COMPACTACIÓN

N° de Golpes por Capa	N°	12	25	56
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24
Volumen de molde	cm ³			
Peso de molde	gr	6228.90	7098.70	5963.30
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado	No Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11246.00	12324.40	11424.60
Peso de suelo húmedo	gr			
Densidad húmeda	gr/cm ³			

Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	60.487	71.323	72.399	75.872	73.256	74.168	63.904	64.587	83.140
Tara + Suelo seco	gr	58.237	68.576	69.426	72.681	70.032	70.624	61.196	62.009	79.376
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%	5.657			6.250			6.179		
Densidad Seca	gr/cm3	2.018			2.090			2.186		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Dia	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0		0		0	
1	24	26		17		55	
2	48	27		17		57	
3	72	27		18		57	
4	96	28		19		58	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		1.5		2		1.5	
0.0500	1.27		3		5		6	
0.0750	1.9		5		8		11	

0.1000	2.54	1000	7	12	16
0.1250	3.17		10.5	22	26
0.1500	3.81		11.5	31	39
0.2000	5.08	1500	15	45	67
0.3000	7.62	1900	23	73	119
0.4000	10.16	2300	31	102	156
0.5000	12.7	2600	40	126	194

Tabla 78. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°06

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)			
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo			
Fecha:	29/06/2023			
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
DATOS PRELIMINARES				
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.181	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	8.6	Altura de Caída	45.82cm	5
Nº de Capas	5			Espaciador
				4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración				
Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$			Diámetro del pistón

A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09

49.63 mm

COMPACTACIÓN											
N° de Golpes por Capa	#	12	25	56							
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80							
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24							
Volumen de molde	cm3										
Peso de molde	gr	6360.00	6403.00	7114.70							
CONDICION DE LA MUESTRA											
		No Saturado			No Saturado			No Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11214.50	11474.80	12520.10							
Peso de suelo húmedo	gr										
Densidad húmeda	gr/cm3										
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03	
Tara + Suelo húmedo	gr	71.384	72.482	71.295	76.626	68.380	75.419	75.455	80.820	85.480	
Tara + Suelo seco	gr	67.326	68.110	66.678	71.770	64.185	71.445	71.915	75.910	79.646	
Peso de agua	gr										
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140	
Peso de suelo seco	gr										
% de humedad	%										
% de humedad promedio	%	8.900					8.507				8.267
Densidad Seca	gr/cm3	1.894					1.986				2.122

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	25.00		31.00		34.00	
2	48	26.50		32.00		36.00	
3	72	29.50		33.00		40.00	
4	96	30.00		34.00		41.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		6		5.5		8	
0.0500	1.27		10		17		21	
0.0750	1.9		14		27		39	
0.1000	2.54	1000	18		41		57	
0.1250	3.17		22		55		74	
0.1500	3.81		25		71		89	
0.2000	5.08	1500	32		101		115	
0.3000	7.62	1900	40		146		175	
0.4000	10.16	2300	50		167		217	
0.5000	12.7	2600	57		189		261	

Tabla 79. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°07

UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)		
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo		
Fecha:	04/07/2023		
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa		
DATOS PRELIMINARES			
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación	
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.231	Masa de la Pesa 4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	7.9	Altura de Caída 45.82cm	5
Nº de Capas	5		4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración			
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)		Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09		49.63 mm
COMPACTACIÓN			
Nº de Golpes por Capa	#	12	25
Altura del molde	cm	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24
Volumen de molde	cm3		
Peso de molde	gr	6228.90	7099.80
			5963.30
CONDICION DE LA MUESTRA			
		No Saturado	No Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11209.40	12420.20
Peso de suelo húmedo	gr		11485.00

Densidad húmeda	gr/cm ³									
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	81.461	77.319	69.085	74.041	76.939	68.858	74.694	81.110	66.899
Tara + Suelo seco	gr	76.803	73.270	65.118	70.138	72.936	65.018	70.667	77.267	63.778
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.280	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%	7.965			7.646			7.066		
Densidad Seca	gr/cm ³	1.960			2.100			2.192		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	11.00		5.00		20.00	
2	48	11.00		6.00		21.00	
3	72	11.50		7.00		21.00	
4	96	12.00		7.00		21.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg ²)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg ²)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg ²)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		3		8		10	
0.0500	1.27		8		25		42	
0.0750	1.9		13		53		76	
0.1000	2.54	1000	18		75		110	

0.1250	3.17		20		91		150
0.1500	3.81		26		108		184
0.2000	5.08	1500	33		132		249
0.3000	7.62	1900	43		172		344
0.4000	10.16	2300	55		205		407
0.5000	12.7	2600	63		236		461

3.11. ENSAYOS DE LABORATORIO CON ADITIVOS CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA DUST SEAL PE

3.11.1. Límites de Atterberg

3.11.1.1. Límite líquido

- a) **Equipos:** Un equipo de Casagrande (referencia: Norma ASTM N° D 4318), una balanza de sensibilidad, un tamiz número 40, un ranurador, taras, espátulas y contenedores.
- b) **Procedimiento:**
- Se debe tamizar el material o muestra de suelo a través de la malla N° 40, luego se coloca una porción de 100 gr de material en un recipiente de porcelana, de la cantidad de la muestra se le adiciona los porcentajes de aditivo Sika así como cemento, a ello se le adiciona gradualmente agua destilada, luego de humedecer el suelo y así conseguir una consistencia homogénea.
 - Para empezar, el equipo de Casagrande se calibra, donde la altura de caída debe de ser de 10 mm exactamente. La cuchara de bronce del equipo de Casagrande se limpia completamente para luego secarla antes de realizar nuestro ensayo, se coloca el suelo homogéneo en la cuchara del equipo de Casagrande, entre un aproximado de 50 - 70 gr, de tal manera se obtuvo una superficie plana en la cuchara de 1 cm de altura, con la espátula se nivela de forma horizontal y con el acanalador se realiza un surco del interior al exterior.
 - Después, se conduce a girar la manivela del equipo de Casagrande, a una revolución aproximando de 2 golpes por segundo, tomando en cuenta que la cuchara cae de una altura de 1 cm, hasta que logre cerrarse en la base del surco en una longitud de 12 mm contando el número de golpes.
 - Se registra el número de golpes a cada una de las muestras que realizo en laboratorio, tomando en consideración los parámetros: 15 – 25 golpes; 20 – 30 golpes; 25 – 35 golpes.
 - Una muestra de 10 gramos aproximadamente de cada ensayo que hicimos se colocó en sus respectivas latas (toma de muestras), se pesó y se colocó en un horno eléctrico por al menos 8 horas.
 - Las muestras se retiraron para su medida de peso correspondiente al día siguiente y luego se tomarán los datos de todas combinaciones y se realizó el procesamiento de estos en cuadros Excel.

Figura 20. Ensayo de Límite líquido más los aditivos



c) Tabla de datos

Tabla 80. Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Límite líquido
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)
Fecha:	28-09-2023
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

		LÍMITE LÍQUIDO			
Descripción		M-1	M-2	M-3	M-4
Código de cápsula	Cod	A-01	A-02	A-03	A-07
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	23.203	22.838	18.140	24.723
Peso de capsula + Suelo seco	gr	19.909	19.714	15.917	21.834
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	8.05	8.08	7.88	11.29
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	15	23	29	35
Contenido de Humedad	%				

Tabla 81. Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite líquido					
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	28-09-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE LÍQUIDO						
	Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4	
	Código de cápsula	Cod.	C-08	C-09	C-11	C-15
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	35.464	42.356	39.414	39.464
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	31.691	37.196	34.633	34.825
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	18.30	18.83	17.82	18.06
	Peso del suelo seco	gr				
	Número de golpes	n*	20	30	18	36
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 82. Datos de Límite líquido, suelo natural más 1% de Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	28-09-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
	Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4

Código de cápsula	Cod.	C-14	C-17	C-19	C-07
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	40.996	36.737	36.792	38.185
Peso de capsula + Suelo seco	gr	36.106	32.925	33.145	34.059
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	18.14	18.59	19.25	18.23
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	18	22	31	35
Contenido de Humedad	%				

Tabla 83. Datos de Límite líquido, suelo natural más 2% de Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON
CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR;
MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Límite líquido					
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	28-09-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE LÍQUIDO						
	Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4	
	Código de cápsula	Cod.	C-16	C-01	C-12	C-05
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	38.469	39.108	40.716	39.798
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	34.047	34.511	35.668	34.728
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	19.02	18.47	18.25	17.66
	Peso del suelo seco	gr				
	Número de golpes	n*	28	33	20	17
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 84. Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite líquido					
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	30-09-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE LÍQUIDO						
	Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
	Codigo de Capsula	Cod.	C-04	C-05	C-06	C-07
	Peso de capsula + Suelo humedo	gr	37.988	34.263	37.729	36.323
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	33.395	30.418	33.112	32.125
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	18.28	17.66	18.02	18.23
	Peso del suelo seco	gr				
	Número de golpes	n*	31	26	16	20
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 85. Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	30-09-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				

LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-01	C-02	C-03	C-08
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	37.27	40.198	36.026	37.832
Peso de capsula + Suelo seco	gr	33.272	35.438	31.908	33.245
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	18.47	19.42	18.14	18.30
Peso del suelo seco	gr				
Número de golpes	n*	30	26	20	16
Contenido de Humedad	%				

3.11.1.2. Límite Plástico

a) **Equipos:** El horno eléctrico, una balanza de sensibilidad, Vasija de porcelana, placa de vidrio, taras, varilla de 3 mm, tamiz número 40, recipiente y espátulas

b) **Procedimiento:**

- Con el suelo que pasó por la malla N° 40, se agregó una pequeña cantidad de material a una vasija de porcelana, a ello se le agrega diferentes porcentajes de aditivos, así como la combinación, a esto se va adicionando de manera gradual agua destilada, hasta que el suelo quede húmedo completamente, a fin de obtener una pasta homogénea.
- Se recolectó una cantidad de suelo de alrededor de 1 cm³ de volumen sobre una placa de vidrio esmerilado (vidrio poroso), y luego se formaron pequeños cilindros o bastones de 3.00 mm de diámetro, haciendo rodar con las yemas de nuestros dedos.
- Se repite esta operación hasta que se puedan cortar cilindros de 3 mm de diámetro en trozos de menos de 1 cm de largo. Se sigue el mismo proceso con porciones de 1 cm³ de la misma muestra de suelo.
- Luego se midió el peso total de las muestras hasta reunir al menos 6 gramos y luego se colocaron en cápsulas para hornear por 24 horas. Al día siguiente, se retirarán para su peso correspondiente, con los datos obtenidos se procede a realizar el procesamiento de datos.
- Se calcula el índice de plasticidad (IP=LL-LP), en base a los resultados de Límite líquido y límites plástico.

Figura 21. Ensayo de Límite plástico más los aditivos



c) Toma de datos

Tabla 86. Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	28/09/2023				
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-04	A-05	A-06	A-08
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.921	10.331	13.176	9.201
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.471	9.912	12.89	8.845
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	7.43	8.02	11.61	7.24
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 87. Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	28-09-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-08	A-09	A-11	A-01
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.274	10.108	11.357	10.141
Peso de capsula + Suelo seco	gr	8.925	9.767	10.984	9.784
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	7.24	8.12	9.17	8.05
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 88. Datos de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023.					
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	28-09-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-03	A-07	A-12	A-04
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	10.187	13.324	9.047	9.205

Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.794	12.982	8.743	8.899
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	7.88	11.29	7.20	7.43
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 89. Datos de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

Ensayo:	Límite Plástico					
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)					
Fecha:	28-09-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
LÍMITE PLÁSTICO						
	Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
	Código de cápsula	Cod.	A-04	A-05	A-06	A-10
	Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	10.016	10.796	14.416	14.354
	Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.598	10.346	13.964	13.959
	Peso del agua	gr				
	Peso de cápsula	gr	7.43	8.02	11.61	11.89
	Peso del suelo seco	gr				
	Contenido de Humedad	%				

Tabla 90. Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO
IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	30-09-2023				

Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-04	A-05	A-06	A-07
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.842	11.288	13.585	13.489
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.428	10.738	13.253	13.116
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	7.43	8.02	11.61	11.29
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 91. Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	30-09-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-01	A-02	A-03	A-09
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	11.109	9.901	10.901	9.987
Peso de capsula + Suelo seco	gr	10.589	9.59	10.379	9.667
Peso del agua	gr				
Peso de cápsula	gr	8.05	8.08	7.88	8.12
Peso del suelo seco	gr				
Contenido de Humedad	%				

3.11.2. Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio)

a) Equipos: Consta de un molde de 6" de diámetro (15.24 cm) y un volumen (2123.31 cm³), un collar de dos pulgadas de extensión, un plato base pisón o martillo, regla metálica, balanza, , tamiz N°3/4, probeta de plástico, regla metálica, espátula, alicate, bandeja, bolsa, taras, brocha, cucharón, horno de secado, enrasador.

b) Procedimiento:

- Se prepara la muestra ya mezclada con diferentes porcentajes de aditivo en cuatro especímenes con diferentes contenidos de humedad.
- se prepara al menos cuatro especímenes con contenido de agua que se aproxime a CHO, puede ser por debajo o por encima.
- Es importante tomar nota de los pesos y volúmenes del molde que se utilizarán.
- Se procede a la colocación de la primera capa del suelo, el cual debe aplicarse 56 golpes, tal como indica el método de ensayo de compactación (Método C).
- Considerando que la compactación del suelo se debe realizar en 5 capas y que estas deben ser del mismo espesor, se procede a aplicar golpes en un promedio de 25 golpes por minuto
- Se retirarán el collar del molde después de compactar la última capa, enseguida se enrasa el espécimen compactado a fin de generar una superficie plana, en caso que exista hoyo en la superficie compactado, se procede a rellenar con suelo que fue retirado en el proceso de enrasado.
- Se retira la base del molde para luego hacer el proceso de pesado y se registra los datos correspondientes.
- Después de determinar y registrar el peso del suelo ensayado, se extrae el material del molde para extraer porciones y medir el contenido de humedad. Se llevan muestras de suelo al horno.
- Los cuatro especímenes (cuatro puntos compactados) se someten a diferentes tipos de contenidos de humedad. Dos de los especímenes deben quedar en el lado seco de la curva de compactación y los otros en el lado húmedo.

Figura 22. Ensayo de Laboratorio Proctor modificado más los aditivos



c) Tabla con datos

Tabla 92. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	15/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³			
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
--------------------	----	---	---	---	---

Peso del suelo húmedo compactado	gr	7714.30	8021.70	7816.50	7780.30								
Peso molde	gr												
Peso suelo húmedo	gr												
Volumen del molde	cm ³												
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³												
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12
Peso suelo húmedo + Tara	gr	75.586	63.650	71.339	45.189	47.560	66.151	62.170	55.807	72.480	67.359	55.350	66.193
Peso suelo seco + Tara	gr	72.717	61.377	68.468	42.813	44.990	62.261	57.591	52.079	66.928	61.444	51.092	61.189
Peso de la tara	gr	18.470	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 93. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	15/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde		Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	N.º de Capas	5
Altura	cm	Molde	6"
Volumen	cm ³		
Peso del Molde	gr		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7659.40	7947.60	7834.50	7797.70

Peso molde	gr												
Peso suelo húmedo	gr												
Volumen del molde	cm ³												
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³												
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	B-01	B-02	B-03
Peso suelo húmedo + Tara	gr	67.130	61.180	86.680	76.103	80.032	73.314	61.723	80.512	61.719	57.733	63.608	73.235
Peso suelo seco + Tara	gr	64.483	58.973	84.011	71.408	75.229	69.016	57.699	75.771	57.366	52.815	59.023	67.936
Peso de la tara	gr	19.040	18.100	18.060	19.020	18.590	19.270	19.250	19.140	19.640	12.070	15.690	11.720
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 94. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	15/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde		Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	N.º de Capas	5
Altura	cm	Molde	6"
Volumen	cm ³		
Peso del Molde	gr	2882.10	

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7703.50	7912.00	7867.00	7811.60
Peso molde	gr				

Peso suelo húmedo	gr												
Volumen del molde	cm³												
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³												
CONTENIDO DE HÚMEDAD													
Recipiente	N°	B-04	B-05	B-06	B-07	B-08	B-09	B-10	B-11	B-12	V-01	V-02	V-03
Peso suelo húmedo + Tara	gr	53.730	64.618	56.362	47.334	48.548	62.176	61.123	50.659	83.100	104.691	87.785	107.083
Peso suelo seco + Tara	gr	51.916	61.667	54.221	44.830	45.611	58.704	57.262	47.550	77.409	99.005	83.608	101.312
Peso de la tara	gr	12.090	15.720	15.400	15.810	11.660	15.300	15.510	14.530	15.830	50.220	44.619	50.080
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm³												

Tabla 95. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado		
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)		
Fecha:	15/09/2023		
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa		
DATOS PRELIMINARES			
Datos del Molde		Método de la Compactación	
Diámetro	cm	15.24	Tipo C
Altura	cm	11.64	N.º de Capas
Volumen	cm³		Molde
Peso del Molde	gr	2882.10	6"
DENSIDAD HÚMEDA			
Número de muestras	N°	1	2
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7907.50	7990.40
Peso molde	gr		7799.40
Peso suelo húmedo	gr		7782.30

Volumen del molde	cm ³												
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³												
CONTENIDO DE HÚMEDAD													
Recipiente	N°	V-04	V-05	V-06	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06	T-07	T-08	T-09
Peso suelo húmedo + Tara	gr	88.286	89.239	112.132	106.458	91.420	135.434	107.439	126.738	113.402	128.831	143.473	140.318
Peso suelo seco + Tara	gr	85.813	86.847	108.089	103.566	88.114	129.901	103.782	121.692	109.740	122.715	135.563	134.478
Peso de la tara	gr	51.532	46.954	56.004	74.688	55.102	71.973	74.933	74.129	76.916	74.175	74.608	79.171
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 96. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	16/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde		Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas
Altura	cm	11.64	Molde
Volumen	cm ³		6"
Peso del Molde	gr	2882.10	

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7772.90	7958.30	7840.80	7779.20
Peso molde	gr				

Peso suelo húmedo	gr												
Volumen del molde	cm ³												
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³												
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12	C-13
Peso suelo húmedo + Tara	gr	70.563	72.463	62.369	55.872	64.502	66.405	65.095	63.998	60.085	57.475	76.388	78.596
Peso suelo seco + Tara	gr	67.683	69.489	59.759	52.452	60.830	62.621	61.151	60.185	55.808	53.298	71.129	72.134
Peso de la tara	gr	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250	19.040
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³												

Tabla 97. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 16/09/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde		Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	N.º de Capas	5
Altura	cm	Molde	6"
Volumen	cm ³		
Peso del Molde	gr	2882.10	

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4
Peso del suelo	gr	7739.00	7979.30	7792.40	7767.20

húmedo compactado													
Peso molde	gr												
Peso suelo húmedo	gr												
Volumen del molde	cm³												
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³												
CONTENIDO DE HÚMEDAD													
Recipiente	N°	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-03	C-04	C-05	C-02	C-06	C-07
Peso suelo húmedo + Tara	gr	57.228	59.713	68.349	67.717	59.479	70.220	84.908	74.518	70.832	66.564	77.012	71.909
Peso suelo seco + Tara	gr	54.984	57.151	66.164	63.805	56.150	66.960	79.281	68.688	65.072	60.766	71.318	66.286
Peso de la tara	gr	18.060	19.020	18.590	19.270	19.250	19.140	18.140	18.280	17.660	19.420	18.020	18.280
Peso de agua	gr												
Peso de suelo seco	gr												
Humedad	%												
Densidad Suelo Seco	gr/cm³												

3.11.3. Ensayo (CBR)

a) Equipos.

- Prensa para el respectivo proceso de penetración con un pistón sobre la muestra, con su anillo de carga.
- El molde de metal tiene un diámetro interior de 6" y una altura de 7".
- Un disco espaciador de metal Tiene un diámetro exterior de 5 -15/16 pulgadas y un espesor de 2,41 pulgadas.
- Un pistón con un peso de 4,54 kg y una altura de caída de 457,2 mm.
- Pesas ranuradas con una masa de 4.57 kg y un agujero central de 2 1/8" de diámetro.
- Un pistón de penetración de metal con una sección transversal de forma circular y un diámetro de 49,63 mm.
- Diales con divisiones lecturas de 0,025 mm y un recorrido mínimo de 25 mm.
- Tanque sobre el cual se va insertar muestras.
- Balanza.
- Un horno de secado que puede mantener una temperatura de 110°C ± 5°C.
- Tamiz de ¾ pulgadas, 3/8" pulgadas y N°04.
- Recipiente para la colocación de la muestra.
- Materiales o herramienta para el proceso de mezclado.

b) Procedimiento.

- Una muestra de aproximadamente de 20 Kg es tamizada por la malla N° 3/4”, con el cual se tiene material de aproximadamente de 17 Kg, a ello se adiciona los diferentes porcentajes de aditivo Sika más el cemento. El material detenido en la malla 3/4“, será reemplazado por el suelo detenido por la malla 3/4 “y detenido por la malla #4.
- Se toma las dimensiones de molde (altura, diámetro) a fin de determinar su volumen, de la misma manera su peso del molde incluido el base.
- Teniendo los datos de Contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca, se prepara la muestra.
- En la base de cada molde se coloca un disco espaciador y un papel filtro para evitar que el suelo se adhiera al disco durante la compactación.
- El material preparado se vierte al molde en cinco capas de aproximadamente del mismo espesor, para luego compactar por cada capa 12 golpes en un primer molde, 25 golpes segundo molde y 56 golpes en un tercer molde.
- Se extrae 3 muestras durante la compactación en capsulas previamente codificadas el cual es registrado y pesado, para luego secar en el horno por 24 horas, todo ello para determinar porcentaje de humedad promedio y densidad seca.
- Se enrasa el molde para luego ser pesado, luego se extrae el disco espaciador, se invierte el molde con la muestra para luego ser pesado y en seguida se coloca las pesas ranuradas y con un hueco en el medio,
- Se prepara una bandeja con agua en el que se colocan los mondes, el cual es remojado durante 4 días, previamente fijado con el extensómetro para cada molde a fin determinar el hinchamiento el cual es registrado cada 24 horas.
- Cumplido las 96 horas se escurre el molde en 45° durante 15 minutos aproximadamente, para luego ser sometido a la prensa para la prueba de penetración con su respectivo anillo de carga.

Figura 23. *Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de compactación*



Figura 24. Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de expansión



Figura 25. Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de Penetración



c) Tabla con datos

Tabla 98. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% cemento.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	10/10/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco Espaciador
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.308	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	
Contenido de humedad óptimo	6.65	Altura de caída	45.82cm	5	4.9 cm
Nº de Capas	5				
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A_0 + A_1 * X^1 + A_2 * X^2 + A_3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09				49.63 mm
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm ³				
Peso de molde	gr	6360.00	6545.30	6403.00	

CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11876.20			12758.10			12148.90		
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara N°	N°	V-04	V-05	V-06	B-01	B-02	B-03	V-03	V-02	V-01
Tara + Suelo húmedo	gr	56.640	67.197	71.482	57.236	71.298	67.052	56.951	61.075	64.427
Tara + Suelo seco	gr	53.594	63.260	67.356	54.189	67.059	63.155	53.959	57.784	60.775
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.280	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%									
Densidad Seca	gr/cm3									

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	32.00		22.00		7.00	
2	48	32.00		22.00		7.00	
3	72	33.00		23.00		11.00	
4	96	33.00		23.00		11.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		4		5		6	

0.0500	1.27		10	19	25
0.0750	1.9		18	30	39
0.1000	2.54	1000	25	56	63
0.1250	3.17		30	61	102
0.1500	3.81		36	72	146
0.2000	5.08	1500	41	92	198
0.3000	7.62	1900	64	134	275
0.4000	10.16	2300	80	169	334
0.5000	12.7	2600	96	205	380

Tabla 99. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% cemento.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	15/10/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado			Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.317		Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	6.80		Altura de Caída	45.82cm	Espaciador
Nº de Capas	5				4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón

A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09

49.63 mm

COMPACTACIÓN										
N° de Golpes por Capa	N°	12			25			56		
Altura del molde	cm	17.80			17.80			17.80		
Diámetro de molde	cm	15.24			15.24			15.24		
Volumen de molde	cm ³									
Peso de molde	gr	5963.30			7098.70			6228.90		
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11225.80			12572.50			11915.30		
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm ³									
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	72.255	72.327	68.640	77.954	82.238	75.596	66.905	78.095	63.162
Tara + Suelo seco	gr	69.587	68.646	65.901	74.187	78.315	72.248	63.982	74.889	60.862
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.470
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%									
Densidad Seca	gr/cm ³									

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	19.00		42.00		17.00	
2	48	20.00		42.00		22.00	
3	72	21.00		42.00		25.00	
4	96	21.50		42.00		26.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		5.5		6		7	
0.0500	1.27		10		12		22	
0.0750	1.9		16		20		45	
0.1000	2.54	1000	22		35		79	
0.1250	3.17		28		42		108	
0.1500	3.81		32		49		134	
0.2000	5.08	1500	42		60		173	
0.3000	7.62	1900	58		83		229	
0.4000	10.16	2300	71		95		274	
0.5000	12.7	2600	77		110		322	

Tabla 100. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	20/10/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa
DATOS PRELIMINARES	

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco					
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.224	Espaciador	4.57 kg	N.º Capas	Espaciador					
Contenido de humedad óptimo	8.4	4.9 cm	45.82cm	5	4.9 cm					
Nº de Capas	5									
Datos del Equipo de Penetración										
Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A = - 0.32433 A1 = 0.05875 A2 = -5.69324*E-06 A3 = - 2.26861*E-09				Diámetro del pistón					
49.63 mm										
COMPACTACIÓN										
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56						
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80						
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24						
Volumen de molde	cm3									
Peso de molde	gr	5963.30	7098.70	6228.90						
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado		No Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11385.00	12749.30	12181.70						
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara Nº	Nº	B-07	B-12	B-11	B-06	B-01	B-02	B-03	B-05	B-10
Tara + Suelo húmedo	gr	67.880	65.399	56.339	82.472	75.935	73.832	75.115	83.082	79.752
Tara + Suelo seco	gr	63.353	61.294	52.285	75.760	70.178	68.514	69.062	76.771	74.065
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	15.810	15.830	14.530	15.400	12.070	15.690	11.720	15.720	15.510
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%									
Densidad Seca	gr/cm3									

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	3.00		6.00		7.00	
2	48	5.00		9.00		11.00	
3	72	5.00		9.00		11.00	
4	96	5.00		9.00		11.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		4		7		11	
0.0500	1.27		8		12		23	
0.0750	1.9		12		20		37	
0.1000	2.54	1000	17		29		51	
0.1250	3.17		22		40		62	
0.1500	3.81		27		49		78	
0.2000	5.08	1500	38		68		104	
0.3000	7.62	1900	65		101		145	
0.4000	10.16	2300	89		125		175	
0.5000	12.7	2600	114		149		204	

Tabla 101. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	25/10/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.2805	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	Espaciador
Contenido de humedad óptimo	6.2	Altura de Caída	45.82cm	5	4.9 cm
Nº de Capas	5				
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09				49.63 mm
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm3				
Peso de molde	gr	6360.00	6403.00	7114.70	

CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11448.10			11815.5			12928.30		
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara N°	N°	C-16	C-17	C-18	C-13	C-14	C-15	C-10	C-11	C-12
Tara + Suelo húmedo	gr	73.040	78.570	73.196	65.226	76.694	78.456	63.459	63.592	74.094
Tara + Suelo seco	gr	69.086	75.263	70.160	61.551	73.145	74.786	61.039	61.132	71.214
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	19.020	18.590	19.270	19.040	18.100	18.060	18.170	17.820	18.250
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%									
Densidad Seca	gr/cm3									

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Dia	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	21.00		29.00		34.00	
2	48	22.50		30.00		35.00	
3	72	23.00		31.00		36.00	
4	96	24.00		32.00		37.00	

		Penetración						
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		1.5		3		5	
0.0500	1.27		4		7		10	
0.0750	1.9		5		10		15	
0.1000	2.54	1000	7		15		22	
0.1250	3.17		9.5		22		35	
0.1500	3.81		11		30		51	
0.2000	5.08	1500	14		47		78	
0.3000	7.62	1900	20		73		125	
0.4000	10.16	2300	24		95		161	
0.5000	12.7	2600	29		110		195	

Tabla 102. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	30/10/2023

Tesista:		Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa								
DATOS PRELIMINARES										
Datos del Proctor Modificado			Energía de Compactación				Disco			
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.252		Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas		Espaciador			
Contenido de humedad óptimo	6.1		Altura de Caída	45.82cm	5		4.9 cm			
Nº de Capas	5									
Datos del Equipo de Penetración										
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) $A = -0.32433$ $A1 = 0.05875$ $A2 = -5.69324 * E-06$ $A3 = -2.26861 * E-09$						Diámetro del pistón			
			49.63 mm							
COMPACTACIÓN										
Nº de Golpes por Capa	Nº	12			25			56		
Altura del molde	cm	17.80			17.80			17.80		
Diámetro de molde	cm	15.24			15.24			15.24		
Volumen de molde	cm3									
Peso de molde	gr	6228.90			7098.70			5963.30		
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11246.00			12324.40			11424.60		
Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara Nº	Nº	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	60.487	71.323	72.399	75.872	73.256	74.168	63.904	64.587	83.140
Tara + Suelo seco	gr	58.237	68.576	69.426	72.681	70.032	70.624	61.196	62.009	79.376
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%									
Densidad Seca	gr/cm3									

Expansión							
Tiempo Día	Tiempo Día	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0		0		0	
1	24	26		17		55	
2	48	27		17		57	
3	72	27		18		57	
4	96	28		19		58	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		1.5		2		1.5	
0.0500	1.27		3		5		6	
0.0750	1.9		5		8		11	
0.1000	2.54	1000	7		12		16	
0.1250	3.17		10.5		22		26	
0.1500	3.81		11.5		31		39	
0.2000	5.08	1500	15		45		67	
0.3000	7.62	1900	23		73		119	
0.4000	10.16	2300	31		102		156	
0.5000	12.7	2600	40		126		194	

Tabla 103. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	04/11/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco	
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.181	Masa de la Pesa	4.57 kg	Espaciador	
Contenido de humedad óptimo	8.6	Altura de Caída	45.82cm	4.9 cm	
N° de Capas	5	N.º Capas	5		
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09			Diámetro del pistón	
				49.63 mm	
COMPACTACIÓN					
N° de Golpes por Capa	#	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm3				
Peso de molde	gr	6360.00	6403.00	7114.70	
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado	No Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11214.50	11474.80	12520.10	

Peso de suelo húmedo	gr									
Densidad húmeda	gr/cm3									
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	71.384	72.482	71.295	76.626	68.380	75.419	75.455	80.820	85.480
Tara + Suelo seco	gr	67.326	68.110	66.678	71.770	64.185	71.445	71.915	75.910	79.646
Peso de agua	gr									
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr									
% de humedad	%									
% de humedad promedio	%	8.900				8.507			8.267	
Densidad Seca	gr/cm3	1.894				1.986			2.122	

		Expansión					
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00		0.00		0.00	
1	24	25.00		31.00		34.00	
2	48	26.50		32.00		36.00	
3	72	29.50		33.00		40.00	
4	96	30.00		34.00		41.00	

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0		0		0	
0.0250	0.63		6		5.5		8	
0.0500	1.27		10		17		21	
0.0750	1.9		14		27		39	
0.1000	2.54	1000	18		41		57	
0.1250	3.17		22		55		74	
0.1500	3.81		25		71		89	
0.2000	5.08	1500	32		101		115	
0.3000	7.62	1900	40		146		175	
0.4000	10.16	2300	50		167		217	
0.5000	12.7	2600	57		189		261	

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO.

4.1.1. Resultado de prueba de laboratorio para determinar el tipo de suelo

4.1.1.1. Procesamiento de datos de límites de consistencia de las siete calicatas

Tabla 104. *Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°01*

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	07-05-2023				
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción	M-1	M-2	M-3	M-4	
Código de cápsula	Cod	C-06	C-03	C-02	C-01
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	30.229	32.399	32.670	33.422
Peso de capsula + Suelo seco	gr	27.838	29.587	29.988	30.388
Peso del agua	gr	2.391	2.812	2.682	3.034
Peso de cápsula	gr	18.02	18.14	19.42	18.47
Peso del suelo seco	gr	9.818	11.447	10.568	11.918
Número de golpes	n*	35	32	28	25
Contenido de Humedad	%	24.35 %	24.57 %	25.38 %	25.46 %

Figura 26. Grafica de límite líquido – Calicata N°01

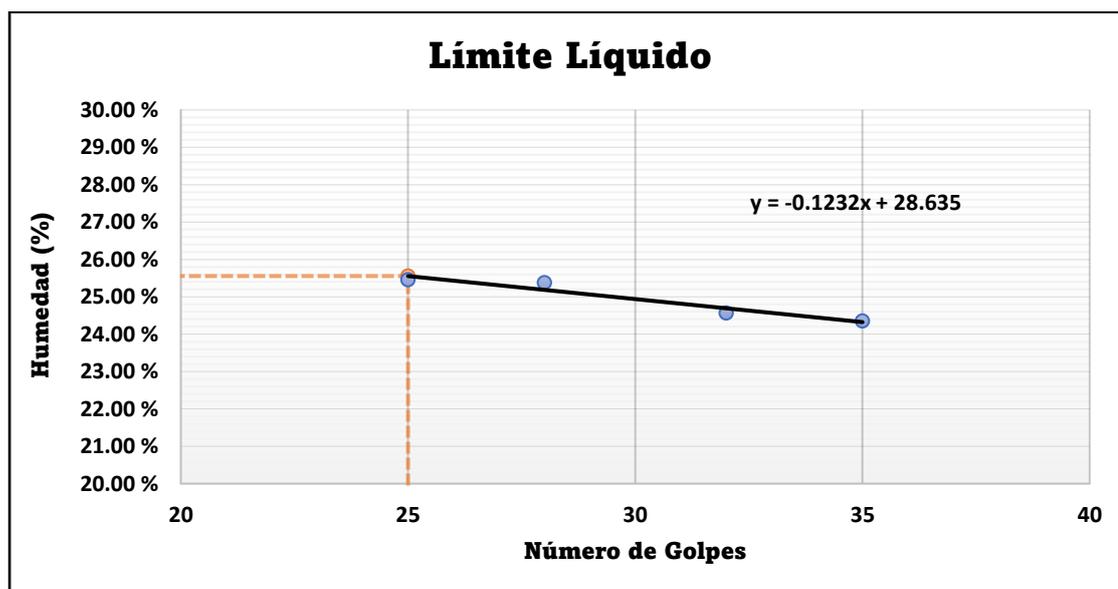


Tabla 105. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 01



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Límite Plástico
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)
Fecha:	08/05/2023
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	1	10	4	3
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	3.183	2.971	3.134	3.043
Peso de capsula + Suelo seco	gr	2.932	2.785	2.942	2.836
Peso del agua	gr	0.251	0.186	0.192	0.207
Peso de cápsula	gr	1.71	1.63	1.72	1.66
Peso del suelo seco	gr	1.222	1.155	1.222	1.176
Contenido de Humedad	%	20.54 %	16.10 %	15.71 %	17.60 %

Figura 27. Grafica de límite plástico – Calicata N° 01

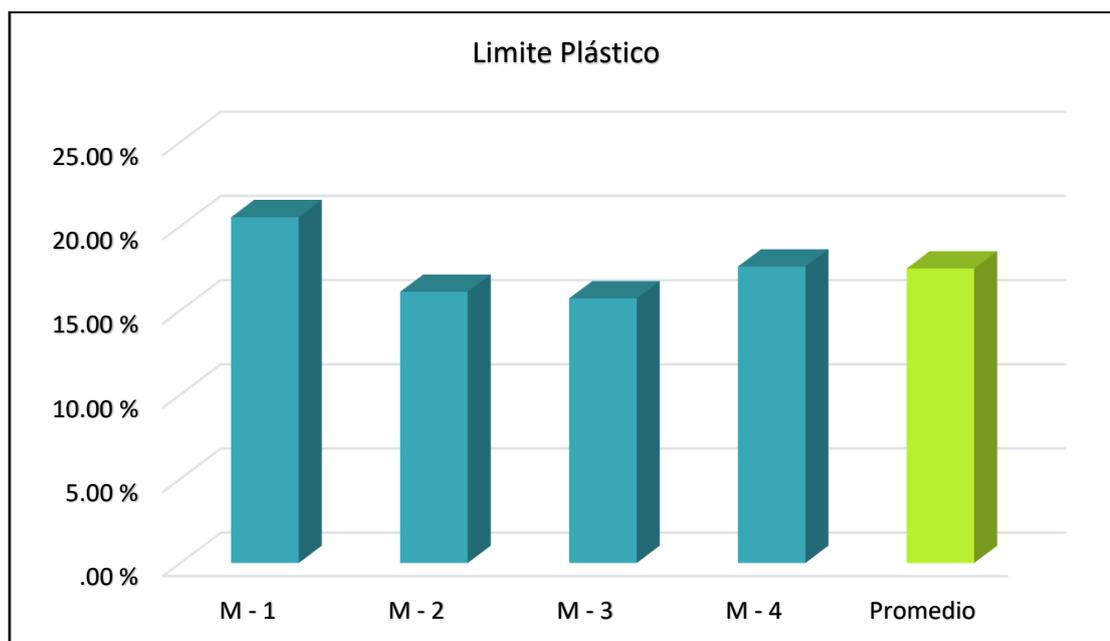


Tabla 106. Resultado de Índice plástico – Calicata N°01

ÍNDICE PLÁSTICO		
Descripción		
Contenido de Humedad (LL)	%	25.55 %
Contenido de Humedad (LP)	%	17.49 %
Índice plástico	%	08.07 %

Tabla 107. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO
TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA
AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA
CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-18	C-16	C-17	C-11
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	32.821	27.795	32.133	33.064

Peso de capsula + Suelo seco	gr	29.745	25.806	28.856	29.3
Peso del agua	gr	3.076	1.989	3.277	3.764
Peso de cápsula	gr	19.27	19.02	18.59	17.82
Peso del suelo seco	gr	10.475	6.786	10.266	11.480
Número de golpes	n*	40	38	20	17
Contenido de Humedad	%	29.37 %	29.31 %	31.92 %	32.79 %

Figura 28. Grafica de límite líquido – Calicata N° 02

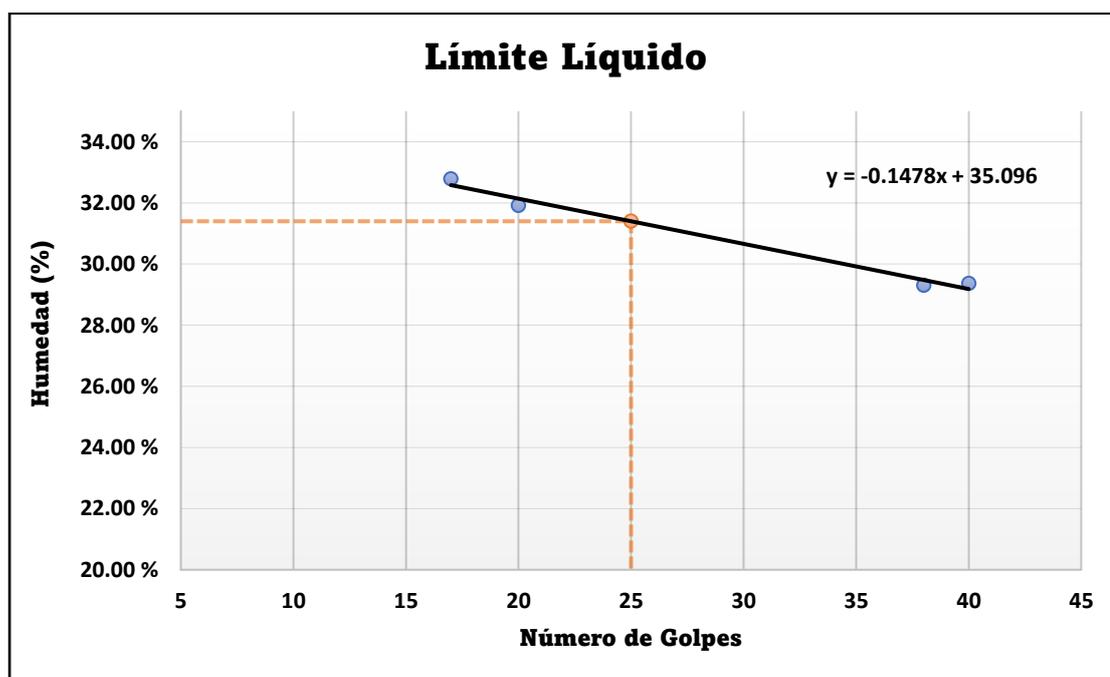


Tabla 108. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 02

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Límite Plástico			
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)			
Fecha:	08/05/2023			
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
LÍMITE PLÁSTICO				
Descripción	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod. D-11	D-5	D-8	D-12
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr 4.223	3.980	3.703	3.041

Peso de capsula + Suelo seco	gr	3.917	3.715	3.465	2.813
Peso del agua	gr	0.306	0.265	0.238	0.228
Peso de cápsula	gr	2.44	2.43	2.47	1.70
Peso del suelo seco	gr	1.477	1.285	0.995	1.113
Contenido de Humedad	%	20.72 %	20.62 %	23.92 %	20.49 %

Figura 29. Grafica de límite plástico – Calicata N° 02

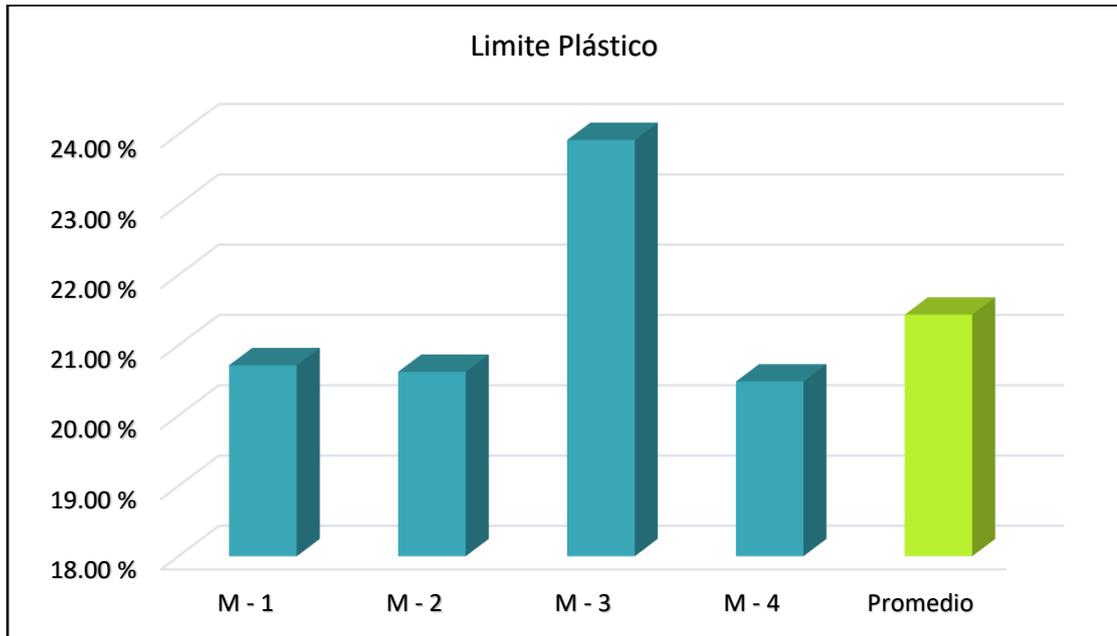


Tabla 109. Resultado de Índice plástico – Calicata N°02

ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 31.40 %
Contenido de Humedad (LP)	% 21.44 %
Índice plástico	% 09.96 %

Tabla 110. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°03



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Límite líquido

Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Codigo de Capsula	Cod.	C-09	C-14	C-13	C-07
Peso de capsula + Suelo humedo	gr	30.931	35.892	31.618	31.871
Peso de capsula + Suelo seco	gr	28.327	32.157	29.023	29.118
Peso del agua	gr	2.604	3.735	2.595	2.753
Peso de cápsula	gr	18.83	18.10	19.04	18.23
Peso del suelo seco	gr	9.497	14.057	9.983	10.888
Número de golpes	n*	16	24	30	37
Contenido de Humedad	%	27.42 %	26.57 %	25.99 %	25.28 %

Figura 30. Grafica de límite líquido – calicata N° 03

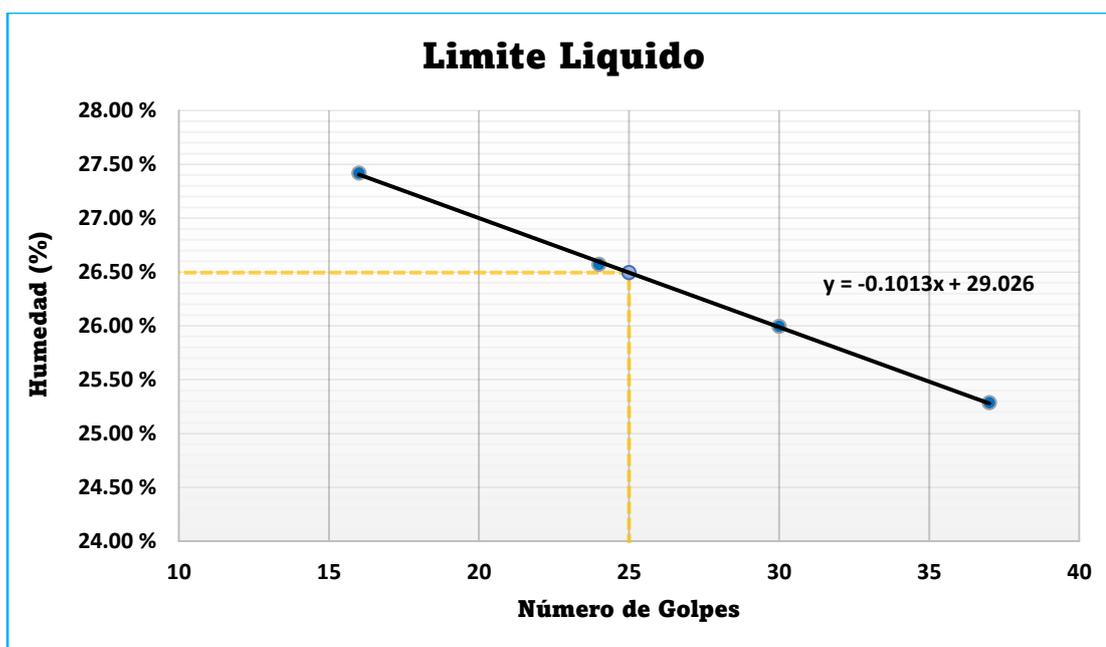


Tabla 111. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 03

 <p>Universidad Continental</p>	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	9	5	12	8
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	3.396	3.426	3.098	3.335
Peso de capsula + Suelo seco	gr	3.1	3.173	2.876	3.086
Peso del agua	gr	0.296	0.253	0.222	0.249
Peso de cápsula	gr	1.66	1.72	1.79	1.76
Peso del suelo seco	gr	1.440	1.453	1.086	1.326
Contenido de Humedad	%	20.56 %	17.41 %	20.44 %	18.78 %

Figura 31. Grafica de límite plástico – Calicata N° 03

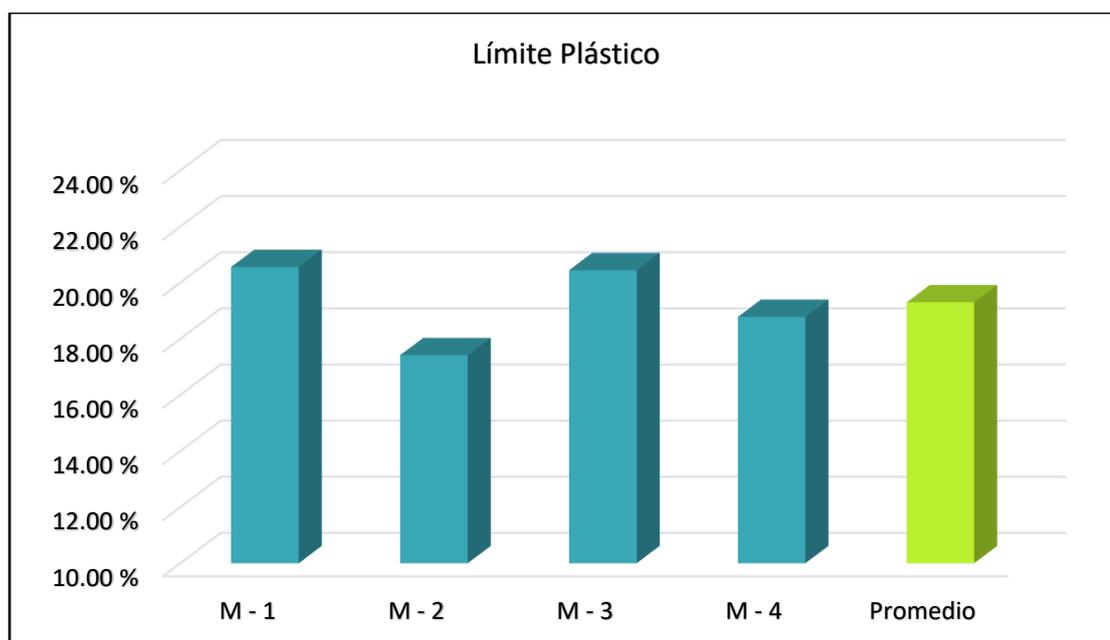


Tabla 112. Resultado de Índice plástico – Calicata N°03

ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 26.49 %
Contenido de Humedad (LP)	% 19.30 %
Índice plástico	% 07.20 %

Tabla 113. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 04

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
	Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	B-02	B-03	B-04	B-05
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	33.927	28.024	24.412	30.835
Peso de capsula + Suelo seco	gr	30.478	24.846	21.87	27.614
Peso del agua	gr	3.449	3.178	2.542	3.221
Peso de cápsula	gr	15.69	11.72	12.04	15.12
Peso del suelo seco	gr	14.788	13.126	9.830	12.494
Número de golpes	n*	30	25	17	15
Contenido de Humedad	%	23.32 %	24.21 %	25.86 %	25.78 %

Figura 32. Grafica de límite líquido – Calicata N° 04

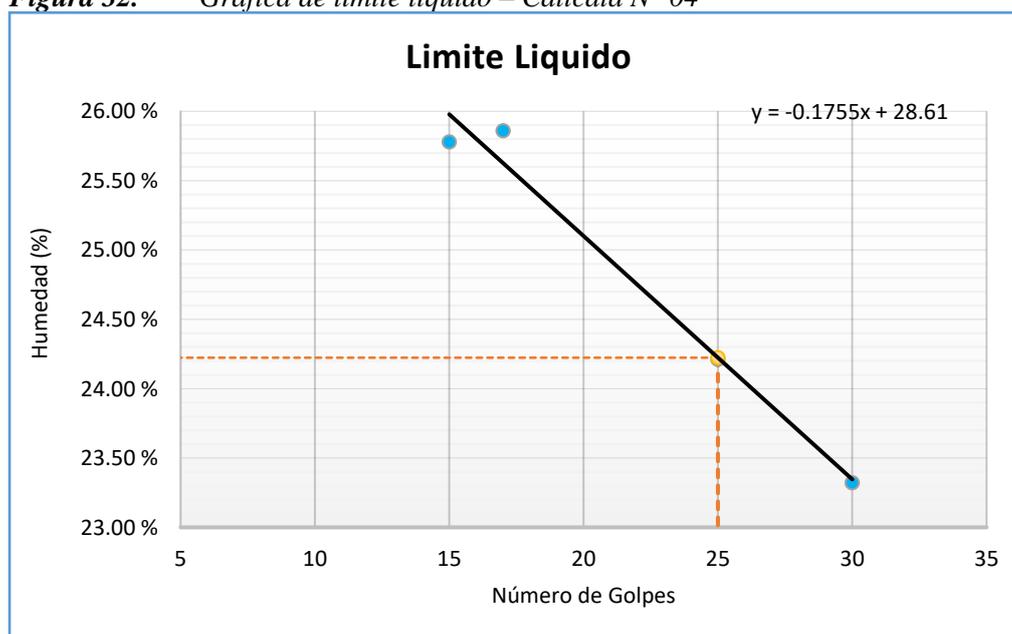


Tabla 114. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 04

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-03	A-04	A-05	A-08
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.357	9.281	9.386	8.74
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.131	8.995	9.19	8.515
Peso del agua	gr	0.226	0.286	0.196	0.225
Peso de cápsula	gr	7.88	7.43	8.02	7.24
Peso del suelo seco	gr	1.251	1.565	1.170	1.275
Contenido de Humedad	%	18.07 %	18.27 %	16.75 %	17.65 %

Figura 33. Grafica de límite plástico – Calicata N° 04

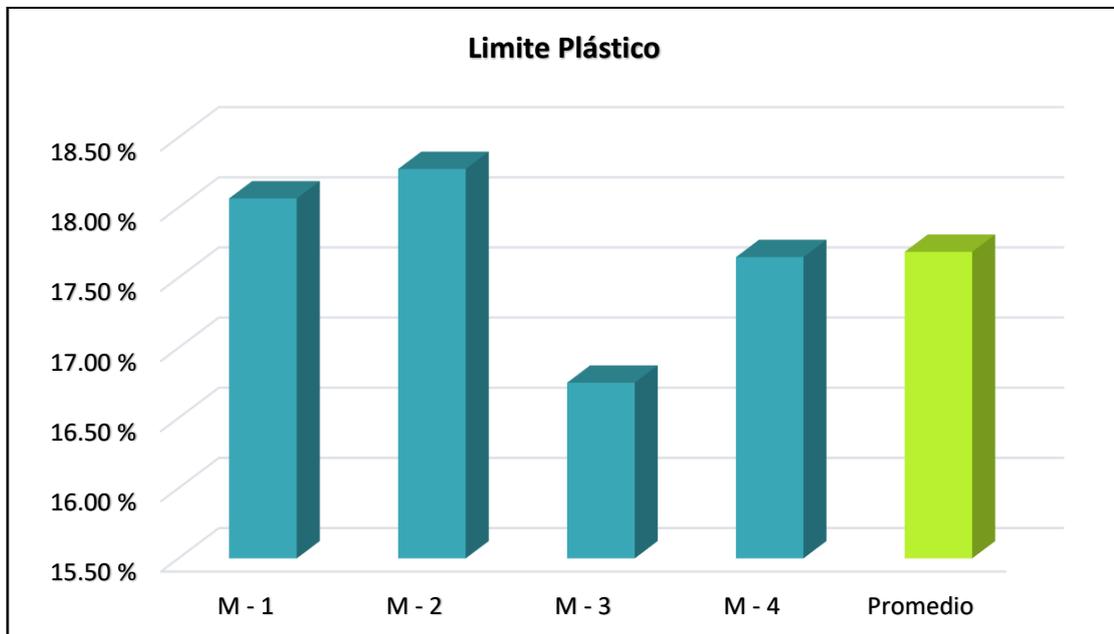


Tabla 115. Resultado de Índice plástico – Calicata N°04

ÍNDICE PLÁSTICO		
Descripción		
Contenido de Humedad (LL)	%	24.22 %
Contenido de Humedad (LP)	%	17.68 %
Índice plástico	%	06.54 %

Tabla 116. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 05

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	B-10	B-11	B-12	B-01
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	30.078	30.453	28.732	22.488
Peso de capsula + Suelo seco	gr	26.898	27.085	26.12	20.325
Peso del agua	gr	3.180	3.368	2.612	2.163
Peso de cápsula	gr	15.51	14.53	15.83	12.07
Peso del suelo seco	gr	11.388	12.555	10.290	8.255
Número de golpes	n*	13	18	21	25
Contenido de Humedad	%	27.92 %	26.83 %	25.38 %	26.20 %

Figura 34. Grafica de límite líquido – Calicata N° 05

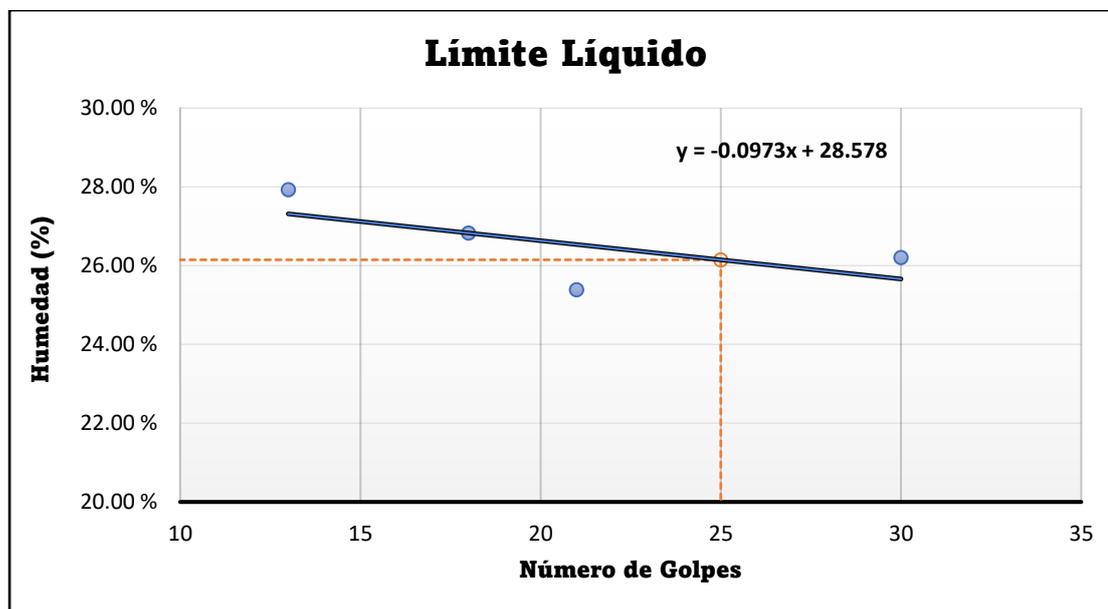


Tabla 117. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 05



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	08/05/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-09	A-06	A-11	A-02
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.9	13.569	10.908	9.81
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.567	13.209	10.593	9.49
Peso del agua	gr	0.33	0.36	0.32	0.32
Peso de cápsula	gr	8.12	11.61	9.17	8.08
Peso del suelo seco	gr	1.447	1.599	1.423	1.410
Contenido de Humedad	%	23.01 %	22.51 %	22.14 %	22.70 %

Figura 35. Grafica de límite plástico – Calicata N° 05

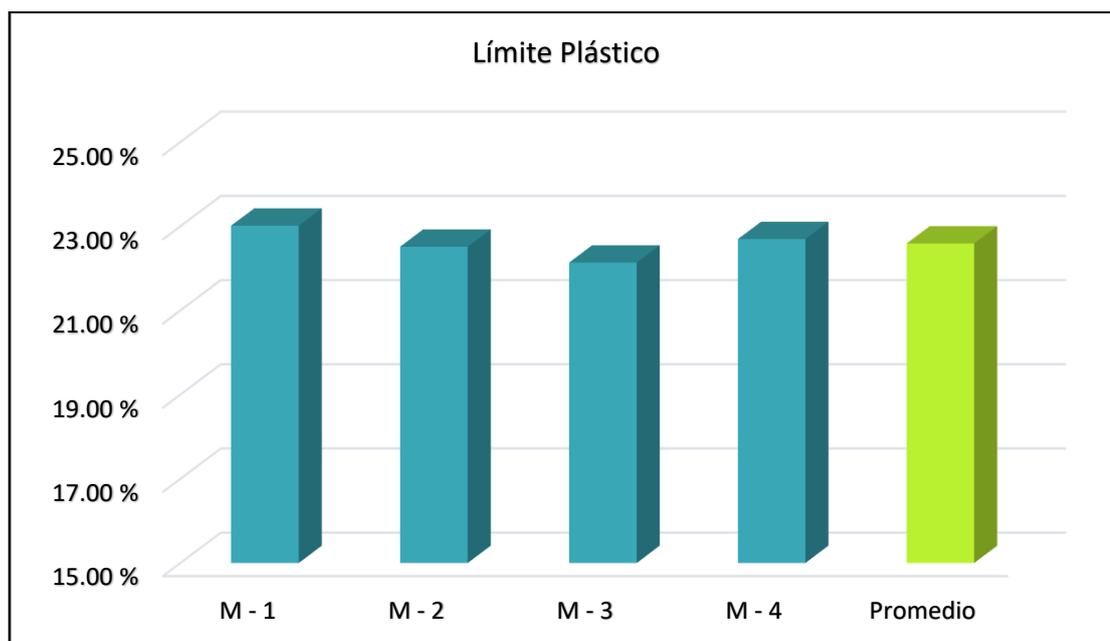


Tabla 118. Resultado de Índice plástico – Calicata N°05

ÍNDICE PLÁSTICO		
Descripción		
Contenido de Humedad (LL)	%	26.15 %
Contenido de Humedad (LP)	%	22.59 %
Índice plástico	%	03.56 %

Tabla 119. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 06

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Límite líquido			
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)			
Fecha:	08-05-2023			
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
LÍMITE LÍQUIDO				
Descripción	M- 1	M- 2	M- 3	M- 4

Código de cápsula	Cod.	B-06	B-07	B-08	B-09
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	27.094	28.514	26.542	30.577
Peso de capsula + Suelo seco	gr	24.014	25.13	22.683	26.547
Peso del agua	gr	3.080	3.384	3.859	4.030
Peso de cápsula	gr	15.40	15.81	11.66	15.30
Peso del suelo seco	gr	8.614	9.320	11.023	11.247
Número de golpes	n*	16	14	28	20
Contenido de Humedad	%	35.76 %	36.31 %	35.01 %	35.83 %

Figura 36. Grafica de límite líquido – Calicata N° 06

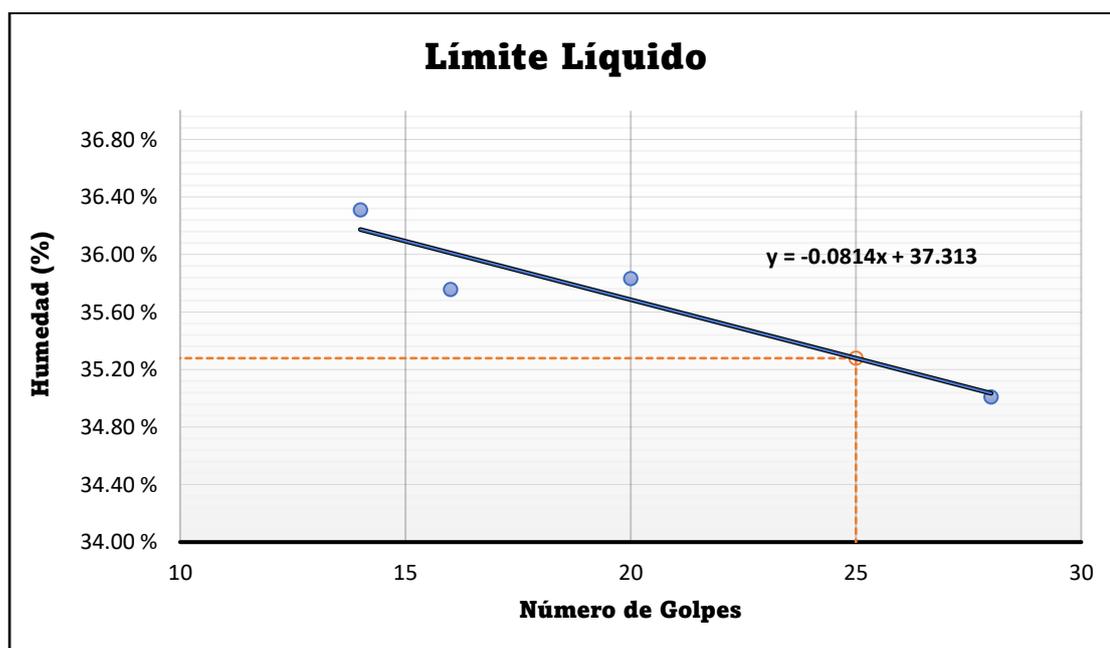


Tabla 120. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Límite Plástico
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)
Fecha:	08/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa
LÍMITE PLÁSTICO	
Descripción	M - 1 M - 2 M - 3 M - 4
Código de cápsula	Cod. A-10 A-12 A-07 A-01

Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	12.884	8.339	12.309	9.29
Peso de capsula + Suelo seco	gr	12.69	8.087	12.087	9.038
Peso del agua	gr	0.194	0.252	0.222	0.252
Peso de cápsula	gr	11.89	7.20	11.29	8.05
Peso del suelo seco	gr	0.800	0.887	0.797	0.988
Contenido de Humedad	%	24.25 %	28.41 %	27.85 %	25.51 %

Figura 37. Grafica de límite plástico – Calicata N° 06

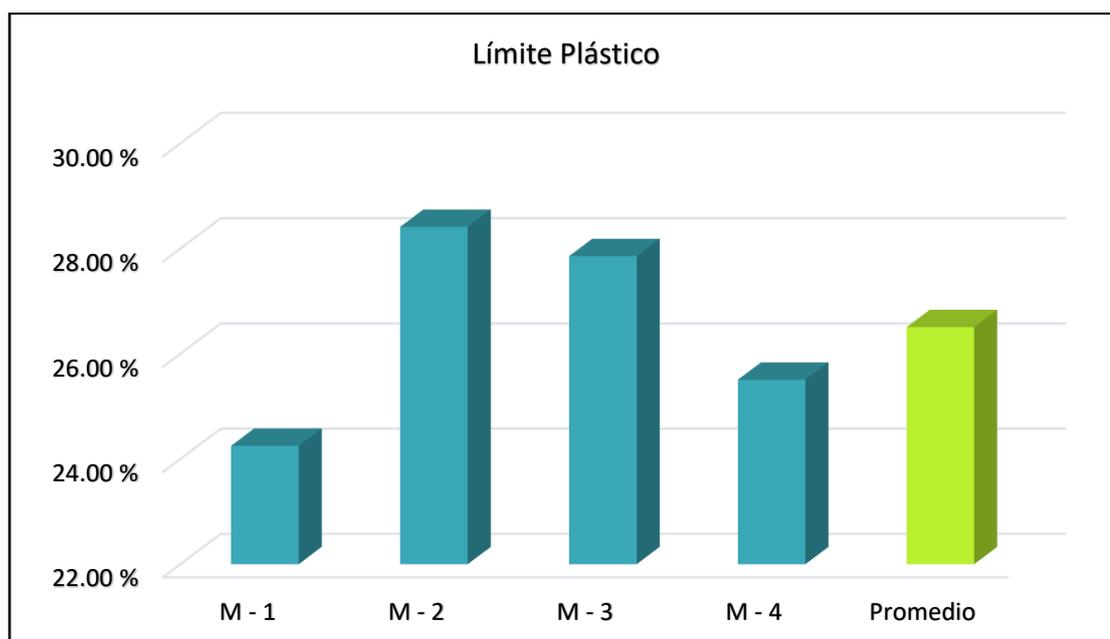


Tabla 121. Resultado de Índice plástico – Calicata N°06

ÍNDICE PLÁSTICO		
Descripción		
Contenido de Humedad (LL)	%	35.28 %
Contenido de Humedad (LP)	%	26.51 %
Índice plástico	%	08.77 %

Tabla 122. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 07



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo: Límite líquido

Referencia:

		MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)			
Fecha:	08-05-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-08	C-15	C-04	C-05
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	33.624	33.078	35.468	33.221
Peso de capsula + Suelo seco	gr	29.921	29.768	31.652	29.757
Peso del agua	gr	3.703	3.310	3.816	3.464
Peso de cápsula	gr	18.30	18.06	18.28	17.66
Peso del suelo seco	gr	11.621	11.708	13.372	12.097
Número de golpes	n*	18	32	36	46
Contenido de Humedad	%	31.86 %	28.27 %	28.54 %	28.64 %

Figura 38. Grafica de límite líquido – Calicata N° 07

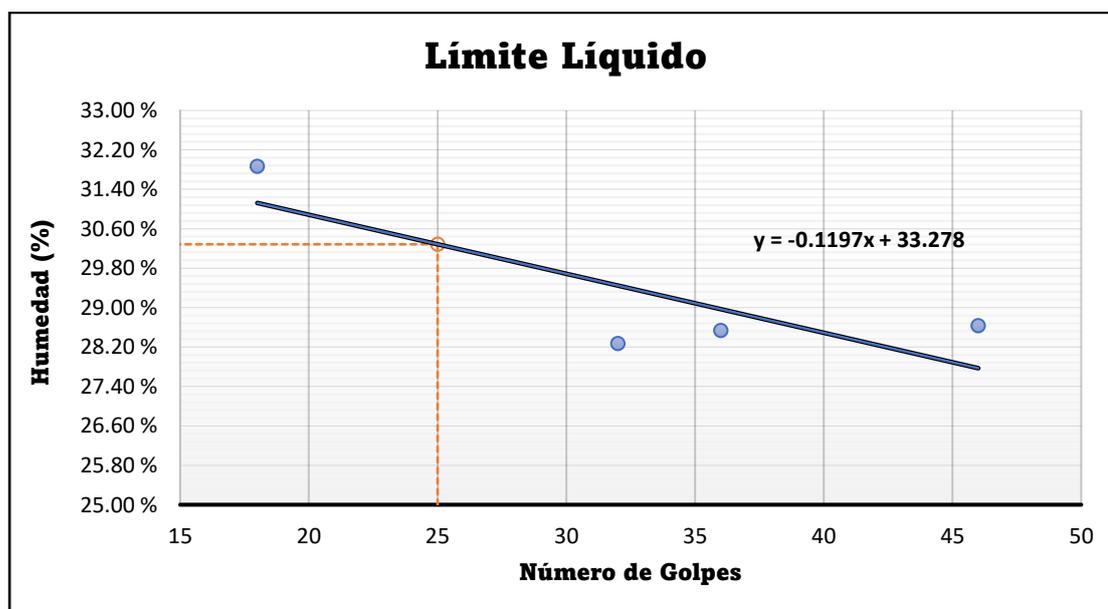


Tabla 123. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 07



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Límite Plástico
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)
Fecha:	08/05/2023

Tesista:		Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	3	10	2	4
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	4.505	3.709	3.962	4.235
Peso de capsula + Suelo seco	gr	4.13	3.487	3.697	3.917
Peso del agua	gr	0.375	0.222	0.265	0.318
Peso de cápsula	gr	2.49	2.44	2.48	2.45
Peso del suelo seco	gr	1.640	1.047	1.217	1.467
Contenido de Humedad	%	22.87 %	21.20 %	21.77 %	21.68 %

Figura 39. Grafica de límite plástico – Calicata N° 07

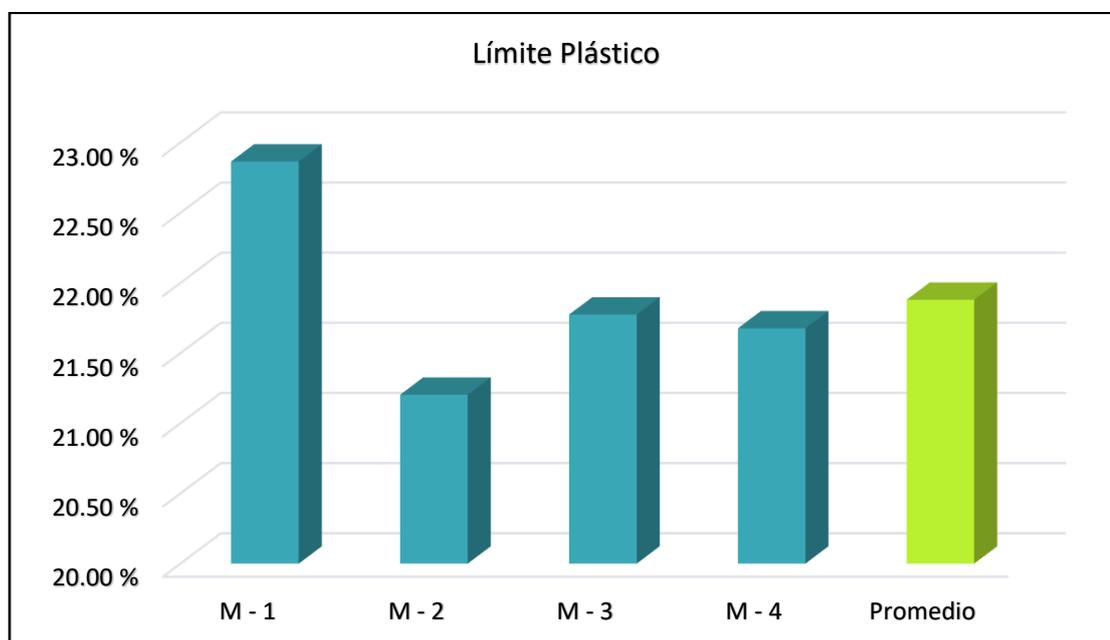


Tabla 124. Resultado de Índice plástico – Calicata N°07

ÍNDICE PLÁSTICO		
Descripción		
Contenido de Humedad (LL)	%	30.28 %
Contenido de Humedad (LP)	%	21.88 %
Índice plástico	%	08.40 %

4.1.1.2. Procesamiento de datos de análisis granulométrico de las siete calicatas

Tabla 125. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°01

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.						
Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	06-05-2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr.)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)	2639.10	2785.60	146.50	% Grava	69.43 %	
Peso Después de Lavar (gr)	2395.80	2542.30		% Arena	21.12 %	
Perdida por Lavado (gr)	243.30			% Finos	9.45 %	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	437.30	440.41	16.69	16.69	83.31
1 1/2"	36.100	191.10	192.46	7.29	23.98	76.02
1"	25.400	363.50	366.08	13.87	37.85	62.15
3/4"	19.000	188.20	189.54	7.18	45.03	54.97
1/2"	12.700	307.70	309.89	11.74	56.78	43.22
3/8"	9.520	142.60	143.61	5.44	62.22	37.78
1/4"	6.300	189.10	190.44	7.22	69.43	30.57
N° 4	4.750	168.00	169.19	6.41	75.84	24.16
N° 8	2.360	165.20	166.37	6.30	82.15	17.85
N° 10	2.000	32.00	32.23	1.22	83.37	16.63
N° 16	0.840	71.30	71.81	2.72	86.09	13.91
N° 30	0.600	63.10	63.55	2.41	88.50	11.50
N° 40	0.425	20.20	20.34	0.77	89.27	10.73
N° 50	0.260	14.70	14.80	0.56	89.83	10.17
N° 100	0.150	18.90	19.03	0.72	90.55	9.45
N° 200	0.075	5.90	5.94	0.23	90.78	9.22
Fondo		0.10	0.10	0.00	90.78	9.22
Lavado		243.30	243.30	9.22	100.00	0.00
Total		2622.20				

Figura 40. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°01

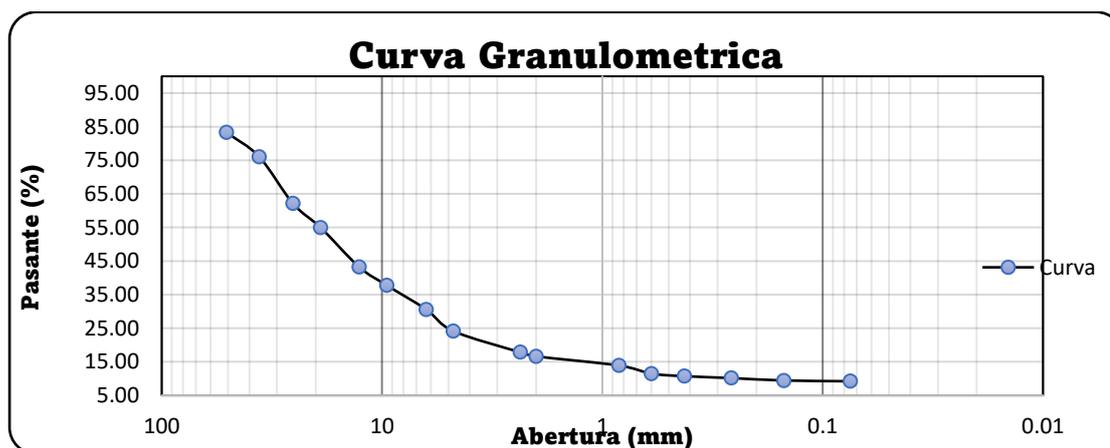


Figura 41. Grafica de gradación– Calicata N°01

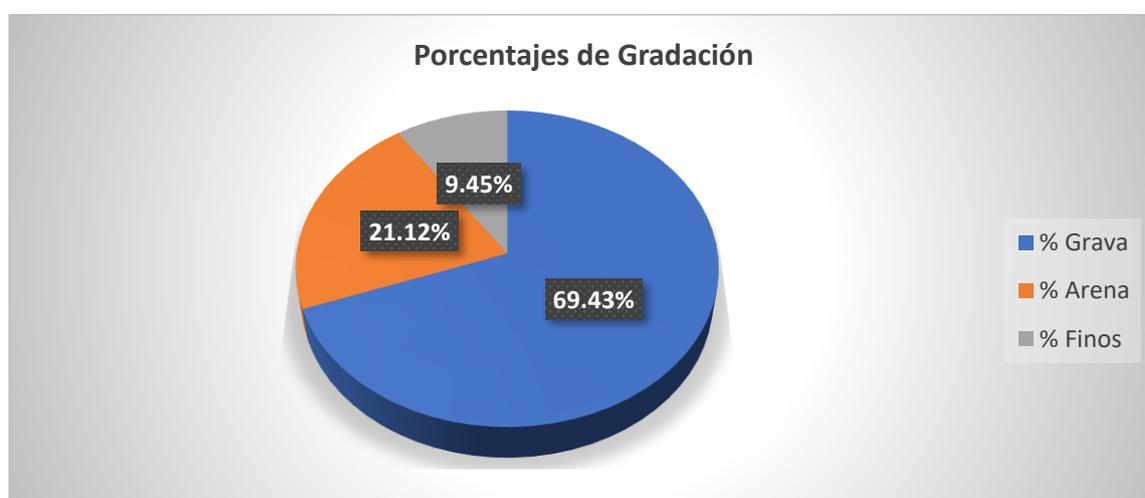


Tabla 126. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado
Fecha:	06/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

Descripción de la Muestra			
Peso de Muestra	P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr)	Datos básicos
Peso Total Seco (gr)	2536.70	2684.90	% Grava 61.62 %

Peso Después de Lavar (gr)	2126.10	2274.30	% Arena	21.24 %		
Perdida por Lavado (gr)	410.60		% Finos	17.14 %		
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	767.00	768.99	30.31	30.31	69.69
1 1/2"	36.100	101.40	101.66	4.01	34.32	65.68
1"	25.400	89.20	89.43	3.53	37.85	62.15
3/4"	19.000	121.00	121.31	4.78	42.63	57.37
1/2"	12.700	155.70	156.10	6.15	48.78	51.22
3/8"	9.520	170.70	171.14	6.75	55.53	44.47
1/4"	6.300	154.00	154.40	6.09	61.62	38.38
N° 4	4.750	108.80	109.08	4.30	65.92	34.08
N° 8	2.360	159.80	160.21	6.32	72.23	27.77
N° 10	2.000	31.10	31.18	1.23	73.46	26.54
N° 16	0.840	81.70	81.91	3.23	76.69	23.31
N° 30	0.600	71.60	71.79	2.83	79.52	20.48
N° 40	0.425	26.60	26.67	1.05	80.57	19.43
N° 50	0.260	22.30	22.36	0.88	81.45	18.55
N° 100	0.150	35.50	35.59	1.40	82.86	17.14
N° 200	0.075	21.2	21.25	0.84	83.70	16.30
Fondo Lavado		3.00	3.00	0.12	83.81	16.19
Total		410.60	410.60	16.19	100.00	0.00
		2531.20				

Figura 42. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°02

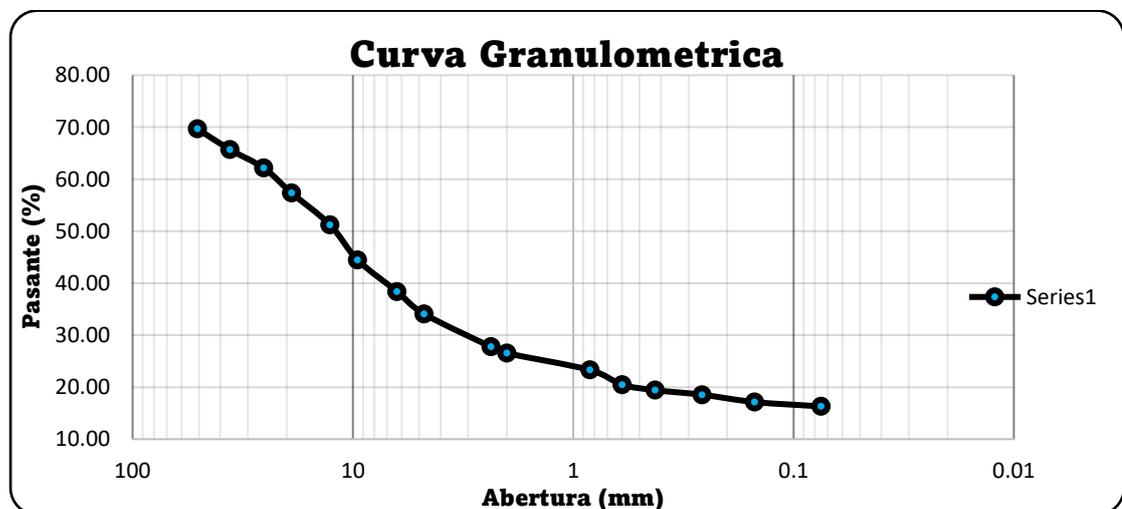


Figura 43. Grafica de gradación– Calicata N°02

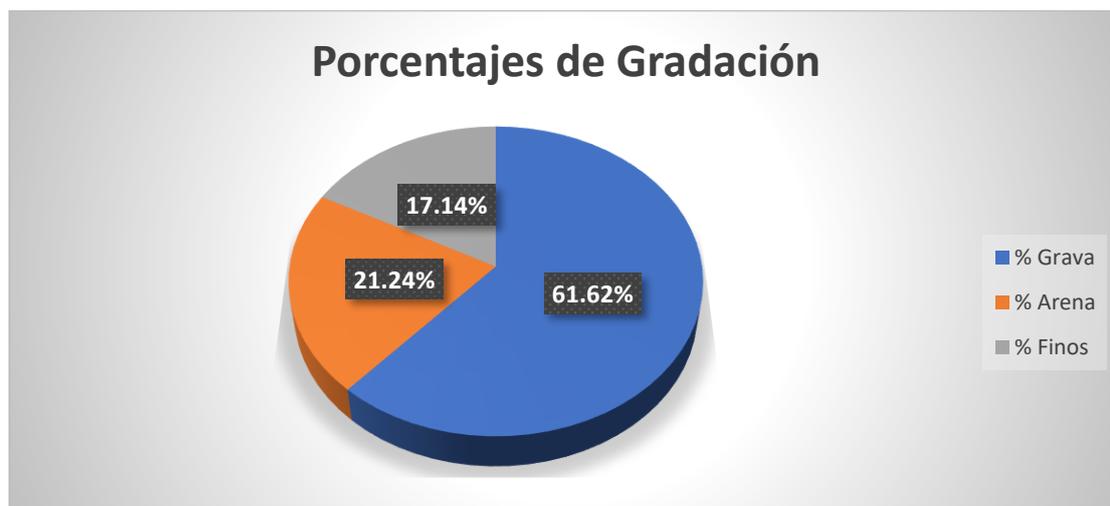


Tabla 127. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°03



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado
Fecha:	06/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

Descripción de la Muestra

Peso de Muestra P.S.+ Tara (gr.) Tara (gr) Datos básicos

Peso Total Seco (gr)	2049.00	2200.60	151.60	% Grava	49.29 %
Peso Después de Lavar (gr)	1652.10	1803.70		% Arena	30.34 %
Perdida por Lavado (gr)	396.90			% Finos	20.37 %

Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	236.50	237.09	11.57	11.57	88.43
1 1/2"	36.100	37.40	37.49	1.83	13.40	86.60
1"	25.400	160.40	160.80	7.85	21.25	78.75
3/4"	19.000	155.40	155.79	7.60	28.85	71.15
1/2"	12.700	139.80	140.15	6.84	35.69	64.31
3/8"	9.520	138.60	138.94	6.78	42.47	57.53

1/4"	6.300	139.30	139.65	6.82	49.29	50.71
N° 4	4.750	83.40	83.61	4.08	53.37	46.63
N° 8	2.360	165.60	166.01	8.10	61.47	38.53
N° 10	2.000	41.80	41.90	2.05	63.52	36.48
N° 16	0.840	98.00	98.24	4.79	68.31	31.69
N° 30	0.600	111.40	111.68	5.45	73.76	26.24
N° 40	0.425	38.80	38.90	1.90	75.66	24.34
N° 50	0.260	33.70	33.78	1.65	77.31	22.69
N° 100	0.150	47.50	47.62	2.32	79.63	20.37
N° 200	0.075	18.30	18.35	0.90	80.53	19.47
Fondo		2.10	2.11	0.10	80.63	19.37
Lavado		396.90	396.90	19.37	100.00	0.00
Total		2044.90				

Figura 44. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°03

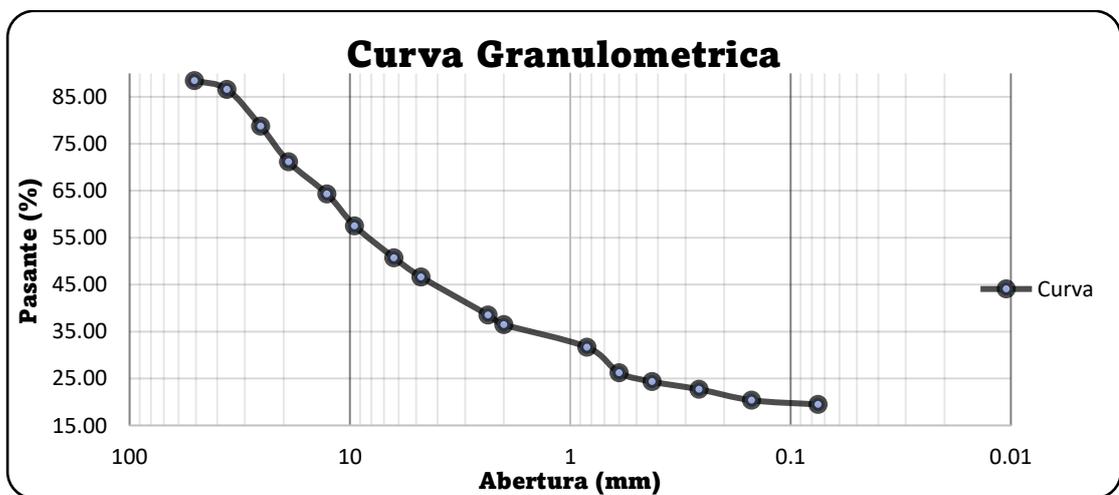


Figura 45. Grafica de gradación – Calicata N°03

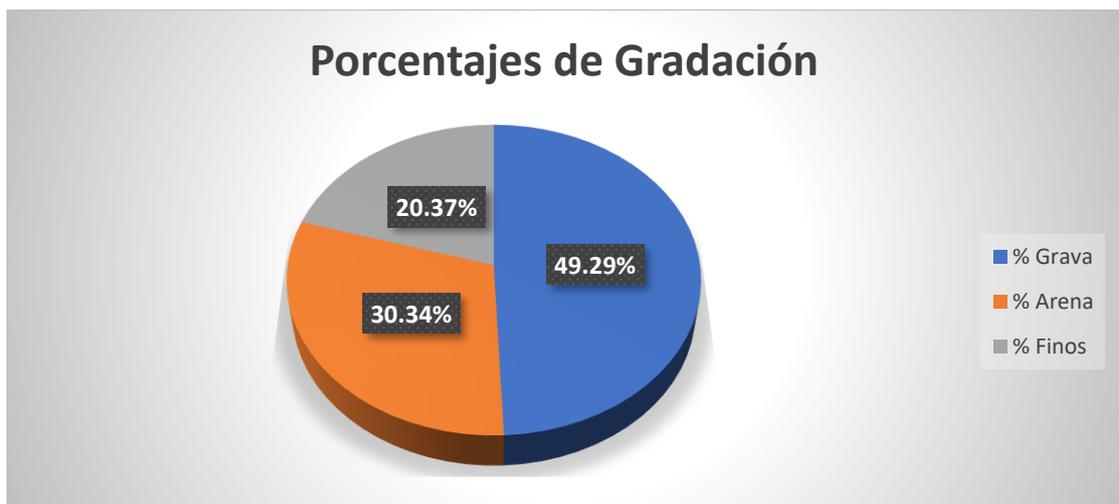


Tabla 128. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°04



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Granulometría					
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado					
Fecha:	06/05/2023					
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa					
Descripción de la Muestra						
Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)	2472.70	2620.20	147.50	% Grava	58.28 %	
Peso Después de Lavar (gr)	2099.40	2246.90		% Arena	25.71 %	
Perdida por Lavado (gr)	373.30			% Finos	16.01 %	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	375.50	374.54	15.15	15.15	84.85
1 1/2"	36.100	89.90	89.67	3.63	18.77	81.23
1"	25.400	275.30	274.59	11.11	29.88	70.12
3/4"	19.000	137.20	136.85	5.53	35.41	64.59
1/2"	12.700	227.50	226.92	9.18	44.59	55.41
3/8"	9.520	146.00	145.63	5.89	50.48	49.52
1/4"	6.300	193.40	192.90	7.80	58.28	41.72
N° 4	4.750	128.00	127.67	5.16	63.44	36.56
N° 10	2.360	213.50	212.95	8.61	72.06	27.94
N° 8	2.000	41.60	41.49	1.68	73.73	26.27
N° 16	0.840	93.10	92.86	3.76	77.49	22.51
N° 30	0.600	79.00	78.80	3.19	80.68	19.32
N° 40	0.425	26.90	26.83	1.09	81.76	18.24
N° 50	0.260	21.90	21.84	0.88	82.64	17.36
N° 100	0.150	33.30	33.21	1.34	83.99	16.01
N° 200	0.075	18.60	18.55	0.75	84.74	15.26
Fondo		4.10	4.09	0.17	84.90	15.10
Lavado		373.30	373.30	15.10	100.00	0.00
Total		2478.10				

Figura 46. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°04

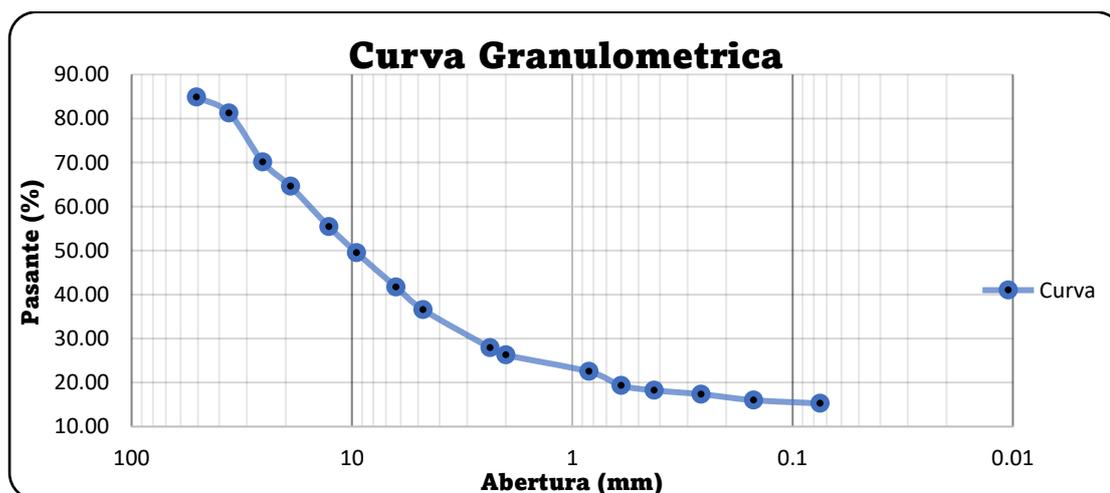


Figura 47. Grafica de gradación– Calicata N°04

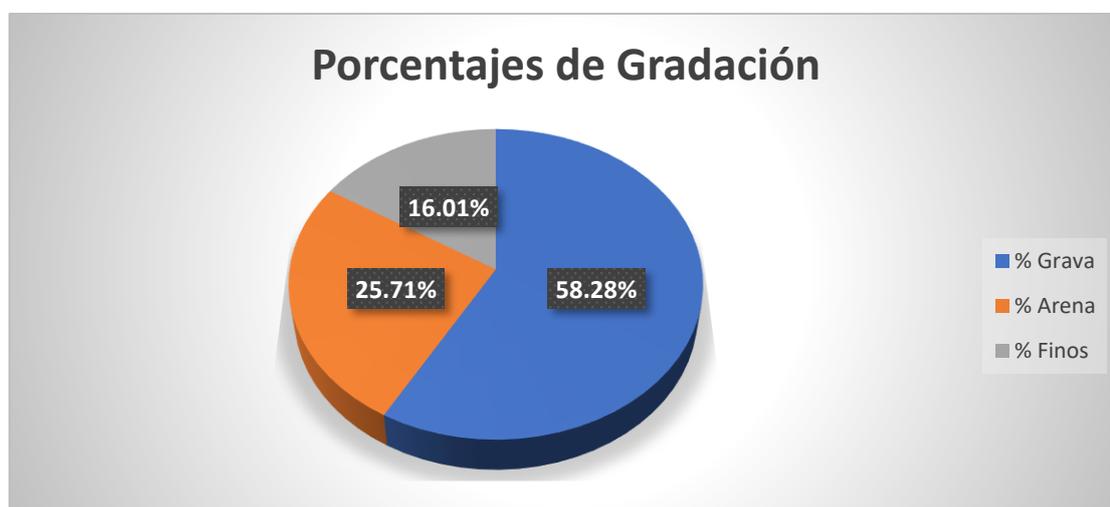


Tabla 129. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°05



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado
Fecha:	06/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

Descripción de la Muestra

Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)	1944.80	2092.50	147.70	% Grava	53.47 %	
Peso Después de Lavar (gr)	1549.00	1696.70		% Arena	24.61 %	
Perdida por Lavado (gr)	395.80			% Finos	21.92 %	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.100	235.90	235.87	12.13	12.13	87.87
1"	25.400	256.40	256.37	13.18	25.31	74.69
3/4"	19.000	81.40	81.39	4.18	29.50	70.50
1/2"	12.700	198.40	198.37	10.20	39.70	60.30
3/8"	9.520	134.20	134.18	6.90	46.60	53.40
1/4"	6.300	133.80	133.78	6.88	53.47	46.53
N° 4	4.750	76.10	76.09	3.91	57.39	42.61
N° 8	2.360	120.20	120.18	6.18	63.57	36.43
N° 10	2.000	27.00	27.00	1.39	64.95	35.05
N° 16	0.840	68.00	67.99	3.50	68.45	31.55
N° 30	0.600	75.00	74.99	3.86	72.31	27.69
N° 40	0.425	31.70	31.70	1.63	73.94	26.06
N° 50	0.260	28.90	28.90	1.49	75.42	24.58
N° 100	0.150	51.70	51.69	2.66	78.08	21.92
N° 200	0.075	27.10	27.10	1.39	79.47	20.53
Fondo Lavado		3.40	3.40	0.17	79.65	20.35
Total		1945.00				

Figura 48. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°05

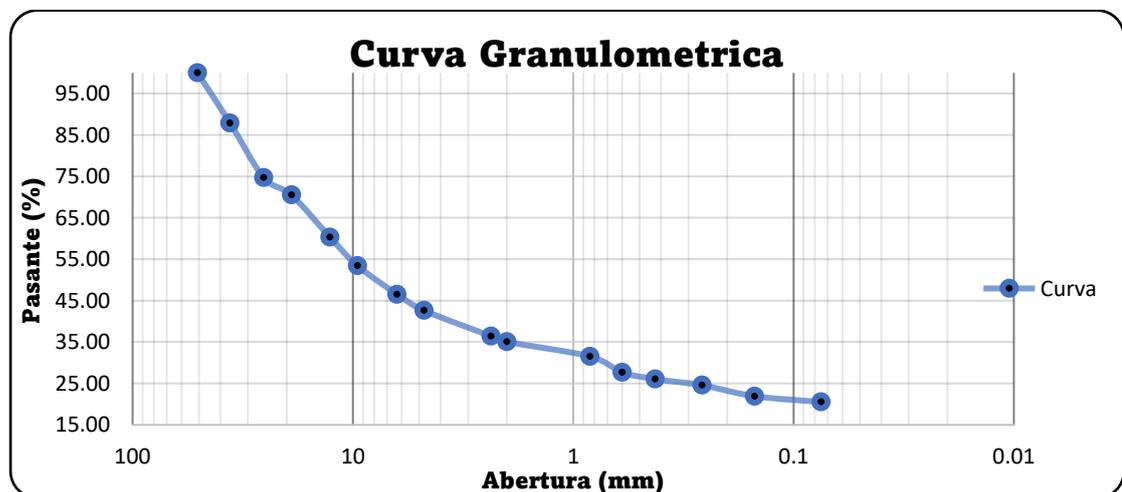


Figura 49. Grafica de gradación– Calicata N°05

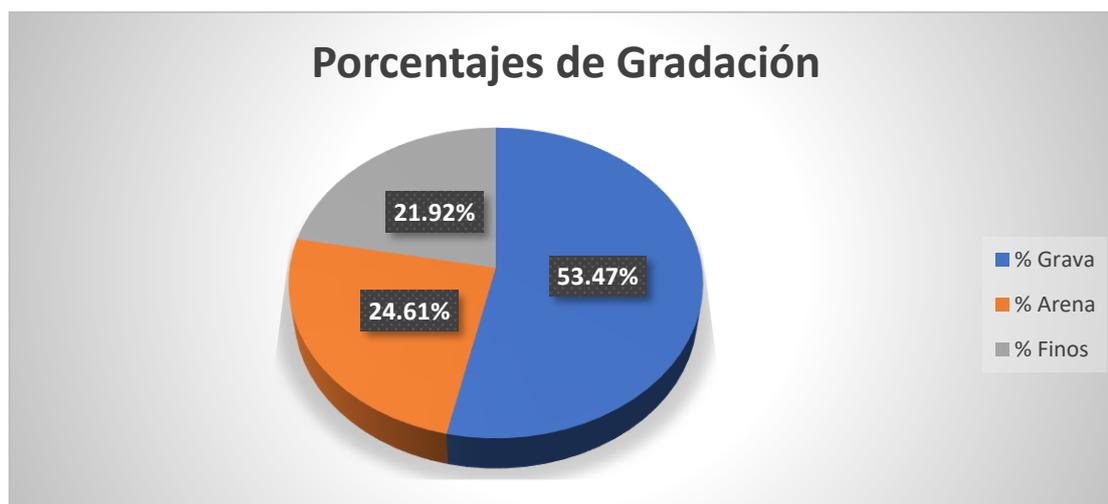


Tabla 130. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Granulometría
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado
Fecha:	06/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

Descripción de la Muestra

Peso de Muestra		P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr)	Datos básicos		
Peso Total Seco (gr)	1878.70	2025.60	146.90	% Grava	56.96 %	
Peso Después de Lavar (gr)	1458.50	1605.40		% Arena	19.63 %	
Perdida por Lavado (gr)	420.20			% Finos	23.41 %	
Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	480.80	483.55	25.74	25.74	74.26
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	25.74	74.26
1"	25.400	167.90	168.86	8.99	34.73	65.27
3/4"	19.000	132.70	133.46	7.10	41.83	58.17
1/2"	12.700	125.40	126.12	6.71	48.54	51.46
3/8"	9.500	73.30	73.72	3.92	52.47	47.53
1/4"	6.300	83.90	84.38	4.49	56.96	43.04
N° 4	4.760	60.30	60.65	3.23	60.19	39.81

N° 8	2.000	92.90	93.43	4.97	65.16	34.84
N° 10	2.000	19.20	19.31	1.03	66.19	33.81
N° 16	0.840	51.20	51.49	2.74	68.93	31.07
N° 30	0.425	60.30	60.65	3.23	72.16	27.84
N° 40	0.425	24.30	24.44	1.30	73.46	26.54
N° 50	0.260	21.10	21.22	1.13	74.59	25.41
N° 100	0.150	37.40	37.61	2.00	76.59	23.41
N° 200	0.075	17.80	17.90	0.95	77.54	22.46
Fondo		1.70	1.71	0.09	77.63	22.37
Lavado		420.20	420.20	22.37	100.00	0.00
Total		1870.40				

Figura 50. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°06

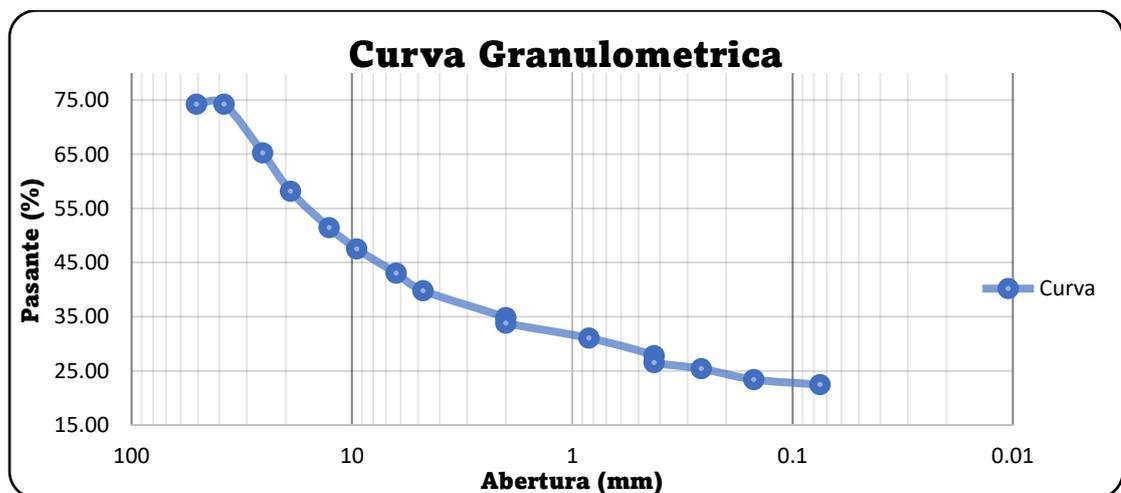


Figura 51. Grafica de gradación – Calicata N°06

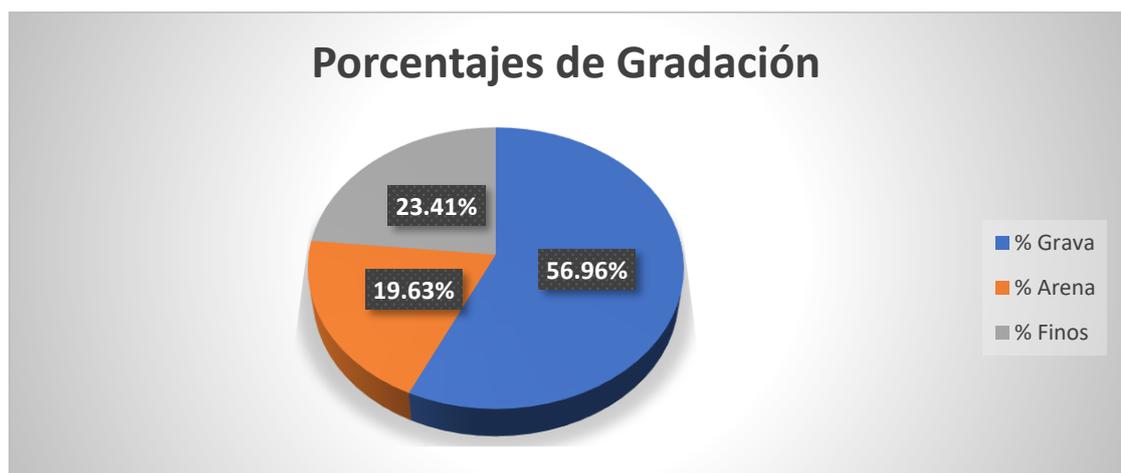


Tabla 131. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°07



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Granulometría
Referencia:	MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado
Fecha:	06/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

Descripción de la Muestra

Peso de Muestra	P.S.+ Tara (gr.)	Tara (gr)	Datos básicos	
Peso Total Seco (gr)	2455.20	2599.80	% Grava	59.80 %
Peso Después de Lavar (gr)	2133.90	2278.50	% Arena	25.73 %
Perdida por Lavado (gr)	321.30		% Finos	14.47 %

Tamiz	Agujero (mm)	Peso Detenido (gr)	Peso Detenido Corregido (gr)	Detenido (%)	Detenido Acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	364.20	363.88	14.82	14.82	85.18
1"	25.400	310.50	310.22	12.64	27.46	72.54
3/4"	19.000	200.50	200.32	8.16	35.62	64.38
1/2"	12.700	289.10	288.84	11.76	47.38	52.62
3/8"	9.500	155.70	155.56	6.34	53.72	46.28
1/4"	6.300	149.60	149.47	6.09	59.80	40.20
N° 4	4.760	108.30	108.20	4.41	64.21	35.79
N° 8	2.000	152.70	152.56	6.21	70.42	29.58
N° 10	2.000	31.50	31.47	1.28	71.71	28.29
N° 16	0.840	84.60	84.52	3.44	75.15	24.85
N° 30	0.425	105.20	105.11	4.28	79.43	20.57
N° 40	0.425	42.10	42.06	1.71	81.14	18.86
N° 50	0.260	41.00	40.96	1.67	82.81	17.19
N° 100	0.150	66.80	66.74	2.72	85.53	14.47
N° 200	0.075	29.20	29.17	1.19	86.72	13.28
Fondo		4.80	4.80	0.20	86.91	13.09
Lavado		321.30	321.30	13.09	100.00	0.00
Total		2457.10				

Figura 52. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°07

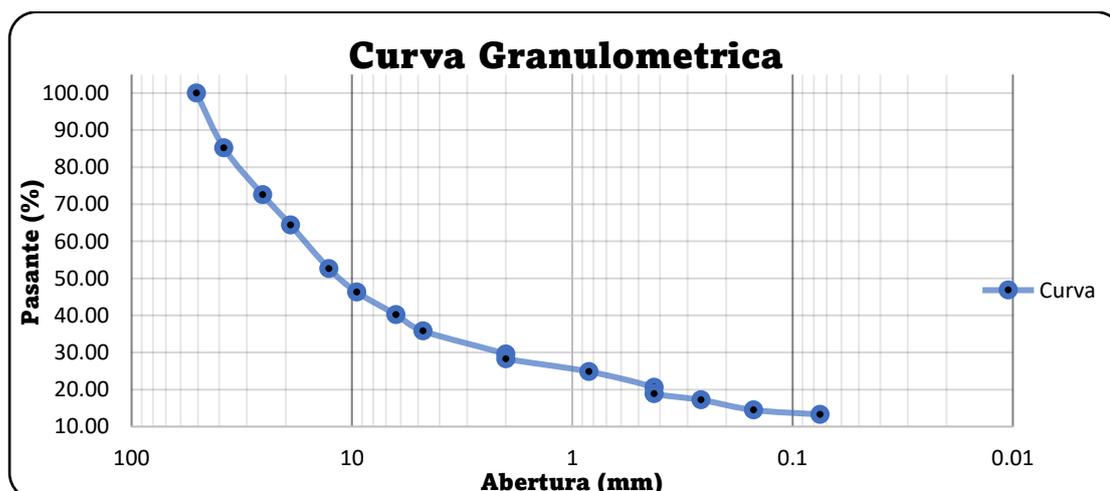
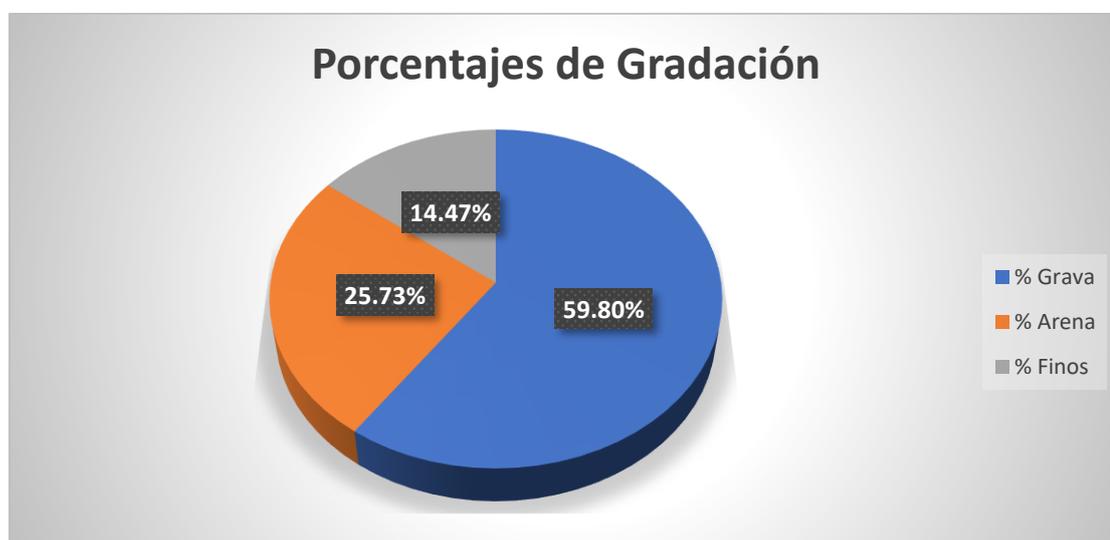


Figura 53. Grafica de gradación– Calicata N°07



4.1.1.3. Resultado de clasificación de suelo según el método AASHTO

Tabla 132. Resultados de clasificación del suelo por el método - AASHTO

CLASIFICACIÓN DE SUELO POR CALICATA		
CALICATA	Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)	
CALICATA 1	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas
CALICATA 2	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas
CALICATA 3	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas
CALICATA 4	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas
CALICATA 5	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas
CALICATA 6	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas
CALICATA 7	A - 2 - 4 --- 0	Gravas y arenas limosas o arcillosas

Como se puede apreciar en el cuadro, al procesar los datos, de granulometría y límites de consistencia, los cuales son necesarios para la clasificación de suelo por el método AASHTO, en el cual da como resultado en el grupo, A-2-4 con índice de grupo cero, lo cual quiere decir que el suelo es **gravas o arenas limosas o arcillosas** según CLASIFICACIÓN DE SUELOS: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)

4.1.1.4. Resultado de clasificación de suelo según el método SUCS

Tabla 133. Resultados de clasificación de suelo por el método - SUCS

CLASIFICACIÓN DE SUELO POR CALICATA		
CALICATA	Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)	
CALICATA 1	GP - GC	GRABA -- Pobrementemente Graduado con ARCILLA -- Baja Plasticidad
CALICATA 2	GC	GRABA -- Arcilloso de Baja Plasticidad
CALICATA 3	GC	GRABA -- Arcilloso de Baja Plasticidad
CALICATA 4	GM - GC	GRABA -- Limoso--Arcilloso de Baja Plasticidad
CALICATA 5	GM	GRABA -- Limoso de Baja Plasticidad
CALICATA 6	GM	GRABA -- Limoso de Baja Plasticidad
CALICATA 7	GC	GRABA -- Arcilloso de Baja Plasticidad

Como se puede apreciar en el cuadro, al procesar los datos, de granulometría, carta de plasticidad de Casagrande y límites de consistencia, los cuales son necesarios para la clasificación de suelo por el método SUCS, en el cual da como resultado suelo con graba con presencia de arcilla o limo de baja plasticidad en su mayoría.

4.1.2. Resultado de prueba de laboratorio para determinar la calicata más crítico

4.1.2.1. Procesamiento de datos de Proctor modificado de las siete calicatas

Tabla 134. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°01



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado		
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)		
Fecha:	14/05/2023		
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa		
DATOS PRELIMINARES			
Datos del Molde		Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	N.º de Capas	5
	15.24		

Altura	cm	11.64												Molde	6"
Volumen	cm3	2123.31													
Peso del Molde	gr	2882.10													
DENSIDAD HÚMEDA															
Número de muestras	N°	1	2				3				4				
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7764.40	8105.40				7937.80				7866.50				
Peso molde	gr	2882.10	2882.10				2882.10				2882.10				
Peso suelo húmedo	gr	4882.30	5223.30				5055.70				4984.40				
Volumen del molde	cm3	2123.31	2123.31				2123.31				2123.31				
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm3	2.30	2.46				2.38				2.35				
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Recipiente	N°	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	B-06	B-07	B-08	B-09	B-10	B-11	B-12		
Peso suelo húmedo + Tara	gr	70.707	65.207	79.799	74.133	71.947	79.857	72.078	61.726	80.813	67.961	75.409	88.538		
Peso suelo seco + Tara	gr	67.995	62.855	76.809	70.321	68.585	75.774	67.035	57.019	75.523	62.512	69.579	81.628		
Peso de la tara	gr	12.070	15.690	11.720	12.090	15.720	15.400	15.810	11.660	15.300	15.510	14.530	15.830		
Peso de agua	gr	2.712	2.352	2.990	3.812	3.362	4.083	5.043	4.707	5.290	5.449	5.830	6.910		
Peso de suelo seco	gr	55.925	47.165	65.089	58.231	52.865	60.374	51.225	45.359	60.223	47.002	55.049	65.798		
Humedad	%	4.789				6.565				9.591				10.837	
Densidad Suelo Seco	gr/cm3	2.194				2.308				2.173				2.118	
Densidad Máxima Seca (gr/cm3)					2.3080										
Humedad Optima (%)					6.6500										

Figura 54. Grafica de curva de compactación – Calicata N°01

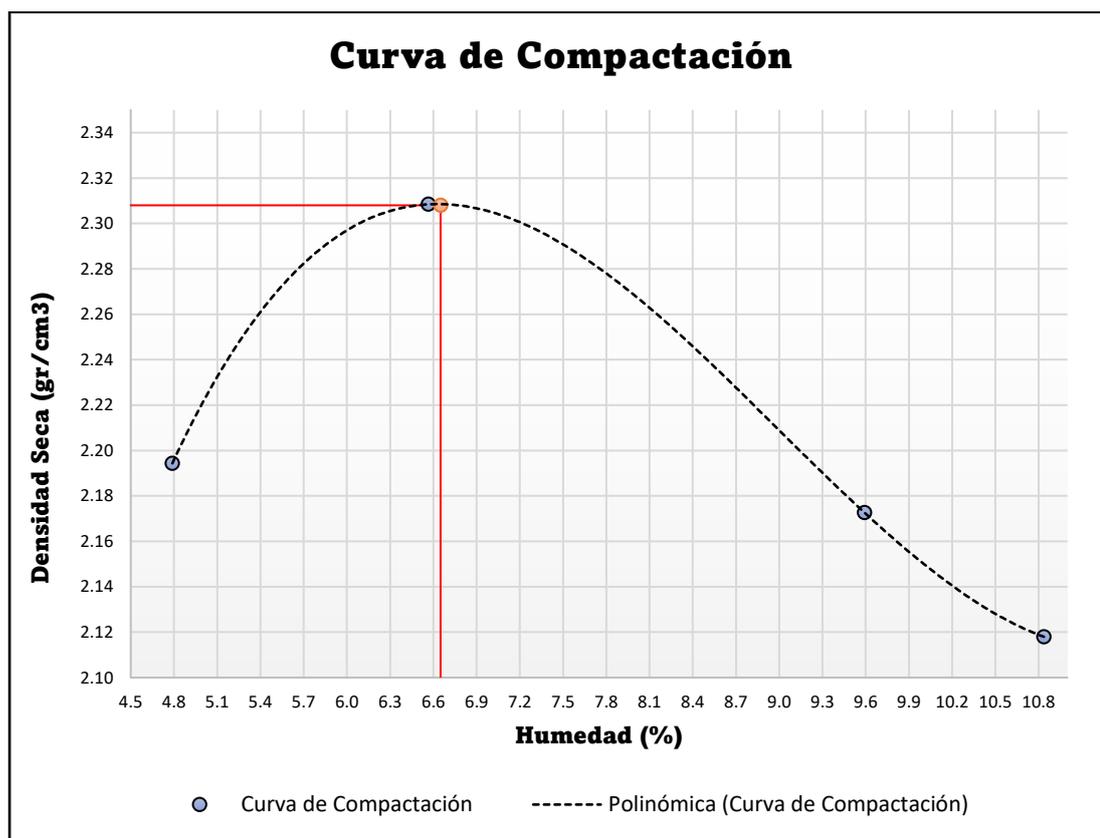


Tabla 135. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4									
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7767.10	8138.10	7969.90	7950.40									
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10									
Peso suelo húmedo	gr	4885.00	5256.00	5087.80	5068.30									
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31									
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.30	2.48	2.40	2.39									
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Recipiente	N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12	
Peso suelo húmedo + Tara	gr	61.158	69.070	80.735	60.154	53.568	77.272	66.934	72.158	67.691	82.922	75.373	73.607	
Peso suelo seco + Tara	gr	58.755	67.151	77.463	57.225	51.170	73.219	62.910	67.444	63.527	76.370	70.261	68.763	
Peso de la tara	gr	18.470	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250	
Peso de agua	gr	2.403	1.919	3.272	2.929	2.398	4.053	4.024	4.714	4.164	6.552	5.112	4.844	
Peso de suelo seco	gr	40.285	47.731	59.323	38.945	33.510	55.199	44.630	49.144	44.697	58.200	52.441	50.513	
Humedad	%	5.154				7.348				9.317				10.244
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³	2.188				2.306				2.192				2.165
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)					2.3170									
Humedad Optima (%)					6.8000									

Figura 55. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°02

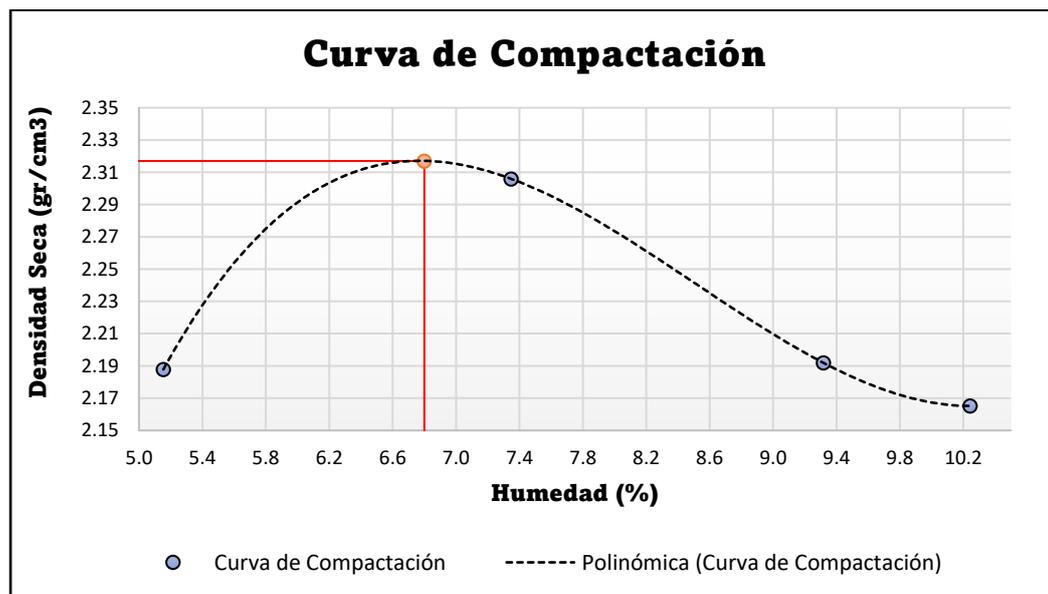


Tabla 136. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°03



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado													
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)													
Fecha:	14/05/2023													
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa													
DATOS PRELIMINARES														
Datos del Molde				Método de la Compactación				Tipo C						
Diámetro	cm	15.24		N.º de Capas				5						
Altura	cm	11.64		Molde				6"						
Volumen	cm³	2123.31												
Peso del Molde	gr	2882.10												
DENSIDAD HÚMEDA														
Número de muestras	Nº	1			2			3			4			
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7664.80			8016.80			7892.90			7793.40			
Peso molde	gr	2882.10			2882.10			2882.10			2882.10			
Peso suelo húmedo	gr	4782.70			5134.70			5010.80			4911.30			
Volumen del molde	cm³	2123.31			2123.31			2123.31			2123.31			
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³	2.25			2.42			2.36			2.31			
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Recipiente	Nº	C-19	C-20	C-21	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06	T-07	T-01	T-09	T-10	
Peso suelo húmedo + Tara	gr	87.024	110.881	103.773	141.867	126.240	147.720	129.832	143.600	140.669	136.110	141.962	130.455	
Peso suelo seco + Tara	gr	83.147	106.683	99.510	134.613	121.908	141.575	124.581	137.153	133.870	129.993	135.460	124.618	
Peso de la tara	gr	19.250	19.140	19.640	55.102	71.973	74.933	74.129	76.916	74.175	74.608	79.171	74.608	
Peso de agua	gr	3.88	4.20	4.26	7.25	4.33	6.15	5.25	6.45	6.80	6.12	6.50	5.84	
Peso de suelo seco	gr	63.90	87.54	79.87	79.51	49.94	66.64	50.45	60.24	59.70	55.39	56.29	50.01	
Humedad	%	5.334			9.042			10.856			11.415			

Densidad Suelo Seco	gr/cm3	2.138	2.218	2.129	2.076
Densidad Máxima Seca (gr/cm3)		2.2240			
Humedad Optima (%)		8.4000			

Figura 56. Gráfica de curva de compactación – Calicata N° 03

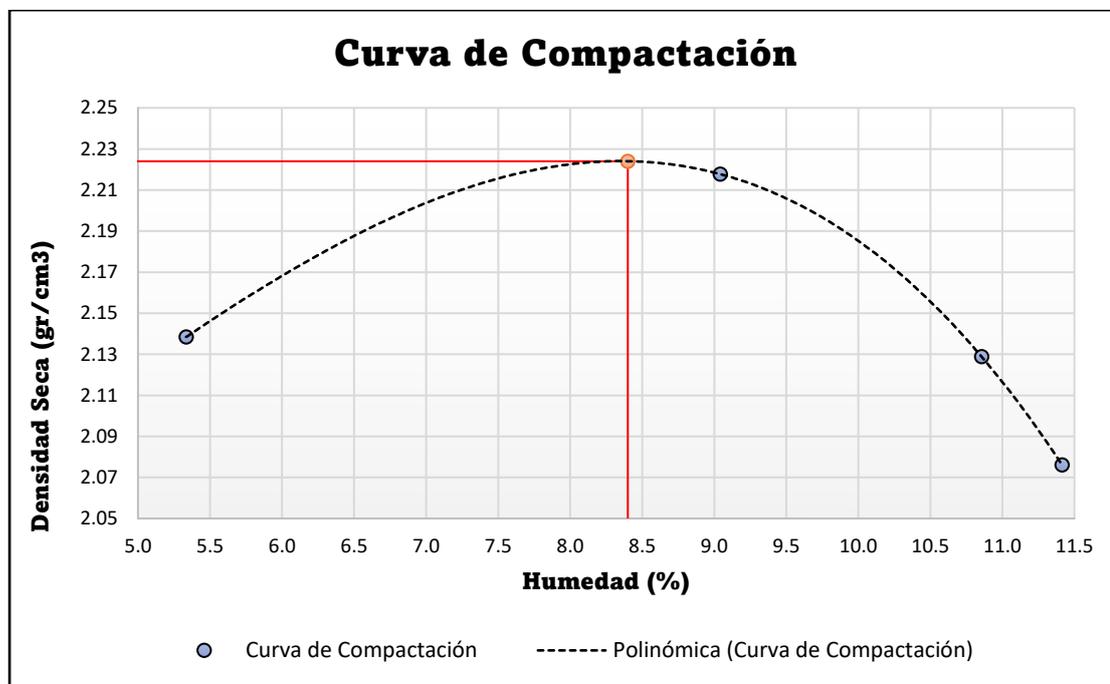


Tabla 137. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°04



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm3	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4								
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7771.03	8027.80	7974.40	7880.40								
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10								
Peso suelo húmedo	gr	4888.93	5145.70	5092.30	4998.30								
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31								
Densidad Suelo Húmedo	gr/c m ³	2.30	2.42	2.40	2.35								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	B-04	B-05	B-06	B-03	B-02	B-01	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
Peso suelo húmedo + Tara	gr	64.933	68.375	68.375	85.662	99.045	96.142	84.173	94.928	87.003	88.690	88.955	87.837
Peso suelo seco + Tara	gr	63.127	66.358	66.764	80.880	94.151	91.581	78.790	89.309	81.023	81.996	82.547	82.476
Peso de la tara	gr	12.090	15.720	15.400	11.720	15.690	12.070	18.470	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020
Peso de agua	gr	1.806	2.017	1.611	4.782	4.894	4.561	5.383	5.619	5.980	6.694	6.408	5.361
Peso de suelo seco	gr	51.037	50.638	51.364	69.160	78.461	79.511	60.320	69.889	62.883	63.716	64.887	64.456
Humedad	%	3.551				6.268			8.795			9.563	
Densidad Suelo Seco	gr/c m ³	2.224				2.280			2.204			2.149	
Densidad Máxima Seca (gr/cm³)						2.2805							
Humedad Óptima (%)						6.2000							

Figura 57. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°04

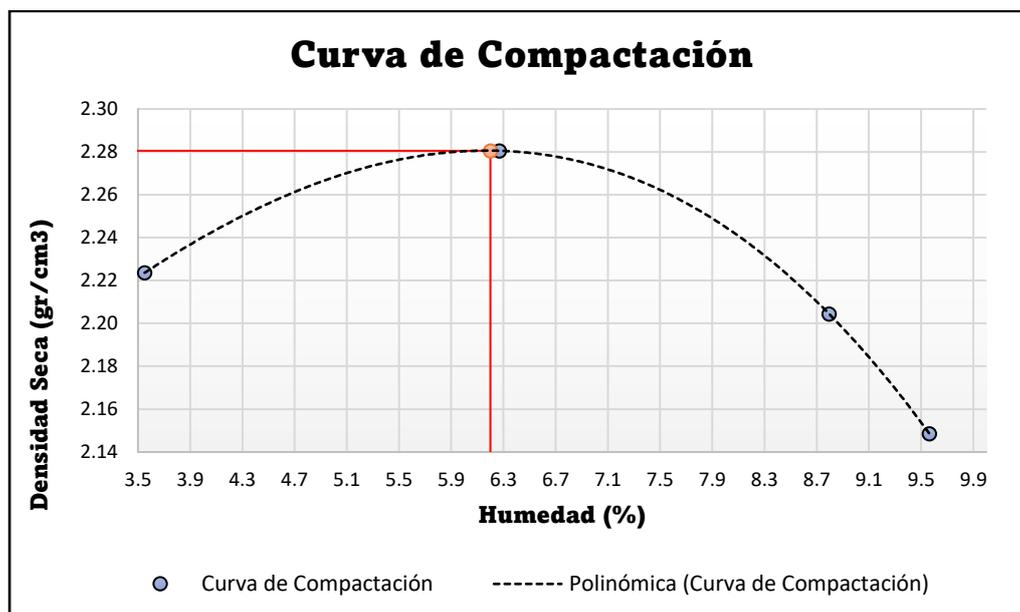


Tabla 138. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°05



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado												
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)												
Fecha:	14/05/2023												
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa												
DATOS PRELIMINARES													
Datos del Molde				Método de la Compactación				Tipo C					
Diámetro	cm	15.24		N.º de Capas				5					
Altura	cm	11.64		Molde				6"					
Volumen	cm³	2123.31											
Peso del Molde	gr	2882.10											
DENSIDAD HÚMEDA													
Número de muestras	Nº	1		2		3		4					
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7771.90		7928.60		7838.20		7814.80					
Peso molde	gr	2882.10		2882.10		2882.10		2882.10					
Peso suelo húmedo	gr	4889.80		5046.50		4956.10		4932.70					
Volumen del molde	cm³	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31					
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³	2.30		2.38		2.33		2.32					
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	Nº	T-10	T-11	T-12	V-04	V-06	V-05	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
Peso suelo húmedo + Tara	gr	111.984	133.562	136.113	98.085	103.210	101.759	72.846	71.000	84.204	68.571	76.404	77.574
Peso suelo seco + Tara	gr	110.080	130.495	133.138	94.165	98.944	97.159	67.828	65.420	77.067	61.747	70.161	70.553
Peso de la tara	gr	73.555	55.330	54.681	51.532	56.004	46.954	19.040	18.100	18.060	19.020	18.590	19.270
Peso de agua	gr	1.904	3.067	2.975	3.920	4.266	4.600	5.018	5.580	7.137	6.824	6.243	7.021
Peso de suelo seco	gr	36.525	75.165	78.457	42.633	42.940	50.205	48.788	47.320	59.007	42.727	51.571	51.283
Humedad	%	4.179		9.417		11.433		13.799					

Densidad Suelo Seco	gr/cm3	2.211	2.172	2.095	2.041
Densidad Máxima Seca (gr/cm3)		2.2520			
Humedad Óptima (%)		6.1000			

Figura 58. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°05

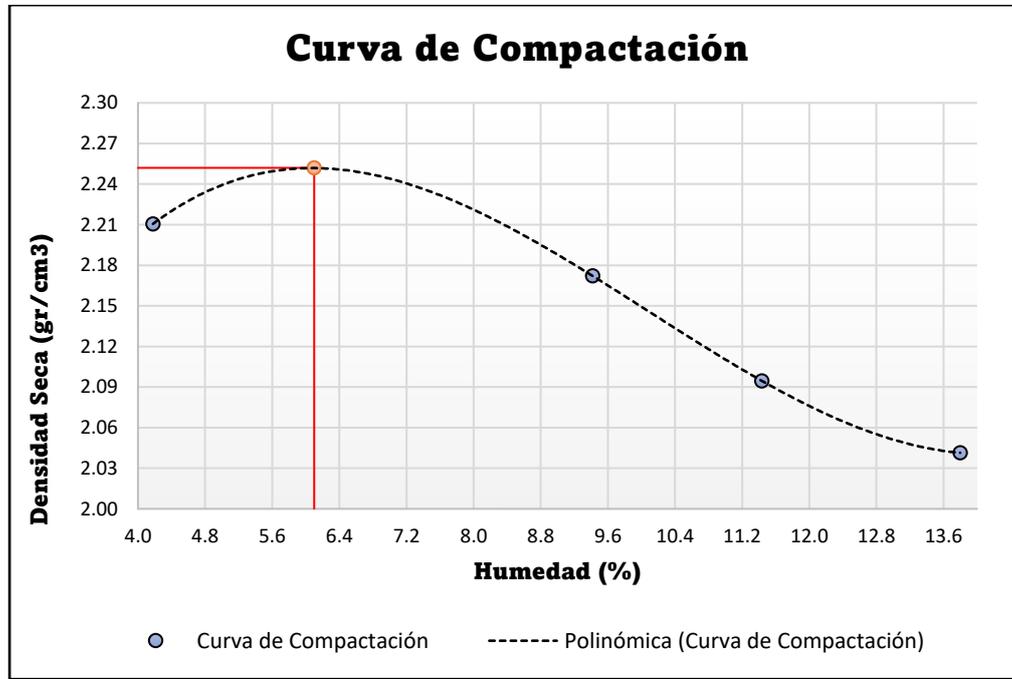


Tabla 139. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm3	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	N°	1	2	3	4								
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7535.00	7867.70	7754.10	7547.40								
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10								
Peso suelo húmedo	gr	4652.90	4985.60	4872.00	4665.30								
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31								
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.19	2.35	2.29	2.20								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	V-01	V-02	V-03	V-04	V-05	V-06	B-12	B-11	B-10	B-09	B-08	B-07
Peso suelo húmedo + Tara	gr	113.104	97.037	115.202	136.510	114.852	129.475	75.437	73.816	75.631	78.088	70.102	73.968
Peso suelo seco + Tara	gr	109.278	93.525	111.470	130.491	109.015	124.499	68.879	68.041	69.675	70.644	63.339	66.526
Peso de la tara	gr	50.220	44.619	50.080	51.532	46.954	56.004	15.830	14.530	15.510	15.300	11.660	15.810
Peso de agua	gr	3.826	3.512	3.732	6.019	5.837	4.976	6.558	5.775	5.956	7.444	6.763	7.442
Peso de suelo seco	gr	59.058	48.906	61.390	78.959	62.061	68.495	53.049	53.511	54.165	55.344	51.679	50.716
Humedad	%	6.537			8.034			11.379			13.725		
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³	2.057			2.173			2.060			1.932		
Densidad Máxima Seca (gr/cm³)					2.1810								
Humedad Optima (%)					8.6000								

Figura 59. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°06

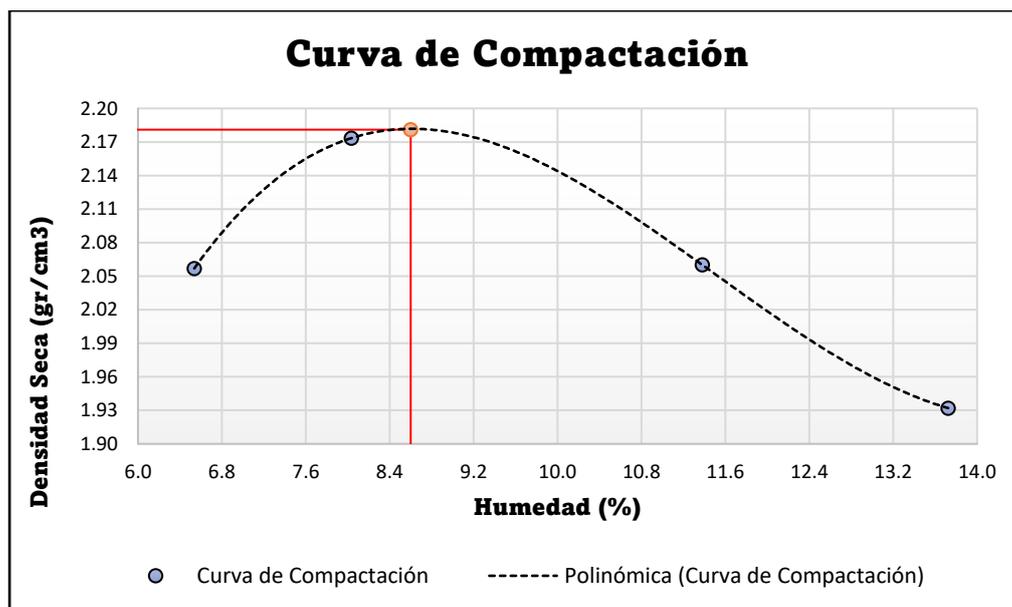


Tabla 140. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°07



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	14/05/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7795.80	7979.90	7956.00	7857.20
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10
Peso suelo húmedo	gr	4913.70	5097.80	5073.90	4975.10
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.31	2.40	2.39	2.34

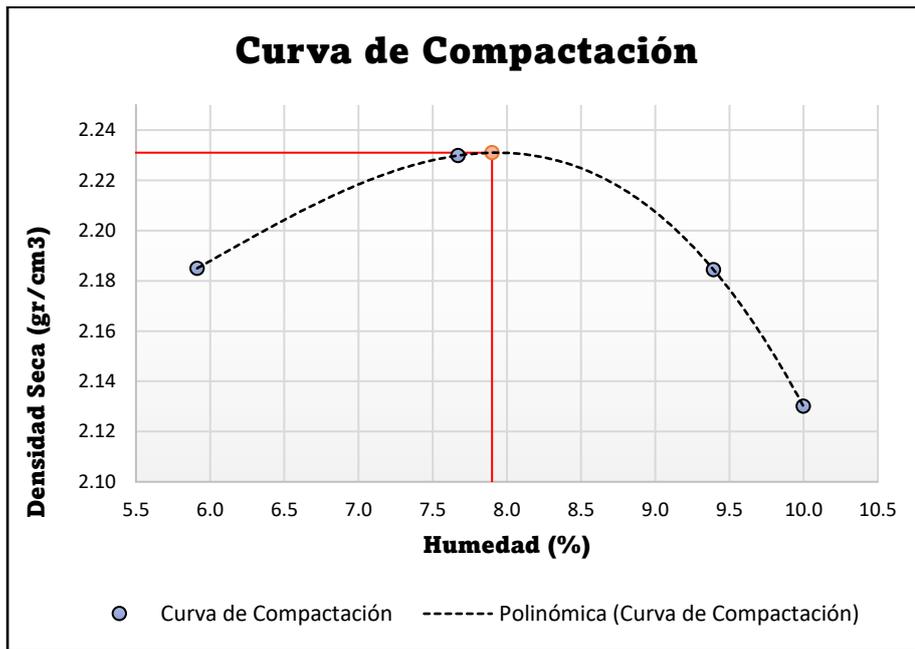
CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente	Nº	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
Peso suelo húmedo + Tara	gr	73.760	80.352	77.206	69.236	61.472	95.442	65.004	73.258	81.633	92.542	86.837	87.289
Peso suelo seco + Tara	gr	71.114	76.351	74.033	65.571	58.164	90.169	60.859	68.885	76.010	85.468	80.863	81.269
Peso de la tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250	19.040	18.100	18.060	19.020	18.590	19.270
Peso de agua	gr	2.646	4.001	3.173	3.665	3.308	5.273	4.145	4.373	5.623	7.074	5.974	6.020
Peso de suelo seco	gr	52.834	58.051	55.203	47.401	40.344	71.919	41.819	50.785	57.950	66.448	62.273	61.999
Humedad	%	5.913				7.670			9.393			9.998	
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³	2.185				2.230			2.184			2.130	

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) **2.2310**

Humedad Optima (%) **7.9000**

Figura 60. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°07



4.1.2.2. Procesamiento de datos de Ensayo (CBR) de las siete calicatas

Tabla 141. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°01

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	10/07/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco Espaciador
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.308	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	
Contenido de humedad óptimo	6.65	Altura de caída	45.82cm	5	4.9 cm
Nº de Capas	5				
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09				49.63 mm
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm3	2353.15	2353.15	2353.15	

Peso de molde	gr	6360.00			7114.70			6403.00		
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11876.20			12758.10			12148.90		
Peso de suelo húmedo	gr	5516.20			5643.40			5745.90		
Densidad húmeda	gr/cm3	2.34			2.40			2.44		
Tara N°	N°	V-04	V-05	V-06	B-01	B-02	B-03	V-03	V-02	V-01
Tara + Suelo húmedo	gr	117.521	96.973	116.857	72.175	59.595	57.564	118.120	98.013	116.515
Tara + Suelo seco	gr	113.348	93.675	112.595	67.634	56.392	54.091	113.274	94.148	111.838
Peso de agua	gr	4.173	3.298	4.262	4.541	3.203	3.473	4.846	3.865	4.677
Peso de tara	gr	51.532	46.954	56.004	12.070	15.690	11.720	50.080	44.619	50.220
Peso de suelo seco	gr	61.816	46.721	56.591	55.564	40.702	42.371	63.194	49.529	61.618
% de humedad	%	6.751	7.059	7.531	8.173	7.869	8.197	7.668	7.804	7.590
% de humedad promedio	%	7.114			8.080			7.687		
Densidad Seca	gr/cm3	2.188			2.219			2.267		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	4.00	0.08	5.00	0.10	3.00	0.06
2	48	4.00	0.08	7.00	0.14	5.00	0.10
3	72	4.00	0.08	7.00	0.14	5.00	0.10
4	96	4.00	0.08	9.00	0.18	8.00	0.16

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)			
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)			
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00			
0.0250	0.63		5	15.6	8	25.21	14	44.44			
0.0500	1.27		10	31.6	18	57.25	35	111.68			
0.0750	1.9		19	60.5	32	102.08	53	169.27			
0.1000	2.54	1000	33	105.3 10.53	47	150.08 15.01	70	223.61 22.36			
0.1250	3.17		48	153.3	62	198.04	88	281.10			
0.1500	3.81		62	198.0	80	255.56	102	325.78			
0.2000	5.08	1500	85	271.5 18.10	112	357.68 23.85	136	434.16 28.94			
0.3000	7.62	1900	123	392.7 20.67	165	526.47 27.71	201	640.88 33.73			
0.4000	10.16	2300	153	488.3 21.23	216	688.49 29.93	272	865.94 37.65			
0.5000	12.7	2600	178	567.8 21.84	260	827.96 31.84	346	1099.70 42.30			
California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%		11.13 %								
	CBR al 100%		28.70 %								

Figura 61. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°01

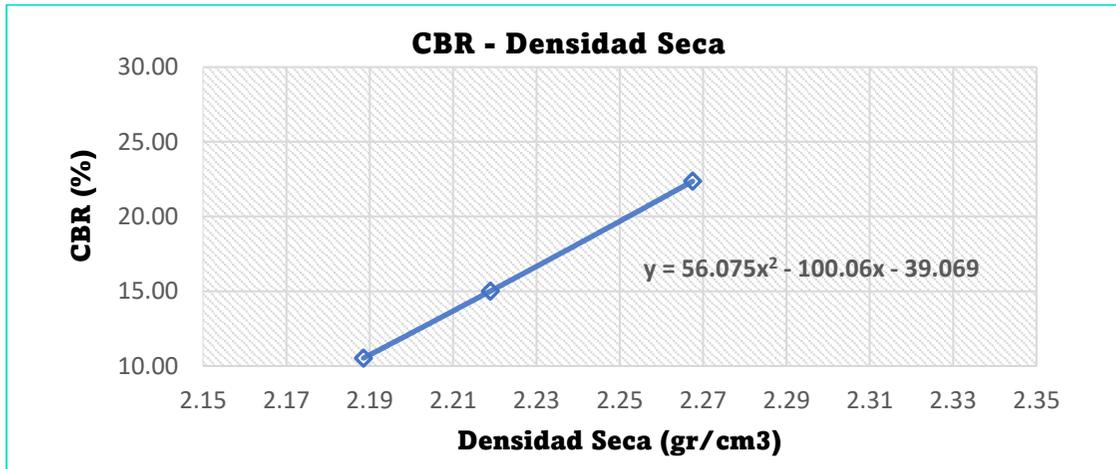


Figura 62. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°01

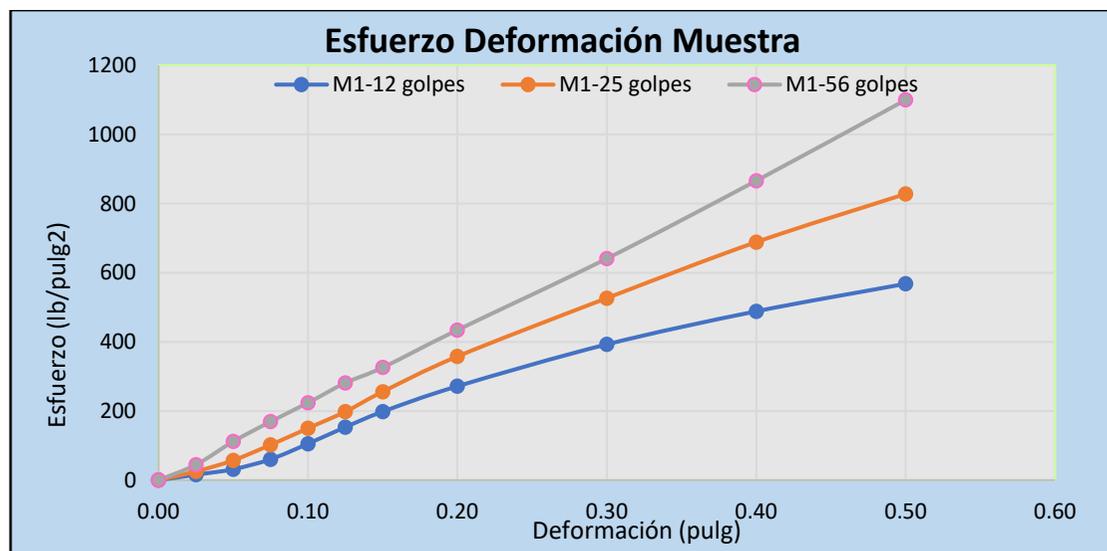


Tabla 142. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°02



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	11/07/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa
DATOS PRELIMINARES	

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco					
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.317	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	Espaciador					
Contenido de humedad óptimo	6.80	Altura de Caída	45.82cm	5	4.9 cm					
Nº de Capas	5									
Datos del Equipo de Penetración										
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)					Diámetro del pistón				
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09					49.63 mm				
COMPACTACIÓN										
Nº de Golpes por Capa	Nº	12		25		56				
Altura del molde	cm	17.80		17.80		17.80				
Diámetro de molde	cm	15.24		15.24		15.24				
Volumen de molde	cm3	2353.15		2353.15		2353.15				
Peso de molde	gr	5963.30		7098.70		6228.90				
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado		No Saturado		No Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11225.80		12572.50		11915.30				
Peso de suelo húmedo	gr	5262.50		5473.80		5686.40				
Densidad húmeda	gr/cm3	2.24		2.33		2.42				
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	72.255	72.327	68.640	77.954	82.238	75.596	66.905	78.095	63.162
Tara + Suelo seco	gr	69.587	68.646	65.901	74.187	78.315	72.248	63.982	74.889	60.862
Peso de agua	gr	2.668	3.681	2.739	3.767	3.923	3.348	2.923	3.206	2.300
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.470
Peso de suelo seco	gr	51.307	50.346	47.071	55.987	60.655	54.228	45.512	55.469	42.392
% de humedad	%	5.200	7.311	5.819	6.728	6.468	6.174	6.422	5.780	5.426
% de humedad promedio	%	6.110		6.457		5.876				
Densidad Seca	gr/cm3	2.108		2.185		2.282				

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	19.00	0.37	42.00	0.83	17.00	0.33
2	48	20.00	0.39	42.00	0.83	22.00	0.43
3	72	21.00	0.41	42.00	0.83	25.00	0.49
4	96	21.50	0.42	42.00	0.83	26.00	0.51

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)			
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)			
0.0000	0		0	0.0	0	0.00		0	0.00		
0.0250	0.63		5.5	17.2	6	18.80		7	22.01		
0.0500	1.27		10	31.6	12	38.03		22	70.06		
0.0750	1.9		16	50.8	20	63.66		45	143.68		
0.1000	2.54	1000	22	70.1	7.01	35	111.68	11.17	79	252.36	25.24
0.1250	3.17		28	89.3		42	134.08		108	344.92	
0.1500	3.81		32	102.1		49	156.48		134	427.79	
0.2000	5.08	1500	42	134.1	8.94	60	191.65	12.78	173	551.91	36.79
0.3000	7.62	1900	58	185.3	9.75	83	265.14	13.95	229	729.73	38.41
0.4000	10.16	2300	71	226.8	9.86	95	303.44	13.19	274	872.27	37.92
0.5000	12.7	2600	77	246.0	9.46	110	351.30	13.51	322	1023.98	39.38

California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%	12.81 %
	CBR al 100%	32.61 %

Figura 63. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°02



Figura 64. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°02

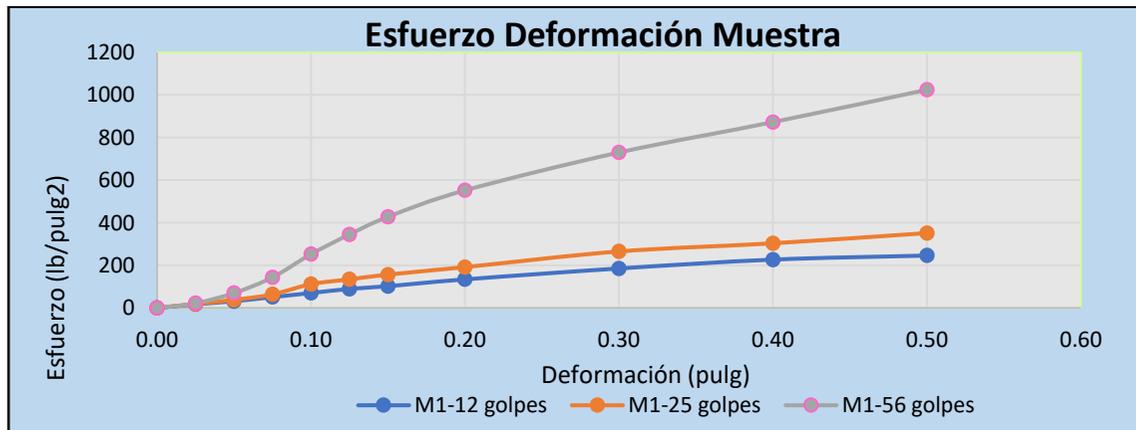


Tabla 143. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°03

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)			
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo			
Fecha:	12/07/2023			
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
DATOS PRELIMINARES				
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.224	Espaciador	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	8.4	4.9 cm	45.82cm	5
Nº de Capas	5			Espaciador
				4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración				
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)			Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09			49.63 mm
COMPACTACIÓN				
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24
Volumen de molde	cm3	2353.15	2353.15	2353.15
Peso de molde	gr	5963.30	7098.70	6228.90
CONDICION DE LA MUESTRA	No Saturado		No Saturado	No Saturado

Peso molde + Suelo húmedo	gr	11385.00		12749.30				12181.70		
Peso de suelo húmedo	gr	5421.70		5650.60				5952.80		
Densidad húmeda	gr/cm3	2.30		2.40				2.53		
Tara N°	N°	B-07	B-12	B-11	B-06	B-01	B-02	B-03	B-05	B-10
Tara + Suelo húmedo	gr	67.880	65.399	56.339	82.472	75.935	73.832	75.115	83.082	79.752
Tara + Suelo seco	gr	63.353	61.294	52.285	75.760	70.178	68.514	69.062	76.771	74.065
Peso de agua	gr	4.527	4.105	4.054	6.712	5.757	5.318	6.053	6.311	5.687
Peso de tara	gr	15.810	15.830	14.530	15.400	12.070	15.690	11.720	15.720	15.510
Peso de suelo seco	gr	47.543	45.464	37.755	60.360	58.108	52.824	57.342	61.051	58.555
% de humedad	%	9.522	9.029	10.738	11.120	9.907	10.067	10.556	10.337	9.712
% de humedad promedio	%	9.763		10.365				10.202		
Densidad Seca	gr/cm3	2.099		2.176				2.296		

		Expansión					
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	3.00	0.06	6.00	0.12	7.00	0.14
2	48	5.00	0.10	9.00	0.18	11.00	0.22
3	72	5.00	0.10	9.00	0.18	11.00	0.22
4	96	5.00	0.10	9.00	0.18	11.00	0.22

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)			Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)		
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)		Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)		Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	
0.0000	0		0	0.0		0	0.00		0	0.00	
0.0250	0.63		4	12.4		7	22.01		11	34.83	
0.0500	1.27		8	25.2		12	38.03		23	73.27	
0.0750	1.9		12	38.0		20	63.66		37	118.09	
0.1000	2.54	1000	17	54.0	5.40	29	92.48	9.25	51	162.87	16.29
0.1250	3.17		22	70.1		40	127.69		62	198.04	
0.1500	3.81		27	86.1		49	156.48		78	249.17	
0.2000	5.08	1500	38	121.3	8.09	68	217.22	14.48	104	332.16	22.14
0.3000	7.62	1900	65	207.6	10.93	101	322.59	16.98	145	462.83	24.36
0.4000	10.16	2300	89	284.3	12.36	125	399.12	17.35	175	558.27	24.27
0.5000	12.7	2600	114	364.1	14.00	149	475.56	18.29	204	650.41	25.02
California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%		6.05 %								
	CBR al 100%		11.93 %								

Figura 65. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°03

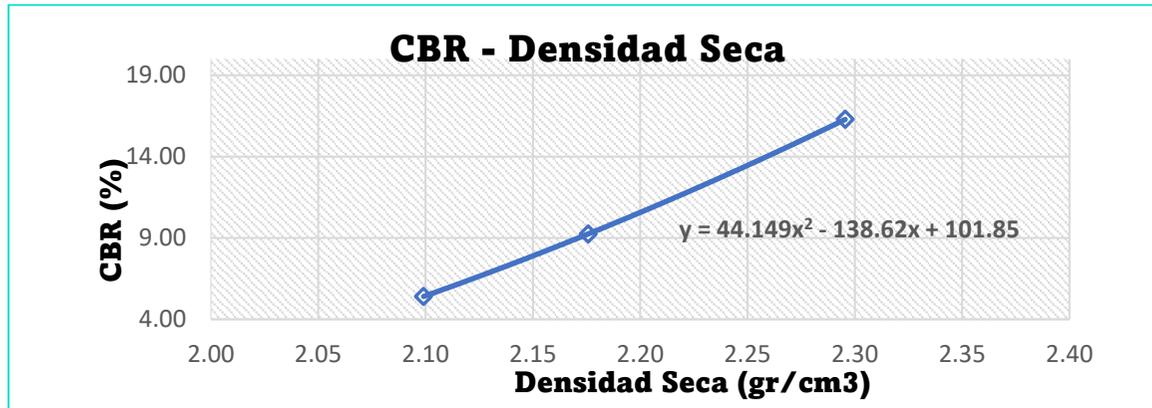


Figura 66. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°03

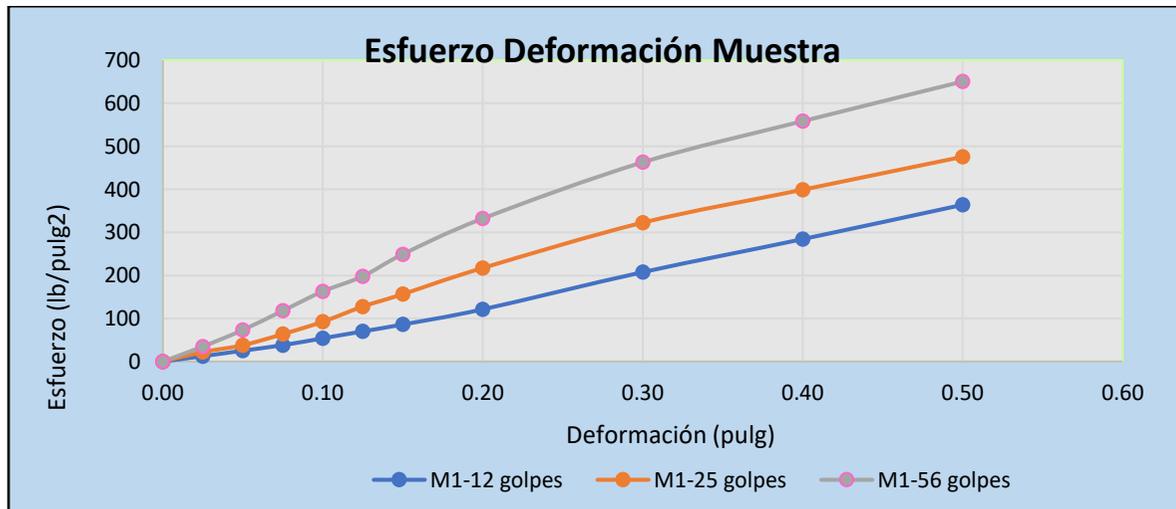


Tabla 144. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°04

 <p>Universidad Continental</p>		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	13/07/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.2805	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	Espaciador
Contenido de humedad óptimo	6.2	Altura de Caída	45.82cm	5	4.9 cm
Nº de Capas	5				
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09				49.63 mm
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm ³	2353.15	2353.15	2353.15	
Peso de molde	gr	6360.00	6403.00	7114.70	

CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado				No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11448.10				11815.5			12928.30		
Peso de suelo húmedo	gr	5088.10				5412.50			5813.60		
Densidad húmeda	gr/cm3	2.16				2.30			2.47		
Tara N°	N°	C-16	C-17	C-18	C-13	C-14	C-15	C-10	C-11	C-12	
Tara + Suelo húmedo	gr	73.040	78.570	73.196	65.226	76.694	78.456	63.459	63.592	74.094	
Tara + Suelo seco	gr	69.086	75.263	70.160	61.551	73.145	74.786	61.039	61.132	71.214	
Peso de agua	gr	3.954	3.307	3.036	3.675	3.549	3.670	2.420	2.460	2.880	
Peso de tara	gr	19.020	18.590	19.270	19.040	18.100	18.060	18.170	17.820	18.250	
Peso de suelo seco	gr	50.066	56.673	50.890	42.511	55.045	56.726	42.869	43.312	52.964	
% de humedad	%	7.898	5.835	5.966	8.645	6.447	6.470	5.645	5.680	5.438	
% de humedad promedio	%	6.566				7.187			5.587		
Densidad Seca	gr/cm3	2.029				2.146			2.340		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Dia	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	21.00	0.41	29.00	0.57	34.00	0.67
2	48	22.50	0.44	30.00	0.59	35.00	0.69
3	72	23.00	0.45	31.00	0.61	36.00	0.71
4	96	24.00	0.47	32.00	0.63	37.00	0.73

Penetración				
Pulgada	Milímetro	Molde N.º 01 (12)	Molde N.º 02 (25)	Molde N.º 03 (56)

		Presión patrón (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00
0.0250	0.63		1.5	4.4	3	9.19	5	15.60
0.0500	1.27		4	12.4	7	22.01	10	31.62
0.0750	1.9		5	15.6	10	31.62	15	47.64
0.1000	2.54	1000	7	22.0 2.20	15	47.64 4.76	22	70.06 7.01
0.1250	3.17		9.5	30.0	22	70.06	35	111.68
0.1500	3.81		11	34.8	30	95.68	51	162.87
0.2000	5.08	1500	14	44.4 2.96	47	150.08 10.01	78	249.17 16.61
0.3000	7.62	1900	20	63.7 3.35	73	233.20 12.27	125	399.12 21.01
0.4000	10.16	2300	24	76.5 3.32	95	303.44 13.19	161	513.75 22.34
0.5000	12.7	2600	29	92.5 3.56	110	351.30 13.51	195	621.83 23.92
California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%		5.12 %					
	CBR al 100%		6.59 %					

Figura 67. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°04

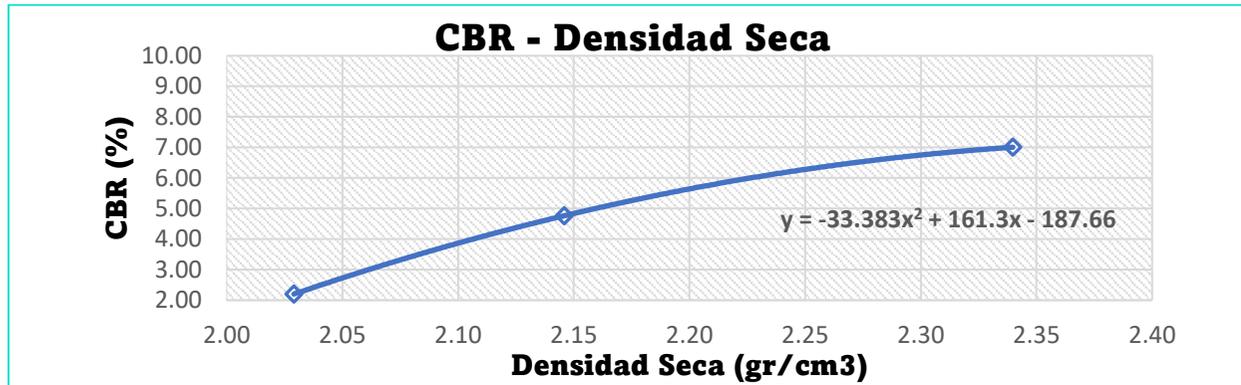


Figura 68. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°04

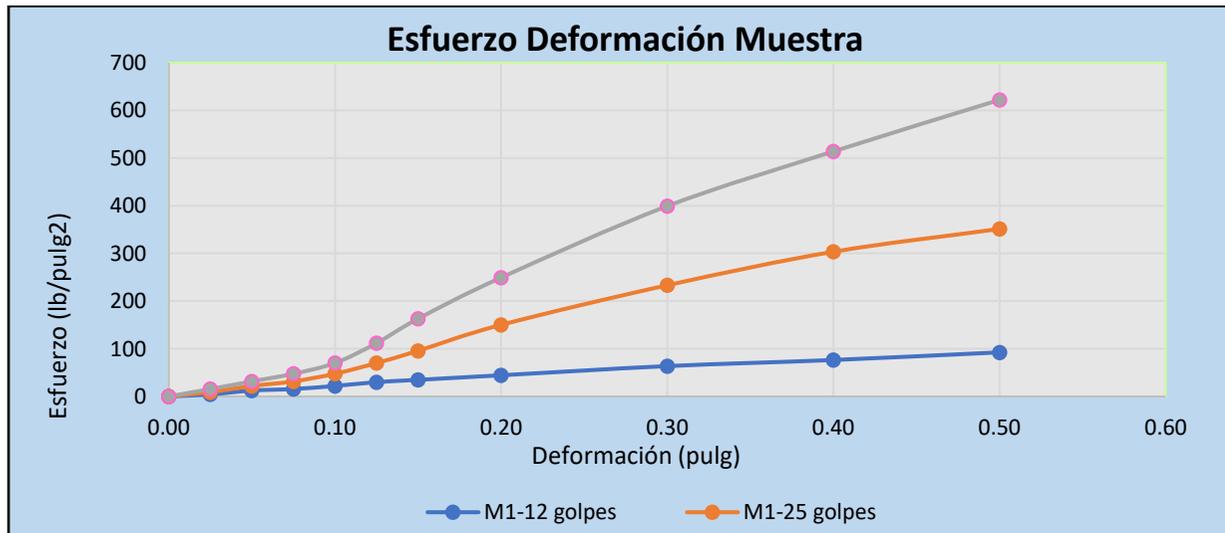


Tabla 145. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°05



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)		
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo		
Fecha:	14/07/2023		
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa		
DATOS PRELIMINARES			
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación	
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.252	Masa de la Pesa	4.57 kg
Contenido de humedad óptimo	6.1	Altura de Caída	45.82cm
N° de Capas	5	N.º Capas	5
		Disco Espaciador	4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración			
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09		Diámetro del pistón 49.63 mm
COMPACTACIÓN			
N° de Golpes por Capa	N°	12	25
Altura del molde	cm	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24
Volumen de molde	cm3	2353.15	2353.15
Peso de molde	gr	6228.90	7098.70
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11246.00	12324.40
Peso de suelo húmedo	gr	5017.10	5225.70
			5461.30

Densidad húmeda	gr/cm3	2.13					2.22			2.32	
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03	
Tara + Suelo húmedo	gr	60.487	71.323	72.399	75.872	73.256	74.168	63.904	64.587	83.140	
Tara + Suelo seco	gr	58.237	68.576	69.426	72.681	70.032	70.624	61.196	62.009	79.376	
Peso de agua	gr	2.250	2.747	2.973	3.191	3.224	3.544	2.708	2.578	3.764	
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140	
Peso de suelo seco	gr	39.957	50.276	50.596	54.481	52.372	52.604	42.726	42.589	61.236	
% de humedad	%	5.631	5.464	5.876	5.857	6.156	6.737	6.338	6.053	6.147	
% de humedad promedio	%	5.657					6.250			6.179	
Densidad Seca	gr/cm3	2.018					2.090			2.186	

		Expansión					
Tiempo Dia	Tiempo Dia	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	24	26	0.51	17	0.33	55	1.08
2	48	27	0.53	17	0.33	57	1.12
3	72	27	0.53	18	0.35	57	1.12
4	96	28	0.55	19	0.37	58	1.14

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)			Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)		
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)		Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)		Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	
0.0000	0		0	0.0		0	0.00		0	0.00	
0.0250	0.63		1.5	4.4		2	5.98		1.5	4.38	
0.0500	1.27		3	9.2		5	15.60		6	18.80	
0.0750	1.9		5	15.6		8	25.21		11	34.83	
0.1000	2.54	1000	7	22.0	2.20	12	38.03	3.80	16	50.85	5.08
0.1250	3.17		10.5	33.2		22	70.06		26	82.87	
0.1500	3.81		11.5	36.4		31	98.88		39	124.49	
0.2000	5.08	1500	15	47.6	3.18	45	143.68	9.58	67	214.02	14.27
0.3000	7.62	1900	23	73.3	3.86	73	233.20	12.27	119	379.99	20.00
0.4000	10.16	2300	31	98.9	4.30	102	325.78	14.16	156	497.84	21.65
0.5000	12.7	2600	40	127.7	4.91	126	402.31	15.47	194	618.65	23.79
California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%		4.58 %								
	CBR al 100%		5.41 %								

Figura 69. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°05

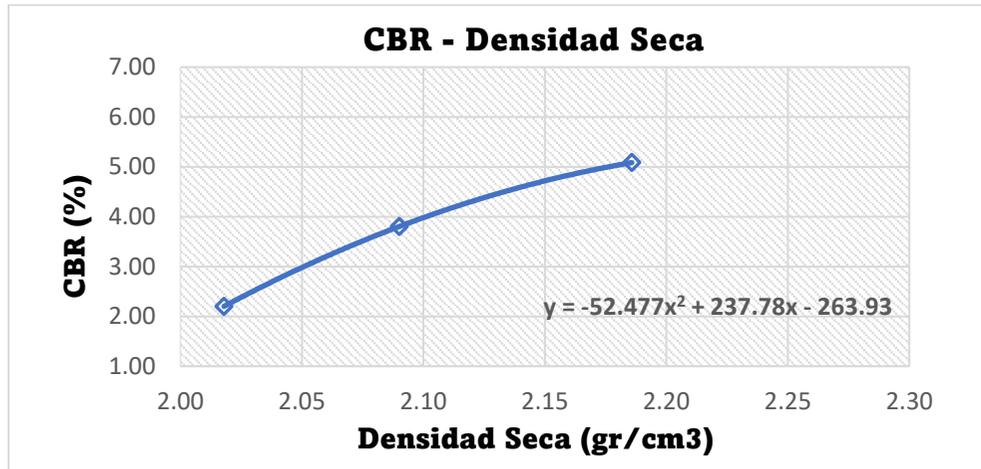


Figura 70. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°05

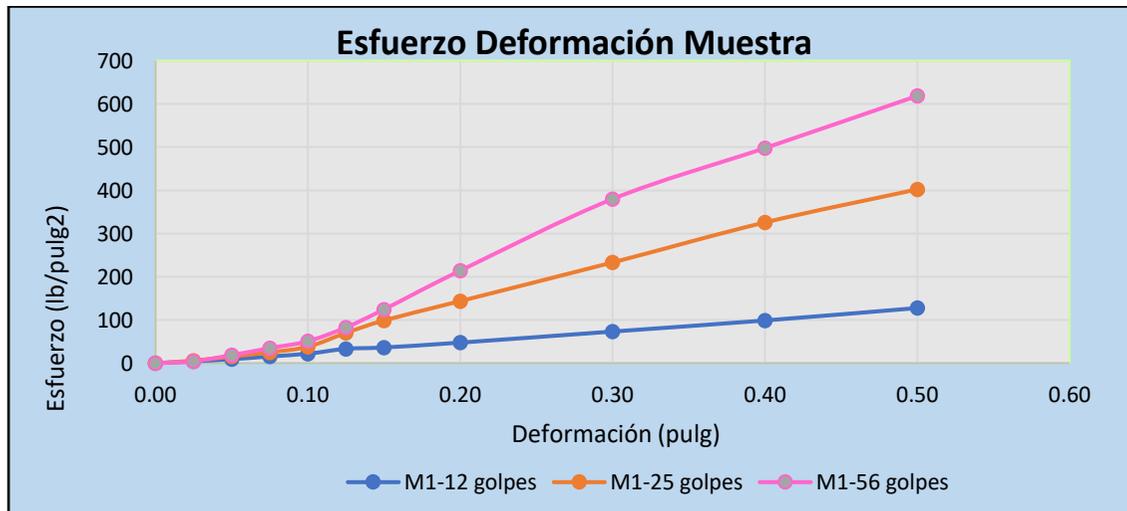


Tabla 146. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°06

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)			
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo			
Fecha:	15/07/2023			
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa			
DATOS PRELIMINARES				
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.181	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	8.6	Altura de Caída	45.82cm	5
Nº de Capas	5			Espaciador
				4.9 cm
Datos del Equipo de Penetración				
Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09			Diámetro del pistón
				49.63 mm
COMPACTACIÓN				
Nº de Golpes por Capa	#	12	25	56
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24
Volumen de molde	cm3	2353.15	2353.15	2353.15
Peso de molde	gr	6360.00	6403.00	7114.70
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado	No Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11214.50	11474.80	12520.10

Peso de suelo húmedo	gr	4854.50					5071.80			5405.40	
Densidad húmeda	gr/cm3	2.06					2.16			2.30	
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03	
Tara + Suelo húmedo	gr	71.384	72.482	71.295	76.626	68.380	75.419	75.455	80.820	85.480	
Tara + Suelo seco	gr	67.326	68.110	66.678	71.770	64.185	71.445	71.915	75.910	79.646	
Peso de agua	gr	4.058	4.372	4.617	4.856	4.195	3.974	3.540	4.910	5.834	
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140	
Peso de suelo seco	gr	49.046	49.810	47.848	53.570	46.525	53.425	53.445	56.490	61.506	
% de humedad	%	8.274	8.777	9.649	9.065	9.017	7.438	6.624	8.692	9.485	
% de humedad promedio	%	8.900					8.507			8.267	
Densidad Seca	gr/cm3	1.894					1.986			2.122	

		Expansión					
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	25.00	0.49	31.00	0.61	34.00	0.67
2	48	26.50	0.52	32.00	0.63	36.00	0.71
3	72	29.50	0.58	33.00	0.65	40.00	0.79
4	96	30.00	0.59	34.00	0.67	41.00	0.81

		Penetración						
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00
0.0250	0.63		6	18.8	5.5	17.20	8	25.21
0.0500	1.27		10	31.6	17	54.05	21	66.86

0.0750	1.9		14	44.4		27	86.07		39	124.49	
0.1000	2.54	1000	18	57.3	5.73	41	130.88	13.09	57	182.06	18.21
0.1250	3.17		22	70.1		55	175.67		74	236.39	
0.1500	3.81		25	79.7		71	226.81		89	284.29	
0.2000	5.08	1500	32	102.1	6.81	101	322.59	21.51	115	367.24	24.48
0.3000	7.62	1900	40	127.7	6.72	146	466.01	24.53	175	558.27	29.38
0.4000	10.16	2300	50	159.7	6.94	167	532.83	23.17	217	691.67	30.07
0.5000	12.7	2600	57	182.1	7.00	189	602.77	23.18	261	831.12	31.97

California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%	17.12 %
	CBR al 100%	18.30 %

Figura 71. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°06

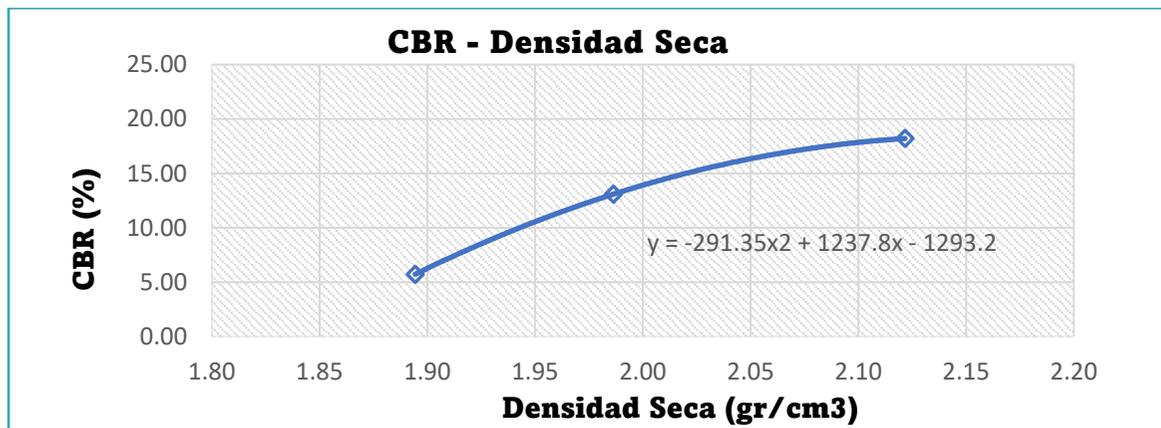


Figura 72. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°06

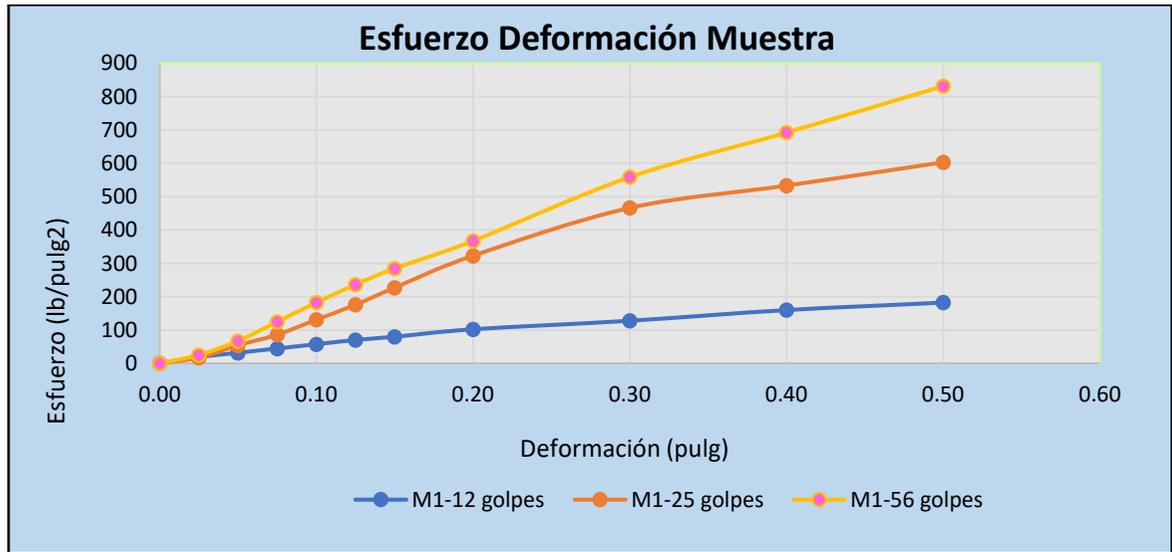


Tabla 147. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°07

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	16/07/2023

Tesista:		Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa									
DATOS PRELIMINARES											
Datos del Proctor Modificado			Energía de Compactación					Disco			
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.231		Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas		Espaciador				
Contenido de humedad óptimo	7.9		Altura de Caída	45.82cm	5		4.9 cm				
Nº de Capas	5										
Datos del Equipo de Penetración											
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)						Diámetro del pistón				
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09						49.63 mm				
COMPACTACIÓN											
Nº de Golpes por Capa	#	12			25			56			
Altura del molde	cm	17.80			17.80			17.80			
Diámetro de molde	cm	15.24			15.24			15.24			
Volumen de molde	cm3	2353.15			2353.15			2353.15			
Peso de molde	gr	6228.90			7099.80			5963.30			
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11209.40			12420.20			11485.00			
Peso de suelo húmedo	gr	4980.50			5320.40			5521.70			
Densidad húmeda	gr/cm3	2.12			2.26			2.35			
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03	
Tara + Suelo húmedo	gr	81.461	77.319	69.085	74.041	76.939	68.858	74.694	81.110	66.899	
Tara + Suelo seco	gr	76.803	73.270	65.118	70.138	72.936	65.018	70.667	77.267	63.778	
Peso de agua	gr	4.658	4.049	3.967	3.903	4.003	3.840	4.027	3.843	3.121	
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.280	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140	
Peso de suelo seco	gr	58.523	54.970	46.288	51.858	55.276	46.998	52.197	57.847	45.638	
% de humedad	%	7.959	7.366	8.570	7.526	7.242	8.171	7.715	6.643	6.839	
% de humedad promedio	%	7.965			7.646			7.066			
Densidad Seca	gr/cm3	1.960			2.100			2.192			

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	11.00	0.22	5.00	0.10	20.00	0.39
2	48	11.00	0.22	6.00	0.12	21.00	0.41
3	72	11.50	0.23	7.00	0.14	21.00	0.41
4	96	12.00	0.24	7.00	0.14	21.00	0.41

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)			
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)			
0.0000	0		0	0.0	0	0.00		0	0.00		
0.0250	0.63		3	9.2	8	25.21		10	31.62		
0.0500	1.27		8	25.2	25	79.67		42	134.08		
0.0750	1.9		13	41.2	53	169.27		76	242.78		
0.1000	2.54	1000	18	57.3	5.73	75	239.58	23.96	110	351.30	35.13
0.1250	3.17		20	63.7	91	290.68		150	478.74		
0.1500	3.81		26	82.9	108	344.92		184	586.88		
0.2000	5.08	1500	33	105.3	7.02	132	421.42	28.09	249	793.12	52.87
0.3000	7.62	1900	43	137.3	7.23	172	548.73	28.88	344	1093.39	57.55
0.4000	10.16	2300	55	175.7	7.64	205	653.58	28.42	407	1291.76	56.16
0.5000	12.7	2600	63	201.2	7.74	236	751.92	28.92	461	1461.32	56.20

California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%	26.34 %
	CBR al 100%	39.77 %

Figura 73. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°07

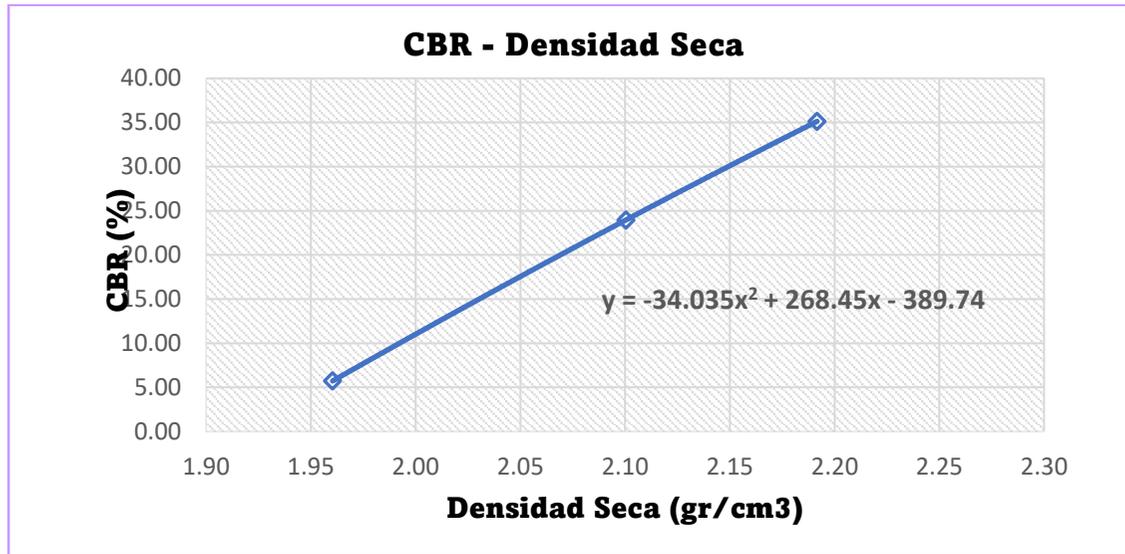
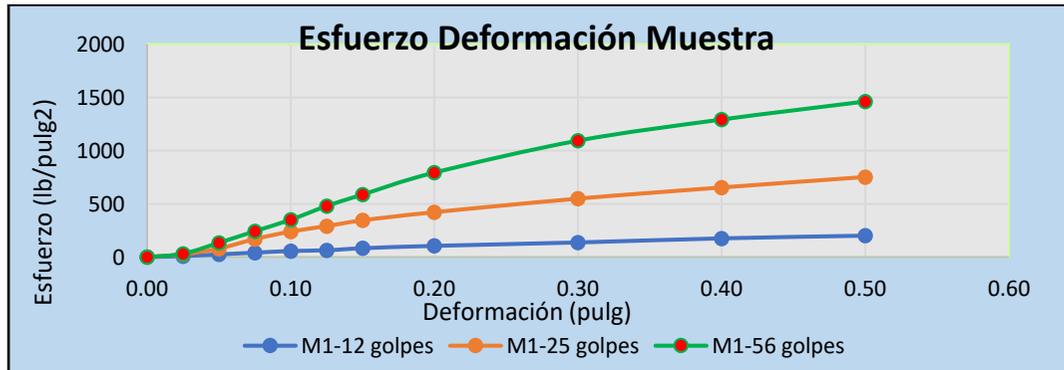


Figura 74. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°07

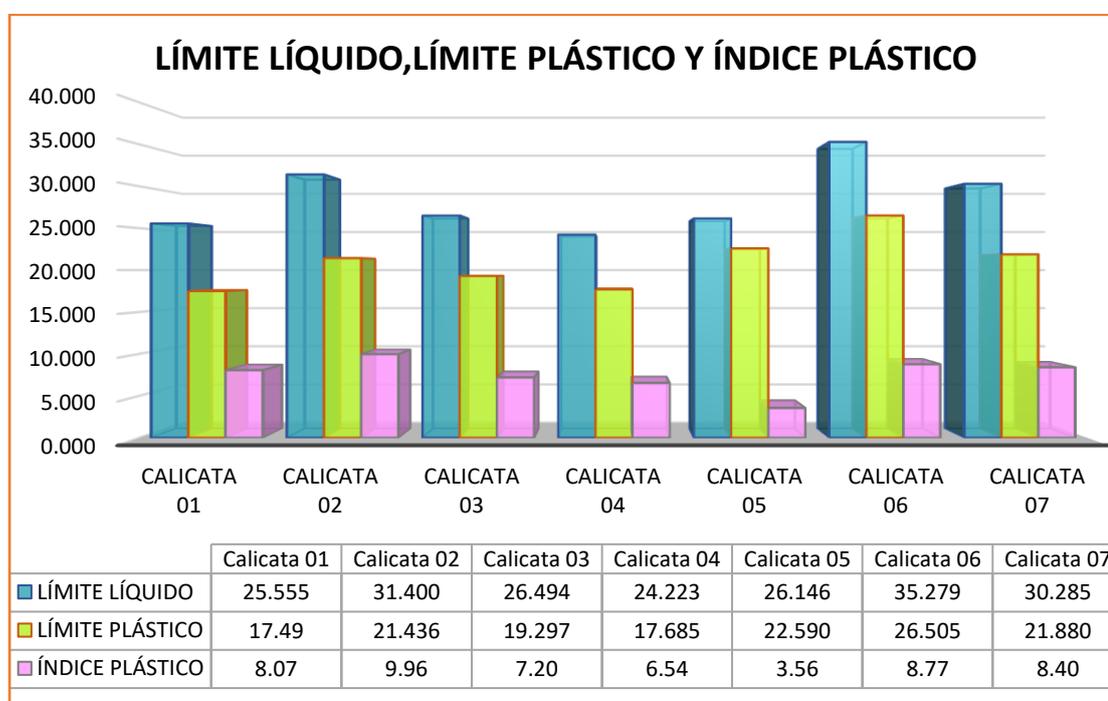


4.1.3. Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia de las siete calicatas

Tabla 148. Resumen de ensayos de límites de consistencia de las siete calicatas

Número	Muestras	Límite líquido (LL) %	Límite plástico (LP) %	Índice plástico (IP) %
1	Calicata 01	25.555	17.49	8.07
2	Calicata 02	31.400	21.436	9.96
3	Calicata 03	26.494	19.297	7.20
4	Calicata 04	24.223	17.685	6.54
5	Calicata 05	26.146	22.590	3.56
6	Calicata 06	35.279	26.505	8.77
7	Calicata 07	30.285	21.880	8.40

Figura 75. Gráfica de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad



Se observa en la figura 75 (Gráfico resumen de ensayo de límites de consistencia) nos muestra los valores de límite líquido por cada calicata, el cual tiene un mínimo de 25.55% que sería la calicata 01 y un máximo de 35.279% de la calicata 06.

Por otro lado, los valores de límite plástico oscilan entre un mínimo valor de 17.49% que sería la calicata 01 y un máximo de 26.505% de la calicata 06.

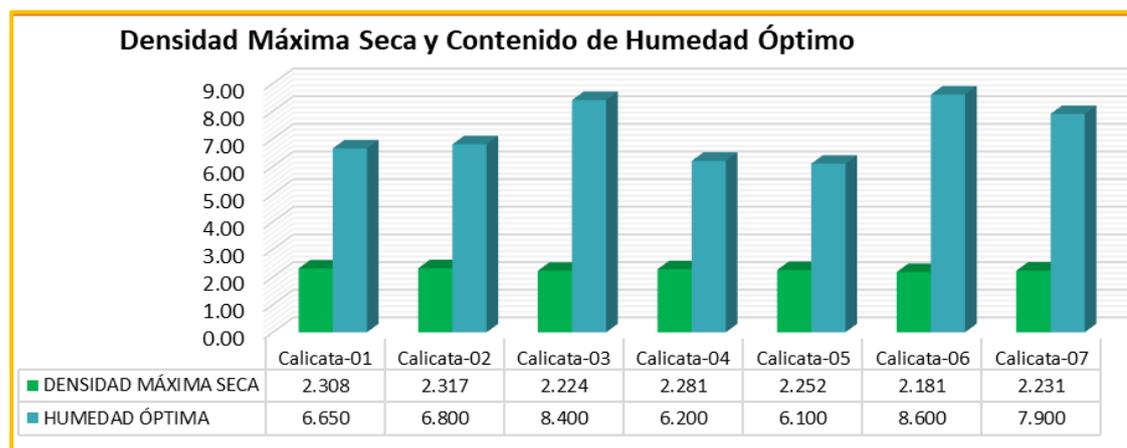
Así mismo, los valores de índice plasticidad oscilan entre un mínimo valor de 3.56% que sería la calicata 05 y un máximo de 9.96% de la calicata 02.

4.1.4. Resumen de ensayo Proctor modificado y CBR para determinar la calicata más crítico

Tabla 149. Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"

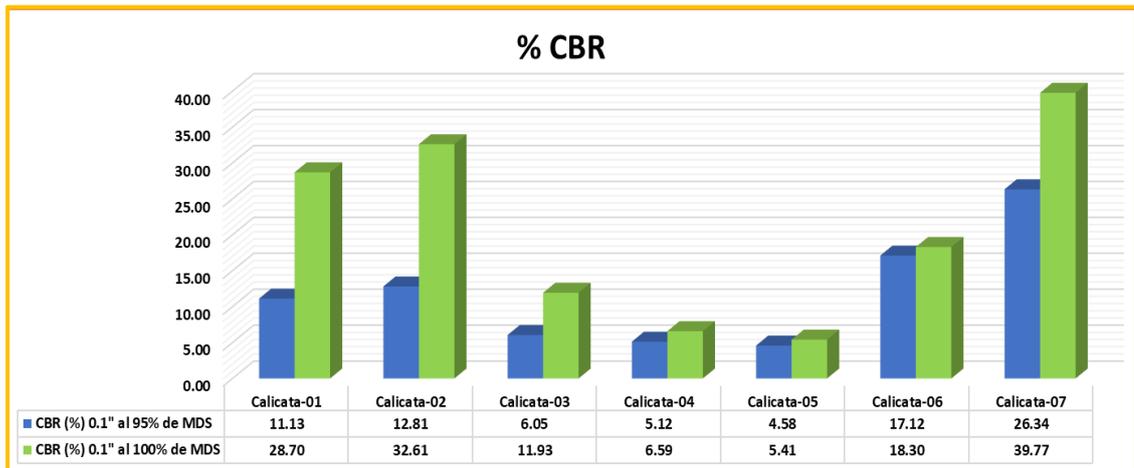
Muestras-Calicatas	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	Contenido de Humedad Óptimo %	CBR (%) 0.1" al 95% de MDS	CBR (%) 0.1" al 100% de MDS
Calicata-01	2.308	6.650	11.13	28.70
Calicata-02	2.317	6.800	12.81	32.61
Calicata-03	2.224	8.400	6.05	11.93
Calicata-04	2.281	6.200	5.12	6.59
Calicata-05	2.252	6.100	4.58	5.41
Calicata-06	2.181	8.600	17.12	18.30
Calicata-07	2.231	7.900	26.34	39.77

Figura 76. Gráfica de densidad máxima seca y Contenido de humedad óptimo



Se aprecia en la figura 70 (Gráfico de resumen de la prueba de compactación) nos muestra los valores de la densidad máxima seca por cada calicata, el cual tiene un mínimo de 2.181 gr/cm³ que sería la calicata 06 y un máximo de 2.317% gr/cm³ de la calicata 02. Por otro lado, los valores de Contenido de humedad óptimo oscilan entre un mínimo valor de 6.1% que sería la calicata 05 y un máximo de 8.6% de la calicata 06.

Figura 77. Gráfica de CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"



Se observa en la figura 77 (Gráfico resumen de Ensayo (CBR)) nos muestra los valores de CBR de 0.1" al 95% de la densidad máxima seca por cada calicata, en el cual se puede observar que la calicata 05 tiene un valor de 4.58%, así como al 100% de la densidad máxima seca que da como resultado de 5.41%, los cuales son muy bajos, es por esta razón que se optó por la calicata 05 para hacer las mejoras con los aditivos propuestos, ya que al mejorar la calicata más crítica, estaríamos garantizando la mejora de las demás calicatas de bajo valor de CBR.

Tabla 150. Cuadro resumen ensayo granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"

Ensayo de Laboratorio			Muestra						
			Calicata N° 01	Calicata N° 02	Calicata N° 03	Calicata N° 04	Calicata N° 05	Calicata N° 06	Calicata N° 07
Granulometría	Pasante de la malla N°	4	24.16 %	34.08 %	46.63 %	36.56 %	42.61 %	39.81 %	35.79 %
		10	16.63 %	26.54 %	36.48 %	27.94 %	35.05 %	33.81 %	28.29 %
		40	10.73 %	19.43 %	24.34 %	18.24 %	26.06 %	26.54 %	18.86 %
		200	9.22 %	16.30 %	19.47 %	15.26 %	20.53 %	22.46 %	13.28 %
Límites de consistencia	Límite Líquido (LL)		25.55 %	31.40 %	26.49 %	24.22 %	26.15 %	35.28 %	30.28 %
	Límite Plástico (LP)		17.49 %	21.44 %	19.30 %	17.68 %	22.59 %	26.51 %	21.88 %
	Índice de Plástico (IP)		8.07 %	9.96 %	7.20 %	6.54 %	3.56 %	8.77 %	8.40 %
Clasificación de suelos	SUCS		GP - GC	GC	GC	GM - GC	GM	GM	GC
	AASHTO		A - 2 - 4 --- 0						
Proctor Modificado	Método		C	C	C	C	C	C	C
	Óptimo Contenido de Humedad		6.65 %	6.80 %	8.40 %	6.20 %	6.10 %	8.60 %	7.90 %
	Densidad Máxima Seca		2.31 gr/cm3	2.32 gr/cm3	2.22 gr/cm3	2.28 gr/cm3	2.25 gr/cm3	2.18 gr/cm3	2.23 gr/cm3
California Bearing Ratio (0.1")	CBR al 95%		11.13 %	12.81 %	6.05 %	5.12 %	4.58 %	17.12 %	26.34 %
	CBR al 100%		28.70 %	32.61 %	11.93 %	6.59 %	5.41 %	18.30 %	39.77 %

Se observa en la Tabla 150 (Cuadro resumen de ensayo de Granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR), en este resumen se puede apreciar que los ensayos de granulometría y límites de consistencia, nos van a determinar los tipos de suelo que tenemos en el área de estudio, los cuales según el método AASHTO resulta grupo A-2 y sub grupo A-2-4 con el índice de grupo cero, el cual nos indica que el suelo es **gravas y arenas limosas o arcillosas**, según el método SUCS, resulta **grava** con arcilla o limo de baja plasticidad en su mayoría.

4.1.5. Resultados de ensayo de laboratorio con los aditivos cemento tipo IP y aditivo Sika

4.1.5.1. Resultado de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento IP y Sika

Tabla 151. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 5% de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M-1	M-2	M-3	M-4
Código de cápsula	Cod	A-01	A-02	A-03	A-07
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	23.203	22.838	18.140	24.723
Peso de capsula + Suelo seco	gr	19.909	19.714	15.917	21.834
Peso del agua	gr	3.294	3.124	2.223	2.889
Peso de cápsula	gr	8.05	8.08	7.88	11.29
Peso del suelo seco	gr	11.859	11.634	8.037	10.544
Número de golpes	n*	15	23	29	35
Contenido de Humedad	%	27.78 %	26.85 %	27.66 %	27.40 %

Figura 78. Gráfica del límite líquido, suelo natural más 5% de cemento

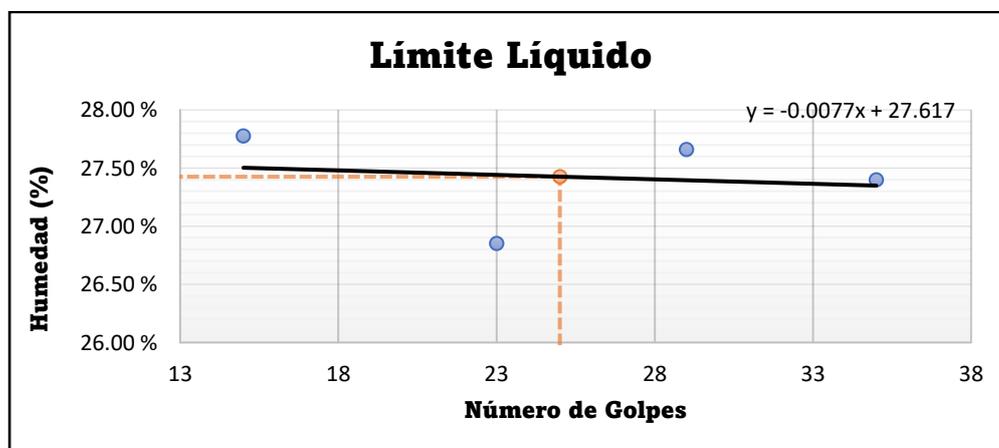


Tabla 152. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento*



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesistas:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-04	A-05	A-06	A-08
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.921	10.331	13.176	9.201
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.471	9.912	12.89	8.845
Peso del agua	gr	0.450	0.419	0.286	0.356
Peso de cápsula	gr	7.43	8.02	11.61	7.24
Peso del suelo seco	gr	2.041	1.892	1.280	1.605
Contenido de Humedad	%	22.05 %	22.15 %	22.34 %	22.18 %

Figura 79. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% de cemento*

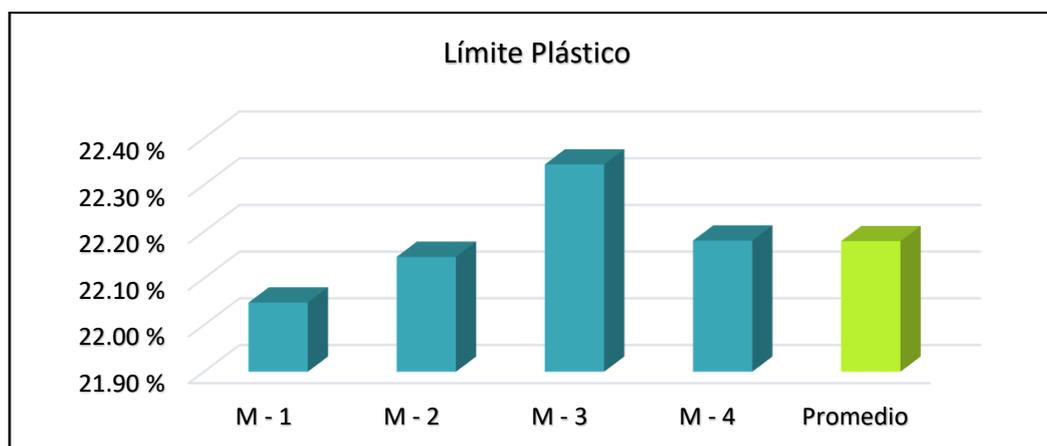


Tabla 153. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% de cemento*

ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 27.43 %
Contenido de Humedad (LP)	% 22.18 %
Índice plástico	% 05.25 %

Tabla 154. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 6% de cemento



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-08	C-09	C-11	C-15
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	35.464	42.356	39.414	39.464
Peso de capsula + Suelo seco	gr	31.691	37.196	34.633	34.825
Peso del agua	gr	3.773	5.160	4.781	4.639
Peso de cápsula	gr	18.30	18.83	17.82	18.06
Peso del suelo seco	gr	13.391	18.366	16.813	16.765
Número de golpes	n*	20	30	18	36
Contenido de Humedad	%	28.18 %	28.10 %	28.44 %	27.67 %

Figura 80. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% de cemento

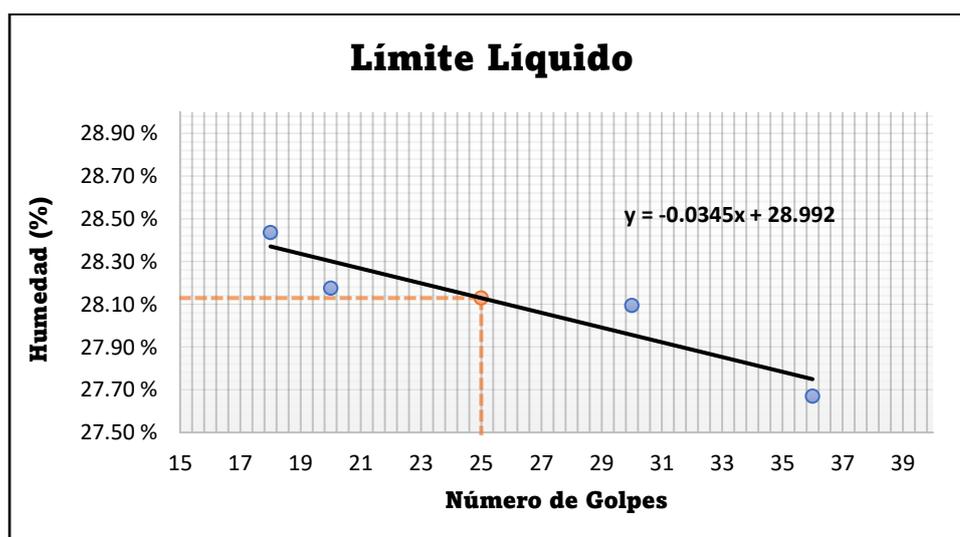


Tabla 155. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento*

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico(LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-08	A-09	A-11	A-01
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.274	10.108	11.357	10.141
Peso de capsula + Suelo seco	gr	8.925	9.767	10.984	9.784
Peso del agua	gr	0.349	0.341	0.373	0.357
Peso de cápsula	gr	7.24	8.12	9.17	8.05
Peso del suelo seco	gr	1.685	1.647	1.814	1.734
Contenido de Humedad	%	20.71 %	20.70 %	20.56 %	20.59 %

Figura 81. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% de cemento*

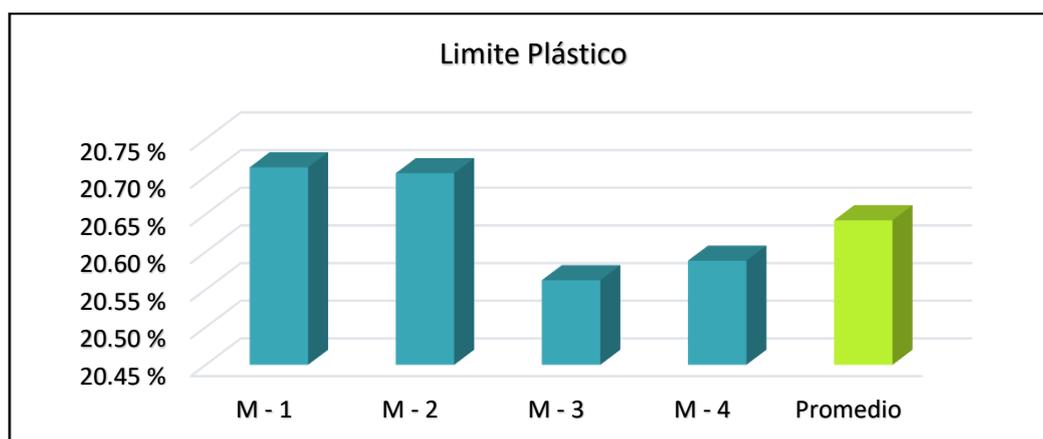


Tabla 156. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% de cemento*

ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 28.13 %
Contenido de Humedad (LP)	% 20.64 %
Índice plástico	% 07.49 %

Tabla 157. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 1% de Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-14	C-17	C-19	C-07
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	40.996	36.737	36.792	38.185
Peso de capsula + Suelo seco	gr	36.106	32.925	33.145	34.059
Peso del agua	gr	4.890	3.812	3.647	4.126
Peso de cápsula	gr	18.14	18.59	19.25	18.23
Peso del suelo seco	gr	17.966	14.335	13.895	15.829
Número de golpes	n*	18	22	31	35
Contenido de Humedad	%	27.22 %	26.59 %	26.25 %	26.07 %

Figura 82. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 1% de Sika

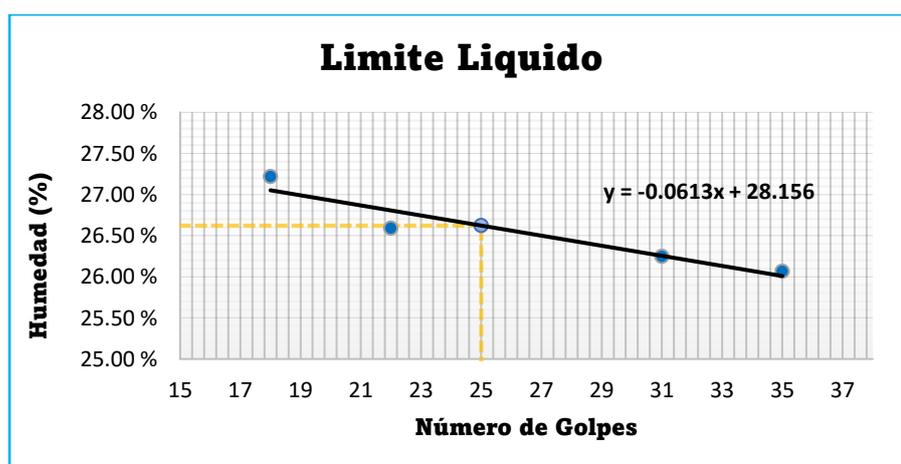


Tabla 158. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika*

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.				
Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-03	A-07	A-12	A-04
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	10.187	13.324	9.047	9.205
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.794	12.982	8.743	8.899
Peso del agua	gr	0.393	0.342	0.304	0.306
Peso de cápsula	gr	7.88	11.29	7.20	7.43
Peso del suelo seco	gr	1.914	1.692	1.543	1.469
Contenido de Humedad	%	20.53 %	20.21 %	19.70 %	20.83 %

Figura 83. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 1% de Sika*

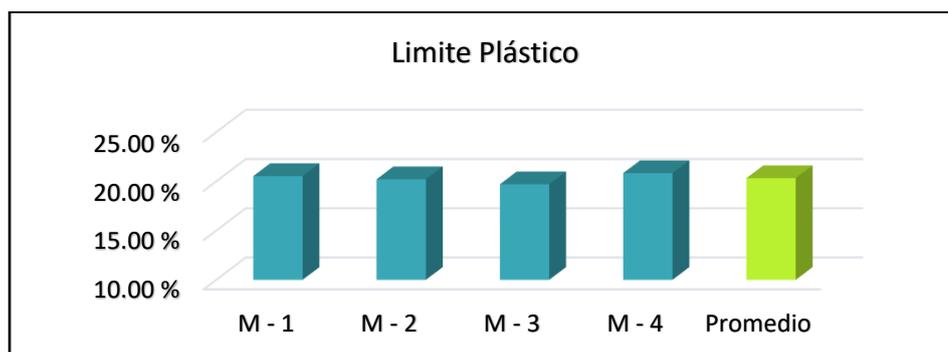


Tabla 159. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 1% de Sika*

ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 26.62 %
Contenido de Humedad (LP)	% 20.32 %
Índice plástico	% 06.30 %

Tabla 160. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 2% de Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 Determinación del límite líquido de los suelos, MTC E 111 la determinación del límite plástico(LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-16	C-01	C-12	C-05
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	38.469	39.108	40.716	39.798
Peso de capsula + Suelo seco	gr	34.047	34.511	35.668	34.728
Peso del agua	gr	4.422	4.597	5.048	5.070
Peso de cápsula	gr	19.02	18.47	18.25	17.66
Peso del suelo seco	gr	15.027	16.041	17.418	17.068
Número de golpes	n*	28	33	20	17
Contenido de Humedad	%	29.43 %	28.66 %	28.98 %	29.70 %

Figura 84. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 2% de Sika

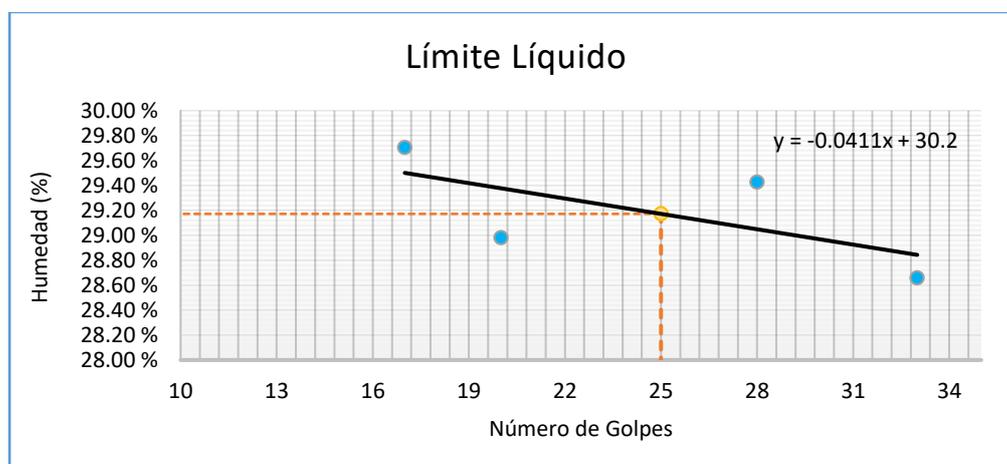


Tabla 161. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	01-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-04	A-05	A-06	A-10
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	10.016	10.796	14.416	14.354
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.598	10.346	13.964	13.959
Peso del agua	gr	0.418	0.450	0.452	0.395
Peso de cápsula	gr	7.43	8.02	11.61	11.89
Peso del suelo seco	gr	2.168	2.326	2.354	2.069
Contenido de Humedad	%	19.28 %	19.35 %	19.20 %	19.09 %

Figura 85. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 2% de Sika

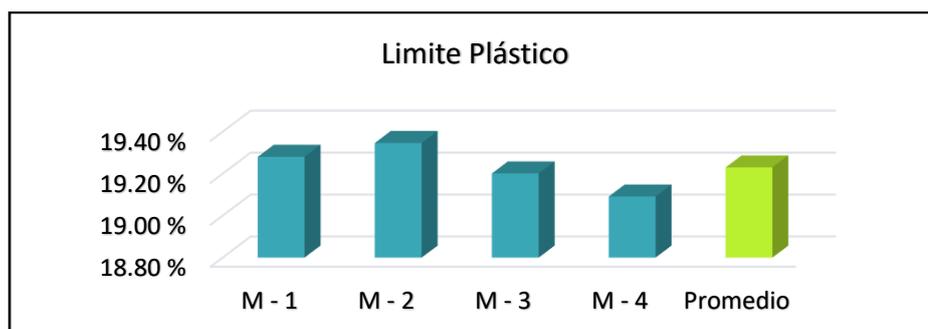


Tabla 162. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 2% de Sika

ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 29.17 %
Contenido de Humedad (LP)	% 19.23 %
Índice plástico	% 09.94 %

Tabla 163. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.				
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	02-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Codigo de Capsula	Cod.	C-04	C-05	C-06	C-07
Peso de capsula + Suelo humedo	gr	37.988	34.263	37.729	36.323
Peso de capsula + Suelo seco	gr	33.395	30.418	33.112	32.125
Peso del agua	gr	4.593	3.845	4.617	4.198
Peso de cápsula	gr	18.28	17.66	18.02	18.23
Peso del suelo seco	gr	15.115	12.758	15.092	13.895
Número de golpes	n*	31	26	16	20
Contenido de Humedad	%	30.39 %	30.14 %	30.59 %	30.21 %

Figura 86. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika

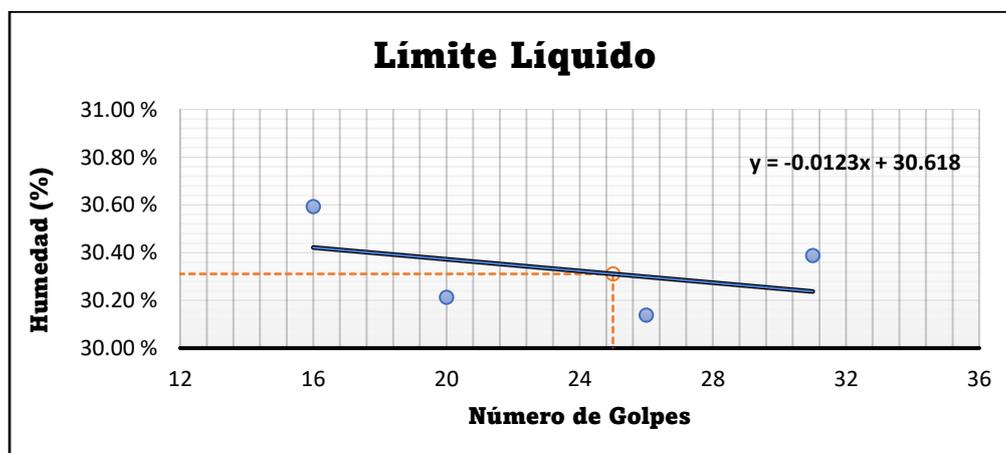


Tabla 164. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	02-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-04	A-05	A-06	A-07
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	9.842	11.288	13.585	13.489
Peso de capsula + Suelo seco	gr	9.428	10.738	13.253	13.116
Peso del agua	gr	0.414	0.550	0.332	0.373
Peso de cápsula	gr	7.43	8.02	11.61	11.29
Peso del suelo seco	gr	1.998	2.718	1.643	1.826
Contenido de Humedad	%	20.72 %	20.24 %	20.21 %	20.43 %

Figura 87. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika

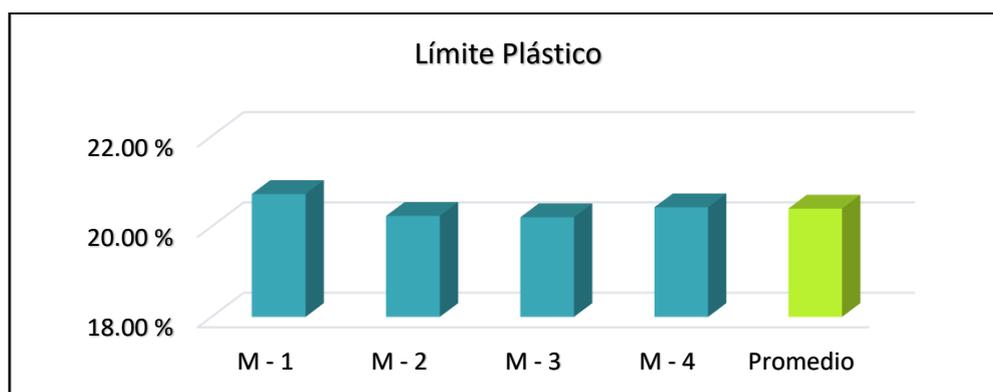


Tabla 165. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika

ÍNDICE PLÁSTICO		
Descripción		
Contenido de Humedad (LL)	%	30.31 %
Contenido de Humedad (LP)	%	20.40 %
Índice plástico	%	09.91 %

Tabla 166. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Límite líquido				
Referencia:	MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	02-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE LÍQUIDO					
Descripción		M- 1	M- 2	M- 3	M- 4
Código de cápsula	Cod.	C-01	C-02	C-03	C-08
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	37.27	40.198	36.026	37.832
Peso de capsula + Suelo seco	gr	33.272	35.438	31.908	33.245
Peso del agua	gr	3.998	4.760	4.118	4.587
Peso de cápsula	gr	18.47	19.42	18.14	18.30
Peso del suelo seco	gr	14.802	16.018	13.768	14.945
Número de golpes	n*	30	26	20	16
Contenido de Humedad	%	27.01 %	29.72 %	29.91 %	30.69 %

Figura 88. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika

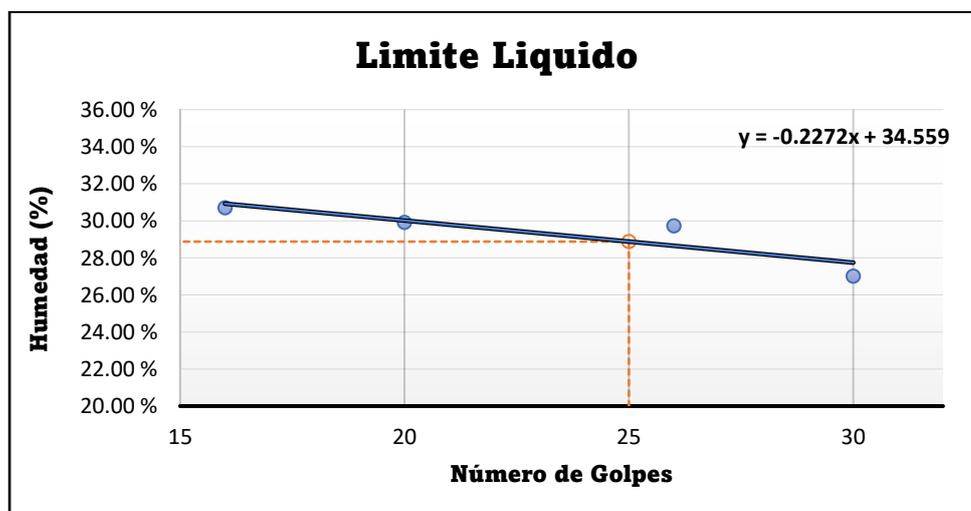


Tabla 167. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika*



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Límite Plástico				
Referencia:	MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP)				
Fecha:	02-10-2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
LÍMITE PLÁSTICO					
Descripción		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Código de cápsula	Cod.	A-01	A-02	A-03	A-09
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	11.109	9.901	10.901	9.987
Peso de capsula + Suelo seco	gr	10.589	9.59	10.379	9.667
Peso del agua	gr	0.520	0.311	0.522	0.320
Peso de cápsula	gr	8.05	8.08	7.88	8.12
Peso del suelo seco	gr	2.539	1.510	2.499	1.547
Contenido de Humedad	%	20.48 %	20.60 %	20.89 %	20.69 %

Figura 89. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika*

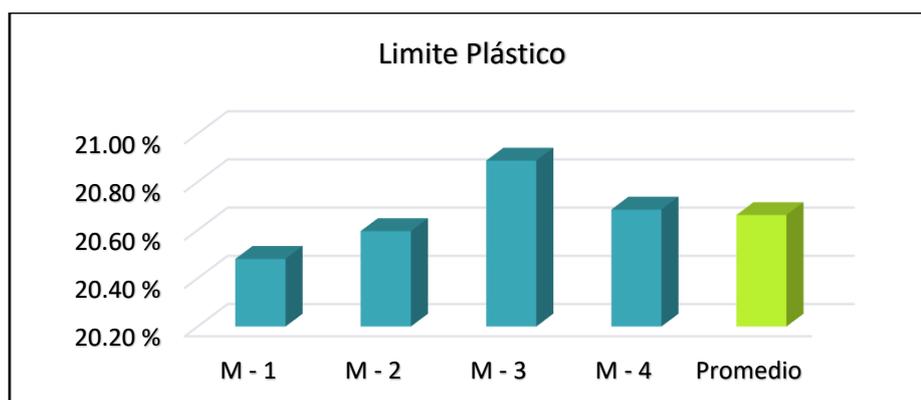


Tabla 168. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika*

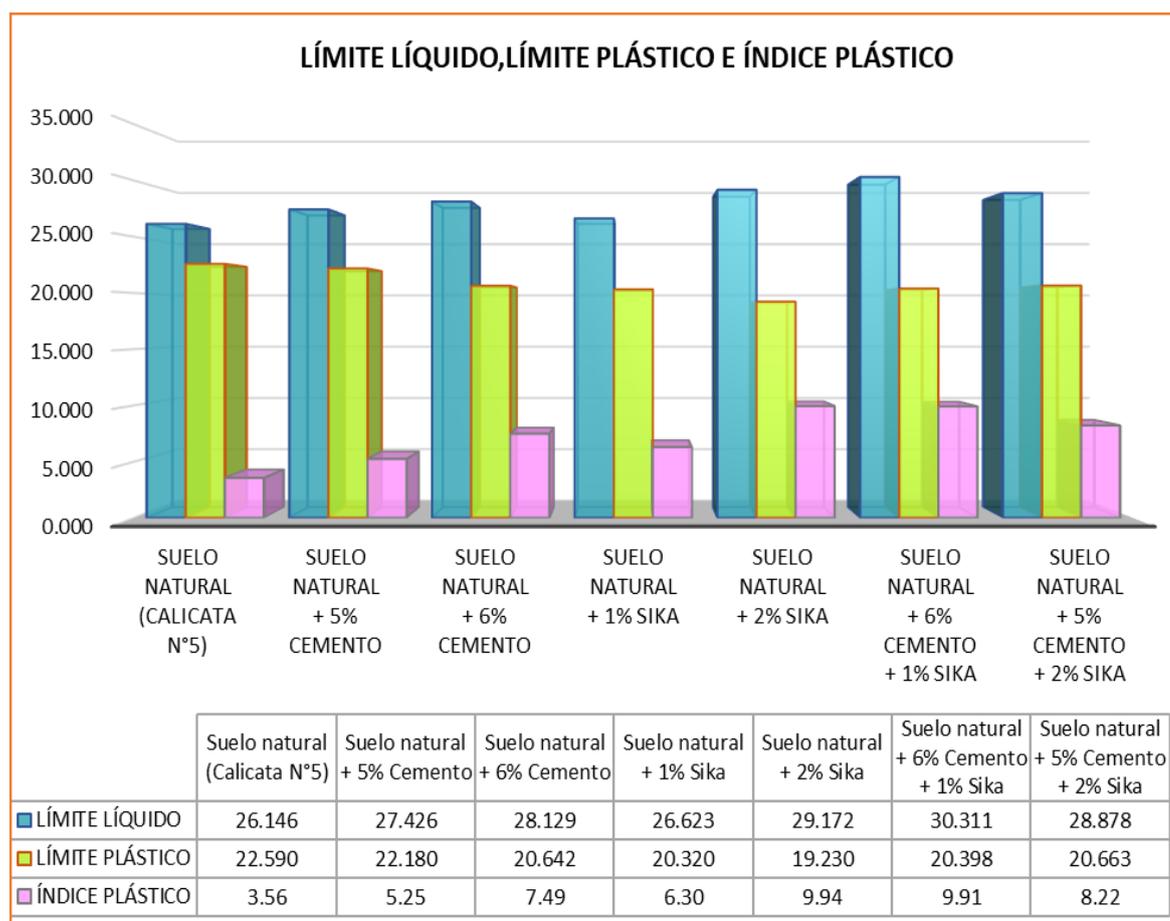
ÍNDICE PLÁSTICO	
Descripción	
Contenido de Humedad (LL)	% 28.88 %
Contenido de Humedad (LP)	% 20.66 %
Índice plástico	% 08.22 %

4.1.5.2. Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 169. Resumen de límites de consistencia suelo natural más los aditivos

Número	Muestras	Límite líquido (LL) %	Límite plástico (LP) %	Índice plástico (IP) %
1	Suelo natural (Calicata N°5)	26.146	22.590	3.56
2	Suelo natural + 5% Cemento	27.426	22.180	5.25
3	Suelo natural + 6% Cemento	28.129	20.642	7.49
4	Suelo natural + 1% Sika	26.623	20.320	6.30
5	Suelo natural + 2% Sika	29.172	19.230	9.94
6	Suelo natural + 6% Cemento + 1% Sika	30.311	20.398	9.91
7	Suelo natural + 5% Cemento + 2% Sika	28.878	20.663	8.22

Figura 90. Resumen de límites de consistencia con los aditivos, cemento IP y Sika



Se aprecia en la figura 90 (gráfico de resumen de prueba de límites de consistencia) mientras se le adiciona la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%, 2% y las combinaciones, el límite

líquido se incrementa hasta un máximo de 30.311%, esta cuando se le adiciona 6% de cemento IP más 1% de Sika.

Así mismo cuando se aumenta la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el límite plástico disminuye hasta un mínimo de 19.23%, esta cuando se le adiciona 2% de Sika, no obstante, hay un ligero incremento de 22.18% cuando se le adiciona 5% de cemento.

Por otro lado, mientras se le adiciona la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el Índice Plasticidad se incrementa hasta un máximo de 9.94%, esta cuando se le adiciona 2% de Sika.

4.1.6. Procesamiento de datos de Proctor modificado con los aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 170. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Proctor Modificado				
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)				
Fecha:	17/09/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C	
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5	
Altura	cm	11.64	Molde	6"	
Volumen	cm³	2123.31			
Peso del Molde	gr	2882.10			
DENSIDAD HÚMEDA					
Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7714.30	8021.70	7816.50	7780.30
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10
Peso suelo húmedo	gr	4832.20	5139.60	4934.40	4898.20
Volumen del molde	cm³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³	2.28	2.42	2.32	2.31

CONTENIDO DE HUMEDAD													
Recipiente	N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12
Peso suelo húmedo + Tara	gr	75.586	63.650	71.339	45.189	47.560	66.151	62.170	55.807	72.480	67.359	55.350	66.193
Peso suelo seco + Tara	gr	72.717	61.377	68.468	42.813	44.990	62.261	57.591	52.079	66.928	61.444	51.092	61.189
Peso de la tara	gr	18.470	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250
Peso de agua	gr	2.869	2.273	2.871	2.376	2.570	3.890	4.579	3.728	5.552	5.915	4.258	5.004
Peso de suelo seco	gr	54.25	41.96	50.33	24.53	27.33	44.24	39.31	33.78	48.10	43.27	33.27	42.94
Humedad	%	5.468		9.194			11.436			12.702			
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³	2.158		2.217			2.085			2.047			
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)					2.2710								
Humedad Óptima (%)					7.5000								

Figura 91. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento

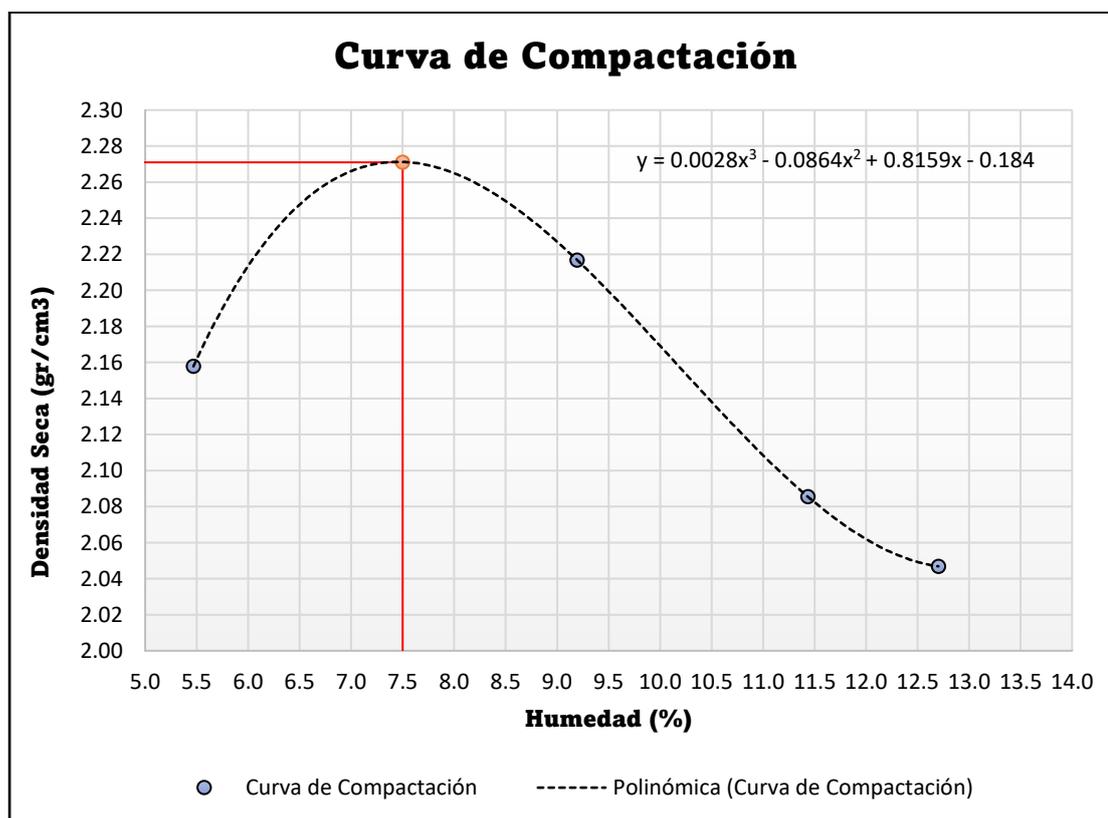


Tabla 171. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	17/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7659.40	7947.60	7834.50	7797.70
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10
Peso suelo húmedo	gr	4777.30	5065.50	4952.40	4915.60
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.25	2.39	2.33	2.32

CONTENIDO DE HÚMEDAD

Recipiente	Nº	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	B-01	B-02	B-03
Peso suelo húmedo + Tara	gr	67.130	61.180	86.680	76.103	80.032	73.314	61.723	80.512	61.719	57.733	63.608	73.235
Peso suelo seco + Tara	gr	64.483	58.973	84.011	71.408	75.229	69.016	57.699	75.771	57.366	52.815	59.023	67.936
Peso de la tara	gr	19.040	18.100	18.060	19.020	18.590	19.270	19.250	19.140	19.640	12.070	15.690	11.720
Peso de agua	gr	2.65	2.21	2.67	4.69	4.80	4.30	4.02	4.74	4.35	4.92	4.58	5.30
Peso de suelo seco	gr	45.44	40.87	65.95	52.39	56.64	49.75	38.45	56.63	37.73	40.75	43.33	56.22
Humedad	%	4.941			8.689			9.878			10.551		
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³	2.144			2.195			2.123			2.094		
Densidad Maxima Seca (gr/cm³)						2.2700							
Humedad Optima (%)						6.8000							

Figura 92. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento

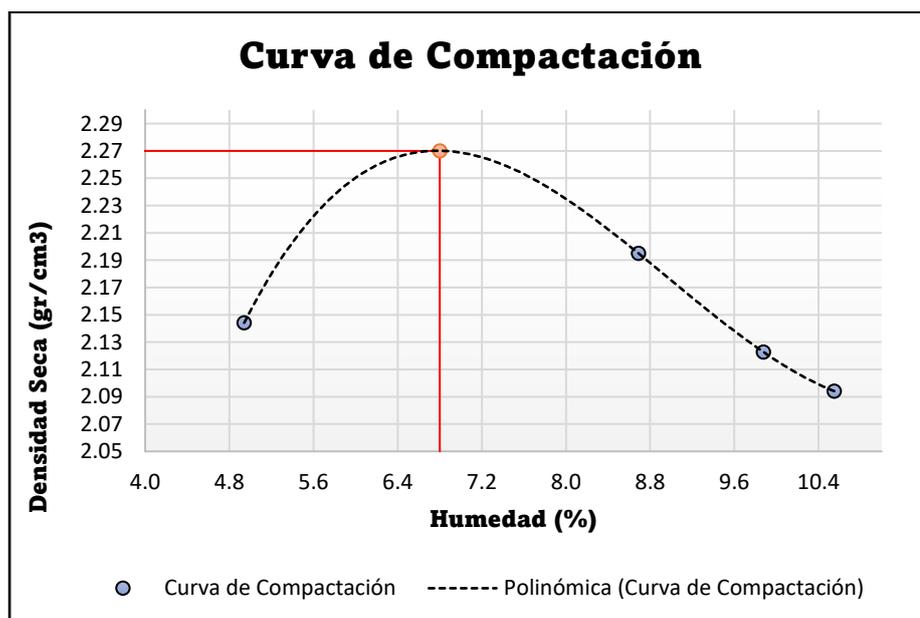


Tabla 172. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	17/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³	2123.31		
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7703.50	7912.00	7867.00	7811.60
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10
Peso suelo húmedo	gr	4821.40	5029.90	4984.90	4929.50
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31

Densidad Suelo Húmedo	gr/cm3	2.27			2.37			2.35			2.32		
CONTENIDO DE HÚMEDAD													
Recipiente	N°	B-04	B-05	B-06	B-07	B-08	B-09	B-10	B-11	B-12	V-01	V-02	V-03
Peso suelo húmedo + Tara	gr	53.730	64.618	56.362	47.334	48.548	62.176	61.123	50.659	83.100	104.691	87.785	107.083
Peso suelo seco + Tara	gr	51.916	61.667	54.221	44.830	45.611	58.704	57.262	47.550	77.409	99.005	83.608	101.312
Peso de la tara	gr	12.090	15.720	15.400	15.810	11.660	15.300	15.510	14.530	15.830	50.220	44.619	50.080
Peso de agua	gr	1.81	2.95	2.14	2.50	2.94	3.47	3.86	3.11	5.69	5.69	4.18	5.77
Peso de suelo seco	gr	39.83	45.95	38.82	29.02	33.95	43.40	41.75	33.02	61.58	48.79	38.99	51.23
Humedad	%	5.543			8.379			9.286			11.247		
Densidad Suelo Seco	gr/cm3	2.151			2.186			2.148			2.087		
Densidad Máxima Seca (gr/cm3)					2.2120								
Humedad Óptima (%)					7.2000								

Figura 93. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 1% Sika

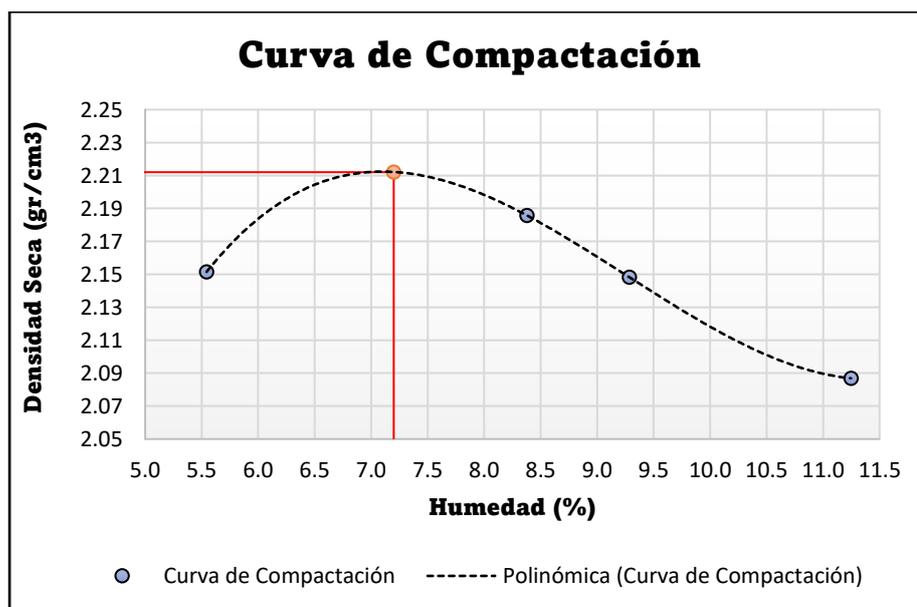


Tabla 173. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado													
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)													
Fecha:	17/09/2023													
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa													
DATOS PRELIMINARES														
Datos del Molde				Método de la Compactación				Tipo C						
Diámetro	cm	15.24		N.º de Capas				5						
Altura	cm	11.64		Molde				6"						
Volumen	cm³													
Peso del Molde	gr	2882.10												
DENSIDAD HÚMEDA														
Número de muestras	Nº	1			2			3			4			
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7907.50			7990.40			7799.40			7782.30			
Peso molde	gr	2882.10			2882.10			2882.10			2882.10			
Peso suelo húmedo	gr	5025.40			5108.30			4917.30			4900.20			
Volumen del molde	cm³	2123.31			2123.31			2123.31			2123.31			
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³	2.37			2.41			2.32			2.31			
CONTENIDO DE HÚMEDAD														
Recipiente	Nº	V-04	V-05	V-06	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06	T-07	T-08	T-09	
Peso suelo húmedo + Tara	gr	88.286	89.239	112.132	106.458	91.420	135.434	107.439	126.738	113.402	128.831	143.473	140.318	
Peso suelo seco + Tara	gr	85.813	86.847	108.089	103.566	88.114	129.901	103.782	121.692	109.740	122.715	135.563	134.478	
Peso de la tara	gr	51.532	46.954	56.004	74.688	55.102	71.973	74.933	74.129	76.916	74.175	74.608	79.171	
Peso de agua	gr	2.47	2.39	4.04	2.89	3.31	5.53	3.66	5.05	3.66	6.12	7.91	5.84	
Peso de suelo seco	gr	34.28	39.89	52.09	28.88	33.01	57.93	28.85	47.56	32.82	48.54	60.96	55.31	
Humedad	%	7.055			9.791			11.320			12.054			
Densidad Suelo Seco	gr/cm³	2.211			2.191			2.080			2.060			
Densidad Máxima Seca (gr/cm³)					2.270									
Humedad Optima (%)					8.200									

Figura 94. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 2% Sika

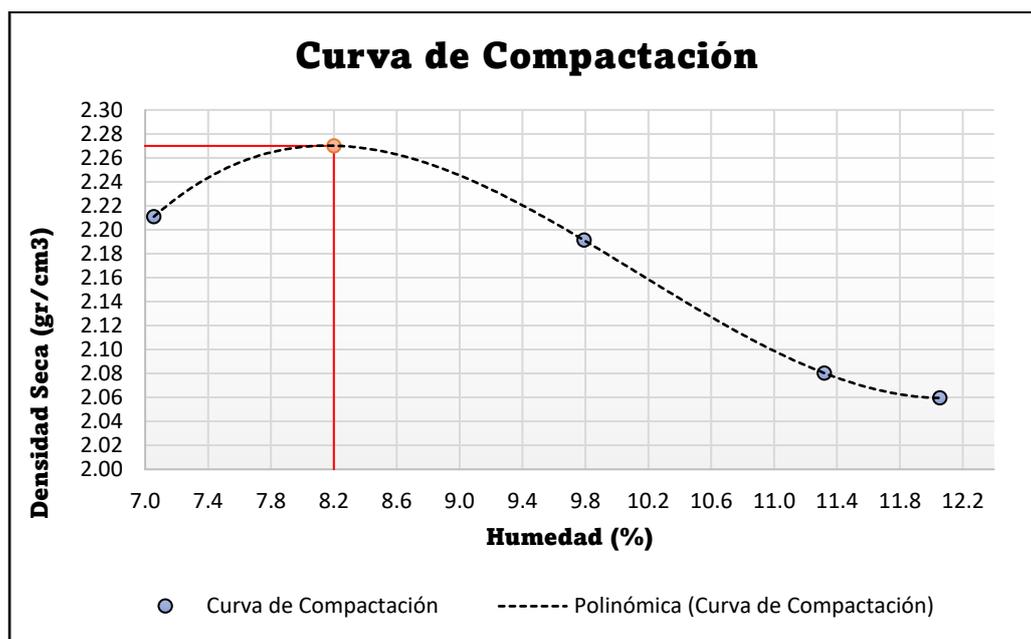


Tabla 174. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento + 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 18/09/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³			
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7772.90	7958.30	7840.80	7779.20

Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10
Peso suelo húmedo	gr	4890.80	5076.20	4958.70	4897.10								
Volumen del molde	cm³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³	2.30	2.39	2.34	2.31								
CONTENIDO DE HÚMEDAD													
Recipiente	N°	V-04	V-05	V-06	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06	T-07	T-08	T-09
Peso suelo húmedo + Tara	gr	70.563	72.463	62.369	55.872	64.502	66.405	65.095	63.998	60.085	57.475	76.388	78.596
Peso suelo seco + Tara	gr	67.683	69.489	59.759	52.452	60.830	62.621	61.151	60.185	55.808	53.298	71.129	72.134
Peso de la tara	gr	19.420	18.140	18.280	17.660	18.020	18.280	18.300	18.830	18.170	17.820	18.250	19.040
Peso de agua	gr	2.88	2.97	2.61	3.42	3.67	3.78	3.94	3.81	4.28	4.18	5.26	6.46
Peso de suelo seco	gr	48.26	51.35	41.48	34.79	42.81	44.34	42.85	41.36	37.64	35.48	52.88	53.09
Humedad	%	5.999	8.919	9.877	11.239								
Densidad Suelo Seco	gr/cm³	2.173	2.195	2.125	2.073								
Densidad Máxima Seca (gr/cm³)					2.2630								
Humedad Optima (%)					7.4200								

Figura 95. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika

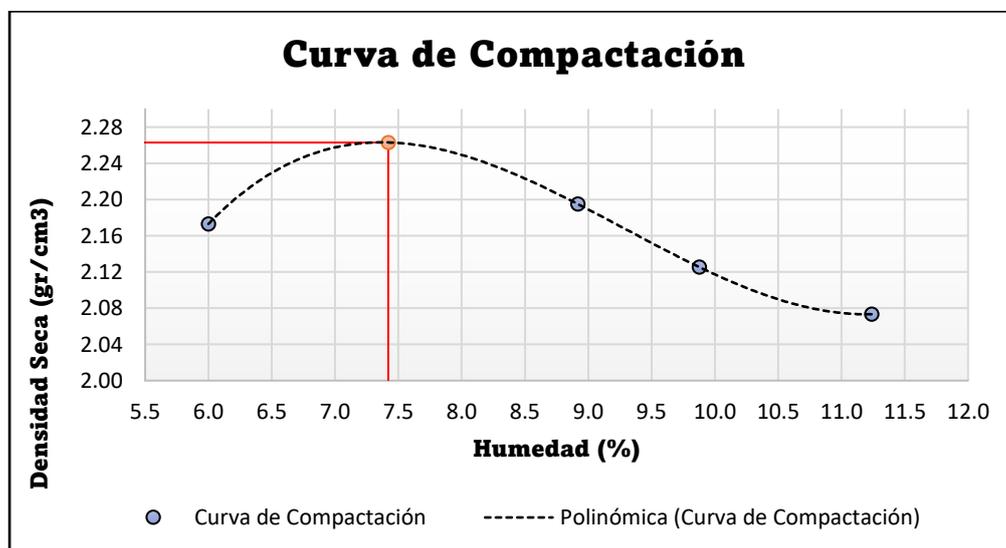


Tabla 175. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Proctor Modificado
Referencia:	MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)
Fecha:	18/09/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Molde			Método de la Compactación	Tipo C
Diámetro	cm	15.24	N.º de Capas	5
Altura	cm	11.64	Molde	6"
Volumen	cm ³			
Peso del Molde	gr	2882.10		

DENSIDAD HÚMEDA

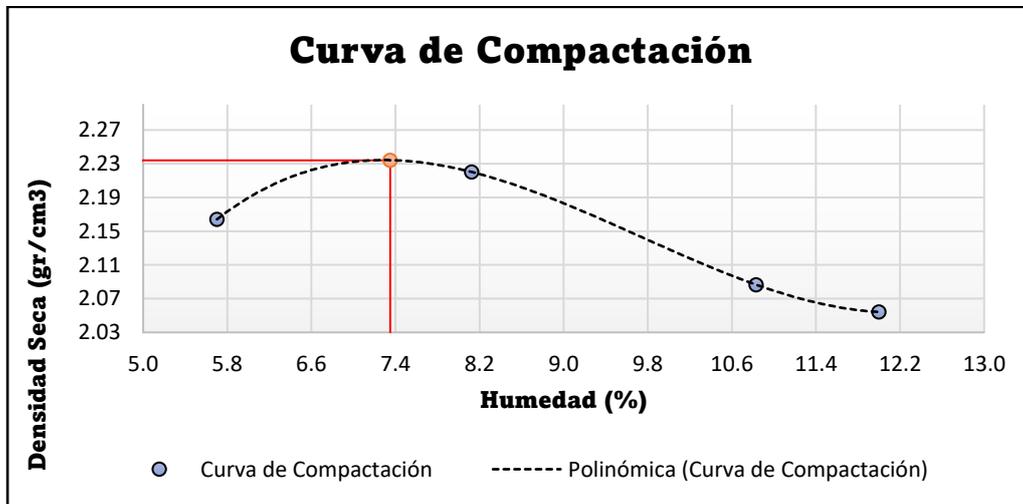
Número de muestras	Nº	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo compactado	gr	7739.00	7979.30	7792.40	7767.20
Peso molde	gr	2882.10	2882.10	2882.10	2882.10
Peso suelo húmedo	gr	4856.90	5097.20	4910.30	4885.10
Volumen del molde	cm ³	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31
Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.29	2.40	2.31	2.30

CONTENIDO DE HÚMEDAD

Recipiente	Nº	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-03	C-04	C-05	C-02	C-06	C-07
Peso suelo húmedo + Tara	gr	57.228	59.713	68.349	67.717	59.479	70.220	84.908	74.518	70.832	66.564	77.012	71.909
Peso suelo seco + Tara	gr	54.984	57.151	66.164	63.805	56.150	66.960	79.281	68.688	65.072	60.766	71.318	66.286
Peso de la tara	gr	18.060	19.020	18.590	19.270	19.250	19.140	18.140	18.280	17.660	19.420	18.020	18.280
Peso de agua	gr	2.24	2.56	2.19	3.91	3.33	3.26	5.63	5.83	5.76	5.80	5.69	5.62
Peso de suelo seco	gr	36.92	38.13	47.57	44.54	36.90	47.82	61.14	50.41	47.41	41.35	53.30	48.01
Humedad	%	5.701			8.124			10.831			11.998		
Densidad Suelo Seco	gr/cm ³	2.164			2.220			2.087			2.054		

Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	2.2340
Humedad Óptima (%)	7.3500

Figura 96. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika

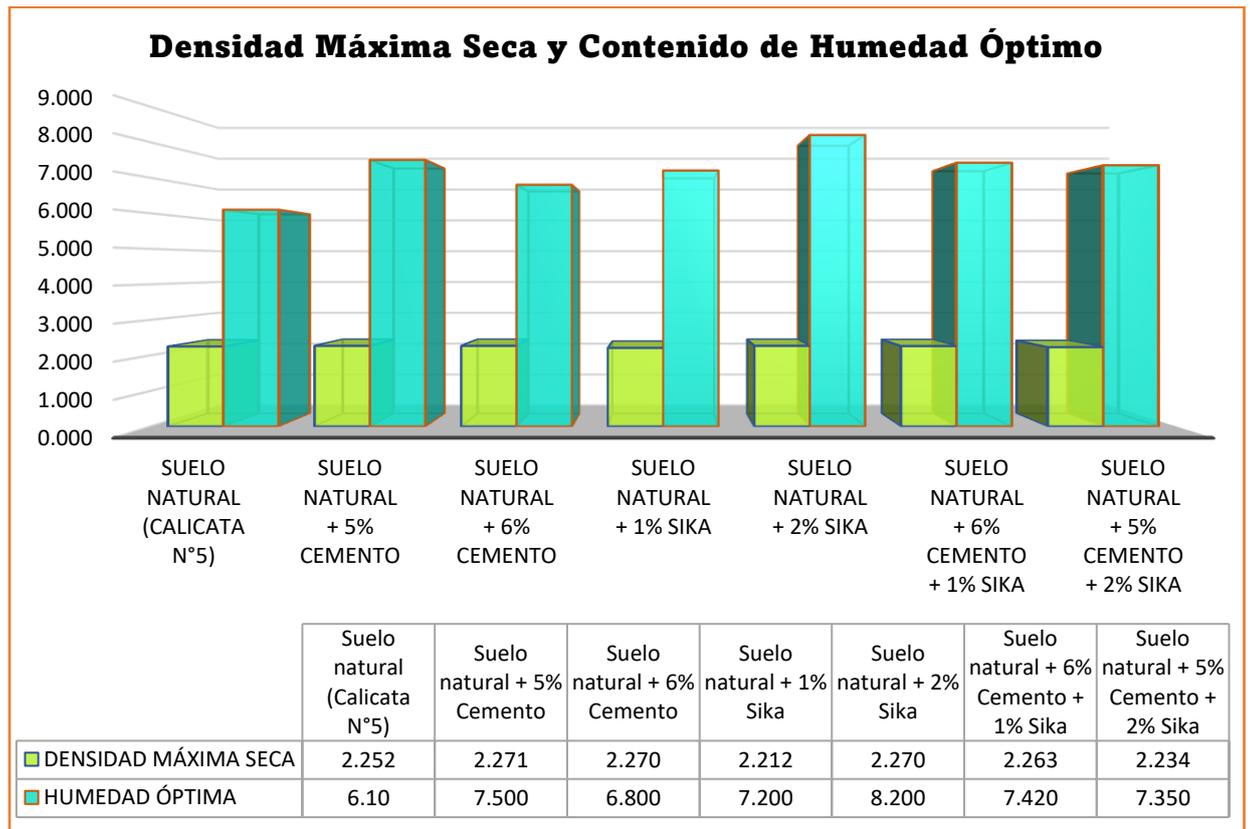


4.1.7. Resumen de los ensayos de laboratorio de Proctor modificado más los aditivos

Tabla 176. Resumen de ensayo de laboratorio de Proctor modificado con los aditivos cemento IP más Sika

Número	Muestras	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	Contenido de Humedad Óptimo %
1	Suelo natural	2.252	6.10
2	Suelo natural + 5% Cemento	2.271	7.500
3	Suelo natural + 6% Cemento	2.270	6.800
4	Suelo natural + 1% Sika	2.212	7.200
5	Suelo natural + 2% Sika	2.270	8.200
6	Suelo natural + 6% Cemento + 1% Sika	2.263	7.420
7	Suelo natural + 5% Cemento + 2% Sika	2.234	7.350

Figura 97. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika



Se aprecia en la figura 97 (gráfico de resumen de prueba de compactación) al adicionar cemento en 5%, 6%, el peso específico seco se incrementa hasta un máximo de 2.271 gr/cm³, así mismo cuando se adiciona aditivo Sika en 1%, 2% el peso específico seco se incrementa hasta un máximo de 2.27 gr/cm³, aunque cuando se le adiciona 1% de Sika, disminuye hasta un mínimo en 2.212 gr/cm³ a comparación de 2.252gr/cm³ del suelo natural, por otro lado cuando se le adiciona 6% de cemento IP más 1% de Sika se incrementa hasta un máximo de 2.263 gr/cm³, sin embargo cuando se le adiciona 5% de cemento IP más 2% de Sika disminuye hasta un mínimo de 2.234 gr/cm³, a comparación de suelo natural que es de 2.252gr/cm³.

Por otro lado, el Contenido de humedad óptimo se incrementa hasta un máximo de 8.2%, cuando al suelo natural se le adiciona aditivo Sika en 2%.

4.1.8. Procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 177. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 5% cemento

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.					
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	06/11/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación			Disco Espaciador
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.308	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	
Contenido de humedad óptimo	6.65	Altura de caída	45.82cm	5	4.9 cm
Nº de Capas	5				
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A_0 + A_1 * X^1 + A_2 * X^2 + A_3 * X^3$ (KN)				Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09				49.63 mm
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm ³	2353.15	2353.15	2353.15	

Peso de molde	gr	6360.00			6545.30			6403.00		
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11502.20			12031.30			11911.50		
Peso de suelo húmedo	gr	5142.20			5486.00			5508.50		
Densidad húmeda	gr/cm3	2.19			2.33			2.34		
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	56.640	67.197	71.482	57.236	71.298	67.052	56.951	61.075	64.427
Tara + Suelo seco	gr	53.594	63.260	67.356	54.189	67.059	63.155	53.959	57.784	60.775
Peso de agua	gr	3.046	3.937	4.126	3.047	4.239	3.897	2.992	3.291	3.652
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.280	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr	35.314	44.960	48.526	35.909	49.399	45.135	35.489	38.364	42.635
% de humedad	%	8.625	8.757	8.503	8.485	8.581	8.634	8.431	8.578	8.566
% de humedad promedio	%	8.628			8.567			8.525		
Densidad Seca	gr/cm3	2.012			2.147			2.157		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	32.00	0.63	22.00	0.43	7.00	0.14
2	48	32.00	0.63	22.00	0.43	7.00	0.14
3	72	33.00	0.65	23.00	0.45	11.00	0.22
4	96	33.00	0.65	23.00	0.45	11.00	0.22

		Penetración									
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)			
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)			
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00			
0.0250	0.63		4	12.4	5	15.60	6	18.80			
0.0500	1.27		10	31.6	19	60.46	25	47.64			
0.0750	1.9		18	57.3	30	95.68	39	124.49			
0.1000	2.54	1000	25	79.7	7.97	56	178.86	17.89	63	201.24	20.12
0.1250	3.17		30	95.7		61	194.85		102	325.78	
0.1500	3.81		36	114.9		72	230.00		146	466.01	
0.2000	5.08	1500	41	130.9	8.73	92	293.87	19.59	198	631.35	42.09
0.3000	7.62	1900	64	204.4	10.76	134	427.79	22.52	275	875.44	46.08
0.4000	10.16	2300	80	255.6	11.11	169	539.19	23.44	334	1061.85	46.17
0.5000	12.7	2600	96	306.6	11.79	205	653.58	25.14	380	1206.82	46.42
CBR al 95% densidad máxima seca			20.23		DENS.95%		2.157				
CBR al 100% densidad máxima seca			62.00		DENS.100%		2.271				

Figura 98. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% cemento

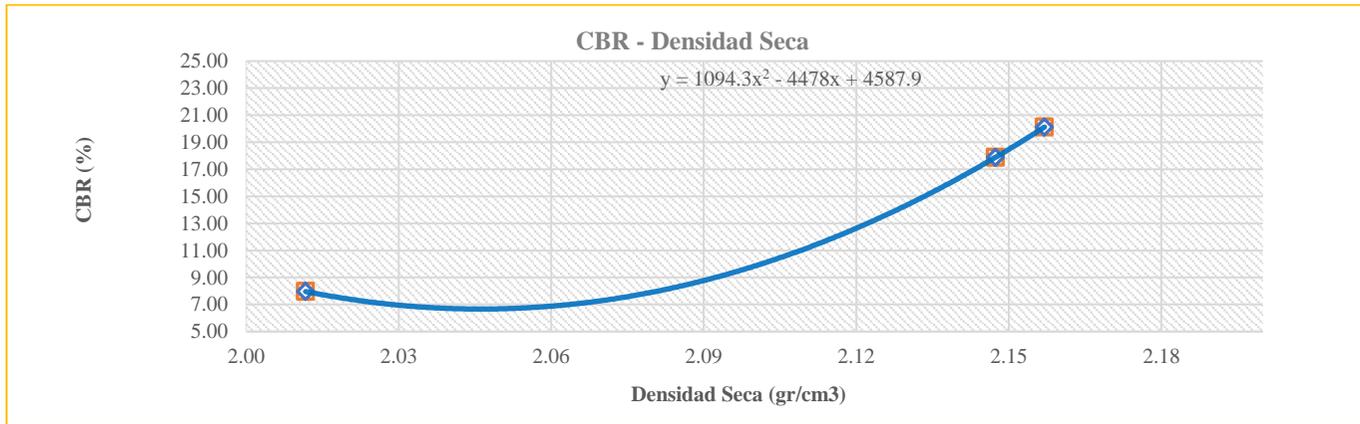


Figura 99. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% cemento

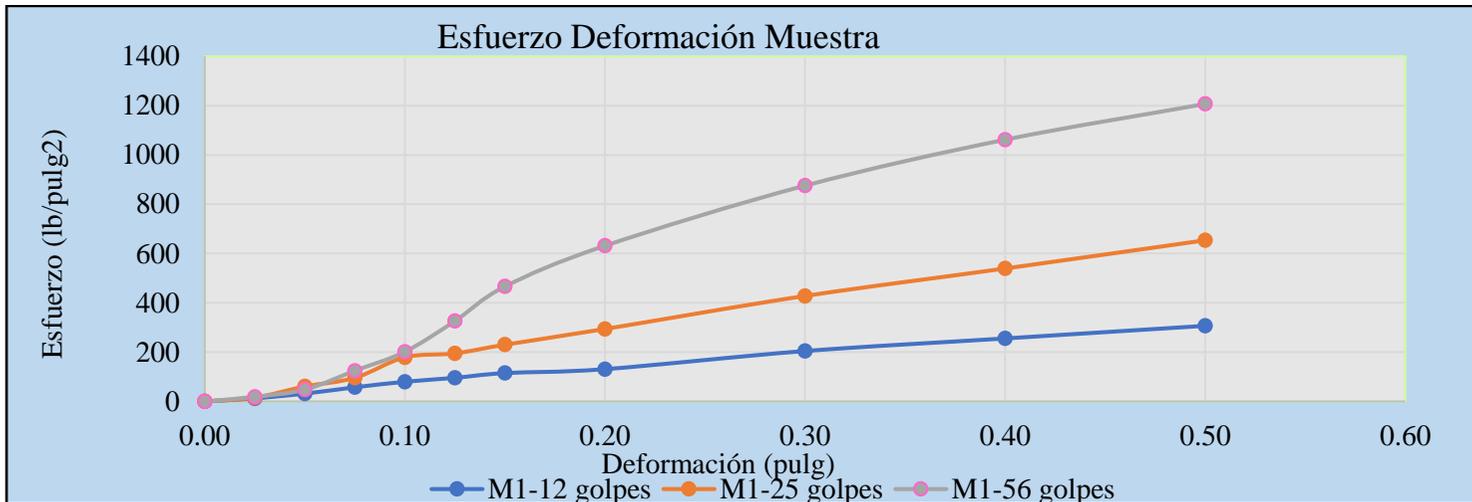


Tabla 178. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 6% cemento

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.			
Ensayo:	Ensayo (CBR)				
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo				
Fecha:	07/11/2023				
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa				
DATOS PRELIMINARES					
Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco	
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.317	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	
Contenido de humedad óptimo	6.80	Altura de Caída	45.82cm	5	
Nº de Capas	5			Espaciador	
				4.9 cm	
Datos del Equipo de Penetración					
Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)			Diámetro del pistón	
	$A = - 0.32433 \quad A1 = 0.05875 \quad A2 = -5.69324 * E-06 \quad A3 = - 2.26861 * E-09$			49.63 mm	
COMPACTACIÓN					
Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56	
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80	
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24	
Volumen de molde	cm3	2353.15	2353.15	2353.15	
Peso de molde	gr	5958.30	7073.70	6203.90	
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado	No Saturado	

Peso molde + Suelo húmedo	gr	11086.55			12501.25			11731.05		
Peso de suelo húmedo	gr	5128.25			5427.55			5527.15		
Densidad húmeda	gr/cm3	2.18			2.31			2.35		
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	55.536	66.247	70.532	56.112	70.348	66.102	56.001	60.125	63.877
Tara + Suelo seco	gr	52.594	62.960	67.056	52.989	66.759	62.855	52.959	56.884	60.475
Peso de agua	gr	2.942	3.287	3.476	3.123	3.589	3.247	3.042	3.241	3.402
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.470
Peso de suelo seco	gr	34.314	44.660	48.226	34.789	49.099	44.835	34.489	37.464	42.005
% de humedad	%	8.574	7.360	7.208	8.977	7.310	7.242	8.820	8.651	8.099
% de humedad promedio	%	7.714			7.843			8.523		
Densidad Seca	gr/cm3	2.023			2.139			2.164		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	33.00	0.65	24.00	0.47	8.00	0.16
2	48	33.00	0.65	24.00	0.47	8.00	0.16
3	72	34.00	0.67	25.00	0.49	12.00	0.24
4	96	34.00	0.67	25.00	0.49	12.00	0.24

Penetración								
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00
0.0250	0.63		5	15.6	6	18.80	7	22.01

0.0500	1.27		11	34.8		20	63.66		25	79.67	
0.0750	1.9		19	60.5		35	111.68		46	146.88	
0.1000	2.54	1000	26	82.9	8.29	53	169.27	16.93	75	239.58	23.96
0.1250	3.17		31	98.9		73	233.20		103	328.97	
0.1500	3.81		37	118.1		84	268.33		147	469.19	
0.2000	5.08	1500	42	134.1	8.94	104	332.16	22.14	199	634.53	42.30
0.3000	7.62	1900	65	207.6	10.93	146	466.01	24.53	278	884.93	46.58
0.4000	10.16	2300	81	258.7	11.25	181	577.34	25.10	333	1058.70	46.03
0.5000	12.7	2600	97	309.8	11.92	217	691.67	26.60	379	1203.67	46.30
CBR al 95% densidad máxima			21.60	DENS.95%		2.157					
CBR al 100% densidad máxima			72.63	DENS.100%		2.270					

Figura 100. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% cemento

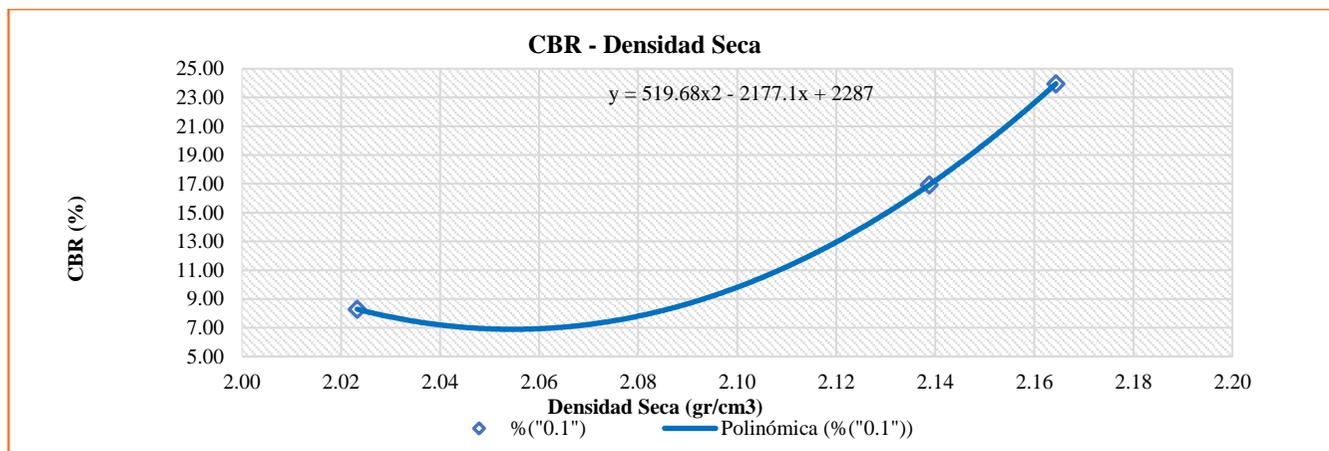


Figura 101. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% cemento

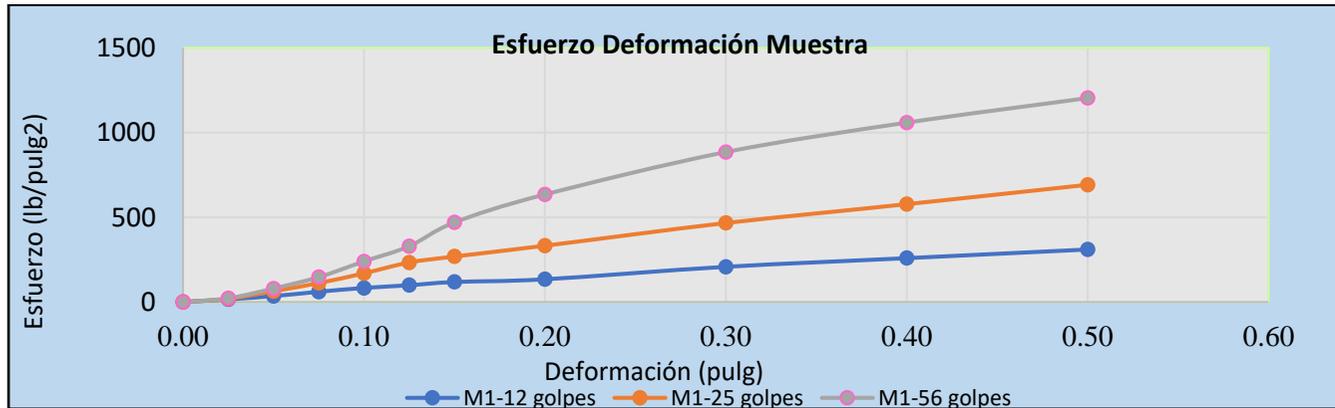


Tabla 179. Procesamiento de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika

 Universidad Continental	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.	
Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	08/11/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa
DATOS PRELIMINARES	
Datos del Proctor Modificado	Energía de Compactación
	Disco

Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.224
Contenido de humedad óptimo	8.4
N° de Capas	5

Espaciador	4.57 kg	N.º Capas	Espaciador
4.9 cm	45.82cm	5	4.9 cm

Datos del Equipo de Penetración

Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A = - 0.32433 A1 = 0.05875 A2 = -5.69324*E-06 A3 = - 2.26861*E-09	Diámetro del pistón	49.63 mm
---------------------------------------	--	---------------------	----------

COMPACTACIÓN										
N° de Golpes por Capa	N°	12	25	56						
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80						
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24						
Volumen de molde	cm3	2353.15	2353.15	2353.15						
Peso de molde	gr	5952.30	7023.60	6319.40						
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11137.20	12415.20	11891.30						
Peso de suelo húmedo	gr	5184.90	5391.60	5571.90						
Densidad húmeda	gr/cm3	2.20	2.29	2.37						
Tara N°	N°	B-07	B-12	B-11	B-06	B-01	B-02	B-03	B-05	B-10
Tara + Suelo húmedo	gr	66.560	64.079	55.019	81.152	74.615	72.512	73.795	81.762	78.432
Tara + Suelo seco	gr	62.033	59.974	50.965	74.440	68.858	67.194	67.742	75.451	72.745
Peso de agua	gr	4.527	4.105	4.054	6.712	5.757	5.318	6.053	6.311	5.687
Peso de tara	gr	15.810	15.830	14.530	15.400	12.070	15.690	11.720	15.720	15.510
Peso de suelo seco	gr	46.223	44.144	36.435	59.040	56.788	51.504	56.022	59.731	57.235
% de humedad	%	9.794	9.299	11.127	11.369	10.138	10.325	10.805	10.566	9.936
% de humedad promedio	%	10.073			10.611			10.436		
Densidad Seca	gr/cm3	2.002			2.071			2.144		

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	29.00	0.57	25.00	0.49	9.00	0.18
2	48	29.00	0.57	25.00	0.49	9.00	0.18
3	72	30.00	0.59	26.00	0.51	13.00	0.26
4	96	31.00	0.61	26.00	0.51	14.00	0.28

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)			
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)			
0.0000	0		0	0.0	0	0.00		0	0.00		
0.0250	0.63		4	12.4	7	22.01		8	25.21		
0.0500	1.27		9	28.4	21	66.86		26	82.87		
0.0750	1.9		17	54.0	35	111.68		47	150.08		
0.1000	2.54	1000	31	98.9	9.89	52	166.07	16.61	81	258.75	25.87
0.1250	3.17		37	118.1		63	201.24		117	373.62	
0.1500	3.81		44	140.5		74	236.39		148	472.38	
0.2000	5.08	1500	51	162.9	10.86	94	300.25	20.02	200	637.71	42.51
0.3000	7.62	1900	69	220.4	11.60	138	440.53	23.19	279	888.09	46.74
0.4000	10.16	2300	91	290.7	12.64	172	548.73	23.86	334	1061.85	46.17
0.5000	12.7	2600	115	367.2	14.12	208	663.10	25.50	380	1206.82	46.42
CBR al 95%densidad máxima			20.15		DENS.95%		2.101				
CBR al 100%densidad máxima			36.62		DENS.100%		2.212				

Figura 102. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 1% Sika

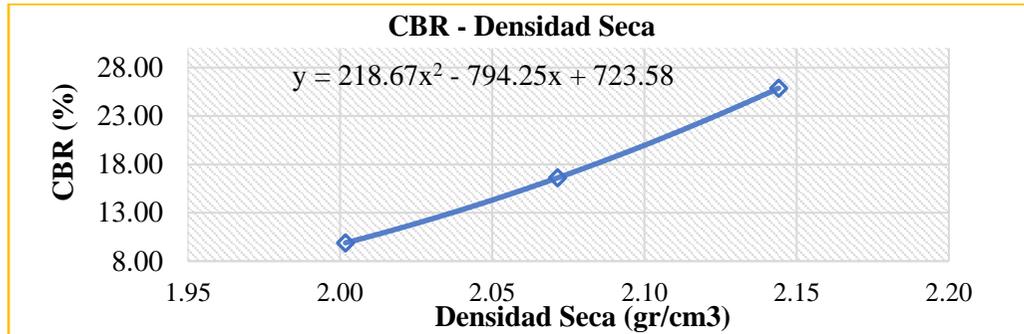


Figura 103. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 1% Sika

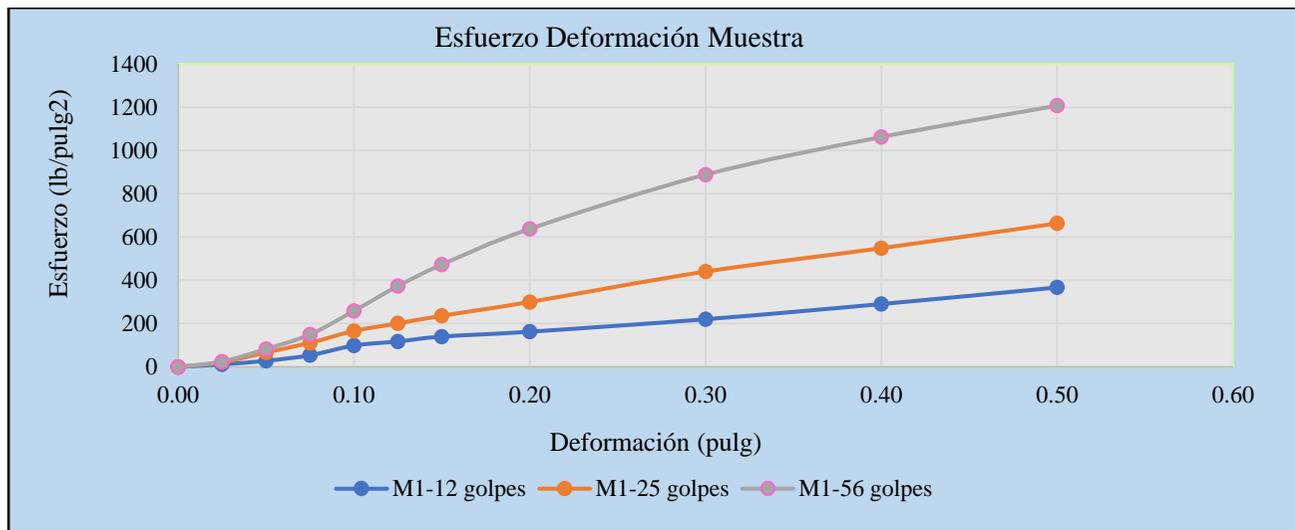


Tabla 180. Procesamiento de datos ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	09/11/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.2805	Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas
Contenido de humedad óptimo	6.2	Altura de Caída	45.82cm	5
Nº de Capas	5			4.9 cm

Datos del Equipo de Penetración

Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN)	Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09	

COMPACTACIÓN

Nº de Golpes por Capa	Nº	12	25	56
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24
Volumen de molde	cm ³	2353.15	2353.15	2353.15

Peso de molde	gr	6452.20					7101.30			6525.40	
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11546.20					12466.30			11982.50	
Peso de suelo húmedo	gr	5094.00					5365.00			5457.10	
Densidad húmeda	gr/cm3	2.16					2.28			2.32	
Tara N°	N°	C-16	C-17	C-18	C-13	C-14	C-15	C-10	C-11	C-12	
Tara + Suelo húmedo	gr	71.990	78.520	73.146	64.176	76.644	78.406	63.409	63.542	74.044	
Tara + Suelo seco	gr	68.036	74.213	69.110	60.501	72.095	73.736	59.989	60.082	70.164	
Peso de agua	gr	3.954	4.307	4.036	3.675	4.549	4.670	3.420	3.460	3.880	
Peso de tara	gr	19.020	18.590	19.270	19.040	18.100	18.060	18.170	17.820	18.250	
Peso de suelo seco	gr	49.016	55.623	49.840	41.461	53.995	55.676	41.819	42.262	51.914	
% de humedad	%	8.067	7.743	8.098	8.864	8.425	8.388	8.178	8.187	7.474	
% de humedad promedio	%	7.969			8.559			7.946			
Densidad Seca	gr/cm3	2.005			2.100			2.148			

Expansión							
Tiempo Dia	Tiempo Dia	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	31.00	0.61	26.00	0.51	10.00	0.20
2	48	31.00	0.61	26.00	0.51	10.00	0.20
3	72	32.00	0.63	27.00	0.53	11.00	0.22
4	96	33.00	0.65	27.00	0.53	11.00	0.22

Penetración											
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)			Molde N.º 02 (25)			Molde N.º 03 (56)		
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)		Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)		Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	
0.0000	0		0	0.0		0	0.00		0	0.00	
0.0250	0.63		5	15.6		7	22.01		9	28.42	
0.0500	1.27		12	38.0		21	66.86		29	92.48	
0.0750	1.9		21	66.9		34	108.48		49	156.48	
0.1000	2.54	1000	30	95.7	9.57	49	156.48	15.65	78	249.17	24.92
0.1250	3.17		38	121.3		63	201.24		119	379.99	
0.1500	3.81		45	143.7		74	236.39		151	481.93	
0.2000	5.08	1500	52	166.1	11.07	94	300.25	20.02	203	647.23	43.15
0.3000	7.62	1900	72	230.0	12.11	138	440.53	23.19	283	900.74	47.41
0.4000	10.16	2300	95	303.4	13.19	172	548.73	23.86	338	1074.47	46.72
0.5000	12.7	2600	119	380.0	14.62	208	663.10	25.50	386	1225.71	47.14
CBR al 95%densidad máxima		26.90	DENS.95%			2.157					
CBR al 100%densidad máxima		66.85	DENS.100%			2.270					

Figura 104. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 2% Sika

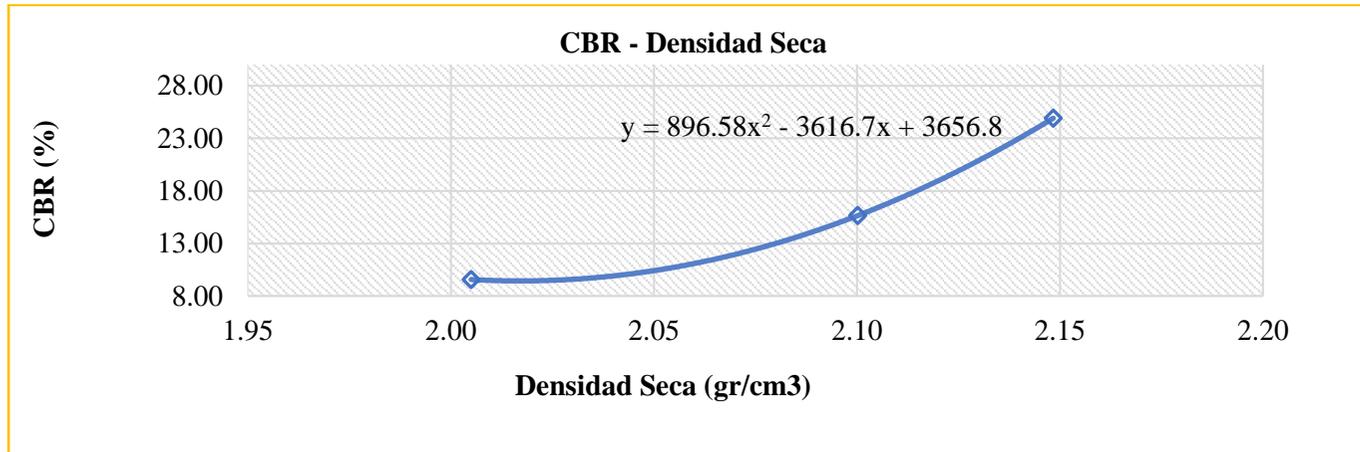


Figura 105. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 2% Sika

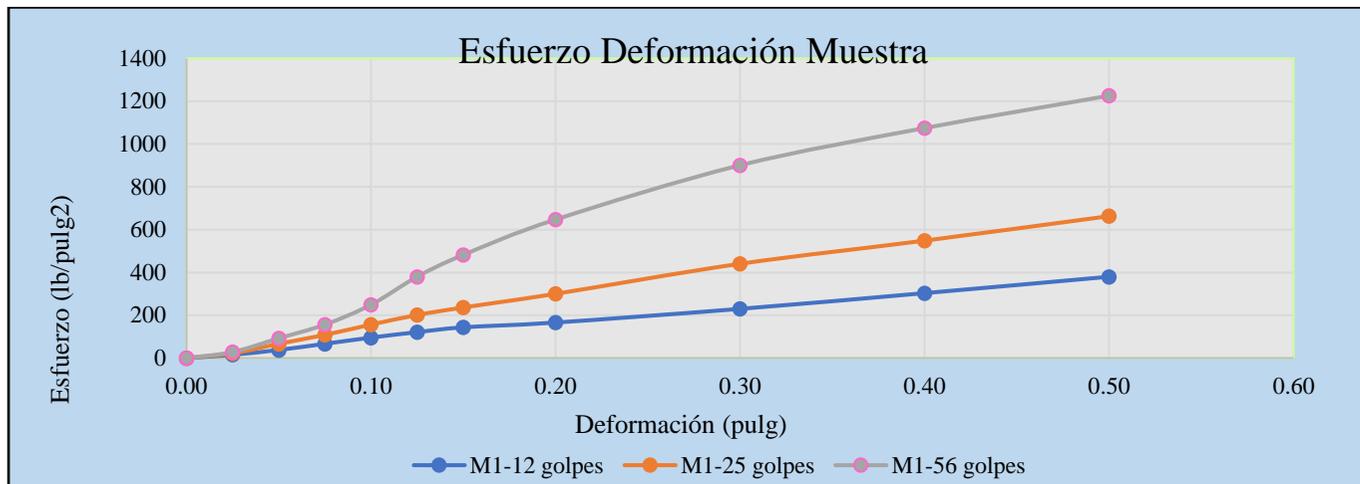


Tabla 181. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	10/11/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

Datos del Proctor Modificado		Energía de Compactación		Disco
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.252	Masa de la Pesa	4.57 kg	Espaciador
Contenido de humedad óptimo	6.1	Altura de Caída	45.82cm	
N° de Capas	5			

Datos del Equipo de Penetración

Constante del anillo de Carga	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09	Diámetro del pistón
		49.63 mm

COMPACTACIÓN

		12	25	56
N° de Golpes por Capa	N°			
Altura del molde	cm	17.80	17.80	17.80
Diámetro de molde	cm	15.24	15.24	15.24
Volumen de molde	cm ³	2353.15	2353.15	2353.15
Peso de molde	gr	6325.30	7112.50	6405.60
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado	No Saturado	No Saturado

Peso molde + Suelo húmedo	gr	11315.20					12489.30			11846.70	
Peso de suelo húmedo	gr	4989.90					5376.80			5441.10	
Densidad húmeda	gr/cm3	2.12					2.28			2.31	
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03	
Tara + Suelo húmedo	gr	70.364	71.462	69.275	75.606	67.360	74.399	74.435	79.800	84.460	
Tara + Suelo seco	gr	66.306	67.090	65.658	70.750	63.165	70.425	70.895	74.890	78.626	
Peso de agua	gr	4.058	4.372	3.617	4.856	4.195	3.974	3.540	4.910	5.834	
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.200	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140	
Peso de suelo seco	gr	48.026	48.790	46.828	52.550	45.505	52.405	52.425	55.470	60.486	
% de humedad	%	8.450	8.961	7.724	9.241	9.219	7.583	6.753	8.852	9.645	
% de humedad promedio	%	8.378			8.681			8.416			
Densidad Seca	gr/cm3	1.957			2.102			2.133			

		Expansión					
Tiempo Día	Tiempo Día	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	32.00	0.63	29.00	0.57	13.00	0.26
2	48	33.00	0.65	30.00	0.59	14.00	0.28
3	72	34.00	0.67	31.00	0.61	15.00	0.30
4	96	34.00	0.67	31.00	0.61	15.00	0.30

		Penetración						
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00
0.0250	0.63		6	18.8	8	25.21	9	28.42

0.0500	1.27		13	41.2		22	70.06		29	92.48	
0.0750	1.9		21	66.9		35	111.68		49	156.48	
0.1000	2.54	1000	27	86.1	8.61	48	153.28	15.33	75	239.58	23.96
0.1250	3.17		35	111.7		61	194.85		113	360.86	
0.1500	3.81		41	130.9		72	230.00		141	450.09	
0.2000	5.08	1500	51	162.9	10.86	92	293.87	19.59	189	602.77	40.18
0.3000	7.62	1900	68	217.2	11.43	136	434.16	22.85	269	856.45	45.08
0.4000	10.16	2300	85	271.5	11.81	170	542.37	23.58	324	1030.29	44.80
0.5000	12.7	2600	106	338.5	13.02	206	656.76	25.26	372	1181.63	45.45
CBR al 95% densidad máxima			29.92			DENS.95%			2.150		
CBR al 100% densidad máxima			89.32			DENS.100%			2.263		

Figura 106. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika

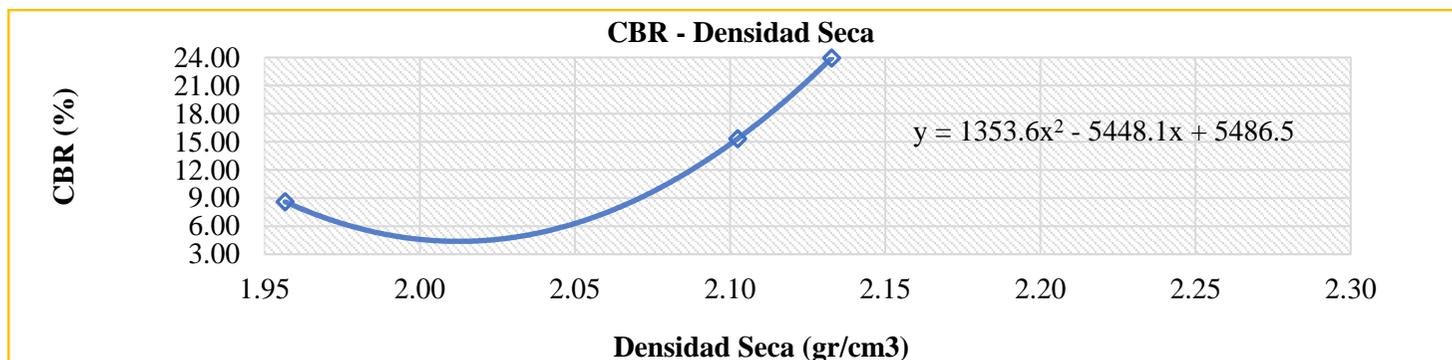


Figura 107. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika

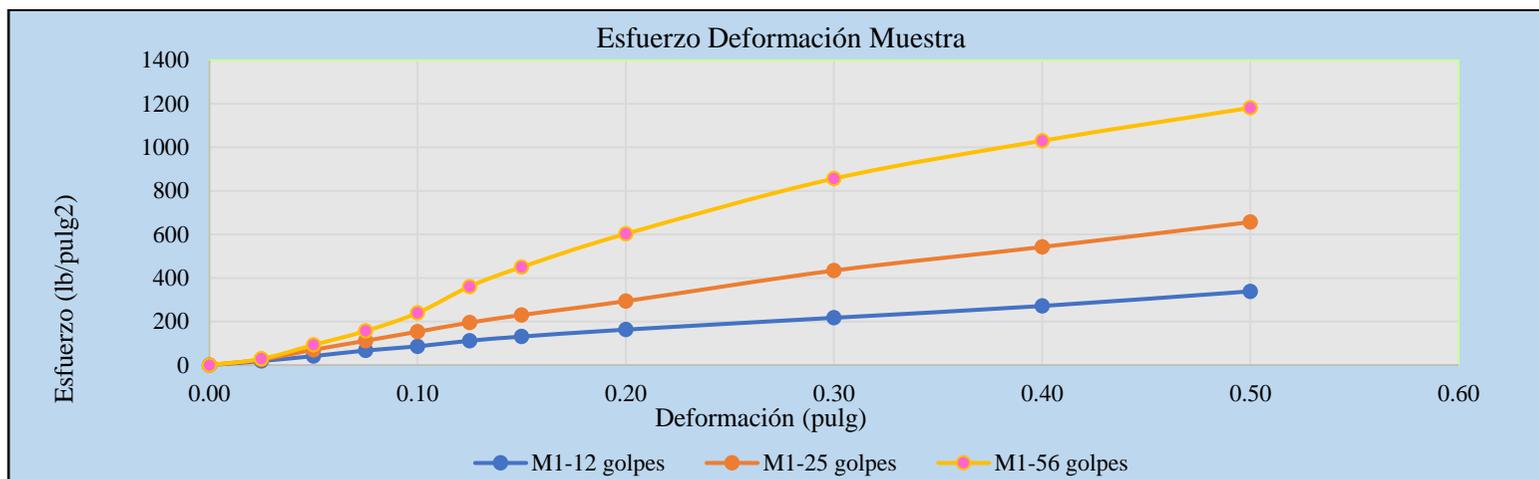


Tabla 182. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

 <p>Universidad Continental</p>	<p>UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>
<p>TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.</p>	
Ensayo:	Ensayo (CBR)
Referencia:	MTC E 132 CBR del Suelo
Fecha:	11/11/2023
Tesista:	Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES										
Datos del Proctor Modificado			Energía de Compactación				Disco			
Densidad seca máxima (gr/cm3)	2.181		Masa de la Pesa	4.57 kg	N.º Capas	Espaciador				
Contenido de humedad óptimo	8.6		Altura de Caída	45.82cm	5	4.9 cm				
Nº de Capas	5									
Datos del Equipo de Penetración										
Constante del anillo de Carga (KN)	$F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$									Diámetro del pistón
	A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09									49.63 mm
COMPACTACIÓN										
Nº de Golpes por Capa	#	12			25			56		
Altura del molde	cm	17.80			17.80			17.80		
Diámetro de molde	cm	15.24			15.24			15.24		
Volumen de molde	cm3	2353.15			2353.15			2353.15		
Peso de molde	gr	6228.90			7099.80			5963.30		
CONDICION DE LA MUESTRA		No Saturado			No Saturado			No Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	gr	11023.40			12420.20			11485.00		
Peso de suelo húmedo	gr	4794.50			5320.40			5521.70		
Densidad húmeda	gr/cm3	2.04			2.26			2.35		
Tara N°	N°	C-07	C-08	C-09	C-04	C-05	C-06	C-01	C-02	C-03
Tara + Suelo húmedo	gr	80.611	76.469	68.235	73.191	76.089	68.008	73.844	80.260	66.049
Tara + Suelo seco	gr	75.953	72.420	64.268	69.288	72.086	64.168	69.817	76.417	62.928
Peso de agua	gr	4.658	4.049	3.967	3.903	4.003	3.840	4.027	3.843	3.121
Peso de tara	gr	18.280	18.300	18.830	18.280	17.660	18.020	18.470	19.420	18.140
Peso de suelo seco	gr	57.673	54.120	45.438	51.008	54.426	46.148	51.347	56.997	44.788
% de humedad	%	8.077	7.482	8.731	7.652	7.355	8.321	7.843	6.742	6.968
% de humedad promedio	%	8.096			7.776			7.185		
Densidad Seca	gr/cm3	1.885			2.098			2.189		

Expansión

Tiempo Dia	Tiempo Hora	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)	
		Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)	Lectura	Hinchamiento (%)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24	23.00	0.45	18.00	0.35	9.00	0.18
2	48	24.00	0.47	18.00	0.35	10.00	0.20
3	72	25.00	0.49	19.00	0.37	12.00	0.24
4	96	26.00	0.51	20.00	0.39	13.00	0.26

		Penetración									
Pulgada	Milímetro	Presión patrón (lb/pulg2)	Molde N.º 01 (12)		Molde N.º 02 (25)		Molde N.º 03 (56)				
			Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)	Lectura Dial	Presión suelo (lb/pulg2)			
0.0000	0		0	0.0	0	0.00	0	0.00			
0.0250	0.63		4	12.4	8	25.21	10	31.62			
0.0500	1.27		9	28.4	26	82.87	43	137.28			
0.0750	1.9		14	44.4	54	172.47	77	245.97			
0.1000	2.54	1000	19	60.5	6.05	76	242.78	24.28	112	357.68	35.77
0.1250	3.17		22	70.1	93	297.06	151	481.93			
0.1500	3.81		28	89.3	109	348.11	186	593.23			
0.2000	5.08	1500	35	111.7	7.45	133	424.61	28.31	251	799.46	53.30
0.3000	7.62	1900	44	140.5	7.39	175	558.27	29.38	346	1099.70	57.88
0.4000	10.16	2300	56	178.9	7.78	207	659.93	28.69	409	1298.05	56.44
0.5000	12.7	2600	64	204.4	7.86	238	758.26	29.16	463	1467.59	56.45

CBR al 95% densidad máxima	27.14	DENS.95%	2.122
CBR al 100% densidad máxima	42.20	DENS.100%	2.234

Figura 108. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

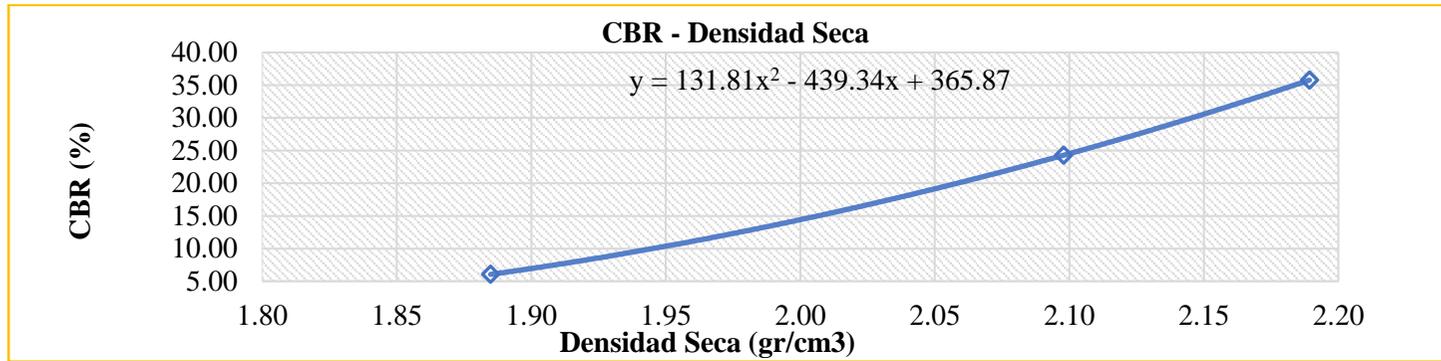
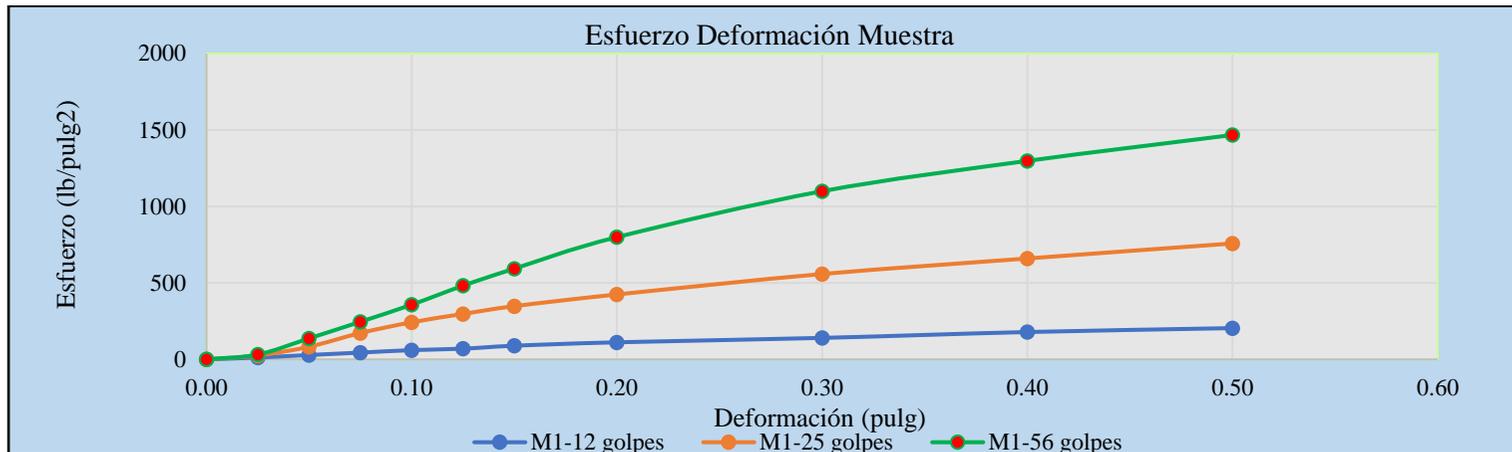


Figura 109. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

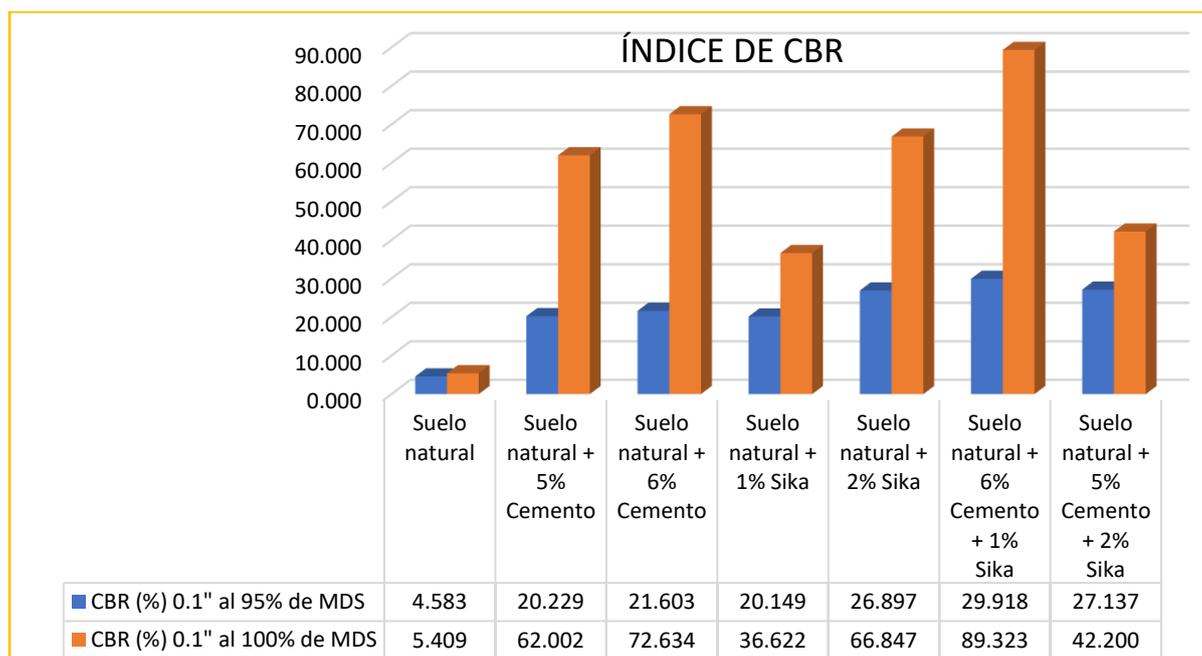


4.1.9. Resumen de procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 183. Resumen de ensayo de laboratorio de CBR con los aditivos cemento IP más Sika

Número	Muestras	CBR (%) 0.1" al 95% de MDS	CBR (%) 0.1" al 100% de MDS
1	Suelo natural	4.583	5.409
2	Suelo natural + 5% Cemento	20.229	62.002
3	Suelo natural + 6% Cemento	21.603	72.634
4	Suelo natural + 1% Sika	20.149	36.622
5	Suelo natural + 2% Sika	26.897	66.847
6	Suelo natural + 6% Cemento + 1% Sika	29.918	89.323
7	Suelo natural + 5% Cemento + 2% Sika	27.137	42.200

Figura 110. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika



Se observa en la figura 110 (Gráfico resumen de Ensayo (CBR)) nos muestra los valores de CBR de 0.1" al 95% de la densidad máxima seca por cada combinación, en el cual se puede observar que la combinación **suelo natural más 1% de Sika** tiene un valor de 20.149%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 36.622%, los cuales son valores mínimos, igual estaría en la categoría de la **subrasante muy buena** según la manual de carreteras que nos indica que CBR mayores o iguales a 20% pero menores a 30%. De la misma manera nos muestra los valores de CBR de 0.1" al 95% de la densidad máxima seca, se puede

apreciar la combinación de suelo natural más 6% de cemento IP con 1% de Sika, un valor de 29.918%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 89.323% que serían valores máximos, el cual estaría en la **categoría de Sub rasante Excelente** que según manual de carretas nos indica que deben ser CBR mayores o iguales a 30%.

Tabla 184. *Categoría de la Subrasante-manual de carreteras, sección suelos y pavimentos*

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Nota: Tomado de Manual de carreteras R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, p.35

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta ocasión, se realizarán las discusiones de los datos obtenidos, con los antecedentes de la investigación establecidos en el capítulo II, donde vamos a comparar los resultados, así como las variaciones en cada uno de los aspectos estudiados.

OE1: Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina la plasticidad del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera- Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023.

Según Nesterenko (2018), indica en su investigación desempeño de suelos Estabilizados Con Polímeros, en donde se hizo análisis de 5 tipos de suelos, los cuales ha denominado A,B,C,D y E, las muestras de suelo C y E presentan una reducción moderada del IP (16.166%), siendo clasificados dentro de la familia de las gravas, así mismo el valor más alto reportado en relación a la reducción de IP representa el suelo C (18.18%) siendo este suelo clasificado dentro de la familia de las arcillas, suelos finos, no siendo analizado los suelos A y E por ser suelos no plásticos, en concreto se **concluye que por la incorporación de la aditivo RAM reduce el IP de los suelos ensayados.**

En nuestra investigación la índice plasticidad del suelo natural (calicata N°05) es de 3.56%, con las combinaciones se ha incrementado de un mínimo de 5.25% a un máximo de 9.94% en las combinaciones de suelo natural más 5% de cemento y suelo natural más 2% de Sika respectivamente, con ello se está demostrando que el IP a medida que se incrementando se va volviendo un suelo arcilloso y suelos arcillosos de poca plasticidad, así mismo para materiales

de afirmado el índice de plasticidad debe oscilar entre 4%-12%, los materiales fuera de ese rango serán sujetos a estabilización con algún aditivo, según manual de carreteras-2014. En nuestra investigación el IP se incrementa de 5.25% hasta un valor máximo de 9.94% lo cual estaríamos contribuyendo a que la subrasante tenga mayor cohesión entre las partículas.

OE2: Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el grado de compactación del suelo de subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor; -Maranura, - La Convención – Cusco – 2023.

Según Nesterenko (2018), en su investigación desempeño de suelos Estabilizados Con Polímeros, en el análisis de la a máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de los suelos A, B,C,D y E, las muestras de los suelos B y C presentan un incremento moderado de MDD de 0.86% - 0.18% respectivamente, así mismo presentan reducción de OCH de las muestra B y D de 7.14% - 9.52% respectivamente, así mismo el valor más alto reportado en relación a la reducción del OCH representa el suelo C de 13.16%

Se demuestra que al incorporar aditivo PAM incrementa la densificación de los suelos mediante la reorientación de las partículas existentes dentro del paquete estructural que conforma la capa de pavimento estabilizado, así como también disminuye el óptimo contenido de humedad.

En nuestra investigación la densidad máxima seca se ha incrementado siendo la combinación de suelo natural más 5% de cemento un valor de 2.271 (gr/cm³) con un contenido de humedad óptimo de 7.5%, a excepción de la combinación de suelo natural más 1% de Sika a disminuido a un valor de 2.212 (gr/cm³) respecto del suelo natural patrón que se tiene un valor de 2.252(gr/cm³), así mismo el Contenido de humedad óptimo se ha incrementado en todas las combinaciones llegando a máximo de 8.2% en la combinación de suelo natural más 2% de Sika, con ello podemos demostrar que al incrementar las combinaciones de diferentes porcentajes de aditivos se incrementa la densidad de la sub rasante en estudio, así como también se incrementa el Contenido de humedad óptimo.

OE3: Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco – 2023

Según Sulla (2018), indica en su investigación, aplicación del producto polímero Sika Dust Seal PE en caminos no pavimentados, obtuvo como resultado un incremento de la capacidad de soporte en un 13.9%

Así mismo el investigador Chinchay (2018), al evaluar la adición de SIKA DUST Seal PE, incremento el valor de soporte de California (CBR) en un 95% la densidad seca máxima para

un 0.1” de penetración aumentando a la calicata 01 en un 27,91%, la calicata 02 en un 30,23%, la calicata N°03 en un 19,55% y a la calicata 04 en un 28,23%

Por otro lado, Fernández (2017), al incorporar el aditivo Terrazyme para la estabilización de suelo arcilloso de sub rasante, la capacidad de soporte aumento en 19% en la calicata 7.

Coronado (2020), en su investigación denominado, estabilización de suelos granulares al adicionar bacterias calcificantes aumento la capacidad de soporte de 0.32% a 5.44% de esa manera mejora las propiedades físico mecánicas de los suelos granulares no cohesivos.

Por otro lado, en nuestra investigación previo a la determinación de la calicata más crítica que sería la calicata N°05, obtuvimos como resultado para un CBR al 95% un 4.58% para la muestra patrón, sin embargo, al incorporar al suelo natural 5% de cemento, 6% de cemento, 1% de SIKADUST Seal PE, 2% de SIKADUST Seal PE, 6% de cemento y 1% de SIKADUST Seal PE y finalmente 5% de cemento y 2% de SIKADUST Seal PE, obtenemos como resultados de capacidad de soporte de 20.229%, 21.603%, 20.149%, 26.897%, 29.918% y 27.137% respectivamente.

Al comparar los resultados de los autores mencionados anteriormente, con nuestros resultados obtenemos una variación, debido a la adición de diferentes proporciones de cemento tipo IP y SIKADUST Seal PE a la muestra de la subrasante.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se logró el objetivo general que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura -La Convención – Cusco - 2023.

Con la adición de aditivos de cemento tipo IP más aditivo SIKADUST Seal PE, se hicieron los ensayos correspondientes de límites de consistencia y Proctor modificado para así poder tener el Contenido de humedad óptimo y la densidad máxima seca, con ello determinar el valor de CBR a un 95% de la densidad máxima seca, que evidentemente ha tenido una mejora significativa con respecto al suelo natural, en todas las combinaciones ha resultado un valor de CBR por encima de 20% tal como indica la Tabla N° 183. Así como también el índice de plasticidad se ha incrementado lo cual a medida que se va incrementando se volviendo un suelo arcilloso y suelos arcillosos de poca plasticidad según manual de carreteras, con lo cual podemos decir que contribuye a la estabilización de suelo. Por otro lado, se ha incrementado el

grado de compactación en varias combinaciones, con todo ello estaríamos cumpliendo la estabilización de la sub rasante de la carretera en estudio.

No se rechaza la **primera hipótesis específica** que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor- Maranura- La Convención – Cusco - 2023.

Ya que según la Tabla 169 que se presenta – Resumen de los ensayos de límites de consistencia, se puede observar mientras se le adiciona la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el Índice plasticidad se incrementa hasta un máximo de 9.94%, esta cuando se le adiciona suelo natural más 2% de Sika. Con esto estaríamos demostrando que al adicionar los aditivos al suelo natural esta modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la carretera en estudio. Se concluye entonces que al adicionar más aditivos como el cemento y la Sika va mejorar la estabilidad del suelo, debido a que va tener mayor cohesión entre las partículas, además los resultados están dentro del rango de 4%-12% según manual de carreteras -2014.

No se rechaza la **segunda hipótesis específica** que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, altera positivamente en el grado de compactación del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023”.

Ya que según la Tabla 176 - resumen ensayos de compactación, se puede observar que mientras se le adicionaba la cantidad de cemento de 5%, 6%, 2 % de Sika y 6% de cemento más 1% de Sika el peso específico se incrementa en un promedio en 2.27 gr/cm³, así como también disminuye cuando se le adiciona al suelo natural 1% de Sika y 5% de cemento más 2% de Sika en un promedio de 2.22%. con lo cual se concluye que tendrá mayor densidad cuando mayor sea el cemento y el aditivo Sika.

No se rechaza la **tercera hipótesis específica** que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023”. Ya que según la Tabla 183 nos muestra los valores de CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca por cada combinación, en el cual se puede observar que la combinación **suelo natural más 1% de Sika** tiene un valor de 20.149%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 36.622%, los cuales son valores mínimos, igual estaría en la categoría de la **subrasante muy buena** según la manual de carreteras que nos indica que CBR mayores o iguales a 20% pero menores a 30%. De la misma manera nos muestra los valores de

CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca, se puede apreciar la combinación de suelo natural más 6% de cemento IP con 1% de Sika, un valor de 29.918%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 89.323% que serían valores máximos, el cual estaría en la **categoría de Sub rasante Excelente** que según manual de carretas nos indica que deben ser CBR mayores o iguales a 30%.

Se concluye que a medida que se incrementa los aditivos tanto cemento y Sika los valores de CBR se incrementa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los ensayos correspondientes con la adición de aditivos como el cemento, Sika y la combinación de ellos para el mejoramiento de la capacidad portante de sub rasante, para su respectiva ejecución a fin de no presentar problemas en futuro.
- Se recomienda que, con la adición de cemento de 5% es suficiente para lograr el CBR para la capa subrasante, por supuesto que en los resultados se logró obtener de categoría subrasante muy buena a excelentes, según manual de carreteras de suelos y pavimentos.
- Se recomienda que, al momento de realizar el Ensayo (CBR), en la etapa de penetración se realice con una maquina digitalizada a fin de mejorar y tener mayor asertividad de los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **LOZANO BOCANEGRA, Eugenio; RUIZ RAMOS, José Miguel y ALFONSO PÉREZ, Juan Carlos.** *Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico.* Facultad de Ingeniería especialización en ingeniería de pavimentos Bogotá D.C., Universidad Católica de Colombia. 2015. pág. 10, Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos.
2. **ENCISO HUAMÁN, Hubert y FLORES DEL VILLAR, James Hamilton.** *Estabilización de Suelos con Aditivo Proes, Caso: Centro.* Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad Cesar Vallejo. Pasco : s.n., 2021. pág. 8, Tesis de grado para optar título profesional de ingeniero civil.
3. **MANRIQUE REYNAGA, Jasmell Frank.** *Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la avenida “la cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac - 2020.* facultad de ingeniería y arquitectura, escuela profesional de ingeniería civil, Universidad Cesar Vallejo. 2020. pág. 11, Tesis de grado para optar título profesional de ingeniero civil.
4. **Sika® Dust Seal PE.** Supresor de polvo y estabilizador de suelos. *Hoja técnica.* 2019.
5. **GEOPELYMERSOLUTIONS.** [consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: [En línea] <https://www.geopolymertech.com/es/estabilizacion-del-suelo/>.
6. **VOOTTIPRUEX, Panich, y otros.** Estabilización de Arcilla Blanda Utilizando Geopolímero de Perlita Activado por Hidróxido de Sodio. *Revista internacional de geosintéticos e ingeniería terrestre.* 2022, Vol. 8, 1, pág. 5.
7. **SAHOO, Soumyaprakash y SURESH, Prasad Singh.** Propiedades de resistencia y durabilidad de suelo expansivo tratado con geopolímero y estabilizadores convencionales. *Construcción y Materiales de Construcción.* 2022, 328, pág. 127078.
8. **ABDUSSALAM EZREIG, Ali Muftah; MOHAMAD ISMAIL, Mohd Ashraf y AZARROUG EHWAILAT, Khaled Ibrahim.** Efecto hidrofóbico de la estabilización del suelo para una mejora sostenible del suelo de subrasante. *Materiales.* 2022, Vol. 15, 9, pág. 3087.
9. **ALAA HJ AL, Rkaby y NOOR AAMER, Odeh.** Caracterización de resistencia, durabilidad y microestructuras de suelos arcillosos mejorados con geopolímero sostenible. *Estudios de casos en materiales de construcción.* 2022, Vol. 16, pág. e00988.
10. **TAN, Eng Hie; ZAHARAN, El-Said MM y TAN, Soon Jiann.** Prueba de resistencia de agregados de arenisca estabilizados con cemento y copolímero de látex de estireno-butadieno para aplicaciones de subbases de carreteras. *Revista de materiales en ingeniería civil.* 2022, Vol. 34, 7, pág. 04022147.
11. **LEI, Huayang, y otros.** Efecto estabilizador de poliacrilamida aniónica sobre arcilla marina tratada con cal. *Revista Internacional de Geomecánica.* 2020, Vol. 20, 6, pág. 04020050.
12. **SARLI, Jalil Mohammad, HADADI, Farhad y BAGHERI, Rahmat-Allah.** Estabilización de las propiedades geotécnicas del suelo de loess mediante la mezcla de fibra de poliéster reciclada y nano-SiO₂. *Ingeniería Geotécnica y Geológica.* 2020, Vol. 38, págs. 1151-1163.

13. **FARAY y WIWIK, Rahayu.** Mejora de la durabilidad y la resistencia del arcilloso usando varios materiales estabilizados. *En Ciclo de Conferencias IOP: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.* 2020, Vol. Publicación IOP, pág. 012028.
14. **ZAICA, Yulvi y SURYO, Eko Andi.** La durabilidad de la cal y la ceniza de cascarilla de arroz mejoró el suelo expansivo. *Revista GEOMATE.* Vol. 18, 65, págs. 171-178.
15. **CUISINIER, Olivier, et al.** Propiedades mecánicas y microestructura de suelos tratados con un copolímero a base de vinilo. *n E3S Web de Conferencias . EDP Ciencias.* 2020, pág. 06009.
16. **NUJID, MM, et al.** Correlación entre la relación de carga de California (CBR) con el índice de plasticidad del suelo marino estabilizado con polvo de concha de berberecho. *En Journal of Physics: Serie de conferencias .* Editorial IOP, 2019, pág. 012036.
17. **AL-JABBAN, Wathiq, et al.** Una evaluación comparativa del cemento y el subproducto petrit T en la estabilización de suelos. *Ciencias Aplicadas.* 2019, Vol. 9, 23, pág. 5238.
18. **HADI, Noor Hadijah Abdul, et al.** Propiedades de compactación y resistencia de la subbase de carretera infundida con un copolímero de látex. *En Actas del 4º Congreso Mundial de Ingeniería Civil, Estructural y Ambiental (Csee'19), Roma, Italia .* 2019.
19. **BOZYIGIT, Irem, et al.** Utilización de un copolímero a base de vinilo para la mejora de una arcilla tipo caolín. *En E3S Web de Conferencias . EDP Ciencias,* 2019, pág. 11016.
20. **LAW, Chia-Wen, LING, Félix Ngee-Leh y NG, Boon-Khiang.** Características de resistencia de suelos orgánicos artificiales estabilizados con estabilizador de copolímero. *En MATEC Web de Congresos . EDP Ciencias,* 2018, pág. 01010.
21. **SULLA DE LA CRUZ, Denis Christian.** *Evaluación de la Aplicación del Polímero Sika Dust Seal PE en Caminos no Pavimentados, Intersección Av. San Luis y Cuadra 1-Palian-Huancayo 2017.* FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. Huancayo : s.n., 2018. pág. 89, Tesis para optar el título profesional de ingeniería civil.
22. **CHINCHAY DÍAZ, Linberg.** *Influencia del aditivo sika dust seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo La Serma-Tambillo Jaén, Cajamarca.* FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Cajamarca : s.n., 2018. pág. 70, Tesis para optar el Título Profesional de ingeniería civil.
23. **NESTERENKO CORTES, Darko.** *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú.* *En I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA-LATNET.* Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2019. pág. 33, Tesis para optar el Grado de Máster en Ingeniería Civil con mención en Vial.
24. **CORONADO ZULOETA, Omar.** *Estabilización de suelos granulares no cohesivos de Lambayeque aplicando bacterias calcificantes.* Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo., Universidad Señor de Sipán, Pimentel - Chiclayo, Perú. Chiclayo : s.n., 2019. pág. 15.
25. **BECERRA SANTILLÁN, Anthony César Fernan y HERRERA GONZÁLES, Alfredo Emmanuel.** *Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, enpmenado los cemntos*

pacasmayo viaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque 2018. FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL., UNIVERSIDAD SEÑO DE SIPAN. Lambayeque : s.n., 2019. pág. 259.

26. **QUIROZ ALCÁNTARA, Alexander.** *Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque.* Facultad de ingeniería civil, sistemas y arquitectura, escuela profesional de ingeniería civil., UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO. Lambayeque : s.n., 2020. pág. 252, Tesis para optar título profesional de ingeniero civil.

27. **Manual de carreteras.** Suelos y pavimentos RD N° 10. 2014 - MTC-14, págs. 102-103.

28. **QUEZADA OSORIA, Santiago Ernesto.** *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación.* [en línea]. Tesis de grado. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. 2017. págs. 10, [consulta: 10 junio 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3207>.

29. **MAESTROS, A LA OBRA.** Maestros. [En línea] [Citado el: 22 de febrero de 2024.] Disponible en: <https://maestros.com.co/herramientas-y-equipos/clasificacion-caracteristicas-del-suelo-cemento/>.

30. **GEOTÉCNICOS, ESTUDIOS.** GEOSUPPORT. [En línea] [Citado el: 28 de febrero de 2024.] Disponible en: <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>.

31. **NARVÁEZ ESPINOZA, Mario, y otros.** *Estudio Comparativo del Grado de Compactación y Módulo de Elasticidad de Rellenos Estructurales.* Cajamarca : Conference Proceedings UTMACH, 2017. pág. 49.

32. **TAMAYO TAMAYO, Mario.** *El proceso de investigacion científica.* Mexico : EDITORIAL LIMUSA. S.A. DE C.v., 2003. pág. 42. Vol. 121. 968-18-5872-7.

33. **BERNAL TORRES, César Augusto.** *Metodologia de la investigacion, administración, economía, humanidades.* [ed.] E-BOOK. Colombia : PEARSON EDUCACIÓN, 2010. pág. 60. ISBN 978-958-699-128-5.

34. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar.** *METODOLOGIA DE INVESTIGACION.* 6. s.l. : MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. pág. 129.

35. **LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro y FACHELLI, Sandra.** *Metodologia de la investigacion social cuantitativa.* Barcelona : s.n., 2015. pág. 13.

36. **RAMÍREZ, Tulio.** *Cómo hacer un proyecto de investigación.* Caracas : Panapo, 1997. pág. 81. ISBN No: 980-733903-2.

37. **SÁNCHEZ, Maream J.; FERNÁNDEZ, Mariela y DIAZ, Juan C.** *Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo.* Quito : s.n., 2021.

38. **D., Hernandez S. y Duana.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.* 2020. ISSN: 2007-4913.

39. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima : s.n., 2016. pág. 19.

ANEXOS

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES:	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE. determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, La Convención – Cusco - 2023?	Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor, Maranura - La Convención – Cusco - 2023.	La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura - La Convención – Cusco - 2023.	Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE. Dependiente: Y1: Estabilización de la sub rasante.	La presente investigación es de tipo aplicada, El diseño de la investigación es experimental, puesto que la variable independiente será manipulada, cemento y el aditivo SIKA.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		UNIDAD DE ANÁLISIS

<p>1) ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor - Maranura, La Convención – Cusco – 2023?</p>	<p>1) Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera- Mandor, Maranura, La Convención – Cusco - 2023.</p>	<p>1) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor- Maranura- La Convención – Cusco - 2023.</p>	<p>Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE. Dependiente: Y1: Plasticidad del suelo.</p>	<p>Material de Suelo de la sub rasante de la carretera cooperativa agraria cafetalera Mandor, Maranura, la Convención – Cusco.</p>
<p>2) ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo Sika, determina el grado de compactación de la subrasante en el grado de compactación del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023?</p>	<p>2) Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el grado de compactación del suelo de subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor, Maranura - La Convención – Cusco – 2023.</p>	<p>2) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, altera positivamente en el grado de compactación del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera, Mandor – Maranura, La Convención – Cusco - 2023.</p>	<p>Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE. Dependiente: Y1: Grado de compactación del suelo.</p>	<p>POBLACIÓN DE ESTUDIO: La población está conformada por los suelos de sub rasante el cual consta de 21 ensayos, incluido suelo natural de la carretera cooperativa agraria cafetalera Mandor; Maranura, la convención – cusco año 2023.</p>
<p>3) ¿En qué medida influye el cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria</p>	<p>3) Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera –</p>	<p>3) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria</p>	<p>Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE.</p>	<p>TAMAÑO DE LA MUESTRA: la muestra estará constituida por 21 ensayos de material sub rasante mezclado con 5% y 6% de cemento Portland tipo IP, y</p>

Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco – 2023?	Mandor - Maranura - La Convención – Cusco – 2023	Cafetalera - Mandor - Maranura - La Convención – Cusco - 2023.	Dependiente: Y1: CBR del suelo de la sub rasante.	aditivo SIKA DUST Seal PE (1% y 2%) de la carretera cooperativa agraria cafetalera Mandor, Maranura, la Convención – Cusco
---	---	---	--	--

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N°1: Extracción de las muestras de suelo de la subrasante



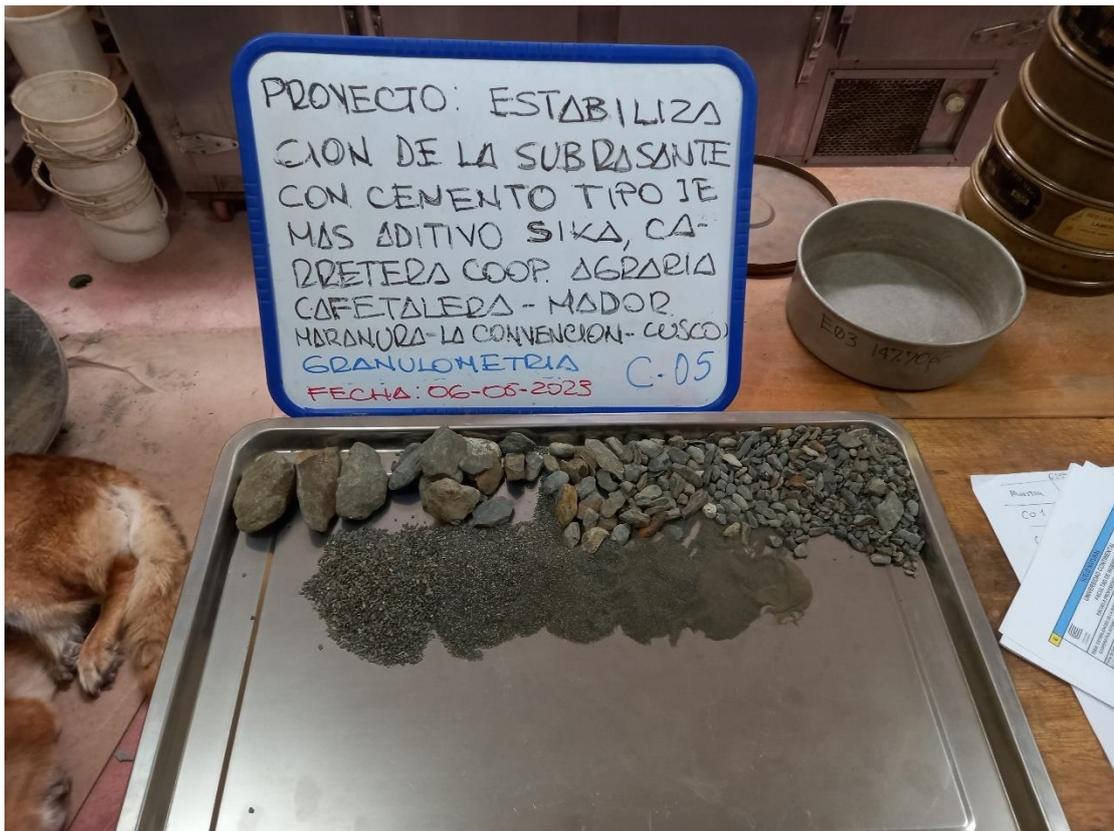
Fotografía N°2: Lavado de la muestra para ensayo granulométrico



Fotografía N°3: secado de la muestra para ensayo granulométrico



Fotografía N°4: Pesado de la muestra de ensayo granulométrico



Fotografía N°5: Tamizado de la muestra de ensayo granulométrico



Fotografía N°6: Tamizado de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°7: Preparación de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°8: Formación de bastones con las yemas de dedos de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°9: Pesado de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°10: Secado de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°11: Tamizado ¾" de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°12: Preparado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°13: Compactado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°14: Enrasado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°15: Pesado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°16: Pesado y horneado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°17: Tamizado $\frac{3}{4}$ " de la muestra para ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°17: Preparado de la muestra para ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°18: Colocación y compactado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°19: Enrasado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°20: Pesado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



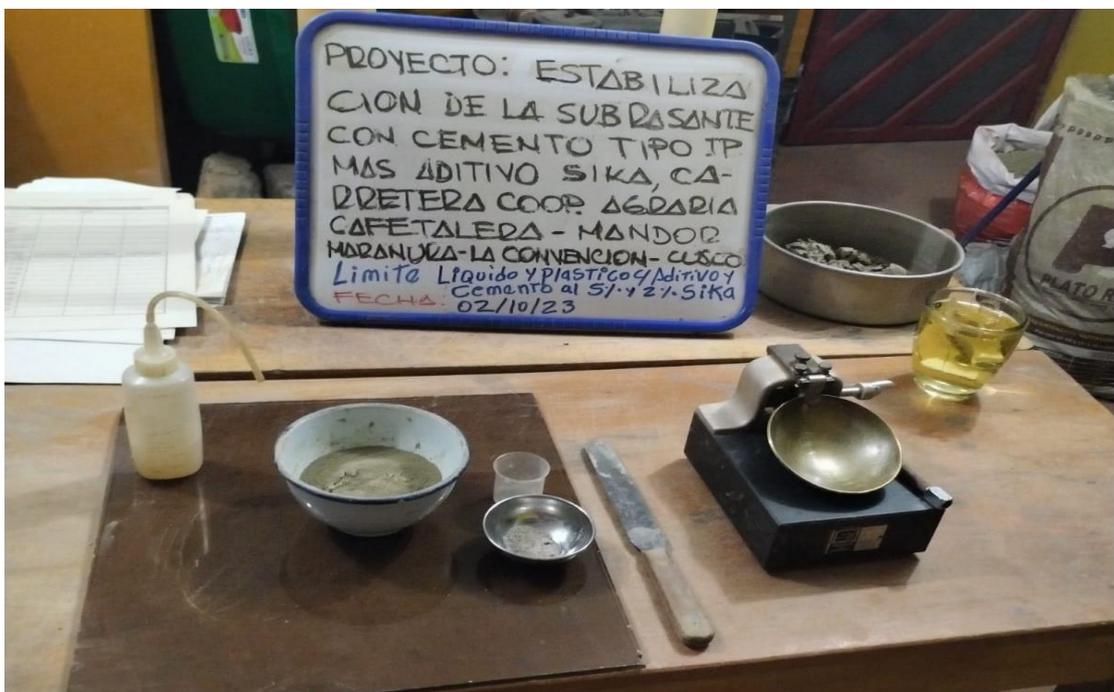
Fotografía N°21: Pesado y secado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



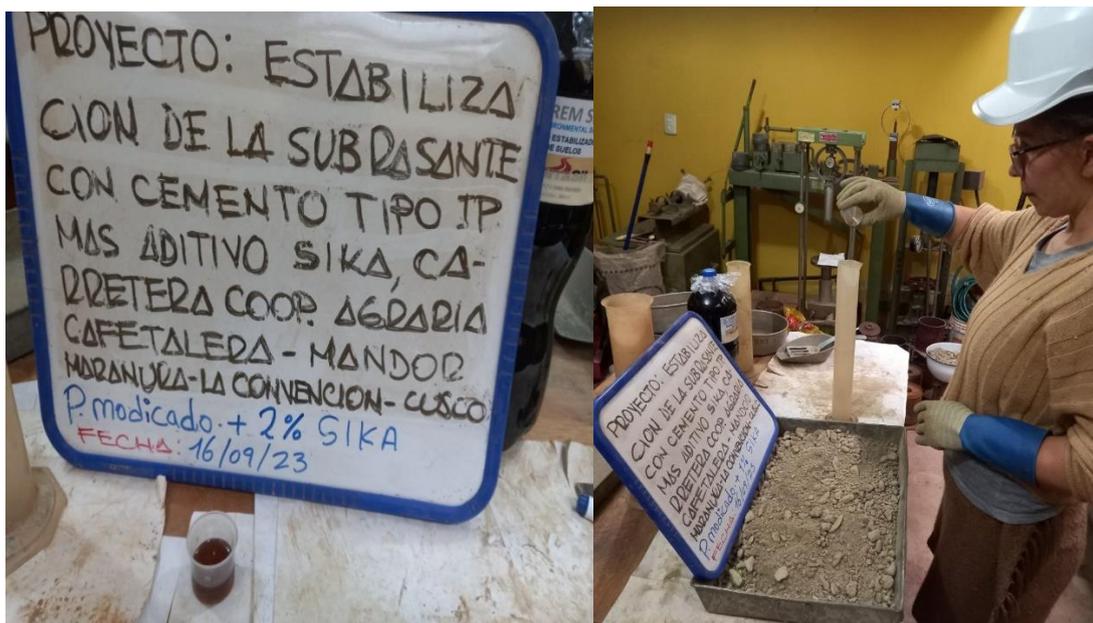
Fotografía N°22: Saturación de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



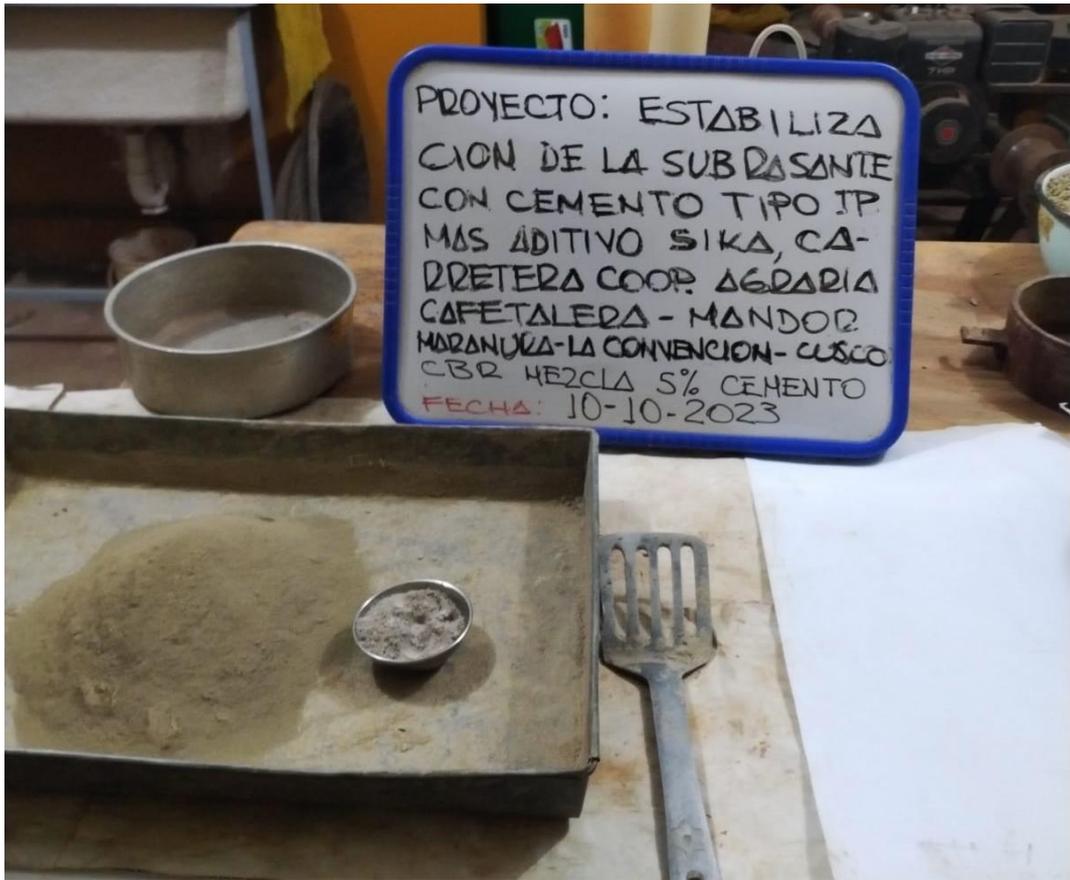
Fotografía N°23: Penetración de muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°24: Colocación de aditivos, 2% de Sika y 5% de Cemento de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°25: Colocación de aditivos Sika y cemento para ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°26: Colocación de aditivos Sika y cemento para ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°27: Saturación de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°28: Penetración de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)

FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS, FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS Y FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°01) – Granulometría

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Granulometría)

I. Datos Generales

Fecha 19 de abril de 2024
Validador Ing. Rosendo Yobany Motta Zavallos
Cargo e institución donde labora Gerente de Geotecnia - Ingeolab S.R.L.
Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
Objetivo del instrumento Determinar la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.	X			
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		2	8	12	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.73$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente


 Rosendo Motta Zavallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°01) – Límites de consistencia

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Límites de plasticidad)

I. Datos Generales

Fecha: 19 de abril del 2024
 Validador: Ing. Rosendo Yobany Motta Zavallos
 Cargo e institución donde labora: Gerente de Geotecnia - Ingeotec S.R.L.
 Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento: Determinar el límite líquido y límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento: Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

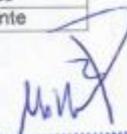
- 1 Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
- 2 Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
- 3 Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.	X			
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		2	8	12	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.73$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente


 Rosendo Motta Zavallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°01) – Proctor modificado

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Proctor modificado)

I. Datos Generales

Fecha 19 de abril del 2024
 Validador Ing Rosendo Yohany Motta Zevallos
 Cargo e institución donde labora Gerente de Geotecnia - Ingeotab S.R.L.
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima
 Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Boívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		J	6	18	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{0.83}$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente


 Rosendo Motta Zevallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Formato para validar los criterios de Expertos (EXPERTO N°01) – CBR

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Ensayo de soporte de califonia CBR)

I. Datos Generales

Fecha: 19 de abril del 2024
 Validador: Ing Rosendo Yobany Motta Zavallos
 Cargo e institución donde labora: Gerente de Geotecnia-Ingecalab S.R.L.
 Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el CBR del material de la subrasante de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento: Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento: Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.	X			
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		2	8	2	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.73$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Rosendo Motta Zavallos
 Rosendo Motta Zavallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Granulometría)

I. Datos Generales

Fecha 18/04/2024
 Validador ING. PAUL HUGO BLANCO ARAUJO
 Cargo e institución donde labora CONSULTOR DE OBRAS - ESP. OBRAS VIALES
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.	X			
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		2	10	9	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.70$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente


 PAUL HUGO BLANCO ARAUJO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 67346

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°02) – Límites de consistencia

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Límites de plasticidad)

I. Datos Generales

Fecha 18/04/2024
Validador ING. Raul HUGO BLANCO ARAOZ
Cargo e institución donde labora CONSULTOR DE OBRAS - ESP. OBRAS VIALES
Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio.
Objetivo del instrumento Determinar el límite líquido y límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.	X			
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		1	8	15	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.50$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente


 Raul HUGO BLANCO ARAOZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 52346

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°02) – Proctor modificado

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Proctor modificado)

I. Datos Generales

Fecha 18/04/2024
 Validador ING° RAUL HUGO BLANCO ARAZ
 Cargo e institución donde labora CONSU. H. O. B. DE OBRAS. - E. O. P. OBRAS. V. O. LES
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima
 Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		1	8	15	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.80$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

RAUL HUGO BLANCO ARAZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 57346

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Ensayo de soporte de califonia CBR)

I. Datos Generales

Fecha: 18/04/2024
 Validador: ING° RAUL HUGO BLANCO ARROYO
 Cargo e institución donde labora: CONSULTORA DE OBRAS - ESP. OBRAS VIALS
 Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.

Objetivo del instrumento Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.

Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.	X			
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.	X			
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL		1	6	18	

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.63$$


 RAUL HUGO BLANCO ARROYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 57346

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Granulometría)

XIII. Datos Generales

Fecha 16 DE OCTUBRE DEL 2023
 Validador Ing. ALBERTH EDWARD MARIQUI TUPA
 Cargo e institución donde trabaja Responsable de Laboratorio, DE P&C INGENIERIA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEO-TECNICA Y MATERIALES SAC)
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

XIV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL					

XV. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.83$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Alberth Edward Marqui Tupa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 20665A

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°03) – Límites de consistencia

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Límites de plasticidad)

XVI. Datos Generales

Fecha: 16 DE OCTUBRE DEL 2023

Validador: Ing. ALBERTH EDWARD MALLOQUI TIUPA

Cargo e institución donde labora: Responsable de Laboratorio, DE PROYECTOS SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES SAC)

Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio.

Objetivo del instrumento: Determinar el límite líquido y límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.

Autor(es) del instrumento: Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

XVII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.	X			
TOTAL					

XVIII. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.67$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

COLEGIO DE INGENIEROS DEL P.C. CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Alberth Edward Malloqui Tiupa
INGENIERO CIVIL
CIP 20600-R

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°03) – Proctor modificado

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Proctor modificado)

VII. Datos Generales

Fecha	16 DE OCTUBRE DEL 2023
Validador	Ing. ALBERTH EDUARDO MALLOQUI TUPA
Cargo e institución donde labora	Responsable de Laboratorio, DE PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC)
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio.
Objetivo del instrumento	Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima
Autor(es) del instrumento	Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.	X			
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

IX. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.80$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Alberth Edward Malloqui Tupa
INGENIERO CIVIL
CIP 20664-R

Formato para validar los criterios de Expertos (EXPERTO N°03) – CBR

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Ensayo de soporte de calificación CBR)

VII. Datos Generales

Fecha 16 DE OCTUBRE DEL 2023
 Validador Ing. ALBERTH EDWARD MALLOQUI TUPA
 Cargo e institución donde labora Responsable de Laboratorio, DE PROYECTOS SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES SAC)
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.

Objetivo del instrumento Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.

Autor(es) del instrumento Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- 1 Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
- 2 Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
- 3 Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

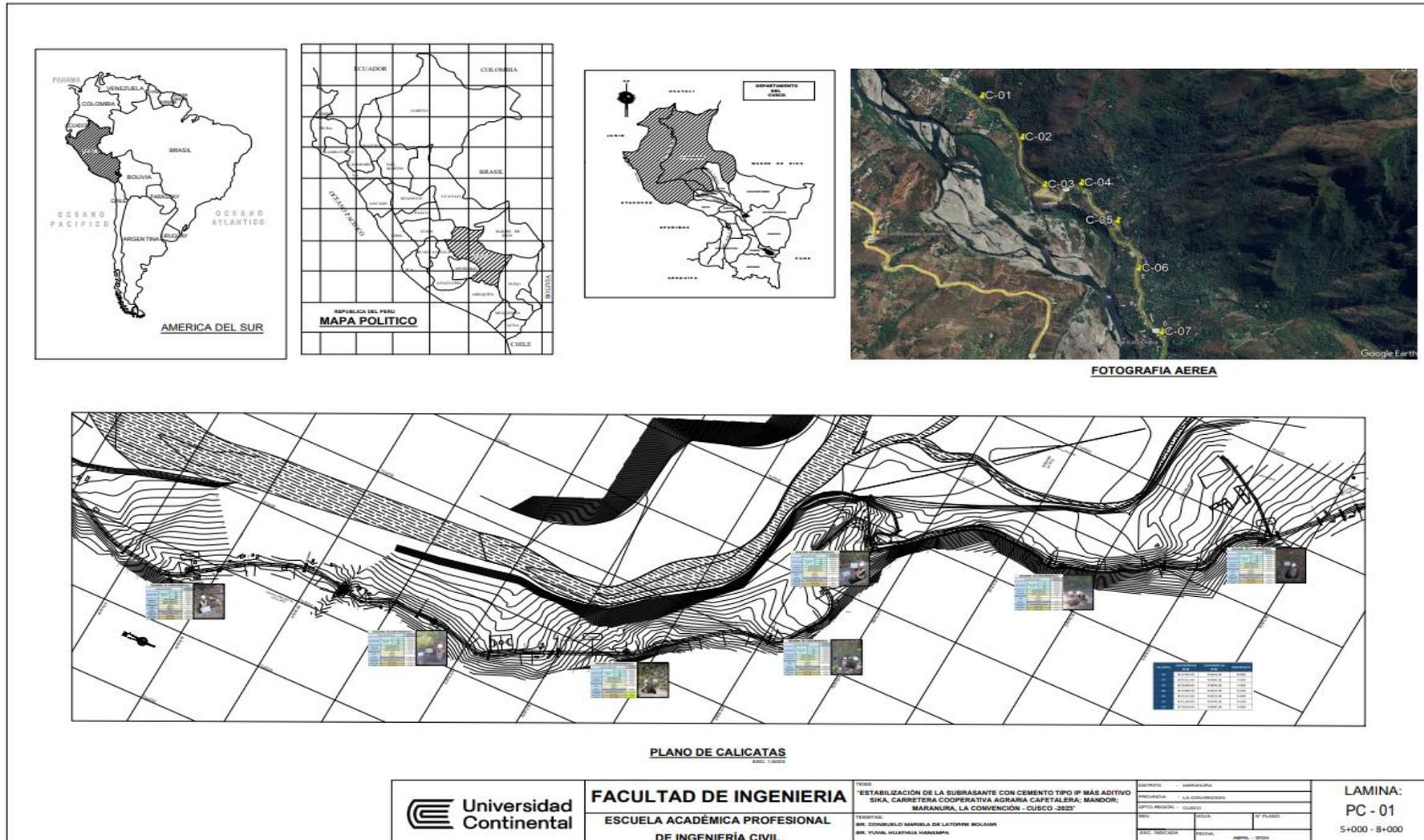
IX. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.67$$

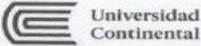
Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

COLEGIO DE INGENIEROS DEL CUSCO
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Alberth Edward Malloqui Tupa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 20665A

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS CALICATAS.



FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR.



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.



TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura mandor Payayoc		ESTACION	MANDOR
SENTIDO	DE Maranura	A Payayoc	CODIGO DE ESTACION	
UBICACION	Dist. Maranura Prov: La Convencion		FECHA	25-03-2024

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>= 3T3		
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
TOTAL																					

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

2

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mandor Pauayoc		
SENTIDO	DE	Pauayoc	A
UBICACIÓN	Dist: Maranura prov: La Convención		

ESTACION	Mandor
CODIGO DE ESTACION	E.001
FECHA	25-03-2024

HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	>=3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	251/252 	253 	351/352 	>= 353 	2T2 	2T3 	3T2 	>= 3T3 	
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTAL																				

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

3



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Hander Palayoc	
SENTIDO	DE Maranura	A Palayoc
UBICACIÓN	Dist: Maranura Prov: La Convención	

ESTACION	Handor
CODIGO DE ESTACION	E-001
FECHA	26-03-2024

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL
			PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>>3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>> 353	2T2	2T3	3T2	>> 3T3			
00-01																						
01-02																						
02-03																						
03-04																						
04-05																						
05-06																						
06-07																						
07-08																						
08-09																						
09-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTAL																						

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

④

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mander Payayoc	ESTACION	Mander
SENTIDO	DE Payayoc A Maranura	CODIGO DE ESTACION	E001
UBICACIÓN	Dist: Maranura Prov: La Convencion	FECHA	26-03-2024

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combil		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2		>= 3T3
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTAL																				

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

5

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKÁ, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranora Mandor Payayoc		ESTACION	Mandor
SENTIDO	DE	Maranora	CODIGO DE ESTACION	
UBICACION		Dist: Maranora Prov: La Convencion	FECHA	27-03-2024

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	≥3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3S3	2T2	2T3	3T2		≥3T3
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTAL																				

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN - CUSCO -2023.

6

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Hander Pajayoc		ESTACION	Hander
SENTIDO	DE	Pajayoc	CODIGO DE ESTACION	
UBICACION	Dist: Maranura Prov: La Convención		FECHA	27-03-2024

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>= 3T3		
00-01			1																		
01-02					1																
02-03		1	1																		
03-04		1																			
04-05		1	1		1																
05-06		1	1																		
06-07		1	1		1																
07-08		1	1		1																
08-09		1	1		1		1														
09-10		1			1		1														
10-11		1	1																		
11-12		1	1		1		1														
12-13		1	1		1																
13-14		1	1		1																
14-15	1	1	1		1		1			1											
15-16		1	1		1		1			1											
16-17		1	1		1					1											
17-18		1	1		1					1											
18-19		1	1		1		1			1											
19-20		1	1		1		1														
20-21																					
21-22	1	1	1		1					1											
22-23																					
23-24		1	1		1					1											
TOTAL		41	29		33		8			32	19										

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

7

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mandor Pata Yoc		ESTACION	Mandor
SENTIDO	DE	Maranura	CODIGO DE ESTACION	
UBICACIÓN		Dist: Maranura Prov: La Convención	FECHA	28-03-2024

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER			TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTAL																				

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

8

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION										ESTACION					TOTAL					
SENTIDO		MANDOR										MANDOR										
UBICACIÓN		Dist. Maranura Pto. La Convencion										28-03-2024										
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MIRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER			TOTAL			
																						
00-01																						
01-02																						
02-03																						
03-04																						
04-05																						
05-06																						
06-07																						
07-08																						
08-09																						
09-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTAL		31							35													

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

9

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mandor Pauayoc		ESTACION	Mandor
SENTIDO	DE	Maranura	CODIGO DE ESTACION	
UBICACION		A Pauayoc	FECHA	29-03-2024
	Dist: Maranura Prov: La Convencion			

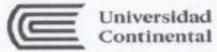
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>= 3T3			
00-01																						
01-02																						
02-03																						
03-04																						
04-05																						
05-06																						
06-07																						
07-08																						
08-09																						
09-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTAL																						

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

10



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mandor PAVAYOC		ESTACION	Mandor
SENTIDO	DE	PAVAYOC	CODIGO DE ESTACION	
UBICACIÓN		A: Maranura	FECHA	29-03-2024
	Dist: Maranura prov: La Convencion			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTAL																				

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

11

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mandor Puyayoc		ESTACION	Mandor
SENTIDO	DE	Maranura	CODIGO DE ESTACION	
UBICACION	A	Puyayoc	FECHA	30-03-2024
	Dist: Maranura Prov: La Convencion			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2		>= 3T3
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTAL																				

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

12



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKÁ, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA	Maranura Mander Pavayoc		ESTACION	Mander
SENTIDO	DE	Pavayoc	CODIGO DE ESTACION	
UBICACION	A	Maranura	FECHA	30-03-2024
	Dist:	Maranura		
	Prov:	La Convencion		

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3		
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
TOTAL																					

ELABORADO POR: REVISADO POR: APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

13

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA		SENTIDO		UBICACIÓN		ESTACION		CODIGO DE ESTACION		FECHA									TOTAL			
Maranura Mandor		DE Maranura A Pava Yoc		Dist: Maranura Prov: La Convencion		Mandor				31-03-2024												
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLLER				TRAYLLER			TOTAL			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>= 3T3		
00-01																						
01-02																						
02-03																						
03-04																						
04-05																						
05-06																						
06-07																						
07-08																						
08-09																						
09-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTAL																						

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

14

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

TRAMO DE LA CARRETERA		Haranura Mandor Palayoc		ESTACION		Mandor															
SENTIDO		DE Palayoc A Mandor		CODIGO DE ESTACION																	
UBICACION		Dist. Haranura prev. La Convencion		FECHA		31-03-2024															
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>= 3T3		
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
TOTAL																					46

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR: