

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de subrasantes blandas con adición
de emulsión asfáltica y cemento portland carretera
Uñas - Acopalca Junín 2022**

Jorge Luis Araujo Breña
Frank Elvis Chancha Vilcarano

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Continental, por asesorarnos en esta etapa de titulación en la carrera de Ingeniería Civil.

A la empresa DREMCO E.I.R.L., por habernos formado y guiado en nuestra etapa profesional.

A nuestros familiares cercanos que nos apoyaron en todo momento para seguir en este proceso de titulación.

DEDICATORIA:

A mis padres Bruno Chancha Villalva y
Delia Vilcarano Rivera.

A mis padres Edwin Araujo Choque y
Ruth Liliana Breña Saravia.

Por brindarnos su amor y esfuerzo incondicional durante nuestra formación profesional. Así mismo, a nuestros hermanos que con sus palabras de aliento no nos dejaban decaer para que siguiéramos adelante y siempre ser perseverantes.

RESUMEN

La investigación titulada Estabilización de Subrasantes Blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland carretera Uñas – Acopalca, Junín 2021. Fijó como objetivo: Determinar la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland, carretera Uñas- Acopalca Junín 2021. Como metodología, se aplicó el método científico del tipo: aplicada, del nivel de estudio: explicativa y diseño: experimental. Los resultados obtenidos fueron: por la M.D.S, para el suelo con adiciones de cemento Portland de 2% hasta 10% registra unos valores que van de 2.11 gr/cm³ – 2.77 gr/cm³, con una variación máxima de 31.0%. el OCH el rango promedio de variación de 6.41% a 9.06%. Las M.D.S para el suelo con adiciones de emulsión asfáltica se puede ver que la densidad crece hasta un máximo 2.608 gr/cm³ para una adición de 5%, mostrando un decrecimiento para adiciones mayores a 5% reduce hasta 1.987 gr/m³. Finalmente, para el suelo con adiciones de cemento Portland + emulsión asfáltica, se puede ver la densidad crece hasta un máximo 2.545 gr/cm³ con una adición combinada 5% CP + 5% EM, para otras dosificaciones la densidad máxima se reduce en 11.80%. En las propiedades mecánicas representadas por el valor de soporte de California (CBR) para el suelo con adiciones de cemento Portland, el CBR al 100% de MDS y una Penetración a 0.1" para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% fue de 11.43% hasta 104.22%. Para el suelo con adiciones de emulsión asfáltica el rango de variación 11.43% - 58.31%). Registrándose el valor máximo con la adición de 5% de EM, finalmente, para el suelo con adiciones combinadas de cemento Portland + emulsión asfáltica se registró valores desde 11.43% a 76.57%. Registrándose el valor máximo para la combinación suelo +5% EM + 5% CP. Siendo el comportamiento similar para el Mr y la resistencia a la compresión. La investigación muestra como conclusión: La estabilización de subrasantes blandas con la adición de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland varía significativamente en la carretera Uñas - Acopalca Junín 2021, permitiendo así una mejor calidad de transitabilidad vehicular. Esto debido a que se considera una subrasante buena.

Palabras clave: Subrasantes Blandas, Estabilización, Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas

ABSTRACT

The research entitled Stabilization of Soft Subgrades with complements of asphalt emulsion and Portland cement road Nails - Acopalca, Junín 2021. As a methodology, the scientific method of the type: applied, of the level of study: explanatory and design: experimental was applied. The results obtained were: by the MDS, for the soil with additions of Portland cement from 2% to 10%, it registers values that range from 2.11 gr/cm³ - 2.77 gr/cm³, with a maximum variation of 31, 0%. the OCH the average variation range from 6.41% to 9.06%. The M.D.S for the soil with asphalt emulsion additions can be seen that the density grows up to a maximum of 2,608 gr/cm³ for an addition of 5%, showing a decrease for additions greater than 5%, it reduces to 1,987 gr/m³. finally, for the soil with additions of Portland cement + asphalt emulsion, the density can be seen to increase to a maximum of 2,545 gr/cm³ with a combined addition of 5% CP + 5% EM, for other dosages the maximum density is reduced by 11.80%. In the mechanical properties represented by the California support value (CBR). For the soil with Portland cement additions, the CBR at 100% MDS and Penetration at 0.1" for a 2% cement addition through a 10% addition was 11.43% to 104.22%. For the soil with asphalt emulsion additions, the variation range is 11.43% - 58.31%). Recording the maximum value with the addition of 5% EM, finally, for the soil with combined additions of Portland cement + asphalt emulsion, values from 11.43% to 76.57% were dissolved. registering the maximum value for the soil combination +5% EM + 5% CP. Being the similar behavior for the Mr and the compressive strength. The research shows as a conclusion: The safety of soft substrates with the improvement of Asphalt Emulsion and Portland Cement varies significantly on the Nails - Acópala Junín 2021 highway, thus allowing a better quality of vehicular passability. This is because it is considered a good subgrade.

Keywords: Soft Subgrades, Stabilization, Physical Properties, Mechanical Properties

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: “Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland carretera Uñas – Acopalca, Junín 2021”, tiene como objetivo general determinar la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión Asfáltica y cemento portland, carretera Uñas- Acopalca Junín 2021. Desde la progresiva KM 09+000 al KM 18+000, Junín, por lo que los aditivos Cemento Portland y Emulsión Asfáltica estabilizan considerablemente las propiedades físicas y propiedades mecánicas de la carretera no pavimentada de subrasantes blandas.

Capítulo I: Se desarrolla el problema de investigación considerando el planteamiento, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones e importancia.

Capítulo II: Se refiere al marco teórico mostrando los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos básicos.

Capítulo III: Se presenta la hipótesis, variables y la operacionalización que se tendrá durante nuestra investigación.

Capítulo IV: Trata sobre la metodología, resaltando el método, tipo, nivel y diseño de investigación; asimismo, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

Capítulo V: Se determina la descripción de la zona de estudio, análisis de la información y los resultados de la investigación.

Capítulo VI: Desarrolla la discusión en función a los objetivos planteados.

Capítulo VII: Describe las conclusiones en función a los resultados.

Capítulo VIII: Detalla las recomendaciones en función a los resultados.

Finalmente, se tiene las referencias bibliográficas y los anexos.

CONTENIDO GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE TABLAS.....	xii
CONTENIDO DE FIGURAS	xvi
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Problema general.....	3
1.1.2. Problemas específicos	3
1.2. Objetivo.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.3.1. Justificación teórica.....	4
1.3.2. Justificación técnica	4
1.3.3. Justificación metodológica.....	4
1.4 Delimitaciones	4
1.4.1. Delimitación conceptual.....	4
1.4.2. Delimitación espacial	5
1.4.3. Delimitación temporal.....	5
1.5 Importancia	5

2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	1
2.1	Antecedentes del problema	1
2.1.1.	Antecedentes Nacionales	1
2.1.2.	Antecedentes Internacionales	3
2.2.	Bases teóricas	9
2.2.1.	Emulsión Asfáltica y Cemento Portland	9
2.2.2.	Estabilización de Subrasantes Blandas	16
2.3.	Definición de términos básicos	18
3.	CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	19
3.1	Hipótesis y descripción de variables	19
3.2	Variables	19
3.3	Operacionalización de variables:	22
4.	CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	23
4.1.	Método de la Investigación	23
4.2.	Tipo de la Investigación	23
4.3.	Nivel de la Investigación	24
4.4.	Diseño de la Investigación	24
4.5.	Población y muestra	25
4.5.1.	Población	25
4.5.2.	Muestra	25
4.5.3.	Muestreo	26
4.6.	Técnica e instrumentos de recolección de datos.	26
4.6.1.	Técnica	26
4.6.2.	Instrumento	26
4.6.2.1.	Validez.	26

4.6.2.2. Confiabilidad.....	27
4.7. Método de análisis.....	28
4.8. Aspectos éticos	28
5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS - RESULTADOS	29
5.1. Descripción de la zona de estudio	29
5.1.1. Ubicación	29
5.1.2. Características de la zona de estudio.....	29
5.2. Estudios previos.....	30
5.2.1. Estudios de campo.....	30
5.2.1.1 Exploración de suelos	30
5.2.1.1.1 Calicata C-01 – KM 16+080.....	30
5.2.1.1.2. Calicata C-02 – KM 18+120	31
5.2.1.1.3 Calicata C-03– KM 09+020	31
5.2.2. Ensayos de laboratorio.	31
5.3. Análisis de la información.....	32
5.3.1. Estimación del cambio de las propiedades Físicas de Subrasantes Blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland.....	33
5.3.2. Cuantificación de la modificación de las Propiedades Mecánicas de Subrasantes Blandas con adición de cemento Portland y emulsión asfáltica	44
5.3.3. Determinación de la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión Asfáltica y cemento Portland.	67
5.4. Resultados de la Investigación.....	67
5.4.1. Estimación del cambio de las Propiedades Físicas de subrasantes blandas con adición de emulsión y cemento Portland	67
5.4.2. Resultados de la cuantificación la modificación de las Propiedades Mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión y cemento Portland.....	69

5.4.3. Determinación la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland.	73
5.4.4. Evaluación de costos.	74
5.4.5 Análisis estadístico.....	79
6. CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN.....	130
Discusión 1	130
Discusión 2	131
Discusión 3	132
7. CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	134
Conclusión 1.....	134
Conclusión 2.....	135
Conclusión 3.....	136
Conclusión 4.....	136
8. CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	137
Recomendación 1.....	137
Recomendación 2.....	137
Recomendación 3.....	137
Recomendación 4.....	137
Referencias.....	138
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	144
ANEXO 2: CERTIFICADO DE ENSAYOS EN LABORATORIO	146
ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO.....	213
ANEXO 4: ANÁLISIS DE COSTOS.....	231

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1 Requerimiento de Emulsión Asfáltica Catiónica.....	12
Tabla 2.2 Suelos que se puede Estabilizar con Cemento Portland.....	14
Tabla 4.1 Esquema de Diseño de Investigación.....	25
Tabla 4.2 Rangos de validez.....	27
Tabla 4.3 Tabla de resumen de validez para las V1 Y V2 según los expertos.....	27
Tabla 4.4 Rangos de confiabilidad e interpretación.....	27
Tabla 5.1 Posibles combinaciones de Cemento Portland y Emulsión Asfáltica.....	32
Tabla 5.2 Muestreo de Variación de Propiedades Físicas al añadir cemento, Carretera Uñas – Acopalca.....	34
Tabla 5.3 Muestreo de Variación de Propiedades Físicas al añadir Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca.....	37
Tabla 5.4 Muestreo de Variación de Propiedades Físicas al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I, Carretera Uñas – Acopalca.....	40
Tabla 5.5 Posibles combinaciones de Cemento Portland y Emulsión Asfáltica.....	44
Tabla 5.6 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Cemento, Carretera Uñas – Acopalca.....	45
Tabla 5.7 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca.....	48
Tabla 5.8 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Cemento y Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca.....	50
Tabla 5.9 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (Módulo Resiliente) con adición de Cemento, Carretera Uñas – Acopalca.....	53
Tabla 5.10 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (Módulo Resiliente) con adición de Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca.....	55
Tabla 5.11 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Cemento y Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca.....	57
Tabla 5.12 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión) con adición de Cemento, Carretera Uñas – Acopalca.....	60

Tabla 5.13 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (resistencia compresión) con adición de Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca.....	62
Tabla 5.14 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (resistencia a la compresión simple) con adición de Cemento y Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca	65
Tabla 5.15 Dosificación de cemento Portland por m3 para diferentes combinaciones	75
Tabla 5.16 Dosificación de Emulsión asfáltica por m3 para diferentes combinaciones	75
Tabla 5.17 Dosificación de cemento Portland + Emulsión asfáltica por m3 para diferentes combinaciones	76
Tabla 5.18 Descriptivos - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica	80
Tabla 5.19 Prueba de normalidad - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica.....	84
Tabla 5.20 Análisis de varianza - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica	85
Tabla 5.21 Análisis de varianza Duncan - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica .	86
Tabla 5.22 Prueba de ANOVA - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica	87
Tabla 5.23 Descriptivos - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo I.....	88
Tabla 5.24 Prueba de normalidad - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo I ...	92
Tabla 5.25 Análisis de varianza - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo I	94
Tabla 5.26 Análisis de varianza Duncan - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo I	94
Tabla 5.27 Prueba de ANOVA - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo I	95
Tabla 5.28 Descriptivos - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica.....	97
Tabla 5.29 Prueba de normalidad - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica	100
Tabla 5.30 Análisis de varianza - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica	102
Tabla 5.31 Análisis de varianza Duncan - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica	102

Tabla 5.32 Prueba de ANOVA - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica	103
Tabla 5.33 Descriptivos - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo I	105
Tabla 5.34 Prueba de normalidad - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo I	108
Tabla 5.35 Análisis de varianza - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo	110
Tabla 5.36 Análisis de varianza Duncan - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo	110
Tabla 5.37 Prueba de ANOVA - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo	111
Tabla 5.38 Descriptivos - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica	113
Tabla 5.39 Prueba de normalidad - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica	116
Tabla 5.40 Análisis de varianza - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica	118
Tabla 5.41 Análisis de varianza Duncan - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica.....	118
Tabla 5.42 Prueba de ANOVA - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica	119
Tabla 5.43 Descriptivos - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo	121
Tabla 5.44 Prueba de normalidad - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo.....	125
Tabla 5.45 Análisis de varianza - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I.....	126
Tabla 5.46 Análisis de varianza Duncan - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I	127

Tabla 5.47 Prueba de ANOVA - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I.....	128
--	-----

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.1 Carretera Uñas Acopalca.....	2
Figura 1.2 Estado de la Carretera Uñas – Acopalca.....	2
Figura 2.1 Estabilización de Suelos con Emulsión	10
Figura 2.2 Materiales Tratados con Cemento Portland	13
Figura 2.3 Cemento para Estabilización de Suelos.....	13
Figura 5.1 Variación de la MDS al añadir Cemento Portland tipo I.....	35
Figura 5.2 Variación del OCH al añadir Cemento Portland Tipo I.....	36
Figura 5.3 Variación de la MDS al añadir Emulsión Asfáltica (CSE1H).....	38
Figura 5.4 Variación del OCH al añadir Emulsión Asfáltica (CSE1H)	39
Figura 5.5 Variación de la MDS al añadir Emulsión Asfáltica (CSE1H).....	42
Figura 5.6 Variación del OCH al añadir mezcla Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H).....	43
Figura 5.7 Variación del CBR al añadir Cemento Portland Tipo I.....	47
Figura 5.8 Variación del CBR al añadir Emulsión Asfáltica (CSE-1H)	49
Figura 5.9 Variación del CBR al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H)	52
Figura 5.10 Variación del Módulo Resiliente al añadir Cemento Portland Tipo I	54
Figura 5.11 Variación del Módulo Resiliente al añadir Emulsión Asfáltica (CSE-1H) 56	
Figura 5.12 Variación del Módulo Resiliente al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H).....	59
Figura 5.13 Variación de la Resistencia a la Compresión al añadir Cemento Portland Tipo I.....	61
Figura 5.14 Variación de la Resistencia a la Compresión al añadir Emulsión Asfáltica (CSE-1H)	64
Figura 5.15 Variación del Módulo Resiliente al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H)	66
Figura 5.16 Variación de las Propiedades Físicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (MDS)	68

Figura 5.17 Variación de las Propiedades Mecánicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (CBR).....	70
Figura 5.18 Variación de las Propiedades Mecánicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos.....	71
Figura 5.19 Variación de las Propiedades Mecánicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (Resistencia a la Compresión)	73
Figura 5.20 Costos por M3 de Estabilización de suelos blandos – Cemento Portland	77
Figura 5.21 Costos por M3 de Estabilización de Suelos – Emulsión Asfáltica	78
Figura 5.22 Costos por M3 de Estabilización de Suelos – Cemento Portland y Emulsión Asfáltica	78
Figura 5.23 Histograma – CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica	85
Figura 5.24 Diagrama de dispersión de puntos – CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica	88
Figura 5.25 Histograma – CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I	93
Figura 5.26 Diagrama de dispersión de puntos – CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I	96
Figura 5.27 Histograma – Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica	101
Figura 5.28 Diagrama de dispersión de puntos – Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica.....	104
Figura 5.29 Histograma – Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento portland tipo I	109
Figura 5.30 Diagrama de dispersión de puntos – Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento portland tipo I.....	112
Figura 5.31 Histograma – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica.....	117
Figura 5.32 Diagrama de dispersión de puntos – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica	120
Figura 5.33 Histograma – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I.....	126

Figura 5.34 Diagrama de dispersión de puntos – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I.....	129
Figura 0.1 Calicata (C-01) – KM 16+080 (Lado Derecho).....	214
Figura 0.2 Calicata (C-02) – KM 18+120 (Lado Izquierdo)	214
Figura 0.3 Calicata (C-03) – KM 09+020 (Lado Izquierdo)	215
Figura 0.4 Instrumentos para el Ensayo de Granulometría.	227
Figura 0.5 Ensayo de Límite Líquido (LL)	227
Figura 0.6 Ensayo de Límite Plástico (L.P.).....	228
Figura 0.7 Equipos para el Ensayo de Proctor Modificado	228
Figura 0.8 Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	229
Figura 0.9 Ensayo de Compresión	230

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación del problema

A nivel internacional, España hace un uso extensivo de este asfalto, tanto para operaciones de bacheo como de reperfilado. La ingeniería y estabilización de suelos con productos bituminosos, aunque relativamente bien estandarizados, no han ganado popularidad en los últimos años por varias razones. Por un lado, el uso reducido de betunes fluidificados se ha ido eliminando debido al costo creciente de los componentes energéticos desperdiciados y el desarrollo paralelo de emulsiones como ligantes. Fernández del Campo (1983) p.291. A nivel nacional, la palabra estabilización en relación con las obras viales se usa de manera bastante vaga y en muchos casos indica un proceso complejo y difícil. Sin embargo, se implica una idea definida sin una definición especial. En pocas palabras, que un terraplén, subcapa, pavimento o superficie se haya estabilizado indica que se ha reforzado, y la estabilización es el proceso de lograr este estado. Ministerio de Fomento (1943) p.28, En la provincia de Huancayo, los caminos abiertos y los caminos existentes ya presentan fallas o baches, esto se debe a un manejo inadecuado del terreno o simplemente a no mejorarlos debido a los altos costos de mantenimiento y corta vida útil. En el distrito de Uñas, la carretera cuenta con una subrasante blanda, con un porcentaje de agua elevada y la alta presencia de material fino, al presenciar esta dificultad el cual hace que los vehículos no tengan una continuidad por esta vía se plantea estabilizar el suelo con una mezcla de Cemento Portland y Emulsión Asfáltica para así tener un mejor desempeño. Se plantea el problema, ¿Cuánto varía la estabilización de subrasantes blandas con adición de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland, carretera Uñas – Acopalca? Teniendo el objetivo de determinar la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión Asfáltica y cemento Portland, carretera Uñas- Acopalca.

Estabilizar el suelo blando de la carretera no afirmada Uñas - Acopalca, permitirá el sitio tenga más tránsito, de igual que las personas de la zona podrán transportarse en mejores condiciones, al tener como mejora la capacidad portante del suelo, se le

realizara un mantenimiento de las vías que un coste inferior al habitual y una mayor vida útil



*Figura 1.1 Carretera Uñas Acopalca
Fuente: Propia*



*Figura 1.2 Estado de la Carretera Uñas – Acopalca
Fuente: Propia*

1.1.1. Problema general

- ¿Cuánto varía la estabilización de subrasantes blandas con adición de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland, carretera Uñas – Acopalca Junín 2021?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto cambia las Propiedades Físicas de subrasantes blandas con adición de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland, carretera Uñas - Acopalca Junín 2021?
- ¿Cuánto cambia las Propiedades Mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland, carretera Uñas- Acopalca Junín?
- ¿Cuánto cambia costos de la estabilización por m³ de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland, carretera Uñas- Acopalca Junín?

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland, carretera Uñas- Acopalca Junín 2021

1.2.2. Objetivos específicos

- Estimar el cambio de las Propiedades Físicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland, carretera Uñas- Acopalca Junín 2021

- Cuantificar la modificación de las Propiedades Mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland carretera Uñas-Acopalca Junín.
- Cuantificar cuánto cambian los costos de la estabilización por m³ de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland carretera Uñas- Acopalca Junín.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

La presente investigación pretende buscar un mejor comportamiento de las Propiedades Mecánicas de las subrasantes blandas, con un incremento del valor de soporte de california y la resistencia a la compresión simple, parámetros que tiene influencia en el diseño de la estructura de pavimentos.

1.3.2. Justificación técnica

El desarrollo de una nueva técnica de estabilización por el uso combinado de emulsión asfáltica y cemento Portland. Permitirá ofrecer una alternativa no convencional para la mejora de subrasantes blandas, aplicable en campo.

1.3.3. Justificación metodológica

Nuestra investigación está dirigida al desarrollo de una técnica de estabilización de subrasantes blandas con el estudio del uso combinado de la emulsión asfáltica y cemento Portland.

1.4 Delimitaciones

1.4.1. Delimitación conceptual

En el presente trabajo, se utilizará una mezcla como estabilizador, brindando así una mejor alternativa en subrasantes blandas, mejorando las propiedades físicas y propiedades mecánicas en la carretera Uñas - Acopalca.

1.4.2. Delimitación espacial

Este trabajo de investigación se realizará a cabo en el centro poblado de Uñas – Acopalca, distrito de Huancayo, provincia de Huancayo y departamento de Junín. La carretera en estudio cubre la progresiva 9+000 hasta 18+000.

1.4.3. Delimitación temporal

La información recopilada corresponde al período 2021-2021

1.5 Importancia

Sabemos bien que la necesidad de mejorar las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las subrasantes blandas, se presenta cuando los materiales usados para carreteras resultan ser susceptibles a modificaciones en su contenido de humedad y tengan a reducir costos para un mantenimiento posterior, por lo tanto, el estabilizar suelos mejora considerablemente el tiempo de vida útil y las condiciones de transitabilidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Según Urcia García (2017), en su tesis titulada “Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento Portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017”, **objetivo**: Determinar la estabilidad del suelo utilizando cemento Portland grado I como estabilizador incide positivamente en el mejoramiento vial en los siguientes: Izcuchaca Quichuas, **metodología** Experimental: La investigación experimental es la más elevada y compleja porque utiliza la experimentación como método o técnica de investigación, **resultados**: Indica que se realizaron los procedimientos adecuados. Se realizaron pruebas de relación de carga de California (CBR), **concluyó** el valor del CBR sin adición de cemento es 70,7% para 100% MDS y 30,8% para 95% MDS; CBR con cemento, 100% MDS es 70,7% y 95% MDS es 51%. 2017, tramo Izcuchaca Quichuas, permitiendo obtener beneficios funcionales en el diseño vial como estabilizador de suelos en el diseño vial.

Según Aliaga Rezza (2019), en su tesis titulada “Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares”, el **objetivo** determinar la estabilidad de cemento portland y asfalto para comparar los resultados de su aplicación con la matriz granular mediante pruebas de laboratorio. En cuanto a la **metodología** esta es experimental, ya que se utilizaron como materiales base muestras de la cantera SEOING EIRL, para cambiar sus propiedades fisicoquímicas y emplear los estabilizantes antes indicados, de la experiencia de pruebas y resultados de laboratorio, evidencia necesaria para confirmar nuestra investigación. Los **resultados** muestran que la tesis ha analizado el comportamiento de los estabilizantes con cemento Portland y emulsión asfáltica en forma de gránulos para comparar las características de cada sustancia a través de experimentos de laboratorio. Para esta encuesta,

SEOING E.I.R.L. fue la cantera utilizada para los respectivos ensayos.

Conclusión: Los resultados de CBR dan el contenido óptimo de cada estabilizador al 100% con una densidad seca máxima de: 65,1% para Suelos Naturales, 75,3% para Materiales - Emulsiones Asfálticas (medición del 5,8% al material natural), 153,5% para Materiales - Cemento Portland (medición del 5% al material natural). Por lo tanto, el Cemento Portland-Material exhibe las mejores propiedades de Relación de soporte (CBR).

Según Hidalgo Ramírez, y otros (2020), en su tesis titulada “Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín”, tuvo como **objetivo** determinar si al añadir ceniza de cascarilla de arroz y bagazo podría utilizarse como materiales estabilizadores en suelos arcillosos. **metodología** experimental, porque este es un diseño que nunca se ha hecho antes, para ser verificado mediante pruebas, cuyos resultados demuestran la funcionalidad esperada. El **resultado** Para 1000 kg por agregado, tenemos 90 kg y 40 kg de ceniza de cascarilla de arroz y bagazo de caña de azúcar. Las cimentaciones en suelos similares no reducen 1 metro el espesor de los estratos, por lo que se deben utilizar al menos 500 kg y 450 kg de cada árido. Nuestra construcción mediante esta propuesta tiene un impacto positivo en el medio ambiente ayudando a eliminar toneladas de estos desechos del medio ambiente. **concluye** al estabilizar los suelos con ceniza de cascarilla de arroz y bagazo permiten cambios favorables con lo cual generemos el aprovechamiento del material en el subsuelo. Por su alto porcentaje de sílice, tienen potencial para ser estabilizadores primarios o secundarios.

Según Velásquez Pereyra (2018), en su tesis titulada “Influencia del cemento portland tipo 1 en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina”, Su **objetivo** fue evaluar el efecto del cemento portland grado 1 en la estabilización de la subrasante del sótano de la Avenida Dinamarca, el cual cuenta con un suelo arcilloso. La **metodología** es de diseño experimental debido a que se modifican las variables. Se obtuvo como

resultado que el cemento Portland tipo 1 en porcentajes hasta 5% redujo el índice de plasticidad a 15%, el índice de contracción a menos de 19% e incrementó el CBR a más de 10%. Se **concluyó** que el cemento Portland tipo 1 en la estabilización de suelo arcilloso redujo el índice de plasticidad, índice de contracción y el incremento de CBR.

Según Goñas Labajos (2019), en su tesis titulada: “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”, fijó como **objetivos**: Valorar la influencia que tiene un subproducto generado por la quema de carbón vegetal (cenizas de carbón) obtenida de una industria ladrillera de la ciudad de Chachapoyas. Teniendo como **metodología**: Se desarrollaron los ensayos de humedad natural, los límites de consistencia, la granulometría, la compactación Proctor modificado y (CBR). Se adicionaron cenizas de carbón en 15 %, 20 % y 25 %.Obteniendo los **resultados**: El suelo natural se clasificó como una arcilla de plasticidad alta, se redujo la plasticidad al considerar 25 % de ceniza de 24 a 16, MDS incremento de un 1.449 gr/cm³ a un 1.494 gr/cm³, la humedad óptima se incrementó de 18.2 % a un 24.7 %, CBR se incrementó de un 2.1 % a un 3.6 %.Finalmente, como **conclusión**: Se pudo determinar que, al incrementar el 25 % de ceniza, proporciona un eficaz comportamiento a la subrasante de los suelos.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Según el artículo científico “Use of soil stabilizers: a review of the impact on cutting and settlement según Yeimi Viviana Noriega (2020) presenta una revisión de la literatura sobre el uso de estabilizadores tradicionales, no tradicionales y mixtos que se aplican a suelos blandos y arcillosos para mejorar las propiedades mecánicas. Los suelos expansivos tienen una alta resistencia, pero se vuelven problemáticos en presencia de agua; se expanden y se contraen en condiciones húmedas y secas respectivamente, por tal motivo es necesario aplicar estabilizadores a los suelos con la finalidad de mitigar el comportamiento peligroso que estos presentan. Los estabilizadores pueden ser: (1)

estabilizadores tradicionales tales como el cemento y la cal, (2) estabilizadores no tradicionales tales como las cenizas volantes, los polímeros, las bioenzimas y otros y (3) estabilizadores mixtos que viene hacer la combinación de los estabilizadores tradicionales y no tradicionales. Este documento tiene como objetivo describir y analizar el comportamiento mecánico que se realizaron en las investigaciones encontradas usando las pruebas de corte directo y consolidación unidimensional. Se revisaron 50 artículos indexados entre los años 2014 al 2020 los cuales se distribuyen de la siguiente manera: 38 artículos son de Scopus, 2 de Scielo, 8 de ScienceDirect y 2 de EBSCO sobre estabilizadores en suelos arcillosos, estabilizadores químicos y naturales.

M. Castro, J. Navarro, G. Aybar and G. Duran, "Analysis of high plasticity clayey soil improvement at subgrade level through Portland cement added to decrease volumetric.," IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 758, pp. 1-6, 2020. Esta investigación comprende el potencial de resistencia y la expansión que presenta el suelo, esta evaluación se realizó a través de ensayos CBR. Se utilizó la técnica de suelo cemento para mejorar las características físicas y mecánicas; este proceso consiste en mezclar el material con cemento Portland tipo I. Esa combinación forma suelo cemento 10%, 15% y 20%, los cuales presentan un incremento del CBR (max: 138.7% y min: 91.9%) logrando un tipo de extraordinaria subrasante para resistir la estructura del pavimento y una reducción del 7,18% en la expansión de las muestras.

Según el artículo científico, "Study of the effect of the addition of ash from artisan brick kilns in the stabilization of clay soils for pavements," G. Ayala, A. Rosadio and G. Durán Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas., pp. 7, (2019). Este artículo presenta los resultados de la estabilización de un suelo arcilloso de subrasante utilizando un material residual disponible y sin explotar como es la ceniza de ladrillo artesanal. Se adicionó al suelo 10%, 20%, 30% y 40% de ceniza

con relación al peso seco, siendo el suelo una arcilla de baja plasticidad. Se realizaron: a) Análisis de difracción de rayos X para la caracterización química de ambos materiales. b) Ensayo de compactación Proctor modificado. c) Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) en suelos puros y mezclas para determinar las características de compactación y resistencia. Los resultados mostraron una mejora de las propiedades mecánicas y expansivas del suelo estabilizado con ceniza.

Según el artículo científico, "Analysis of high plasticity clayey soil improvement at subgrade level through Portland cement added to decrease volumetric" in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Lima, M. Castro, J. Navarro, B. Gay and G. Duran (2020). Este documento presenta una revisión de la literatura sobre el uso de estabilizadores tradicionales, no tradicionales y mixtos que se aplican a suelos blandos y arcillosos para mejorar las propiedades mecánicas. Los suelos expansivos tienen una alta resistencia, pero se vuelven problemáticos en presencia de agua; se expanden y se contraen en condiciones húmedas y secas respectivamente, por tal motivo es necesario aplicar estabilizadores a los suelos con la finalidad de mitigar el comportamiento peligroso que estos presentan. Los estabilizadores pueden ser: (1) estabilizadores tradicionales tales como el cemento y la cal, (2) estabilizadores no tradicionales tales como las cenizas volantes, los polímeros, las bioenzimas y otros y (3) estabilizadores mixtos que viene hacer la combinación de los estabilizadores tradicionales y no tradicionales. Este documento tiene como objetivo describir y analizar el comportamiento mecánico que se realizaron en las investigaciones encontradas usando las pruebas de corte directo y consolidación unidimensional. Se revisaron 50 artículos indexados entre los años 2014 al 2020 los cuales se distribuyen de la siguiente manera: 38 artículos son de Scopus, 2 de Scielo, 8 de ScienceDirect y 2 de EBSCO sobre estabilizadores en suelos arcillosos, estabilizadores químicos y naturales.

Según Quiroz Vargas (2017), en su tesis “Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR” tuvo como **objetivo** comparar la máxima densidad seca y el valor de soporte (CBR) que se logra al estabilizar el suelo con emulsión asfáltica y al ser estabilizado con asfalto y diésel **metodología** experimental, ya que se extrajo muestras de suelo en el campo, para luego ser sometidas a las respectivas pruebas, lo cual permitió verificar que la hipótesis era correcta y se pudo establecer la correlación entre cada ensayo, **resultados** al ser analizadas las muestras extraídas ya con adición de los estabilizadores , el primer valor de CBR 60% corresponde a la estabilidad del suelo que tiene un 9% de adición (Emulsión Asfáltica), el segundo valor de 59% corresponde a la estabilidad del suelo que tiene un 3% de adición (Asfalto) y 6% de adición (Diésel), se obtienen resultados básicos para cualquier estudio de vía **conclusión** Se ha determinado que el suelo presenta una emulsión caliente de betún y asfalto, dando un valor de densidad de 2.484 gr/cm³, lo que ayuda a encontrar el punto CBR, que proporciona la fuerza de carga del suelo. Un número mayor no se puede distinguir numéricamente y se determina que su capacidad de carga es la misma. En detalle de las pruebas realizadas, el primer valor de CBR 60% corresponde a la estabilidad del suelo con 9% de Emulsión Asfáltica, el segundo valor de 59% corresponde a la estabilidad del suelo con 3% de Asfalto y 6% de Diésel, se obtienen resultados básicos para cualquier estudio de vía.

Según Almeida Navarrate (2011), en su investigación “Estabilización de suelos con el uso de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta. caso de estudio vía las mercedes – puerto nuevo, provincia de santo domingo de los tsachilas” **objetivo**: Estudiar las propiedades de la subrasante en la carretera "Las Mercedes - Puerto Nuevo" utilizando emulsión catiónica de ruptura lenta (CSS1h) como estabilizador, **metodología**: empírica es la investigación más alta y complicada porque utiliza la experiencia como sistema de análisis **resultados**:

indican que la emulsión asfáltica catiónico de ruptura lenta (CSS1h) cumple las especificaciones resumidos en la tabla C-4. del capítulo 4 para las normas ecuatorianas (MOP001F2002), las emulsiones se utilizan en mezclas de suelo y emulsión. Después de asentar la emulsión en el suelo para realizar CBR con diferentes proporciones de emulsión asfáltica, se observó que cuando la emulsión asfáltica se mezclaba con el suelo, nunca se adhirió completamente al suelo, formando grumos de emulsión y complicando la trabajabilidad del proceso. **conclusión** que no es posible estabilizar el suelo fino con emulsión asfáltica, porque se hace uso de grandes cantidades del estabilizador, lo que genera costos muy elevados, además, es difícil lograr una combinación uniforme de suelo- emulsión sin obtener buenos resultados.

Según García Toro (2019), en su tesis titulada “Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín” **objetivo:** estudio del procedimiento de combinación suelo-cemento para determinar la variación de sus propiedades mecánicas en suelo con un elevado contenido de caolín y agregando diferentes cantidades de cemento entre (0 % y 12% en masa). **Metodología:** experimental se debe a que en el presente proyecto de investigación se realizaron diferentes ensayos entre ellos la resistencia a la compresión esto con la finalidad de establecer la incidencia que tenían los diferentes porcentajes de cemento en una mezcla de suelo. **Resultado** según las envolventes, la mayor resistencia a la compresión se logra con un porcentaje correspondiente al 12%, mientras que la resistencia a la tracción es del 10%, estos valores se lograron a partir de una curación de 7 ha 28 días. **Conclusión:** El caolín presenta fragilidad en ausencia de agua, que se puede compensar añadiendo un porcentaje de cemento superior al 10%, ya que esto aumenta mucho la unión intergranular y por tanto su resistencia. Por otro lado, se puede decir que la saturación del material también es un problema, ya que hace que el suelo sea soluble sin ningún tipo de adición y el mismo suelo se estabiliza con cemento en más del 8 % es menos. dentro del 50% de tu resistencia.

Según Parra Gomez (2018), en su tesis “Estabilización de suelo con cal y ceniza volante”, **Objetivo** ejecutar la estabilización química del suelo, agregando cal y ceniza en diferentes proporciones para determinar la óptima dosificación, calculando los valores que nos da el ensayo de compresión. **metodología** experimental, dado que se han realizado varias adiciones de estabilizadores al suelo, se puede observar un cambio en los valores obtenidos según los ensayos realizados. **Resultado** es un aumento en la resistencia a la compresión de la cal en comparación con las cenizas volantes, debido a una mayor proporción de estabilizadores, y está claro que la cal tiene una mayor resistencia a la tracción que las cenizas volantes. Se **concluyó** que al estabilizar con cal se tiene valores mucho más altos logrados en el ensayo de rotura de testigos que al estabilizar con caolín en términos de resistencia a la tensión.

Según Pullas Guarderas (2019), en su tesis titulada “Comparación técnico-económica entre una base estabilizada y la recuperación de asfalto existente para la elaboración de un pavimento flexible”, **objetivo** determinar un análisis técnico-económico en la elaboración de la base del pavimento flexible haciendo uso de la capa asfáltica existente en varios tramos de la vía Conocoto-Amaguaña para ser estabilizada. **Metodología** experimental, dado que a la base a utilizar se le añadió carpeta asfáltica en diferentes proporciones, logrando ver la variación tanto técnica y económica **resultados** que el sustrato granular propuesto tendría a tener un espesor de 20-25 cm mientras que al contar con la adición de carpeta asfáltica solo tendría un espesor de 10 cm, con lo cual se **concluye** que al comparar tanto el tema económico y las ventajas de las propuestas, que se logra al adicionar la carpeta asfáltica como estabilizador favorece al proyecto en construcción esto dado que cuenta con un VPN positivo y una TIR del 13%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Emulsión Asfáltica y Cemento Portland

La emulsión asfáltica viene a ser la dispersión de cemento asfáltico en una fase acuosa, se presenta en una gran variedad los cuales son producidos a través de un proceso mecánico de alta capacidad de corte en molinos coloidales. Teniendo así un tamaño de las partículas de asfalto que varían de 0.001 a 0.020 mm, en cuanto a producción las emulsiones tuvieron inicio en la ciudad de Lutterbach, en 1905, con el químico Emili Feigel. En 1951, la ESSO en Francia da un paso importante en la utilización de este producto, cuando coloca a disposición del mercado las emulsiones catiónicas. Escalante (2020).

El cemento Portland es un conglomerante formado a partir de una mezcla de rocas y polvo llamados caliza y arcilla; estos son sometidos y mezclados en un horno rotatorio a una temperatura variable de aproximadamente de 140 °C, al producto calcinado de esta mezcla se llama Clinker que se muele para formar el promedio granular de las partículas del cemento típico que es de aprox. De 15 micrómetros todo este proceso produce sus 4 compuestos químicos principales los cuales forman el 90% o más de total del cemento, los compuestos químicos principales son: silicato tricálcico, silicato bicálcico, aluminato tricálcico y terroaluminato tetracálcico, después de obtener el Clinker se le añade yeso y ya mezclado todo se le denomina cemento portland, el cual es muy importante ya que es un material que se utiliza para el concreto. En construcción (2020)

2.2.1.1. Características de la Emulsión Asfáltica y Cemento Portland

a. Emulsión Asfáltica

La emulsión asfáltica catiónica utilizada para estabilizar la superficie de la carretera está compuesta por 3 elementos básicos: betún, agua y un emulgente (surfactante). Las emulsiones de asfalto pueden ser polímeros modificados o incluir otro componente, según el planteamiento del que lo elabora. La unión del betún (asfalto) como aditivo de emulsión da como resultado la inmovilización de los áridos, dado que transfiere las cargas

aplicadas a las capas inferiores en posiciones adecuadas. Rodríguez Talaver, y otros (2001) p.23.

La construcción vial deberá indicar las ubicaciones de la vía donde se realizará la estabilización el suelo con emulsión. El diseño a elaborarse debe indicar las proporciones de la(s) mezcla(s) a utilizar en cada tramo; así mismo, se debe contar con el espesor correspondiente.

El tiempo de reacción y de asentamiento de la emulsión del suelo dependerá de las siguientes características:

- La calidad y tipo de estabilizador que se adicione al suelo permitiendo una mayor solidez.
- En cuanto a la emulsión ver cuál es el que se compenetra mejor con el suelo.
- De la particularidad del drenaje que se tiene en el proyecto.
- La mejor alternativa se logra de tal manera que la dosificación de mezcla y favorezcan al Proyecto.



*Figura 2.1 Estabilización de Suelos con Emulsión
Fuente: Frearpi (2011)*

El material utilizado para tener una estabilización de suelo mediante emulsión de suelo puede emanarse del propio pavimento en su totalidad o en proporciones, así mismo como de suelos seleccionados prestados. Los sitios de préstamo serán considerados en el proyecto. La construcción de la obra vial indicará y establecerá los planos constructivos de la emulsión de suelo a utilizar y los planos del pavimento. Además, debe tener las siguientes características:

El suelo debe tener un máximo de 10% de material que pase el tamiz N°200, estar limpio y no contener más de 1% peso de materia orgánica.

Al realizarse el ensayo de límites de Atterberg principalmente el (índice de plasticidad) menor o igual al 9%. El tamaño máximo de agregado grueso contenido en el suelo no debe ser mayor a un tercio del espesor del nuevo material estabilizado con emulsión. El grosor (espesor), total ya sea de la sub-base o base del suelo estabilizado con emulsión debe ser de al menos 15 cm.

MTC (2014)

Si el material se estabiliza para formar capas estructurales, el agregado grueso no deberá presentar más del 12% de pérdida de sulfato de sodio y en el material fino no < al 10%; si se utiliza sulfato de magnesio, el agregado grueso no debe presentar pérdidas > al 18% y en materiales finos > al 15%.

Niveles a definir en las especificaciones del Proyecto

Tabla 2.1 Requerimiento de Emulsión Asfáltica Catiónica

Características	Ensayo.	CSS-1h	
		Min.	Max.
Viscosidad. Saybort Furol a 77°F (25 °C). s	MTC E 403	20	100
Estabilidad de Almacenamiento, 24-h, %*	MTC E 404		1
Carga de partícula	MTC E407	Positivo	
Prueba de Tamiz. %	MTC E 405		0,1
Mezcla por Cemento, %	ASTM D-6935		2,0
Destilación:			
- Residuo, %	MTC E 401	57	
Pruebas sobre el Residuo de destilación:			
- Penetración, 77°F (25°C), 100 g, 5 s	MTC E 304	40	90
- Ductilidad, 77°F (25°C), 5 cm/min, cm	MTC E 306	40	
- Solubilidad en Tricloroetileno, %	MTC E 302	97,5	

Fuente: Especificación Técnicas Generales para Construcción (2013)

b. Cemento Portland

Un material utilizado en ya sea en la subrasante, base o sub-base. Es una combinación de tierra, cemento, agua y posiblemente rellenos compactados, compactados que cumplen ciertas condiciones de sensibilidad al agua, resistencia y durabilidad. De hecho, cuando el silicato de calcio y la alúmina anhidra se coagulan e hidratan, inmovilizan los componentes del suelo, reducen la sensibilidad al agua, reducen la alteración de los suelos estables y proporcionan una cierta resistencia a la tracción dependiente de la dosis. Los suelos granulares y de grano fino se pueden estabilizar, a menos que sean muy maleables o muy húmedos. En este caso, se pueden realizar el estabilizado del material con cal. teniendo en cuenta que el material no debe contar con vegetación o cualquier otra materia que impida el endurecimiento (fraguado) del cemento. Anter (2016) p.22.

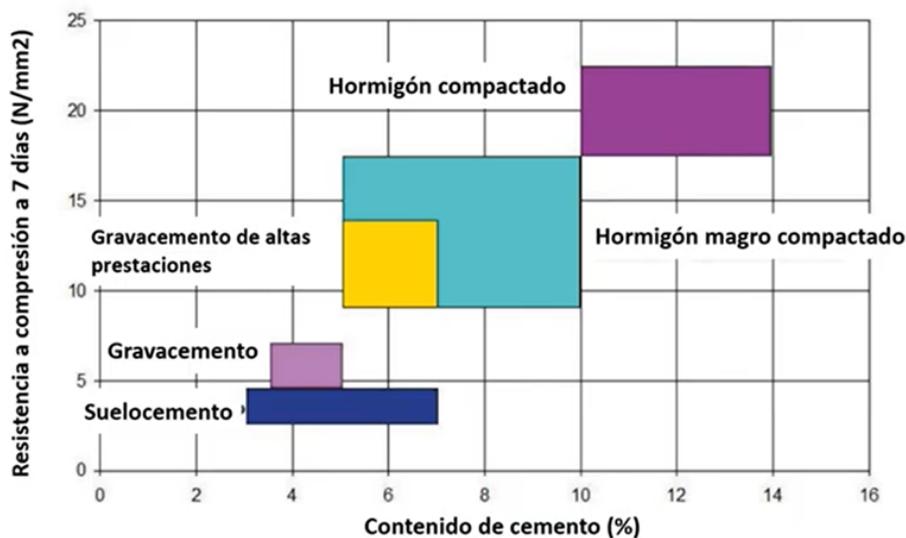


Figura 2.2 Materiales Tratados con Cemento Portland
Fuente: Argos 360 en Concreto

Según las características de la mezcla formada, los suelos estabilizados con cemento se pueden dividir en:

Suelos de mejora cementados, en los que se adiciona una cantidad en proporciones pequeña de cemento para mejorar ciertas características como su susceptibilidad a las variaciones de humedad, o su elevado valor de soporte. Este método destinado a mejorar el diseño del pavimento consta en realizar una combinación in situ, a una dosificación < al 3% de la masa seca del suelo. Con lo cual, PG3 los clasifica como SEST 1 y SEST 2. Anter (2016) p.23



Figura 2.3 Cemento para Estabilización de Suelos
Fuente: Argos 360 en Concreto

El suelo se estabiliza al agregar cemento, donde después del endurecimiento (fraguado) del cemento se obtendrá un nuevo componente, el cual tendrá una mejora en el valor de resistencia. No es concreto, porque las partículas no están encerradas en la pasta de cemento, sino que su alineación es puntual. PG3 los divide en SEST 3 si la resistencia a la compresión a los 7 días es de 1,5 MPa, para uso en suelos estables y suelos para suelo y cimentación donde se aumenta la resistencia mínima a 2,5 MPa. En el segundo caso, su nombre común es cemento de tierra, que se produce en la fábrica. Se requiere una rigidez adecuada, es decir, cuando la capa se extiende y compacta, se cubre con una emulsión bituminosa de rápida disolución para prevenir una disolución.

Será necesario un alto contenido de cemento si el suelo contiene mucha resina fina, lo que también dificulta la mezcla. Por esta razón, el tratamiento con cemento se limita a suelos que cumplan las siguientes condiciones.

Tabla 2.2 Suelos que se puede Estabilizar con Cemento Portland

Suelo por estabilizar	Pérdida Máxima (%)
A-1; A-2-4; A-2-5; A3	14
A-2-6; A-2-7; A-4; A5	10
A-6; A-7	7

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013)

- Límite líquido menor al 40% en los S-EST 2 y S-EST 3
- Índice de plasticidad menor 15
- Cernido ponderal por el tamiz UNE 2 mm mayor 20 %
- Cernido ponderal por el tamiza UNE 0,063 mm \leq 35 % (50 % en los S-EST 1 y S-EST 2)

Por lo tanto, estabilizar un suelo con cemento involucra los siguientes pasos: preparación del sitio, mezcla "en el lugar" o central, compactación, colocación de juntas y curado de la mezcla. Suele compactarse en capas de 20 a 30 cm. Los cementos más adecuados para la estabilización de suelos son aquellos de larga trabajabilidad, temperatura de hidratación moderada y resistencia de crecimiento lento para minimizar el agrietamiento por retracción. Siendo así los más adecuados los cementos con > contenido en aditivos activos (escorias de alto horno, puzolanas naturales y cenizas volantes), como los CEM grados III, IV y V.

2.2.1.1.1. Dosificación de Cemento Portland

La dosificación se hace de forma experimental: se utilizaron diferentes cantidades de cemento en los ensayos y el análisis de los resultados mostró que al menos de ellos eran capaces de estabilizar el suelo según el concepto de suelo cohesivo. La regla general de la cantidad de suelo-cemento se puede resumir en las siguientes operaciones: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

- Conocer y ver el tipo suelo
- Elegir la proporción de cemento para probar la compactación
- Realizar una prueba de compactación de suelo-cemento
- Seleccionar el porcentaje de cemento para la resistencia
- Lograr una muestra para probar la resistencia
- Elija la cantidad correcta de cemento según los resultados de la prueba

2.2.1.1.2. Dosificación de Emulsión Asfáltica

El propósito de mezclar suelo con producto asfáltico es:

- Incrementar su estabilidad debido a las propiedades aglutinantes del ligante que envuelve las partículas del suelo.

- Lograr que el suelo tenga una capa de protección, haciéndolo menos susceptible a cambios de humedad y por tanto más estable en condiciones desfavorables.

La cantidad de ligante requerida es principalmente una función del tamaño de partícula del suelo. El suelo más adecuado es suelo granular, menos fino, menos plástico, el cual cuenta un porcentaje < del 20% pasante del tamiz N° 200 de esta misma forma debe contar con un LL menor al 30% y un IP menor al 10%.

En la estabilización de emulsiones bituminosas o asfálticas, un agente químico en este caso un emulsificante definido como un tensioactivo aniónico o catiónico, el cual permitirá determinar la clasificación de la emulsión.

2.2.1.1.3. Dosificación de Emulsión Asfáltica

La determinación de la adecuada cantidad de la mezcla de emulsión asfáltica y cemento portland se basa en el hecho de que los suelos blandos al contar con esta adición y estando debidamente compactados y curados, mejoran sensiblemente sus características originales de la resistencia mecánica, convirtiéndolos así muy superiores a lo obtenido con otros materiales. En vista a esto se busca determinar la cantidad adecuada tanto en cemento y emulsión logrando así una permanencia de sus características mejoradas. Con este objetivo fueron idealizados los ensayos de compactación.

2.2.2. Estabilización de Subrasantes Blandas

Es aquel mejoramiento tanto de propiedades físicas como de propiedades mecánicas de aquel suelo inestable a través de un procedimiento el cual es el mecánico añadiendo o incorporando productos químicos, naturales o sintéticos. Por lo cual para la estabilización de suelos mejora la resistencia mecánica y da una permanencia de las propiedades en el tiempo, hay una variedad de técnicas las cuales pueden ser desde la combinación de suelos

hasta la adición de agentes estabilizantes, cualquiera sea la forma de estabilización se da mediante la compactación. Caamaño Murillo (2016)

2.2.2.1. Características para Estabilizar Suelos

- El suelo con $\text{CBR} \geq 6\%$ se considerará como material adecuado para la sub-base. Si es pequeña (subcapa deficiente o subcapa inadecuada), o si existen áreas húmedas localizadas o áreas flexibles, esto dará objeto del estudio peculiar para estabilizar, mejorar o reemplazar, donde el ingeniero encargado de la obra analizará diferente estabilidad o soluciones alternativas, tales como: realizar un método de estabilización mecánica, reemplazo de subsuelo mediante adición de productos químicos para mejorar las propiedades del suelo.
- Cuando la capa base sea rica en arcilla o humus y al mojarse las partículas puedan penetrar en las capas de grano del pavimento para contaminarlas.
- Baja resistencia, relacionada con la baja capacidad de carga y la inestabilidad que se produce en las obras viales.
- Su gran deformabilidad, provocando grandes asentamientos.

2.2.2.1.1. Propiedades Físicas de los Suelos

Las propiedades físicas son las características visibles de un material y su respuesta a sustancias químicas o radiación. Estos incluyen densidad y resistencia a la corrosión química y atenuación UV. Caamaño Murillo (2016)

2.2.2.1.2 Propiedades Mecánicas de los Suelos

Las propiedades mecánicas de los materiales, tales como elasticidad, plasticidad, maleabilidad, ductilidad, dureza, tenacidad y fragilidad, determinan su comportamiento bajo la acción de fuerzas externas, sean continuas o discontinuas, estáticas, dinámicas o cíclicas. Caamaño Murillo (2016)

2.3. Definición de términos básicos

Máxima Densidad Seca. - Parámetros del suelo obtenidos durante la compactación en determinadas condiciones de humedad y energía de compactación. Gonzales Caballero (2001) p.30

Módulo de resiliente. - Es una medida de la dureza del suelo, para su cálculo se utilizará la ecuación de correlación con CBR, recomendada por MEDPG. MTC (2014) p.153

Proctor Modificado. - La resistencia del suelo depende principalmente de la compactación y, por tanto, de la densidad del suelo. El objetivo de la prueba es determinar la cantidad óptima de agua en el suelo que permite la compactación con una energía dada. Sanz Llano (1975) p. 141

Resistencia a Compresión Simple. - Es la principal propiedad mecánica del hormigón. Se define como la capacidad de carga por unidad de área y se expresa como esfuerzo, normalmente en kg/cm², en MPa y, a veces, en libras por pulgada cuadrada (psi). CEMEX (2019)

El Valor del Soporte California (CBR). - Es un parámetro que mide la capacidad del suelo para resistir el esfuerzo cortante y se utiliza para evaluar la calidad de los suelos de cimentación, cimentaciones y cimentaciones de pavimentos. Se realiza en condiciones controladas de humedad y densidad. NTP339.145 (1999)

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis y descripción de variables

3.1 Hipótesis general

- La estabilización de subrasantes blandas con la adición de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland varía significativamente en la carretera Uñas - Acopalca Junín 2021.

3.2 Hipótesis específicas

- Las Propiedades Físicas de subrasantes con adición de emulsión asfáltica y cemento portland cambian mínimamente en la carretera Uñas - Acopalca Junín 2021.
- Las Propiedades Mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento portland se modifican significativamente en la carretera Uñas - Acopalca Junín 2021.
- La estabilización combinada de cemento Portland y emulsión brinda resultados más económicos que la estabilización con emulsión de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland carretera Uñas- Acopalca Junín.

3.2 Variables

3.2.1 Emulsión Asfáltica y Cemento Portland

Emulsión Asfáltica: La mezcla de betún y agua, combinada con un emulsionante, forma una emulsión estable que permite la producción de capas de betún "frías", es decir, a temperaturas inferiores a 100 ° C. La temperatura varía principalmente de acuerdo al tiempo de fraguado.

Cemento Portland: Es un cemento hidráulico artificial elaborado a partir de una mezcla de áridos, agua y fibras de acero, y luego se obtiene una masa muy fuerte y resistente, denominada hormigón.

Definición conceptual

La emulsión asfáltica se define como una dispersión fina más estilizada de un líquido en otro, inmiscible y conectado por un emulsionante, emulsionante o emulgente. Rodríguez Talaver, y otros (2001) p.15

El cemento Portland es un compuesto químico de alta temperatura de materiales calizos y arcillosos, este nuevo producto reacciona al contacto con el agua, endureciéndose con el tiempo hasta convertirse en piedra artificial. Gomez Domínguez (2012) p.48

Definición operacional

La Emulsión Asfáltica y Cemento Portland se operacionaliza mediante sus dimensiones: Dosificación de Cemento Portland, Dosificación de emulsión Asfáltica y Dosificación combinada de Emulsión Asfáltica y Cemento Portland y a su vez cada una de estas dimensiones se desglosa en sus indicadores.

3.2.2 Estabilización de Subrasantes Blandas

La estabilización de subrasantes blandas es 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, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos.

Definición conceptual

La estabilidad de un sustrato blando se define como una mejora en las propiedades físicas y mecánicas, ya que un sustrato flexible presenta una condición natural que hace que las estructuras de pavimento requieran un mayor espesor desde el punto de vista del diseño. Caamaño Murillo (2016) p.5.

Definición operacional

La Estabilización de Subrasantes Blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones: Propiedades Físicas y Propiedades Mecánicas y a su vez cada una de estas dimensiones se desglosa en sus indicadores.

3.3 Operacionalización de variables:

TÍTULO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS – ACOPALCA JUNÍN 2021

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Emulsión Asfáltica y Cemento Portland	<p>La emulsión asfáltica se define como una dispersión fina más estilizada de un líquido en otro, inmisible y conectado por un emulsionante, emulsionante o emulgente. Rodríguez Talaver (2001) p.15</p> <p>El cemento Portland es un compuesto químico de alta temperatura de materiales calizos y arcillosos, este nuevo producto reacciona al contacto con el agua, endureciéndose con el tiempo hasta convertirse en piedra artificial. Gomez Domínguez (2012) p.48</p>	<p>La Emulsión Asfáltica y Cemento Portland se operacionaliza mediante sus dimensiones: Dosificación de Cemento Portland, Dosificación de emulsión Asfáltica y Dosificación combinada de Emulsión Asfáltica + Cemento Portland y a su vez cada una de estas dimensiones se desglosa en sus indicadores.</p>	<p>D1: Dosificación de Cemento Portland</p> <p>D2: Dosificación de Emulsión Asfáltica</p> <p>D3: Dosificación combinada de Emulsión Asfáltica + Cemento Portland</p>	<p>I1: 2% ADICIÓN DE CP I2: 5% ADICIÓN DE CP I3: 10% ADICIÓN DE CP</p> <p>I1: 2% ADICIÓN DE EM I2: 5% ADICIÓN DE EM I3: 10% ADICIÓN DE EM</p> <p>I1: EM (2%) + CP (10%) I2: EM (5%) + CP (5%) I3: EM (10%) + CP (2%)</p>	Ficha de recolección de datos.	Prueba
V2: Estabilización de Subrasantes Blandas	<p>La estabilidad de un sustrato blando se define como una mejora en las propiedades físicas y mecánicas, ya que un sustrato flexible presenta una condición natural que hace que las estructuras de pavimento requieran un mayor espesor desde el punto de vista del diseño. Caamaño Murillo (2016) p.5</p>	<p>La Estabilización de Subrasantes Blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones: Propiedades Físicas y Propiedades Físicas y a su vez cada una de estas dimensiones se desglosa en sus indicadores.</p>	<p>D1: Propiedades Físicas</p> <p>D2: Propiedades Mecánicas</p>	<p>I1: Máxima Densidad Seca I2: Optimo Contenido de Humedad</p> <p>I1: Valor de Soporte de California I2: Modulo Resiliente I3: Resistencia a la Comprensión Simple</p>	Ficha de recolección de datos.	Prueba

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de la Investigación

Según Cabezas (2018) refiere: “El método científico es un enfoque aplicado en la investigación, con el objetivo de descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, desvinculando sus relaciones internas y externas, generalizando y profundizando” (p.16).

Al observar el fenómeno en estudio se utiliza el método analítico-sintético debido a que el problema de este estudio se descompone en partes para su análisis individual, luego se integran las partes por síntesis.

En vista de estas consideraciones, en esta investigación, se aplicará el método **científico**. También podemos considerarlo como método **deductivo**, ya que están asociados a la investigación cuantitativa.

4.2. Tipo de la Investigación:

Para Málaga y otros (2008) argumentan que la investigación aplicada significa el desarrollo de una nueva innovación tecnológica basada en el conocimiento adquirido a lo largo del tiempo a través de la investigación estratégica y así determinar si ese conocimiento puede ser **aplicado** con enfoque **cuantitativo**, con esta fórmula de manera útil con poca o ninguna mejora para todos los propósitos establecidos. La información que obtendremos con este tipo de investigación podrá ser de utilidad en cualquier otro momento y lugar (p. 147).

Dado el conocimiento existente sobre estabilización de suelos, se propone considerar la aplicación de un aditivo estabilizador Cemento Portland y Emulsión Asfáltica.

De acuerdo a la teoría repasada, esta investigación se clasifica del tipo **aplicada**.

4.3. Nivel de la Investigación

Para Jiménez (1998) considera al nivel explicativo al que parte de incógnitas bien identificadas para los cuales es de importancia saber sobre el conocimiento de relaciones entre causa y efecto. Para este nivel de estudios, es importante la preparación de hipótesis que de cualquier manera pretendan dar a conocer los orígenes de las incógnitas o de interrogantes estrechamente relacionadas a éstas (p. 13).

Se pretenden recopilar información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a los que se refieren, además de analizar los efectos de la estabilización del suelo usando Cemento Portland y Emulsión Asfáltica para ver cómo afectan las propiedades físicas y mecánicas.

De acuerdo a esta información, la investigación corresponde al nivel **explicativo**.

4.4. Diseño de la Investigación

Según Serrano y otros (2018), da a conocer que el diseño experimental consiste en que la persona interesada en la investigación relacionara una o más variables del estudio, con el fin de controlar la subida o bajada de esas variables y sus consecuencias en las conductas en cuestión, según su voluntad. En otras palabras, la prueba consistirá alterar la estimación numérica de una variable (la variable independiente) y probar su efecto sobre la otra (la variable dependiente). (p. 5).

Tabla 3 Esquema de Diseño de Investigación

MUESTRA	VARIABLE INDEPENDIENTE			POSPRUEBA
SB Patrón	--	Sin fibra	SB	PROCTOR MODIFICADO, CBR, COMPRESIÓN SIMPLE
SB ₁ CEMENTO PORTLAND	X ₁	Dosis de 2% CP	SB1	
SB ₁ CEMENTO PORTLAND	X ₂	Dosis de 5% CP	SB2	
SB ₁ CEMENTO PORTLAND	X ₃	Dosis de 10% CP	SB3	
SB ₁ EMULSIÓN ASFÁLTICA	X ₄	Dosis de 2% EA	SB4	
SB ₁ EMULSIÓN ASFÁLTICA	X ₅	Dosis de 5% EA	SB5	
SB ₁ EMULSIÓN ASFÁLTICA	X ₆	Dosis de 10% EA	SB6	
SB ₁ CEMENTO PORTLAND + EMULSIÓN ASFÁLTICA	X ₇	Dosis de 2% CP + 10 % EA	SB7	
SB ₁ CEMENTO PORTLAND + EMULSIÓN ASFÁLTICA	X ₈	Dosis de 5% CP + 5 % EA	SB8	
SB ₁ CEMENTO PORTLAND + EMULSIÓN ASFÁLTICA	X ₉	Dosis de 10% CP + 2 % EA	SB9	

Fuente: Propia

En consecuencia, la presente investigación será de diseño **experimental**.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Para Hernández et al (2006) señalan que población se refiere a un “*Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (p. 239)*”

La presente investigación tuvo como población el tramo de carretera de 9 km de la carretera Uñas - Acopalca.

4.5.2. Muestra

Para Hernández et al (2006) exponen que muestra es en esencia, “*un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población*” (p. 240)

La muestra es el tramo de la 9+000 – 18+000 de la carretera UÑAS- ACOPALCA.

4.5.3. Muestreo

No probabilístico

Según Hernandez et al (2006) indican que el muestreo no probabilístico es un “subgrupo de la población. en la que elección de los elementos no depende de la probabilidad si no de las características de la investigación” (p. 241)

En la presente investigación, se empleó el muestro no probabilístico.

4.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

4.6.1. Técnica

Observación directa

Para Arias (2012) señala que la observación directa es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad. (p. 67)

En la presente investigación, se aplicará la técnica de observación directa para la recolección de información.

4.6.2. Instrumento

Ficha de recolección de información.

Según el autor Robledo (2006), considera que el instrumento a aplicar es el fichas que “son los instrumentos que permiten el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias” (p. 63)

En la presente investigación, se aplicará como instrumento la Ficha de recopilación de información, cuyo diseño se muestra en el anexo .

4.6.2.1. Validez.

Según el autor Hernandez et al (2006) definen la validez como el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

Tabla 4 Rangos de validez

Rango de validez	Interpretación
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Media
0.21 – 0.40	Baja
0.00 – 0.20	Muy baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Tabla de resumen de validez para las V1 Y V2 según los expertos.

N°	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing. Civil	Olarte Bendezú Abner I.	149265	0.8
2	Ing. Civil	Tunque Raymundo Edwin	68505	0.6
3	Ing. Civil	Domínguez Gutiérrez Wilson M.	126712	1.0

Fuente: Elaboración propia

El resultado del análisis de validez del instrumento de investigación fue de 0.80 que al comparar con la tabla 4.3 se interpreta como una validez alta.

4.6.2.2. Confiabilidad.

Según refiere el autor Hernandez et al (2006) la confiabilidad es el “grado en el un instrumento produce resultados consistentes y coherentes” (p. 277).

La confiabilidad se determina generalmente mediante la prueba de alfa de Cronbach.

Tabla 6 Rangos de confiabilidad e interpretación

Rango de confiabilidad	Interpretación
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Media
0.21 – 0.40	Baja
0.00 – 0.20	Muy baja

4.7. Método de análisis

Como método analítico se utiliza la estadística descriptiva para calcular parámetros de frecuencia, tendencia central y dispersión; mientras que el contraste de hipótesis se utiliza estadísticamente exponencial. El procesamiento de la información se realizó con los programas Excel y SPSS26, respectivamente.

4.8. Aspectos éticos

“Describe los criterios (nacionales e internacionales) que se utilizan para garantizar la calidad ética de la investigación, explicando la aplicación de los principios éticos (beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia) según corresponda”. “La validez de los resultados, propiedad intelectual de los autores, confiabilidad de la información y la identidad de las personas que participan en el estudio, los criterios éticos tomados en cuenta fueron: confidencialidad, objetividad, originalidad y el consentimiento”.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS - RESULTADOS

5.1. Descripción de la zona de estudio

5.1.1. Ubicación

La carretera no pavimentada de subrasante blanda Uñas - Acopalca se encuentra ubicada en el anexo de Palián, Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo y Región Junín. Sus coordenadas UTM son 11°59'15.4" S, 75°6.116'O y su altitud de 4600 msnm.

5.1.2. Características de la zona de estudio

La zona de estudio comprende parte de la ruta departamental JU-108, tramo: Palián – Vilcacoto – Acopalca – Abra Huaytapallana – Pariahuanca, la investigación comprende el tramo a intervenir entre los anexos de Palián Vilcacoto, que inicia en la progresiva 09+000 km y termina en la progresiva 18+000 km, el cual inicia con una altitud de 3368.67 m.s.n.m y termina a una altitud de 3440.48 m.s.n.m. En cuanto a las coordenadas de la obra inicia en la progresiva 09+000 km, teniendo la coordenada (479473.18 E, 8670088.86 N) Datum Wgs 84, zona 18, latitud sur, teniendo una altitud de 368.67 m.s.n.m; y el tramo finaliza en la progresiva 18+000 km, teniendo la coordenada (480274.83 E, 8671999.66 N) Datum Wgs 84, zona 18, latitud sur, teniendo una altitud de 3440.48 m.s.n.m.

Orografía:

- En cuanto a su orografía, desde la progresiva 09+000 km hasta la progresiva 12+040 km, se puede evidenciar que el terreno es ondulado y/o accidentado, así mismo se considera que sus pendientes longitudinales varían desde 3% al 10%.
- Desde la progresiva 12+040 km hasta la progresiva 18+00 km su pendiente longitudinal varía desde 3% a 6%.

Situación de la Vía:

- En cuanto al ancho de la vía desde la progresiva 09+000 km hasta la progresiva 18+000 se considera que tienen un ancho promedio de 6.40 m a 7.10 m.
- La plataforma de rodadura en su mayoría presenta ahuellamientos, espesores de afirmado desgastados, erosiones, baches, etc.
- Actualmente, la vía se encuentra de regular a mal estado de conservación, principalmente la capa afirmada, la misma que presenta bacheos, encalaminado y ahuellamiento.

5.2. Estudios previos**5.2.1. Estudios de campo****5.2.1.1 Exploración de suelos**

La exploración de suelo se llevó a cabo de acuerdo al cuadro 4.1 del Manual de Carreteras, sección de Suelos y Pavimentos la cual nos indica, que para carreteras de tercera clase con IMDA de 201-400 veh/día de una calzada de 2 carriles se debe hacer realizar 2 calicata por Km, y esta deberán ser de 1.50 metros de profundidad como mínimo respecto a la subrasante; asimismo, estas calicatas deberán ser de forma alternadas.

Las calicatas que se muestran a continuación se tomaron en forma alternada, dentro de la calzada.

5.2.1.1.1 Calicata C-01 – KM 16+080

- ✓ La calicata (C-01), se localiza en el KM 16+080 al lado derecho de la vía, dicha excavación se realizó con la ayuda de personal contratado, llegando a tener una profundidad de 1.65 metros. mediante esto se pudo apreciar que el perfil estratigráfico cuenta con estas capas 0.70 de arcilla limosa, 0.40 de arcilla roja, 0.55 de arcilla arenosa. (Ver Anexo: Figura 5.1)

5.2.1.1.2. Calicata C-02 – KM 18+120

La calicata (C-02), se localiza en el KM 18+120 al lado izquierdo de la vía, dicha excavación se realizó con la ayuda de personal contratado, llegando a tener una profundidad de 1.85 metros. mediante esto se pudo apreciar que el perfil estratigráfico cuenta con estas capas 0.80 de arcilla limosa, 0.45 de arcilla roja, 0.60 de arcilla arenosa. (Ver Anexo: Figura 5.2)

5.2.1.1.3 Calicata C-03– KM 09+020

La calicata (C-02) se localiza en el KM 09+020 al lado izquierdo de la vía, dicha excavación se realizó con la ayuda de personal contratado, llegando a tener una profundidad de 1.80 metros. Mediante esto se pudo apreciar que el perfil estratigráfico cuenta con estas capas 0.80 de arcilla limosa, 0.40 de arcilla roja, 0.60 de arcilla arenosa. (Ver Anexo: Figura 5.3)

5.2.2. Ensayos de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio que se realizaron están de acuerdo al Manual de Ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a continuación, procedemos a detallar los ensayos realizados:

- ✓ **Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado** (MTC E 107 – ASTM D422: Estándar Test Method for Partice – size Analysis of Solis.) (Ver Anexo: Figura 5.4)
- ✓ **Determinación del Limite Liquido de los Suelos** (MTC E 110 - NTP 339.129: SUELOS, Método de ensayo para determinar el límite líquido, Plástico e índice de plasticidad de suelos.) (Ver Anexo: Figura 5.5)
- ✓ **Determinación del Limite Plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)** (MTC E 111 – NTP 339.129: SUELOS, Método de ensayo

para determinar el límite líquido, Plástico e índice de plasticidad de suelos.) (Ver Anexo: Figura 5.6)

- ✓ **Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada** (Proctor Modificado) (MTC E 115 - NTP 3339.141) (Ver Anexo: Figura 5.7)
- ✓ **CBR de Suelos Laboratorio** (MTC E 132 - ASTM D 1883 3: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soils.) (Ver Anexo: Figura 5.8)
- ✓ **Comprensión no Confinada** en Muestras de Suelos (MTC E 121 - ASTM D 2166 - AASHTO T 208 - NTP 339.167) (Ver Anexo: Figura 5.9)

5.3. Análisis de la información

Tabla 7 Posibles combinaciones de Cemento Portland y Emulsión Asfáltica.

COMBINACIONES DE CEMENTO PORTLAND Y EMULSIÓN ASFÁLTICA		
CEMENTO PORTLAND	EMULSION ASFALTICA	COMBINACIÓN CP + EM
Suelo Natural + 0.5% CP	Suelo Natural + 0.5% EM	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM
Suelo Natural + 1.25% CP	Suelo Natural + 0.67% EM	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM
Suelo Natural + 1.33% CP	Suelo Natural + 1.25% EM	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM
Suelo Natural + 1.5% CP	Suelo Natural + 1.5% EM	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM
Suelo Natural + 2% CP	Suelo Natural + 1.67% EM	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM
Suelo Natural + 2.50% CP	Suelo Natural + 2% EM	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM
Suelo Natural + 3.33% CP	Suelo Natural + 2.50% EM	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM
Suelo Natural + 3.75% CP	Suelo Natural + 3.30% EM	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM
Suelo Natural + 5% CP	Suelo Natural + 3.75% EM	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM
Suelo Natural + 6.70% CP	Suelo Natural + 5% EM	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM
Suelo Natural + 7.50% CP	Suelo Natural + 7.50% EM	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM
Suelo Natural + 10% CP	Suelo Natural + 10% EM	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM

5.3.1. Estimación del cambio de las propiedades Físicas de Subrasantes Blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento Portland.

- Para poder determinar la variación que tendrá el muestreo sobre sus propiedades físicas, se le realizó el ensayo de Proctor Modificado. Esto a diferentes % de aditivos estabilizantes, para la adición del cemento se añadió a la muestra (0.5%, 1.25%, 1.33%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3.33%, 3.75%, 5%, 6.7%, 7.5% y 10%) de igual forma para la adición de emulsión asfáltica se añadió a la muestra (0.5%, 0.67%, 1.25%, 1.5%, 1.67%, 2%, 2.5%, 3.3%, 3.75%, 5%, 7.5% y 10%), mientras que para la estabilización se realizó la combinación de cemento Portland y emulsión asfáltica según la relación (2% CP +10% EM, 1.5% CP + 0.5% EM, 0.5% CP + 1.5% EM, 1.33% CP + 0.67% EM, 5% CP + 5% EM, 3.75% CP + 1.25% EM, 1.25% CP + 3.75% EM, 3.33% CP + 1.67% EM, 10% CP + 2% EM, 7.5% CP + 2.5% EM, 2.5% CP + 7.5% EM y 6.7% CP + 3.30% EM). De esta forma, se obtuvo los siguientes resultados para las propiedades físicas, máxima densidad seca (M.D.S) y Óptimo Contenido de Humedad (O.C.H).
- **Adición de Cemento para la Estabilización de Subrasante Blanda (Ensayo Proctor Modificado)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación fueron elaboradas realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del aditivo estabilizante (Cemento Portland Tipo I) altera las propiedades Físicas de la Subrasante Blanda en la máxima densidad seca (M.D.S) y óptimo contenido de humedad (O.C.H)

Tabla 5.2 Muestreo de Variación de Propiedades Físicas al añadir cemento, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)			Óptimo Contenido de Humedad (%)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	2.101	2.025	2.112	6.410	5.980	7.020
M1	Suelo Natural + 0.5% CP	2.102	2.104	2.101	6.401	6.505	6.888
M2	Suelo Natural + 1.5% CP	2.104	2.105	2.105	7.019	6.872	7.173
M3	Suelo Natural + 1.25% CP	2.106	2.109	2.107	7.254	7.241	7.187
M4	Suelo Natural + 1.33% CP	2.110	2.110	2.111	7.263	7.124	7.132
M5	Suelo Natural + 2% CP	2.111	2.190	2.304	7.240	6.240	7.100
M6	Suelo Natural + 2.50% CP	2.114	2.114	2.113	7.235	7.260	7.268
M7	Suelo Natural + 3.33% CP	2.221	2.217	2.220	7.204	7.260	7.284
M8	Suelo Natural + 3.75% CP	2.277	2.249	2.225	7.358	7.364	7.316
M9	Suelo Natural + 5% CP	2.347	2.561	2.561	7.360	7.800	7.210
M10	Suelo Natural + 6.70% CP	2.338	2.344	2.341	7.415	7.605	7.756
M11	Suelo Natural + 7.50% CP	2.582	2.545	2.594	8.750	8.658	8.429
M12	Suelo Natural + 10% CP	2.753	2.653	2.896	9.930	9.260	7.980

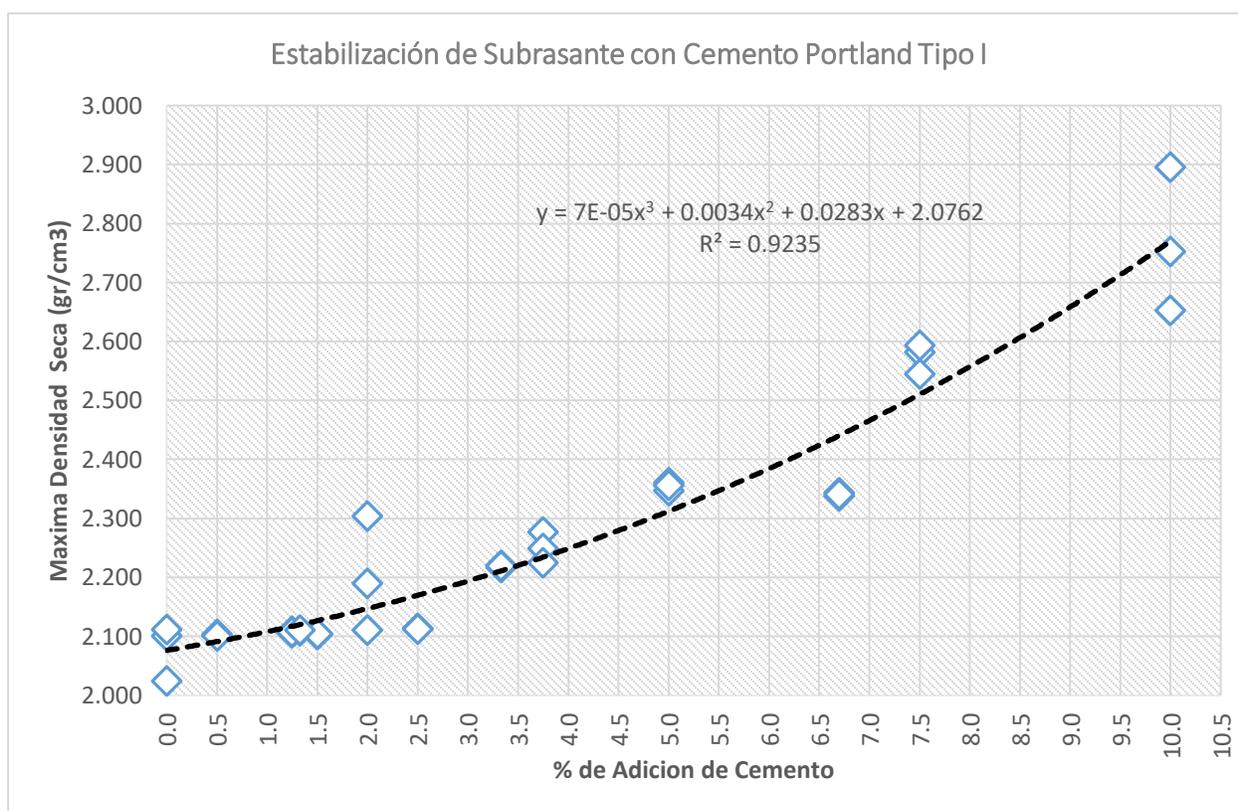
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.2 presenta de manera conjunta los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Cemento Portland tipo I, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (cemento portland tipo I), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. La máxima densidad seca (M.D.S) para estas calicatas (C-01, C-02 Y C-03), de los cuales al adicionar un 2% del aditivo son de (2.111 gr/cm³, 2.190 gr/cm³ y 2.304 gr/cm³), mientras que al adicionar 5% de este mismo aditivo se obtiene valores de (2.347 gr/cm³, 2.561

gr/cm³ y 2.561 gr/cm³) y por último para una adición del 10% del aditivo se obtiene los valores de (2.753 gr/cm³, 2.653 gr/cm³ y 2.896 gr/cm³). Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento Portland al 2% hasta la adición del 10% es de (2.753 gr/cm³), mientras que para el O.C.H al adicionar un 2% del aditivo son de (7.24%, 6.24%, 7.10%), mientras que al adicionar 5% de este mismo aditivo la O.C.H. es de (7.36%, 7.80%, 7.21%) y por último para una adición del 10% del aditivo es (9.93%, 9.26%, 7.98%). Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento Portland al 2% hasta la adición del 10% es de (6.20% - 10.00%).

Figura 5.1 Variación de la MDS al añadir Cemento Portland tipo I

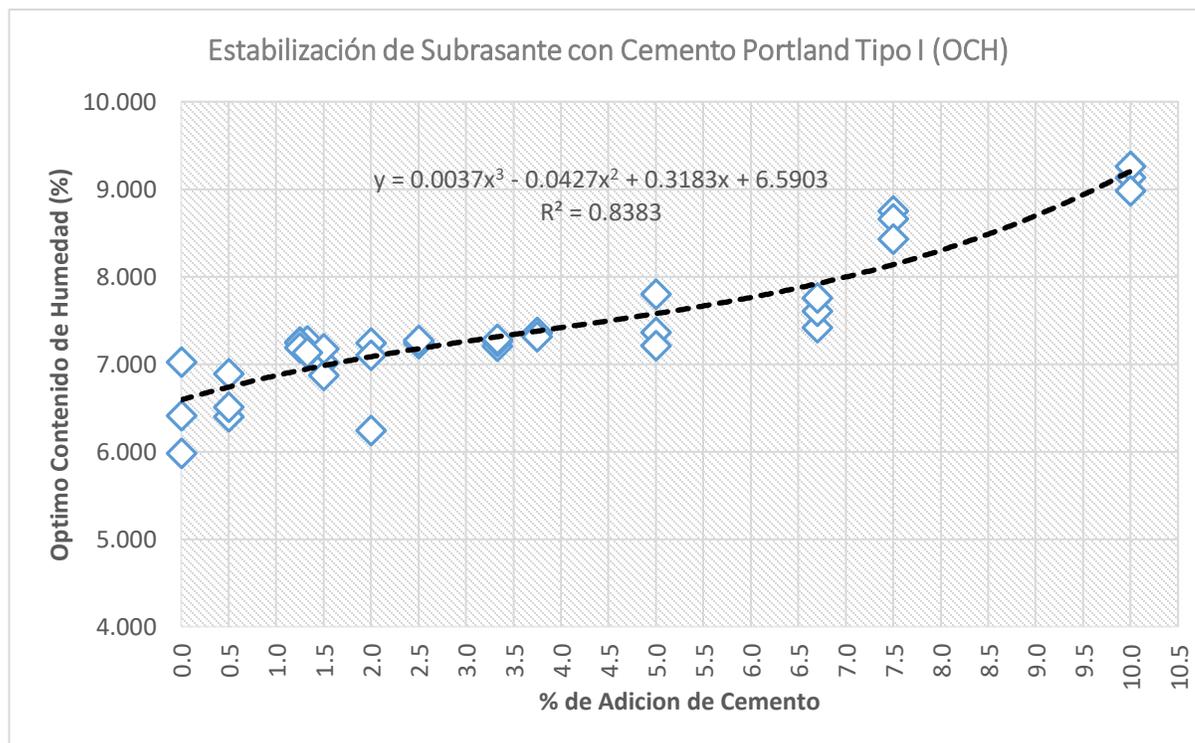


Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.1 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Cemento Portland Tipo I, según nuestra

línea de tendencia se puede observar que la MDS a mayor de adición de este aditivo la MDS crece.

Figura 5.2 Variación del OCH al añadir Cemento Portland Tipo I



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.2 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Cemento Portland Tipo I, según nuestra línea de tendencia se puede observar que la OCH a mayor adición de este aditivo la OCH crece.

- **Adición de Emulsión Asfáltica para la Estabilización de Subrasante Blanda (Ensayo Proctor Modificado)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del aditivo estabilizante (Emulsión Asfáltica CSE-1H) altera las propiedades Físicas de la Subrasante Blanda en la MDS y OCH.

Tabla 5.3 Muestreo de Variación de Propiedades Físicas al añadir Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)			Óptimo Contenido de Humedad (%)		
		M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03
M	Suelo Natural	2.101	2.025	2.210	6.410	5.980	7.020
M1	Suelo Natural + 0.5% EM	2.106	2.115	2.101	6.252	6.389	6.356
M2	Suelo Natural + 0.67% EM	2.113	2.122	2.118	6.183	6.178	6.136
M3	Suelo Natural + 1.25% EM	2.120	2.115	2.124	6.107	6.218	6.178
M4	Suelo Natural + 1.50% EM	2.123	2.131	2.131	6.062	6.116	6.070
M5	Suelo Natural + 1.67% EM	2.135	2.136	2.137	5.921	5.898	5.907
M6	Suelo Natural + 2.0 % EM	2.142	2.352	2.253	5.930	5.230	6.330
M7	Suelo Natural + 2.50% EM	2.197	2.219	2.201	5.847	5.786	5.816
M8	Suelo Natural + 3.30% EM	2.256	2.281	2.309	5.719	5.685	5.691
M9	Suelo Natural + 3.75% EM	2.364	2.414	2.465	5.681	5.738	5.708
M10	Suelo Natural + 5% EM	2.594	2.729	2.500	5.690	5.150	4.820
M11	Suelo Natural + 7.50% EM	2.162	2.173	2.159	5.257	5.388	5.398
M12	Suelo Natural + 10% EM	2.048	2.048	2.053	4.929	4.930	4.916

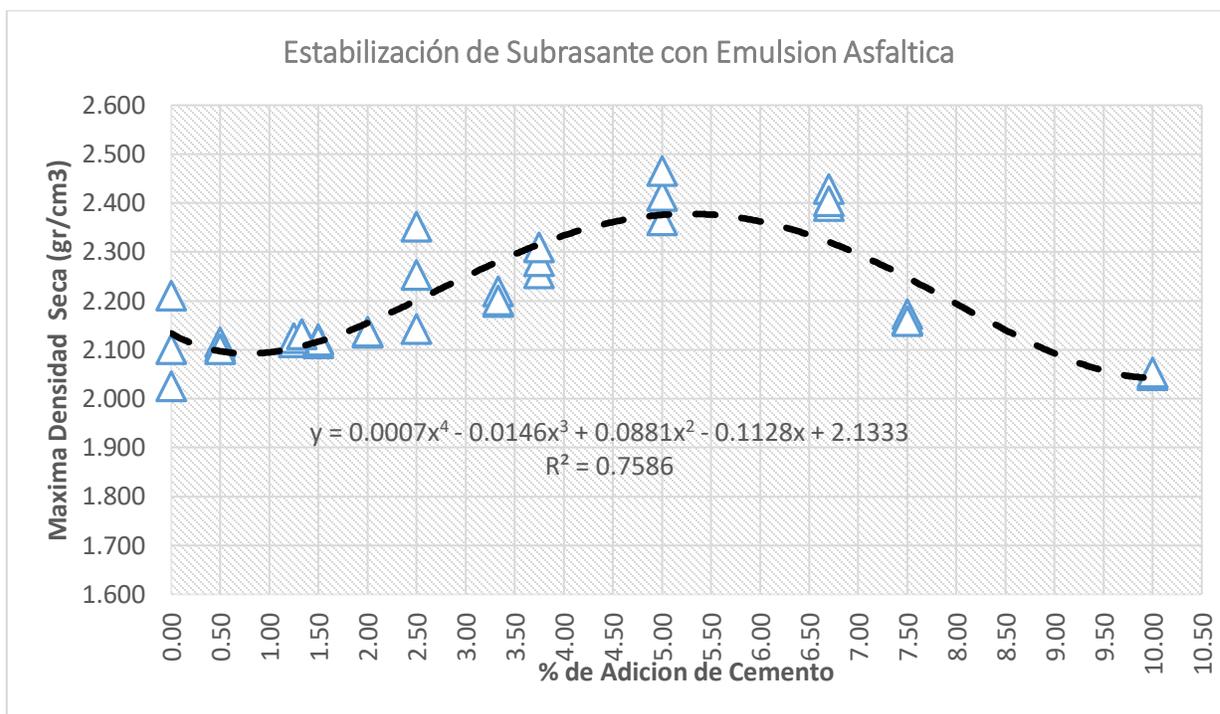
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.3 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Emulsión Asfáltica CSE – 1H, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (emulsión asfáltica), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Las M.D.S para estas muestras (M-06, M-10 Y M-12), para la adición de Suelo Natural + 2.0 % EM se obtiene valores

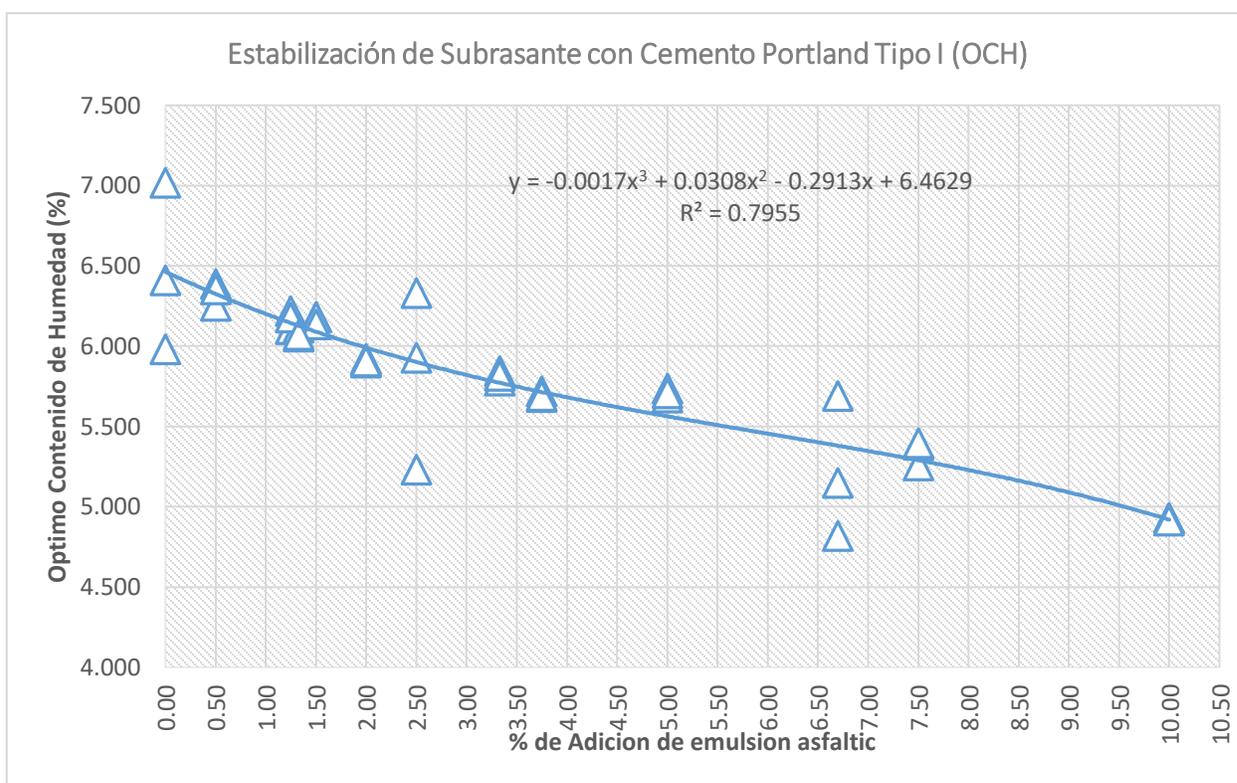
de (2.142 g/cm³, 2.352 g/cm³ y 2.253 g/cm³) nos da un valor promedio de 2.249 g/cm³ y mostrando una variación del 6.486% respecto al patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% EM se obtiene valores de (2.594 g/cm³, 2.729 g/cm³ y 2.5 g/cm³), nos da un valor promedio de 2.607 g/cm³ y mostrando una variación del 23.469% respecto a la muestra patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% EM se obtiene valores de (2.048 g/cm³, 2.048 g/cm³ y 2.053 g/cm³), nos da un valor promedio de 2.049 g/cm³ y mostrando una variación del -5.934% respecto al patrón. Mientras que para el óptimo contenido de humedad (O.C.H), se realizó la adición de Suelo Natural + 2.0 % EM, se obtiene valores de (5.93%, 5.23 % y 6.33 %) nos da un valor promedio de 5.83 % y mostrando una variación del 6.486% respecto a la muestra patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% EM se obtiene valores de (5.69%, 5.15% y 4.82%) nos da un valor promedio de 5.22 % y mostrando una variación del 23.469% respecto al patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% EM se obtiene valores de (4.929%, 4.930% y 4.916%) nos da un valor promedio de 4.925 % y mostrando una variación del -5.934% respecto al patrón.

Figura 5.3 Variación de la MDS al añadir Emulsión Asfáltica (CSE1H)



La Figura 5.3 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Emulsión Asfáltica (CSE-1H), según nuestra línea de tendencia se puede observar que la MDS al adicionar este estabilizante tiende un comportamiento creciente al adicionar 2% hasta un aproximado de 7%, al adicionar mucho más porcentaje de este aditivo la MDS llega a tener un decrecimiento, formando así una parábola según la línea de tendencia.

Figura 5.4 Variación del OCH al añadir Emulsión Asfáltica (CSE1H)



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.4 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Emulsión Asfáltica (CSE-1H), según nuestra línea de tendencia se puede observar que la OCH al adicionar mayor cantidad de este estabilizante el OCH es menor, teniendo un comportamiento decreciente al adicionar desde un 0.5% hasta un aproximado de 10% del aditivo.

- **Adición de Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (Ensayo Proctor Modificado)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del estabilizante (Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica CSE-1H) altera las propiedades Físicas de la Subrasante Blanda en la MDS y OCH.

Tabla 5.4 Muestreo de Variación de Propiedades Físicas al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)			Óptimo Contenido de Humedad (%)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	2.101	2.025	2.210	6.410	5.980	7.020
M1	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM	2.008	2.083	2.191	4.470	5.650	5.230
M2	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM	2.045	2.071	2.192	4.643	4.756	4.831
M3	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM	2.092	2.077	2.135	4.679	4.749	4.825
M4	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM	2.062	2.189	2.086	4.855	4.944	4.935
M5	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM	2.644	2.423	2.514	6.460	6.030	7.420
M6	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM	2.521	2.371	2.431	6.323	6.216	6.395
M7	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM	2.392	2.368	2.390	6.144	6.324	6.131
M8	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM	2.462	2.430	2.400	6.238	6.320	6.308
M9	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM	2.448	2.359	2.274	8.110	9.420	9.010
M10	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM	2.562	2.488	2.525	7.613	7.302	7.728
M11	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM	2.478	2.549	2.452	7.447	7.269	8.080
M12	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM	2.503	2.498	2.448	7.572	7.705	8.273

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.4 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (cemento y emulsión), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Las M.D.S para estas calicatas (C-01, C-02 Y C-03), al adicionar 2% CP + 10% EM, de ambos aditivos, se obtiene valores de (2.008 gr/cm³, 2.083 gr/cm³ y 2.191 gr/cm³) un promedio de 2.094 gr/cm³ y con una variación de -0.90%, al adicionar 5% CP + 5% EM, de ambos aditivos, se obtiene valores de (2.644 gr/cm³, 2.423 gr/cm³ y 2.512 gr/cm³) un promedio de 2.527 gr/cm³ con una variación de 19.6%, al adicionar 10% CP + 2% EM, de ambos aditivos, se obtiene valores de (2.448 gr/cm³, 2.359 gr/cm³ y 2.274 gr/cm³) un promedio de 2.360 gr/cm³ con una variación de 11.8%, en el caso del óptimo contenido de humedad (O.C.H) varía desde un rango de -27.8% de reducción hasta una variación máximo de 28.5%, respecto al valor de del OCH del patrón establecido en 6.47% de humedad. Esto se debe a que las combinaciones nos dan un comportamiento variado, sin embargo, la tendencia indica que a mayor cantidad de cemento portland, se incrementa el valor del optimo contenido de humedad (O.C.H).

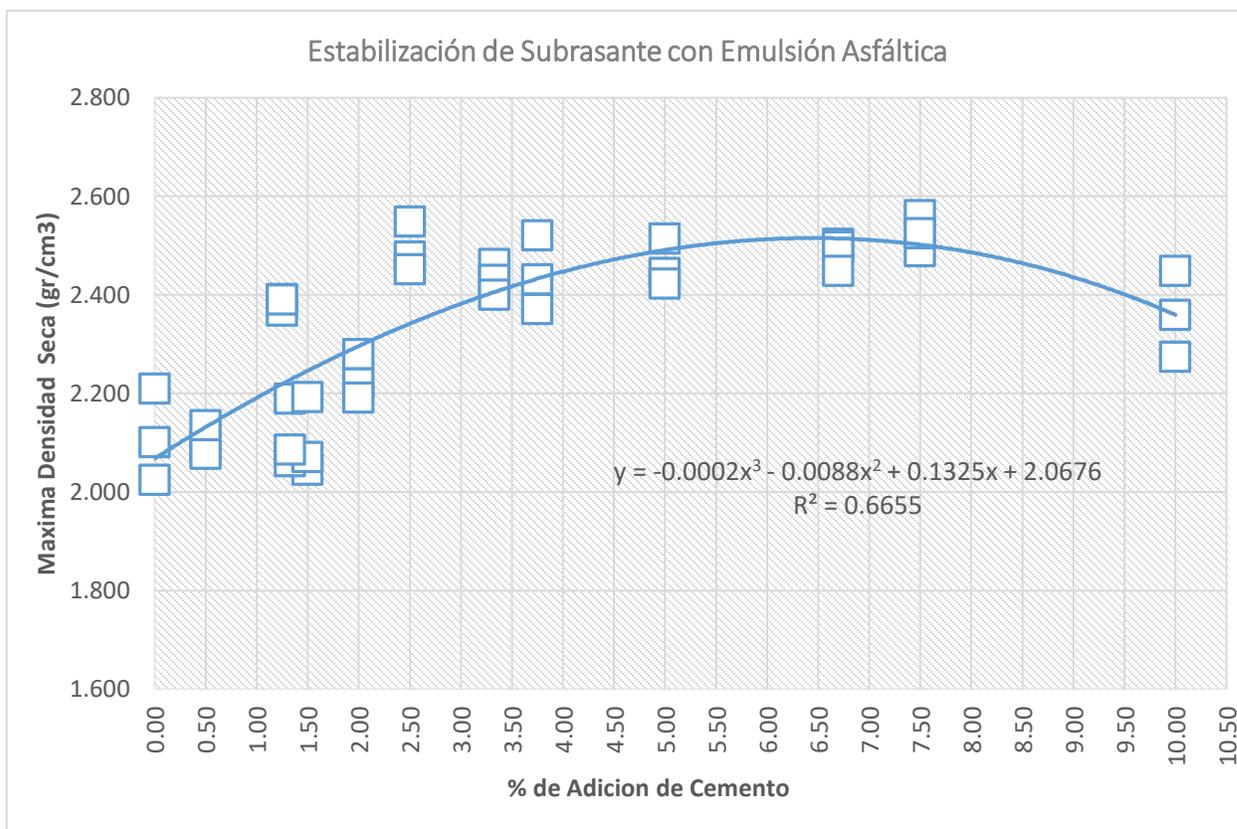


Figura 5.5 Variación de la MDS al añadir Emulsión Asfáltica (CSE1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.5 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), según nuestra línea de tendencia se puede observar que la MDS al adicionar este estabilizante tiende un comportamiento inestable, primero se tiene una curva decreciente cuando se añade 2% CP+10% EM, luego la MDS es creciente esto debido, al incrementar la combinación en función del cemento y disminuir la de emulsión al 5% CP+5% EM posteriormente a esto la curva vuelve a decrecer al tener una combinación de 10% CP+2% EM.

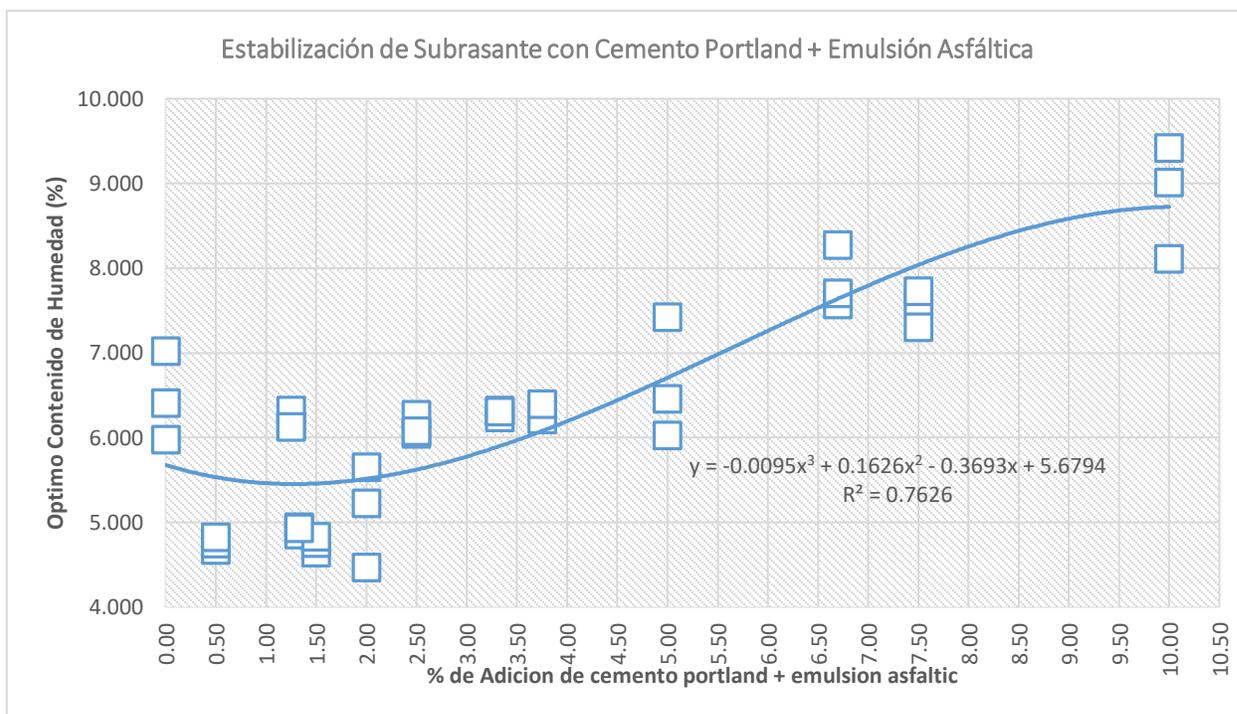


Figura 5.6 Variación del OCH al añadir mezcla Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.6 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando mezcla de Cemento Portland Tipo I Emulsión Asfáltica (CSE-1H), según nuestra línea de tendencia se puede observar que el óptimo contenido de humedad (OCH) es bajo cuanto más cantidad de cemento tenga respecto a la emulsión asfáltica.

5.3.2. Cuantificación de la modificación de las Propiedades Mecánicas de Subrasantes Blandas con adición de cemento Portland y emulsión asfáltica

. Tabla 5.5 Posibles combinaciones de Cemento Portland y Emulsión Asfáltica.

COMBINACIONES DE CEMENTO PORTLAND Y EMULSIÓN ASFÁLTICA		
CEMENTO PORTLAND	EMULSION ASFALTICA	COMBINACIÓN CP + EM
Suelo Natural + 0.5% CP	Suelo Natural + 0.5% EM	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM
Suelo Natural + 1.25% CP	Suelo Natural + 0.67% EM	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM
Suelo Natural + 1.33% CP	Suelo Natural + 1.25% EM	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM
Suelo Natural + 1.5% CP	Suelo Natural + 1.5% EM	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM
Suelo Natural + 2% CP	Suelo Natural + 1.67% EM	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM
Suelo Natural + 2.50% CP	Suelo Natural + 2% EM	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM
Suelo Natural + 3.33% CP	Suelo Natural + 2.50% EM	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM
Suelo Natural + 3.75% CP	Suelo Natural + 3.30% EM	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM
Suelo Natural + 5% CP	Suelo Natural + 3.75% EM	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM
Suelo Natural + 6.70% CP	Suelo Natural + 5% EM	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM
Suelo Natural + 7.50% CP	Suelo Natural + 7.50% EM	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM
Suelo Natural + 10% CP	Suelo Natural + 10% EM	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM

- Para poder determinar la variación que tendrá el muestreo sobre sus propiedades mecánicas se le realizó los ensayos ya nombrados. Esto a diferentes % de estabilizantes, para la adición del cemento se añadió a la muestra (0.5%, 1.25%, 1.33%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3.33%, 3.75%, 5%, 6.7%, 7.5% y 10%) de igual forma para la adición de emulsión asfáltica se añadió a la muestra (0.5%, 0.67%, 1.25%, 1.5%, 1.67%, 2%, 2.5%, 3.3%, 3.75%, 5%, 7.5% y 10%), mientras que para la estabilización se realizó la combinación de cemento Portland y emulsión asfáltica según la relación (2% CP +10% EM, 1.5% CP + 0.5% EM, 0.5% CP + 1.5% EM, 1.33% CP + 0.67% EM, 5% CP + 5% EM, 3.75% CP + 1.25% EM, 1.25% CP + 3.75% EM, 3.33% CP + 1.67% EM, 10% CP + 2% EM, 7.5% CP + 2.5% EM, 2.5% CP + 7.5% EM y 6.7% CP + 3.30% EM). De esta forma, se obtuvo los siguientes resultados para las

propiedades físicas, Valor de Soporte de California (CBR), Resistencia a la Comprensión y Módulo resiliente.

- **Adición de Cemento para la estabilización de subrasante blanda (CBR)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición de los estabilizantes (Cemento Portland Tipo I) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el CBR.

Tabla 5.6 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Cemento, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Penetración a 1"					
		CBR al 100% de M.S.D.			CBR al 95 % de la M.D.S.		
		M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03
M	Suelo Natural	14.00	9.25	11.05	8.54	6.66	5.34
M1	Suelo Natural + 0.5% CP	16.10	17.10	13.10	11.97	11.27	11.97
M2	Suelo Natural + 1.5% CP	15.10	15.10	19.10	10.57	12.67	11.27
M3	Suelo Natural + 1.25% CP	15.10	16.10	19.10	11.97	11.27	12.67
M4	Suelo Natural + 1.33% CP	24.10	25.10	23.10	17.57	16.87	16.17
M5	Suelo Natural + 2% CP	27.10	26.10	26.10	19.67	19.67	18.27
M6	Suelo Natural + 2.50% CP	33.23	26.46	30.29	20.27	19.05	14.63
M7	Suelo Natural + 3.33% CP	29.10	30.10	34.10	23.87	24.57	24.57
M8	Suelo Natural + 3.75% CP	43.10	40.10	44.10	28.77	25.27	30.17
M9	Suelo Natural + 5% CP	55.10	58.10	61.10	42.07	42.77	43.47
M10	Suelo Natural + 6.70% CP	75.29	64.27	69.15	45.93	46.27	33.40
M11	Suelo Natural + 7.50% CP	89.10	85.10	91.10	63.77	67.97	64.47
M12	Suelo Natural + 10% CP	110.13	95.30	107.24	67.18	68.62	51.80

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.6 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Cemento Portland tipo I, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (cemento Portland tipo I), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. El CBR al 100% de MDS y una Penetración a 0.1” para las muestras (C-01,C-02 Y C-03), al adicionar un 2 % del aditivo se obtiene valores de (27.1%, 26.10% y 26.10%) un promedio de 26.43% con una variación de 162.30%, respecto al patrón, al adicionar un 5 % del aditivo se obtiene valores de (55.10%, 58.10% y 61.10%) un promedio de 58.10% con una variación de 508.5%, respecto al patrón, al adicionar un 10 % del aditivo se obtiene valores de (110.13%, 95.30% y 107.24%) un promedio de 104.22% con una variación de 811.60%, respecto al patrón. Con lo cual el rango de CBR para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (11.43% - 104.22%), Con una variación máxima de hasta 811.6%, mientras que para el 95% de la MDS al adicionar para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (6.85% - 66.53%). Con una variación máxima de hasta 813.3%.

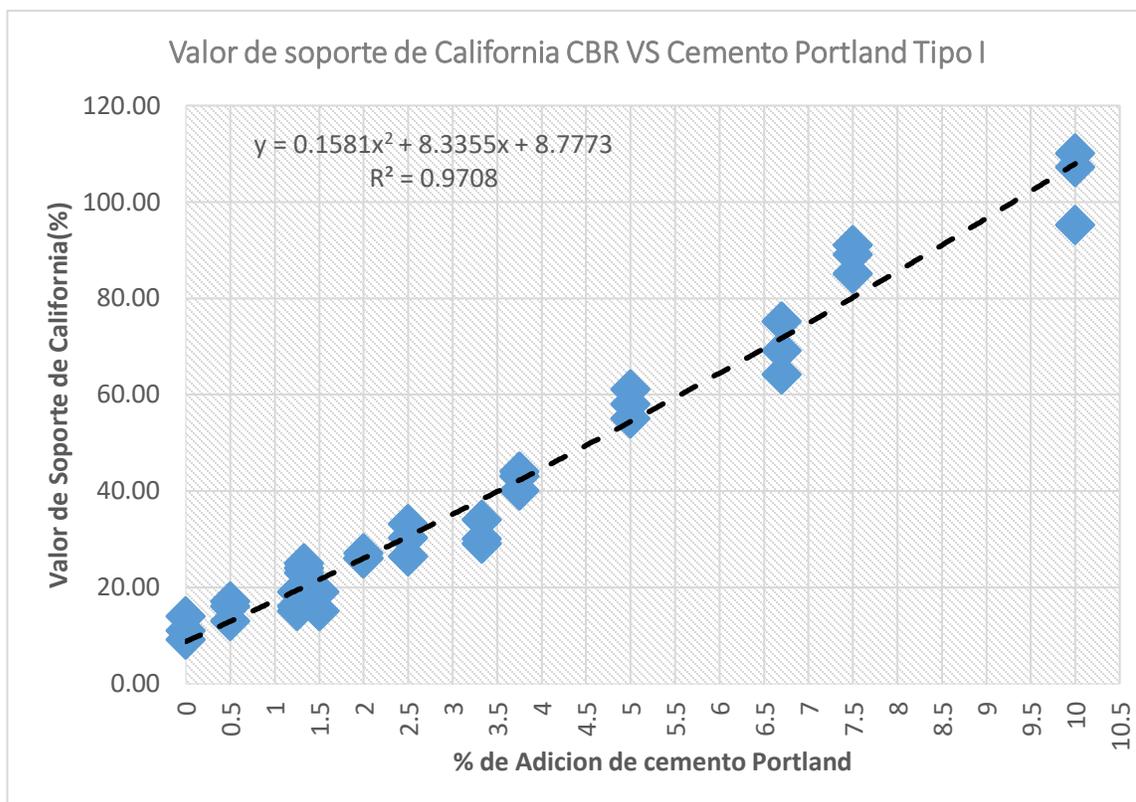


Figura 5.7 Variación del CBR al añadir Cemento Portland Tipo I

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.7 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Cemento Portland Tipo I, como aditivo estabilizante, según nuestra línea de tendencia se puede observar que el CBR al 100% de la MDS con una penetración de 0.1", a mayor porcentaje de adición del aditivo el CBR crece.

- **Adición de Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (CBR)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del estabilizante (Emulsión Asfáltica CSE-1H) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el CBR.

Tabla 5.7 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Penetración a 1"					
		CBR al 100% de M.S.D.			CBR al 95 % de la M.D.S.		
		M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03
M	Suelo Natural	14.00	9.25	11.05	8.54	6.66	5.34
M1	Suelo Natural + 0.5% EM	11.104	11.104	12.103	8.47	10.57	10.57
M2	Suelo Natural + 0.67% EM	16.101	17.104	19.101	13.37	12.67	11.27
M3	Suelo Natural + 1.5% EM	20.104	18.104	17.102	13.37	11.97	14.77
M4	Suelo Natural + 1.25% EM	20.103	25.101	20.102	16.17	16.87	16.87
M5	Suelo Natural + 1.30% EM	29.101	27.103	28.104	20.37	17.57	18.97
M6	Suelo Natural + 2% EM	33.910	26.720	28.780	20.27	19.05	14.63
M7	Suelo Natural + 2.50% EM	34.103	33.101	35.103	22.47	24.57	24.57
M8	Suelo Natural + 3.30% EM	41.102	42.101	35.103	29.47	26.67	31.57
M9	Suelo Natural + 3.75% EM	65.104	63.102	60.102	41.37	43.47	44.17
M10	Suelo Natural + 5% EM	60.480	72.310	42.130	45.93	46.27	33.40
M11	Suelo Natural + 7.50% EM	66.101	69.102	62.101	63.77	72.17	72.87
M12	Suelo Natural + 10% EM	30.840	46.230	38.420	67.18	68.62	51.80

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.7 presenta, de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Emulsión Asfáltica CSE – 1H, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (emulsión asfáltica), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. El CBR al 100% de MDS y una penetración a 0.1" para estas calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% EM se obtiene valores de (33.91 gr/cm³, 26.72 gr/cm³ y 28.78 gr/cm³) nos da un valor promedio de 29.803 %. mostrando una variación del

160.670% respecto al patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% EM se obtiene valores de (60.48 gr/cm³, 72.31 gr/cm³ y 42.13 gr/cm³) nos da un valor promedio de 58.306 %, mostrando una variación del 409.970% respecto al patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% EM se obtiene valores de (30.84 gr/cm³, 46.23 gr/cm³ y 38.42 gr/cm³) nos da un valor promedio de 38.496 %, mostrando una variación del 236.705% respecto al patrón, con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (11.43% - 58.31%) para un adición de 5% de emulsión decae a 38.50%, mientras que para el 95% de la MDS el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (6.85% - 39.97%), para un adición de 3.75% de emulsión asfáltica y decae a 23.55% para una adición de 10% de emulsión asfáltica.

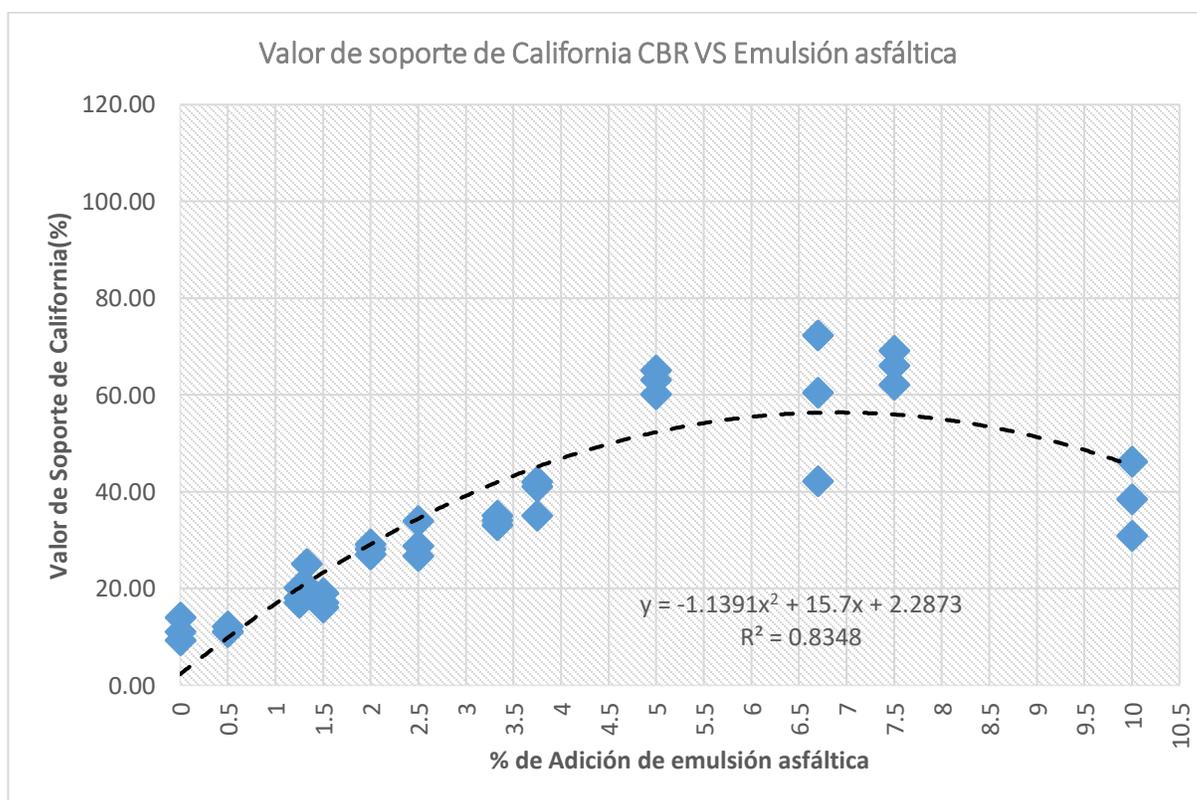


Figura 5.8 Variación del CBR al añadir Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.8 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Emulsión Asfáltica (CSE-1H), como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que el CBR al 100% de la MDS con una penetración de 0.1" al adicionar este estabilizante tiende un comportamiento creciente hasta un 5% de adición de aditivo y luego al añadir un 10% el CBR baja.

- **Adición de Mezcla de Cemento y Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (CBR)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del estabilizante (Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el CBR.

Tabla 5.8 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Cemento y Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Penetración a 1"					
		CBR al 100% de M.S.D.			CBR al 95 % de la M.D.S.		
		M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03
M	Suelo Natural	14.00	9.25	11.05	8.54	6.66	5.34
M1	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM	42.53	35.64	41.92	25.94	25.66	20.25
M2	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM	36.14	39.51	38.47	25.57	26.78	28.21
M3	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM	35.50	34.13	37.15	26.24	24.58	27.51
M4	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM	35.32	37.23	39.34	27.45	26.13	24.87
M5	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM	63.16	69.25	65.21	38.53	49.86	31.50
M6	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM	65.50	63.20	65.15	42.28	48.41	46.46
M7	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM	31.28	32.34	30.26	23.46	24.26	22.70
M8	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM	66.13	60.23	62.55	49.87	42.27	41.65
M9	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM	78.29	77.27	74.15	47.76	55.63	35.81

M10	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM	64.35	67.42	64.15	49.31	45.65	45.01
M11	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM	54.30	55.22	60.23	35.26	38.16	40.29
M12	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM	63.23	69.35	72.32	49.33	48.54	47.76

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.8 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (mezcla cemento y emulsión), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. El CBR al 100% de MDS y una penetración a 0.1” para estas muestras (C-01, C-02 Y C-03), Suelo Natural + 2% CP + 10% EM de los aditivos se obtiene valores de (42.53%, 35.64% y 41.92%) un promedio de 40.03% con una variación de 250.10%, respecto al patrón, Suelo Natural + 5% CP + 5% EM de los aditivos se obtiene valores de (63.16%, 69.25% y 65.21%) un promedio de 65.87% con una variación de 476.20%, respecto al patrón, suelo Natural + 10% CP + 2% EM de los aditivos se obtiene valores de (78.29%, 77.27% y 74.15%) un promedio de 76.57% con una variación de 569.70%, respecto al patrón. Con lo cual el rango de variación del valor de soporte de california a un 100% de la MDS, para este aditivo estabilizante para una adición de cemento + emulsión asfáltica para diferentes combinaciones de 2% hasta la adición del 10% es de (11.43% - 76.57%), presenta un comportamiento de ascenso continua hasta combinación de Suelo Natural + 10% CP + 2% EM y luego tiene de bajar hasta 55.90% para la combinación de Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM. mientras que para el 95% de la MDS para diferentes combinaciones de 2% hasta la adición del 10% es de (6.85% - 48.87%), presenta un comportamiento de ascenso continua hasta combinación de Suelo Natural + 10% CP + 2% EM y luego tiene de bajar hasta 39.13% para la combinación de Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM.

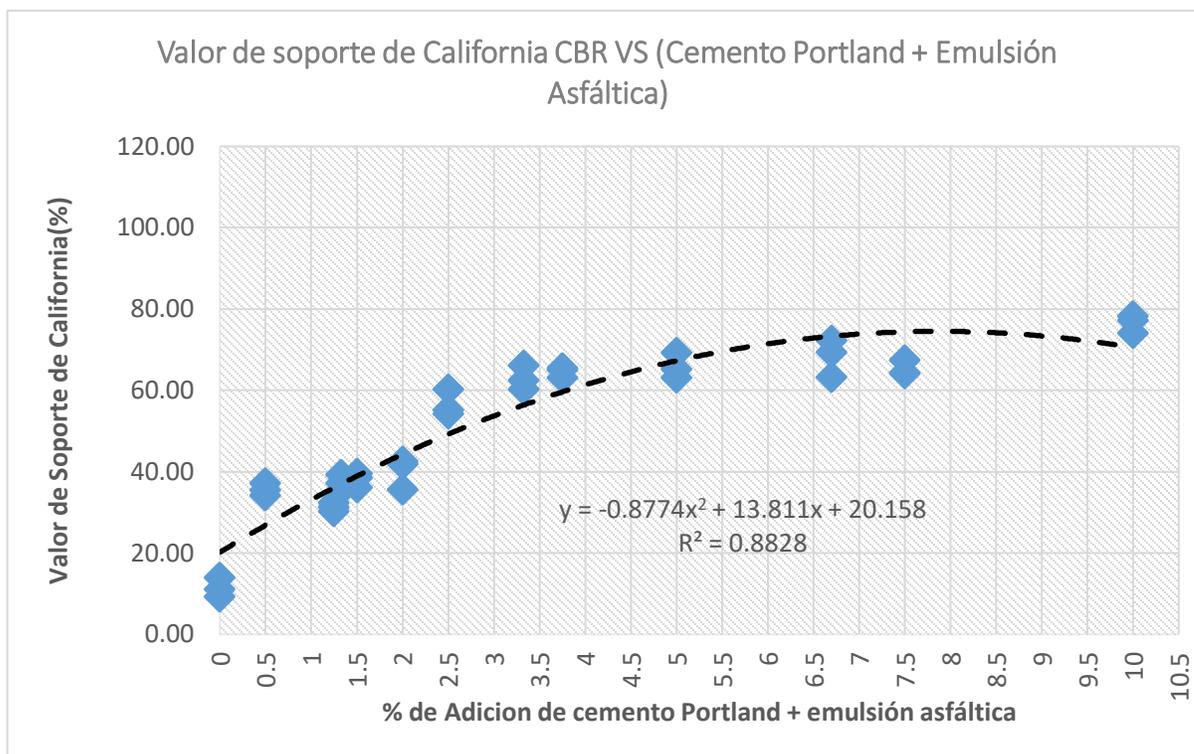


Figura 5.9 Variación del CBR al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.9 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando mezcla de Cemento Portland Tipo I Y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que el CBR al 100% de la MDS con una penetración de 0.1” al adicionar este estabilizante el valor de soporte de califomia tiende a crecer hasta llegar a las proporciones de 5%CP+5%EM, luego de esto al tener la proporción de 2%CP+10%EM baja.

- **Adición de Cemento para la estabilización de subrasante blanda (Módulo Resiliente)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar cómo la adición de los

estabilizantes (Cemento Portland Tipo I) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el Módulo Resiliente.

Tabla 5.9 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (Módulo Resiliente) con adición de Cemento, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Módulo Resiliente (PSI)			Módulo Resiliente (MPa)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	13,546	11,612	11,586	95.37	73.15	81.97
M1	Suelo Natural + 0.5% CP	13,137	13,482	13,206	93.71	93.42	89.95
M2	Suelo Natural + 1.5% CP	14,297	15,014	15,454	101.69	100.63	103.74
M3	Suelo Natural + 1.25% CP	17,558	17,872	17,992	121.34	121.09	117.38
M4	Suelo Natural + 1.33% CP	19,732	19,332	20,994	130.38	142.12	131.94
M5	Suelo Natural + 2% CP	24,053	20,790	22,668	165.84	143.34	156.29
M6	Suelo Natural + 2.50% CP	24,106	24,299	24,643	170.01	172.05	168.14
M7	Suelo Natural + 3.33% CP	26,187	27,606	28,693	192.54	183.19	195.23
M8	Suelo Natural + 3.75% CP	30,686	37,033	34,273	209.81	209.19	232.25
M9	Suelo Natural + 5% CP	40,598	36,687	38,447	279.91	252.95	265.08
M10	Suelo Natural + 6.70% CP	42,808	42,078	42,341	276.97	287.47	284.07
M11	Suelo Natural + 7.50% CP	49,067	46,292	45,948	320.55	317.47	309.75
M12	Suelo Natural + 10% CP	51,786	47,207	50,912	357.05	325.48	351.03

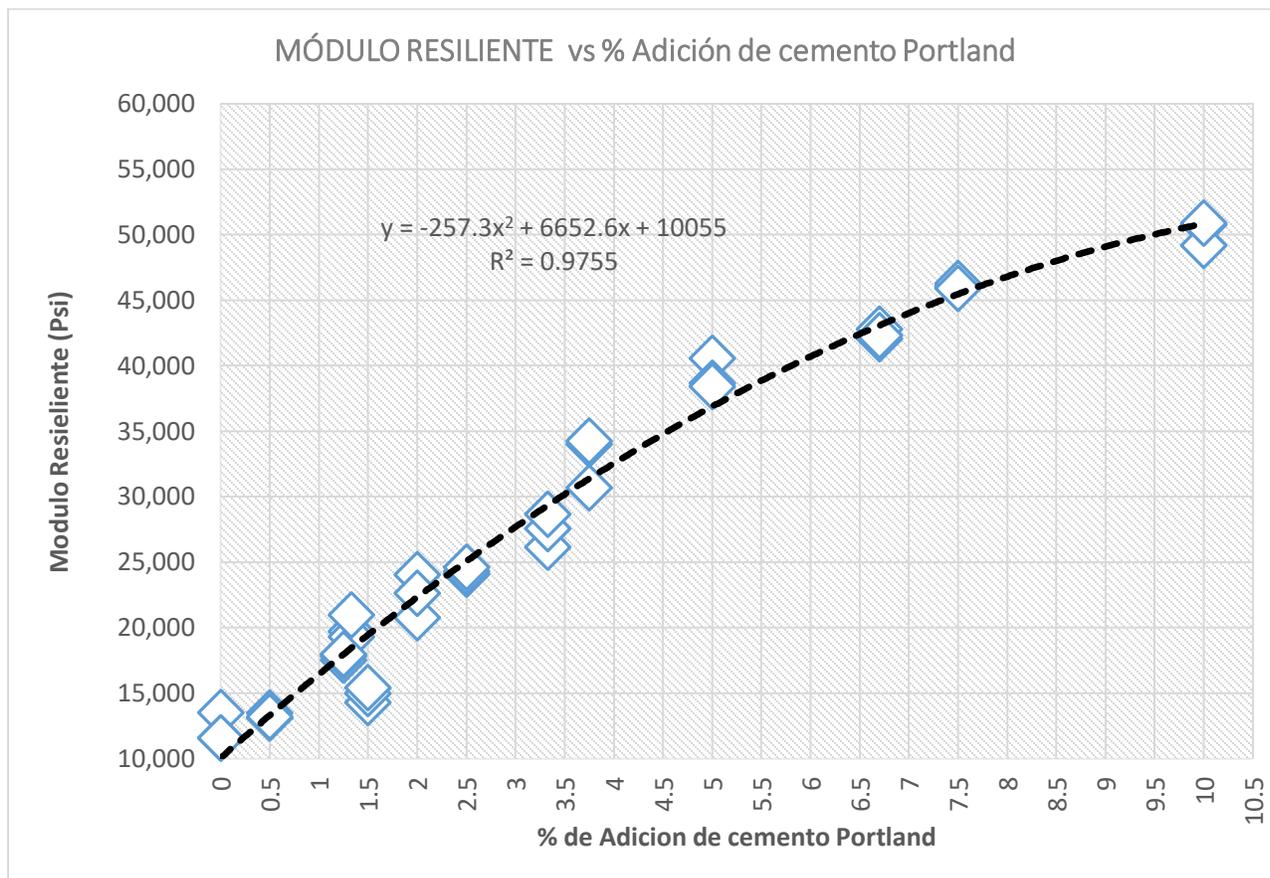
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.9 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Cemento Portland tipo I, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (cemento portland tipo I), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. El módulo resiliente al remplazar el CBR al 100% de la MDS de las calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% CP nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 24053.06 psi, 20789.71psi y 22668.48 psi dándonos un promedio de 22503.75 psi. Mostrando una variación del 85.81% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% CP nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 40597.83 psi, 36687.34psi y 38446.6 psi dándonos un promedio de 38577.25 psi. Mostrando una variación del 218.53% respecto al valor del patrón, para la adición

de Suelo Natural + 10% CP nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 51785.78 psi, 47207.43psi y 50911.89 psi dándonos un promedio de 49968.36 psi. Mostrando una variación del 312.59% respecto al valor del patrón.

Figura 5.10 Variación del Módulo Resiliente al añadir Cemento Portland Tipo I



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.10 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Cemento Portland Tipo I, como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que el Módulo Resiliente crece a medida que el porcentaje de adición del aditivo es mayor.

- **Adición de Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (Módulo Resiliente)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera

Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del estabilizante (Emulsión Asfáltica CSE-1H) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el Módulo Resiliente.

Tabla 5.10 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (Módulo Resiliente) con adición de Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Módulo Resiliente (PSI)			Módulo Resiliente (MPa)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	13,832.89	10,610.15	11,888.93	95.37	73.15	81.97
M1	Suelo Natural + 0.5% EM	12,661.48	11,966.16	12,437.11	95.73	84.48	93.03
M2	Suelo Natural + 0.67% EM	14,959.50	14,905.39	14,913.48	103.25	102.95	102.69
M3	Suelo Natural + 1.5% EM	15,128.55	15,694.15	15,405.21	108.06	106.12	108.87
M4	Suelo Natural + 1.25% EM	17,867.42	16,628.24	17,563.38	130.91	127.87	117.72
M5	Suelo Natural + 1.30% EM	19,813.36	19,739.16	20,120.50	139.00	143.93	134.53
M6	Suelo Natural + 2% EM	24,166.92	21,925.22	19,693.83	168.00	144.24	115.10
M7	Suelo Natural + 2.50% EM	22,156.47	22,817.55	22,847.45	152.98	155.28	154.47
M8	Suelo Natural + 3.30% EM	26,227.28	26,863.23	25,299.55	177.77	185.46	174.07
M9	Suelo Natural + 3.75% EM	27,230.43	26,747.18	27,227.13	200.97	204.94	189.66
M10	Suelo Natural + 5% EM	35,287.63	39,561.97	27,998.16	243.30	272.77	193.04
M11	Suelo Natural + 7.50% EM	27,056.36	26,236.37	27,304.45	186.43	184.62	189.97
M12	Suelo Natural + 10% EM	22,931.06	29,712.71	26,394.15	158.10	204.86	181.98

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.10 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Emulsión Asfáltica CSE – 1H, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (emulsión asfáltica), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. El módulo resiliente al remplazar el CBR al 100% de la MDS de las calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% EM nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 24166.92 psi, 21925.22 psi y 19693.83 psi dándonos un promedio de 21928.656 psi.

Mostrando una variación del 81.069% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% EM nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 35287.63 psi, 39561.97 psi y 27998.16 psi dándonos un promedio de 34282.586 psi. Mostrando una variación del 183.077% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% EM nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 22931.06 psi, 29712.71 psi y 26394.15 psi dándonos un promedio de 26345.973 psi. Mostrando una variación del 117.543% respecto al valor del patrón y Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (114.00MPa – 273.00 MPa), en esta misma tabla también se tienen estos valores expresados en PSI.

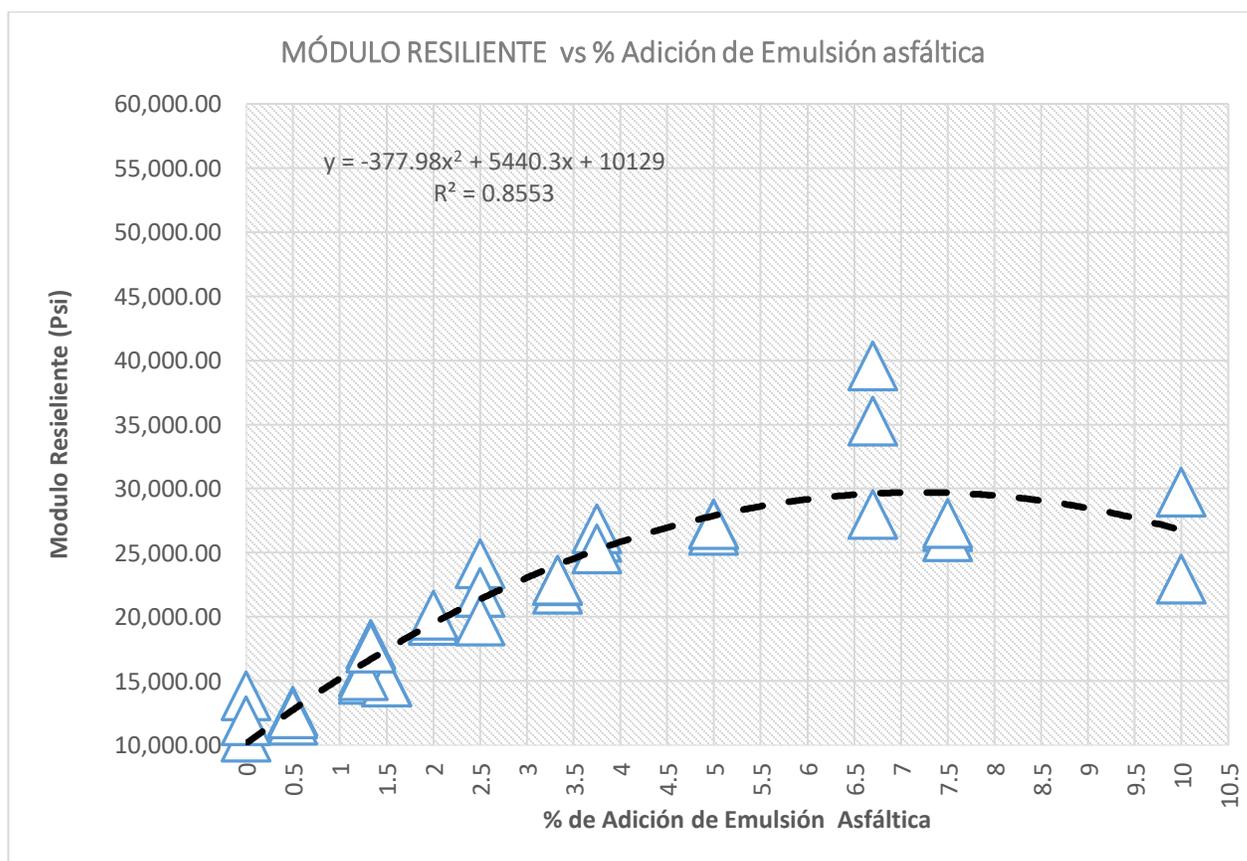


Figura 5.11 Variación del Módulo Resiliente al añadir Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.11 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Emulsión Asfáltica (CSE-1H), como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que el Módulo Resiliente como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que tiende un comportamiento creciente hasta un 5% de adición de aditivo y luego al añadir un 10% el módulo resiliente baja.

- **Adición de Mezcla de Cemento y Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (Módulo Resiliente)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar cómo la adición del estabilizante (Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el Módulo Resiliente.

Tabla 5.11 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (CBR) con adición de Cemento y Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Módulo Resiliente (PSI)			Módulo Resiliente (MPa)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	13,832.89	10,610.15	11,888.93	95.37	73.15	81.97
M1	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM	28,168.00	25,155.39	27,908.76	194.21	173.44	192.42
M2	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM	28,884.43	26,660.50	25,526.29	186.82	189.28	191.30
M3	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM	24,694.13	24,758.52	26,217.49	183.66	185.25	177.47
M4	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM	25,996.24	26,861.26	25,803.32	191.82	188.00	183.66
M5	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM	41,625.83	41,277.93	40,203.33	287.00	284.60	277.19
M6	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM	40,347.39	38,344.56	39,496.47	281.50	281.82	267.07
M7	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM	36,604.24	37,708.51	37,180.40	249.97	253.81	260.34
M8	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM	39,326.56	39,845.32	39,921.45	265.69	262.93	268.04
M9	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM	36,280.55	38,482.17	37,029.85	250.15	265.33	255.31
M10	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM	34,642.27	34,775.13	34,219.54	244.38	244.91	242.28
M11	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM	31,263.15	31,439.42	31,261.22	217.07	219.42	216.21
M12	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM	33,266.51	32,293.20	32,998.24	224.76	231.15	226.84

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.11 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (mezcla cemento y emulsión), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. El módulo resiliente al remplazar el CBR al 100% de la MDS de las calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% CP + 10% EM nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 28168 psi, 25155.39 psi y 27908.76 psi dándonos un promedio de 27077.38 psi. Mostrando una variación del 123.58% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% CP + 5% EM nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 41625.83 psi, 416277.93 psi y 40203.33 psi dándonos un promedio de 41035.69 psi. Mostrando una variación del 238.83% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% CP + 2% EM nos da como resultado los valores de módulo resiliente de 36280.55 psi, 38482.17 psi y 37029.85 psi dándonos un promedio de 37264.19 psi. Mostrando una variación del 207.69% respecto al valor del patrón, Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (12,110.00 psi – 27,420.00 MPa), en esta misma tabla también se tienen estos valores expresados en PSI.

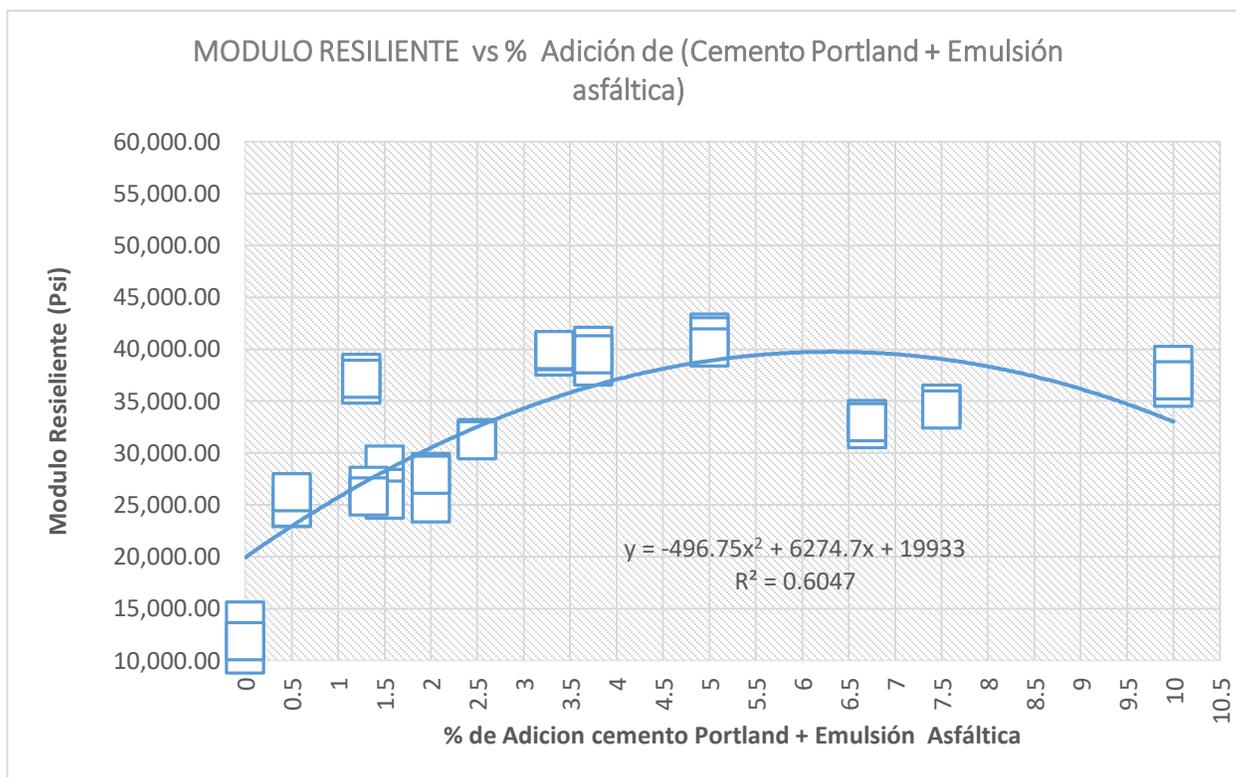


Figura 5.12 Variación del Módulo Resiliente al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.12 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando mezcla de Cemento Portland Tipo I Y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), como estabilizante según nuestra línea de tendencia” al adicionar este estabilizante el valor de soporte de califonia tiende a crecer hasta llegar a las proporciones de 5%CP+5%EM, luego de esto al tener la proporción de 2%CP+10%EM baja.

- **Adición de Cemento para la estabilización de subrasante blanda (Resistencia a la Compresión)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición de los

estabilizantes (Cemento Portland Tipo I) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en la Resistencia a la Compresión.

Tabla 5.12 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión) con adición de Cemento, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Resistencia a la Compresión (MPa)			Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	1.04	1.42	1.04	12.38	14.44	10.64
M1	Suelo Natural + 0.5% CP	1.42	1.46	1.09	12.50	12.98	16.67
M2	Suelo Natural + 1.5% CP	1.73	1.80	1.76	20.95	20.59	20.83
M3	Suelo Natural + 1.25% CP	1.94	1.82	1.98	21.78	22.38	22.14
M4	Suelo Natural + 1.33% CP	2.34	2.24	2.36	26.78	28.69	24.64
M5	Suelo Natural + 2% CP	2.59	3	2.59	26.23	30.60	26.36
M6	Suelo Natural + 2.50% CP	3.43	3.26	3.43	35.95	40.23	40.71
M7	Suelo Natural + 3.33% CP	3.99	3.53	3.61	49.88	45.00	42.50
M8	Suelo Natural + 3.75% CP	4.12	4.30	4.01	51.19	52.61	49.76
M9	Suelo Natural + 5% CP	4.9	5.38	4.9	47.01	54.83	49.95
M10	Suelo Natural + 6.70% CP	6.47	5.81	6.17	71.42	72.38	65.83
M11	Suelo Natural + 7.50% CP	8.42	6.92	7.94	101.18	90.95	84.76
M12	Suelo Natural + 10% CP	8.75	9.34	8.75	81.64	95.22	89.26

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.12 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Cemento Portland tipo I, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (cemento Portland tipo I), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. La Resistencia a la Compresión para estas calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% CP nos

da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 2.59 Mpa, 3 Mpa y 2.59 Mpa dándonos un promedio de 2.726 Mpa. Mostrando una variación del 133.714% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% CP nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 4.9 Mpa, 5.38 Mpa y 4.9 Mpa dándonos un promedio de 5.06 Mpa. Mostrando una variación del 333.714% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% CP nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 8.75 Mpa, 9.34 Mpa y 8.75 Mpa dándonos un promedio de 8.946 Mpa. Mostrando una variación del 666.85% respecto al valor del patrón. Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (1.17 Mpa – 8.95 Mpa). en esta misma tabla también se tienen estos valores expresados en kg/cm².

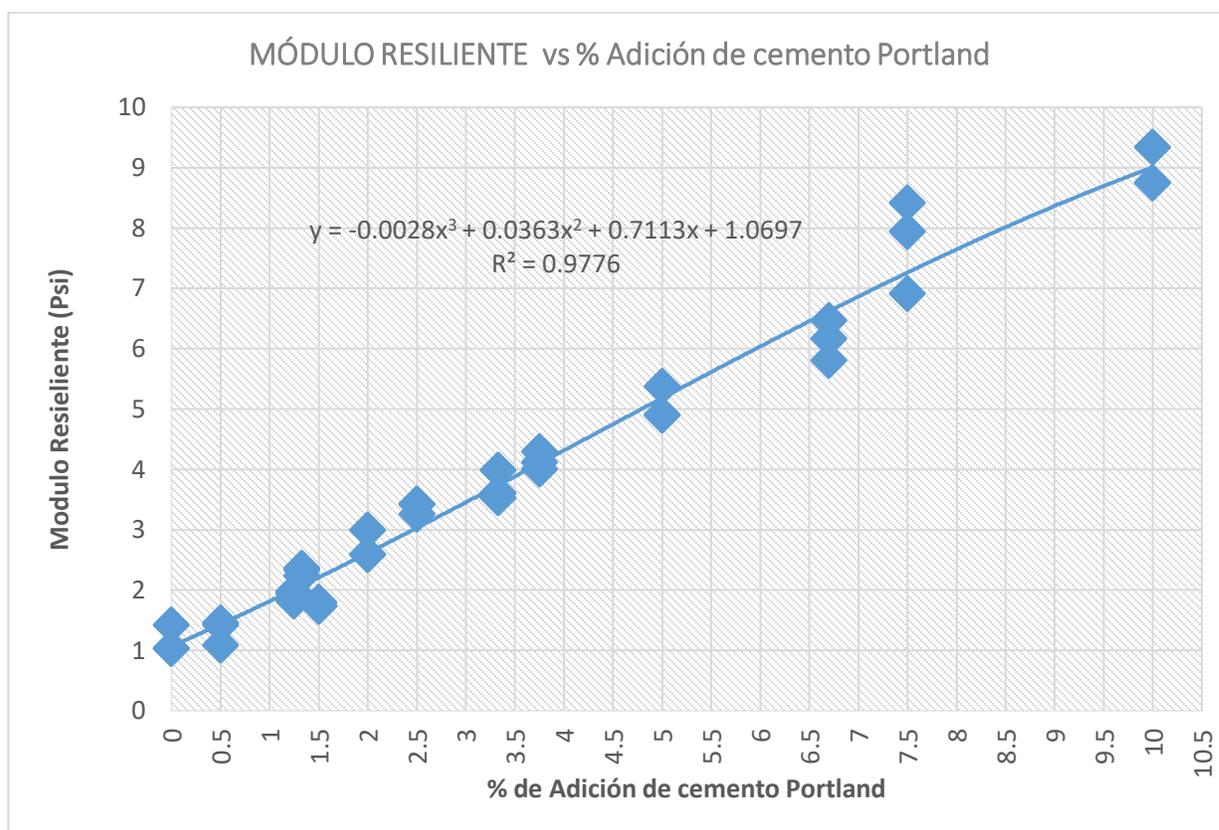


Figura 5.13 Variación de la Resistencia a la Compresión al añadir Cemento Portland Tipo I

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.13 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando mezcla de Cemento Portland Tipo I, como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que la resistencia a la compresión crece a medida que el porcentaje de adición del aditivo es mayor

- **Adición de Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (Resistencia a la Compresión)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del estabilizante (Emulsión Asfáltica CSE-1H) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en la Resistencia a la Compresión.

Tabla 5.13 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (resistencia compresión) con adición de Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Resistencia a la Compresión (MPa)			Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	1.04	1.42	1.04	12.4	14.4	10.6
M1	Suelo Natural + 0.5% EM	1.15	1.08	1.26	13.7	14.8	14.4
M2	Suelo Natural + 0.67% EM	1.21	1.45	1.07	13.5	15.2	13.7
M3	Suelo Natural + 1.5% EM	1.80	1.67	1.69	17.5	20.7	20.7
M4	Suelo Natural + 1.25% EM	2.16	2.07	2.11	25.7	26.1	25.2
M5	Suelo Natural + 1.67% EM	2.42	2.47	2.54	36.1	38.0	37.0
M6	Suelo Natural + 2% EM	2.98	2.69	2.98	23.8	27.4	30.3
M7	Suelo Natural + 2.50% EM	3.31	3.30	3.20	37.3	37.9	37.0
M8	Suelo Natural + 3.30% EM	3.40	3.48	3.46	42.0	42.9	41.5
M9	Suelo Natural + 3.75% EM	3.70	3.85	3.88	46.3	45.0	44.4
M10	Suelo Natural + 5% EM	3.86	4.31	3.86	37.9	43.9	39.4
M11	Suelo Natural + 7.50% EM	1.50	1.78	1.54	20.2	20.0	22.3
M12	Suelo Natural + 10% EM	1.86	1.37	1.86	16.2	14.0	19.0

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.13 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Emulsión Asfáltica CSE – 1H, pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (emulsión asfáltica), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. La Resistencia a la Compresión para estas calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% EM nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 2.98 Mpa, 2.69 Mpa y 2.98 Mpa dándonos un promedio de 2.883 Mpa. Mostrando una variación del 147.142% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% EM nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 3.86 Mpa, 4.31 Mpa y 3.86 Mpa dándonos un promedio de 4.01 Mpa. Mostrando una variación del 243.714% respecto al valor del patrón y para la adición de Suelo Natural + 10% EM nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 1.86 Mpa, 1.37 Mpa y 1.86 Mpa dándonos un promedio de 1.696 Mpa. Mostrando una variación del 45.428% respecto al valor del patrón. Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (13.00 Kg/cm² – 44.00 Kg/cm²). En esta misma tabla, también se tienen estos valores expresados en MPa.

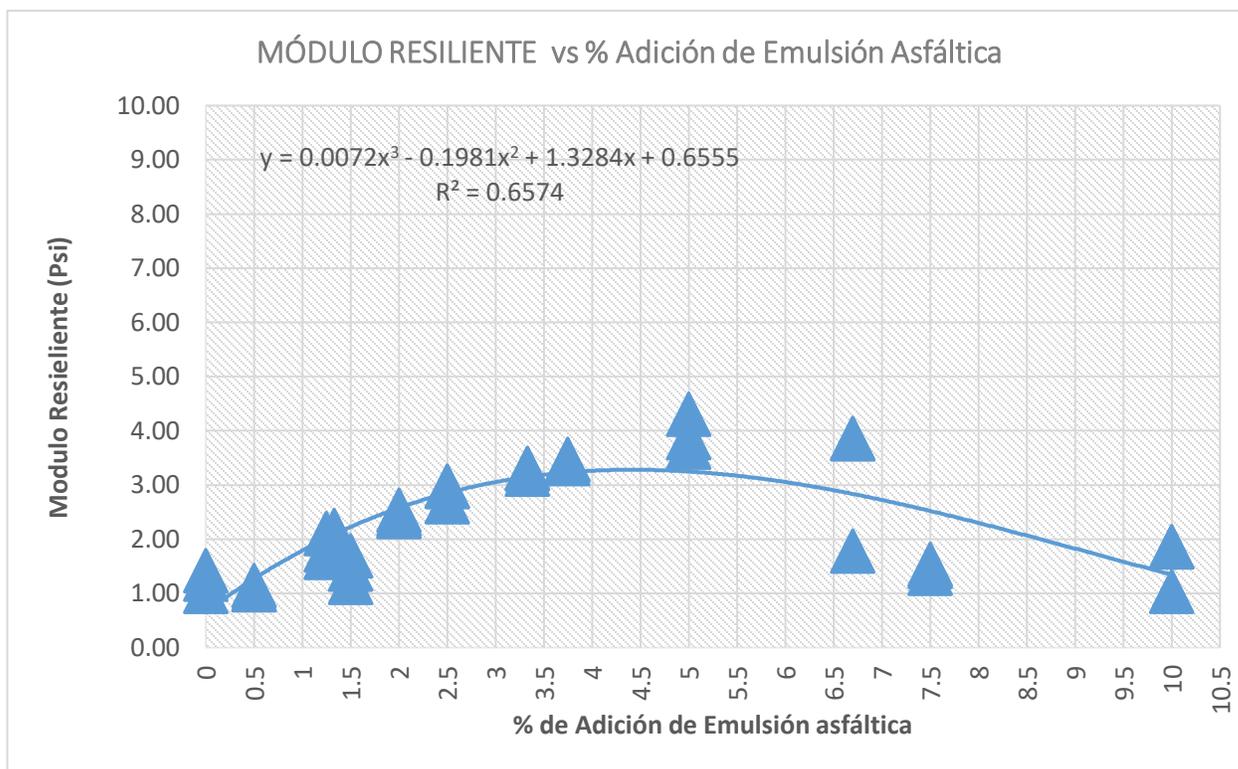


Figura 5.14 Variación de la Resistencia a la Compresión al añadir Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.14 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando Emulsión Asfáltica (CSE-1H), como estabilizante según nuestra línea de tendencia se puede observar que la resistencia a la compresión tiende un comportamiento creciente hasta un 5% de adición de aditivo y luego al añadir un 10% la resistencia a la compresión baja.

- **Adición de Mezcla de Cemento y Emulsión Asfáltica para la estabilización de subrasante blanda (CBR)**

La tabla y gráfico que se muestra a continuación, se elaboraron realizando el agrupamiento de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) pertenecientes a la Carretera Uñas – Acopalca, de igual forma se podrá observar como la adición del estabilizante (Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica) altera las propiedades Mecánicas de la Subrasante Blanda en el Resistencia a la Compresión.

Tabla 5.14 Muestreo de Variación de Propiedades Mecánicas (resistencia a la compresión simple) con adición de Cemento y Emulsión Asfáltica, Carretera Uñas – Acopalca

M	Muestreo	Resistencia a la Compresión (MPa)			Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)		
		C-01	C-02	C-03	C-01	C-02	C-03
M	Suelo Natural	1.04	1.42	1.04	12.38	14.44	10.64
M1	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM	2.93	3.13	2.93	28.06	31.89	29.91
M2	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM	2.81	2.77	2.77	32.85	34.04	33.81
M3	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM	2.47	2.59	2.56	29.40	29.64	30.83
M4	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM	2.71	2.60	2.64	31.43	31.07	31.43
M5	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM	4.45	5.87	5.45	52.02	59.84	45.41
M6	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM	4.71	4.60	4.75	55.59	56.42	55.00
M7	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM	4.68	4.55	4.50	56.90	54.40	54.28
M8	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM	4.74	4.73	4.88	57.38	56.66	57.26
M9	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM	3.23	4.21	3.23	37.50	42.91	32.93
M10	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM	3.77	3.62	3.68	45.00	43.45	44.76
M11	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM	3.28	3.25	3.31	38.81	39.16	39.04
M12	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM	3.46	3.41	3.58	42.38	42.14	43.69

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La Tabla 5.14 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para las calicatas de la Subrasante Blanda de la Carretera Uñas – Acopalca con la adición de Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), pudiendo observar que al añadir el aditivo estabilizante (mezcla cemento y emulsión), en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. La Resistencia a la Compresión para estas calicatas (C-01, C-02 Y C-03), para la adición de Suelo Natural + 2% CP + 10% EM nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 2.93 Mpa, 3.13 Mpa y 2.93 Mpa

dándonos un promedio de 2.99 Mpa. Mostrando una variación del 156.85% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 5% CP + 5% EM nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 4.45 Mpa, 5.87 Mpa y 5.45 Mpa dándonos un promedio de 5.256 Mpa. Mostrando una variación del 350.57% respecto al valor del patrón, para la adición de Suelo Natural + 10% CP + 2% EM nos da como resultado los valores de resistencia a la compresión de 3.23 Mpa, 4.21 Mpa y 3.23 Mpa dándonos un promedio de 3.55 Mpa. Mostrando una variación del 204.857% respecto al valor del patrón. Con lo cual el rango para este aditivo estabilizante para una adición de cemento al 2% hasta la adición del 10% es de (1.17 Mpa – 5.60 Mpa). En esta misma tabla también se tienen estos valores expresados en Kg/cm².

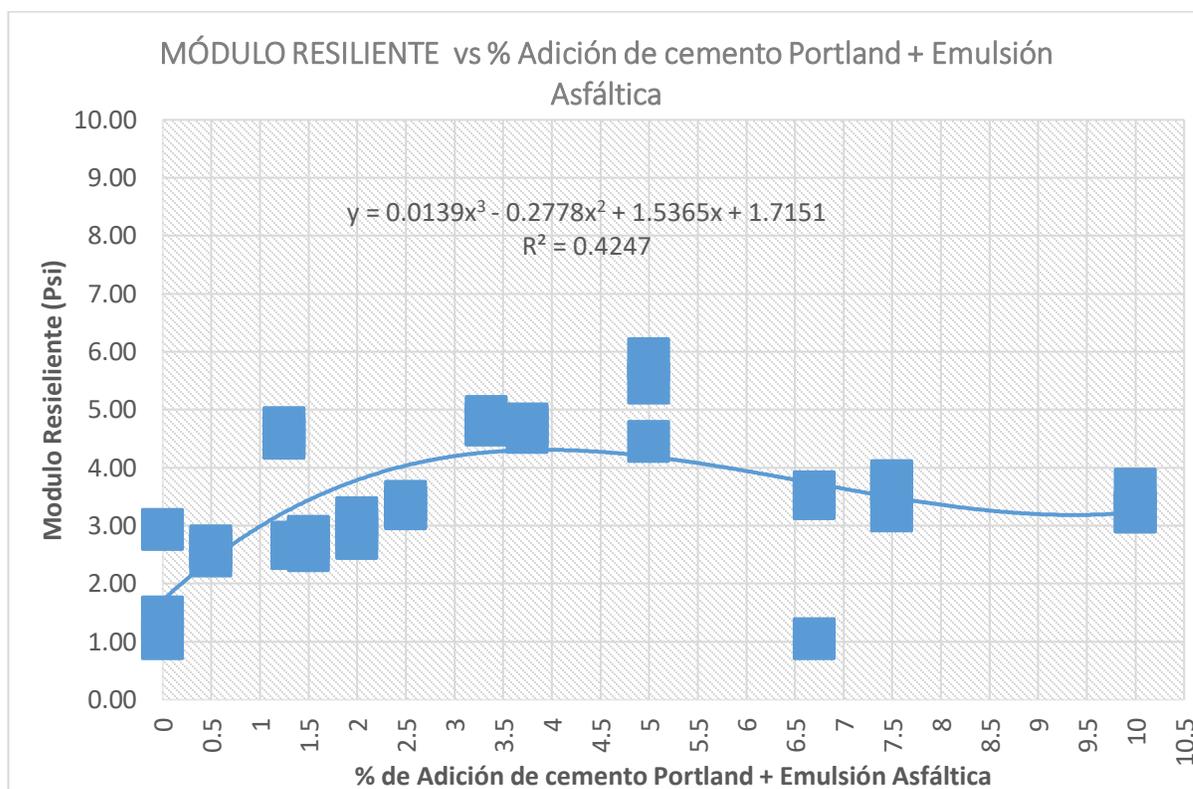


Figura 5.15 Variación del Módulo Resiliente al añadir Mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.15 contiene el muestreo de las 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03), al ser analizadas en laboratorio adicionando la mezcla de Cemento Portland Tipo I y Emulsión Asfáltica (CSE-1H), como estabilizante según nuestra línea de tendencia” al adicionar este estabilizante el valor de soporte de california tiende a crecer hasta llegar a las proporciones de 5%CP+5%EM, luego de esto al tener la proporción de 2%CP+10%EM baja.

5.3.3. Determinación de la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión Asfáltica y cemento Portland.

La adición de mezcla de cemento portland tipo I y emulsión asfáltica CSE-1H, como aditivo estabilizante de Subrasante Blandas en la Carretera Uñas Acopalca, según las propiedades físicas y mecánicas favorece tanto a la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad como propiedades físicas. De igual manera para las propiedades mecánicas el CBR, aumenta en gran porcentaje respecto al suelo natural.

5.4. Resultados de la Investigación

5.4.1. Estimación del cambio de las Propiedades Físicas de subrasantes blandas con adición de emulsión y cemento Portland

En el siguiente gráfico, se muestra los resultados de variación que presenta las propiedades Físicas, teniendo como punto de partida los datos a suelo natural y por consiguiente aplicando los aditivos para estabilizar la carretera Uñas - Acopalca en las calicatas C-01, C-02, C-03.

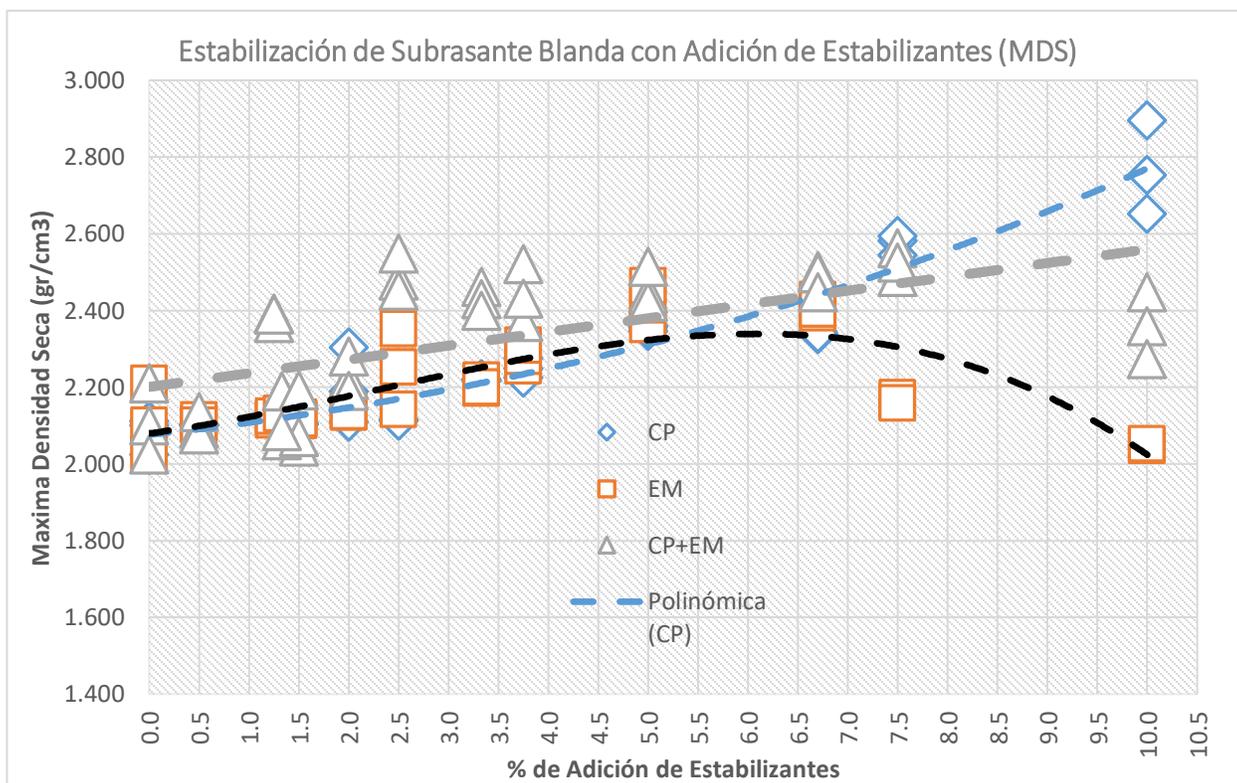


Figura 5.16 Variación de las Propiedades Físicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (MDS)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La figura 5.16 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) cuenta con 2.079 de máxima densidad seca y al adicionar aditivos como: cemento portland tipo I, emulsión asfáltica cse-1h y la combinación de estos dos se obtienen 2.896 gr/cm³, 2.729 gr/cm³ y 2.644 respectivamente, en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Viendo como la adición de estos estabilizantes mejoran las condiciones de la máxima densidad seca. Así mismo, vemos que a mayor adición de cemento esto hasta el 10% obtiene su mayor valor, mientras que en la curva de tendencia respecto al aditivo de emulsión al adicionar mucho más cantidad tiene a bajar siendo así que al adicionar hasta un 10% de este aditivo su máxima densidad seca alcanza un

valor de 2.608 gr/cm³ y por último al añadir la combinación de estos aditivos la tendencia de la máxima densidad seca tiene una curva ascendente mayor prolongada y además supera respecto a la de la emulsión y se acerca al aditivo cemento. De igual manera, vemos que a mayor adición de cemento esto hasta el 10% el óptimo contenido de humedad para alcanzar la MDS tiende a bajar, mientras que en la curva de tendencia respecto al aditivo de emulsión al adicionar mucho más cantidad de este aditivo para alcanzar la MDS el OCH tiende a bajar y por último al añadir la combinación de estos aditivos la tendencia del comportamiento del OCH en un principio baja esto al adicionar mucha más cantidad de emulsión que cemento, y esto luego cambia a una tendencia creciente ya que para alcanzar MDS se debe tener una combinación de estos aditivos en porcentaje equivalentes.

5.4.2. Resultados de la cuantificación la modificación de las Propiedades Mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión y cemento Portland

En las siguientes tablas, se mostrará los resultados de variación que presenta las propiedades Mecánicas, teniendo como punto de partida los datos a suelo natural y por consiguiente aplicando los aditivos para estabilizar la carretera Uñas - Acopalca en las calicatas C-01, C-02, C-03, las cuales se encuentran en las progresivas KM 16+080, KM 18+120, KM 09+120.

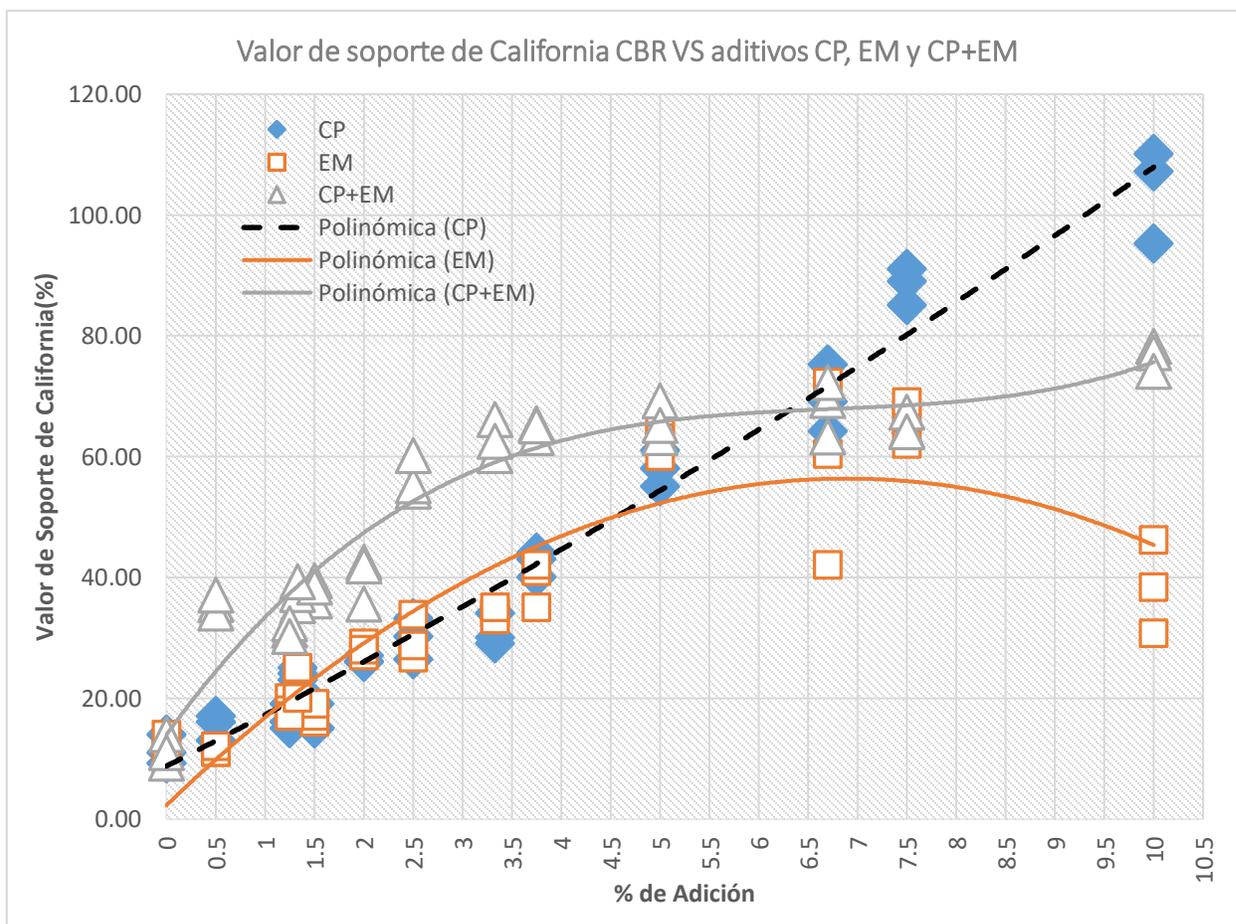


Figura 5.17 Variación de las Propiedades Mecánicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (CBR)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La figura 5.17 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) cuenta con 11.05% de CBR al 100% de la (M.D.S) a una penetración de 0.1" mientras que el CBR al 95% de la (M.D.S) a una penetración de 0.1" es de 5.34%, al añadir los estabilizante tanto como cemento Portland tipo I, emulsión asfáltica (CSE-1H) y combinación de estos dos estabilizantes ya mencionados en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Se determinó que la variación del CBR al 100% de

MDS para el aditivo cemento es de 107.24%, mientras que para el aditivo emulsión asfáltica es de 72.31% y por último al aditivo combinado de cemento y emulsión es de 78.21%. De igual manera nos da a conocer las líneas de tendencia según el aditivo añadido vemos que ha mayor adición de cemento esto hasta el 10% el CBR crece, en el caso de adicionar emulsión asfáltica primero al adicionar hasta un 5% de este aditivo la tendencia es creciente ya al adicionar mayor cantidad el CBR baja, y mientras al adicionar estos aditivos juntos tiene una tendencia creciente mayor prologada que la de la emulsión y alcanza mejores resultados que al adicionar solo cemento.

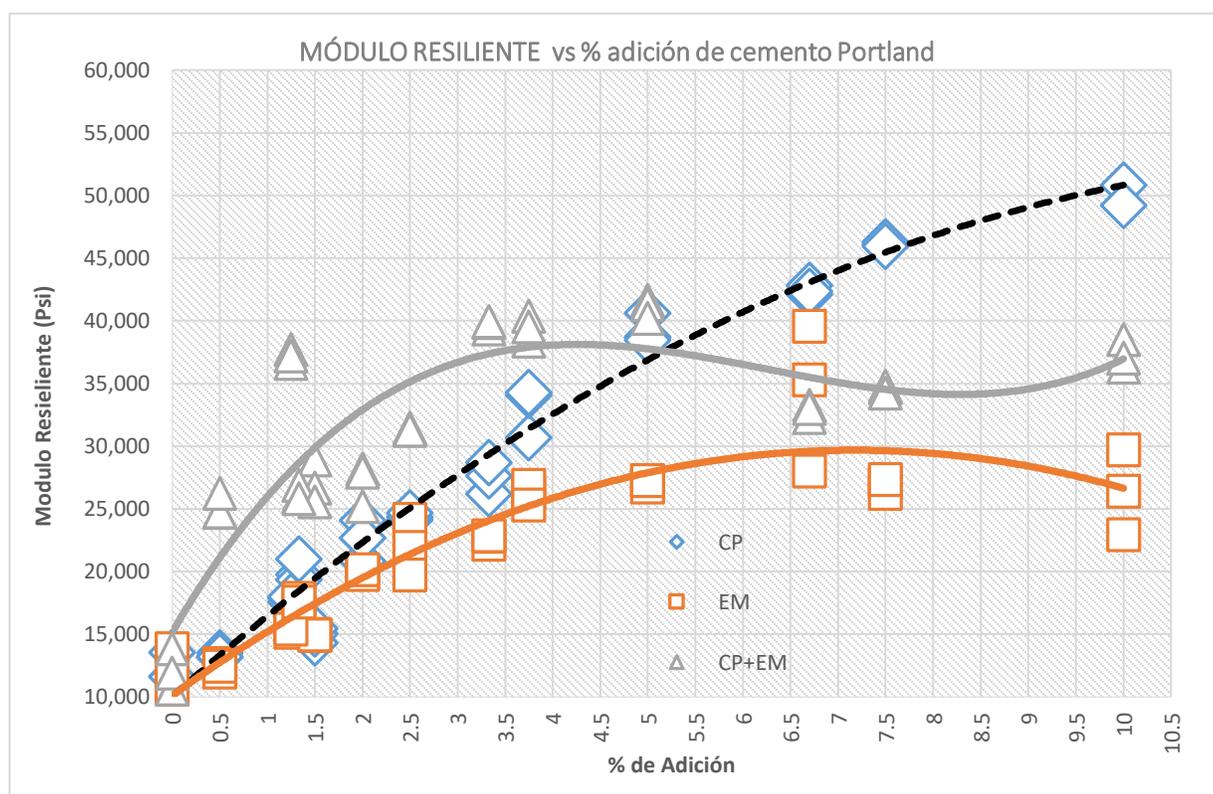


Figura 5.18 Variación de las Propiedades Mecánicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (Módulo Resiliente)

Interpretación

La figura 5.18 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo

observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) cuenta con 73.15 MPa como mínimo, esto al remplazar el CBR al 100% de MDS en la ecuación presentada anteriormente, al añadir los estabilizante tanto como cemento portland tipo I , emulsión asfáltica (CSE-1H) y combinación de estos dos estabilizantes ya mencionados en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Se determinó que la variación del Módulo Resiliente al 100% de MDS para el aditivo cemento es de 357.05 MPa. mientras que para el aditivo emulsión asfáltica es de 272.77 MPa y por último al aditivo combinado de cemento y emulsión es de 287 MPa. De igual manera nos da a conocer las líneas de tendencia según el aditivo añadido vemos que ha mayor adición de cemento esto hasta el 10% el Módulo Resiliente crece, en el caso de adicionar emulsión asfáltica primero al adicionar hasta un 5% de este aditivo la tendencia es creciente ya al adicionar mayor cantidad el Módulo Resiliente baja, y mientras al adicionar estos aditivos juntos tiene una tendencia creciente mayor prologada que la de la emulsión y alcanza mejores resultados que al adicionar solo cemento.

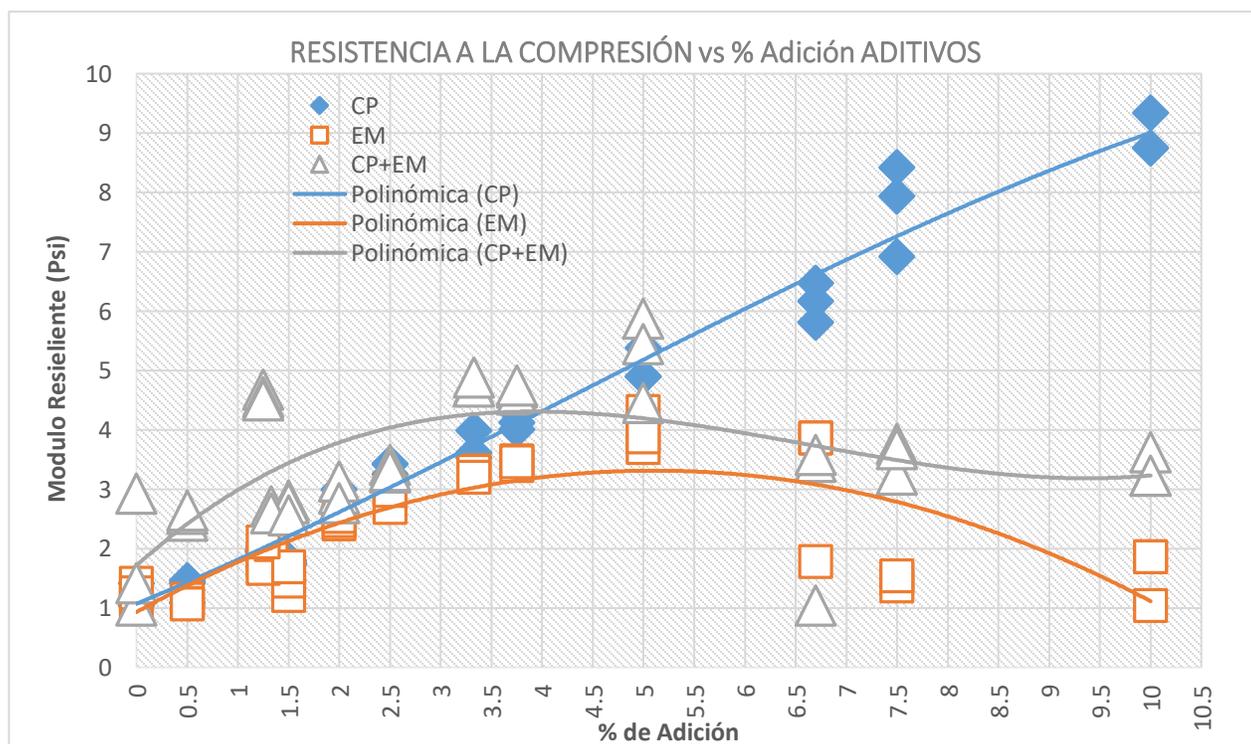


Figura 5.19 Variación de las Propiedades Mecánicas con adición de cemento, emulsión y mezcla de ambos (Resistencia a la Compresión)

Interpretación

La figura 5.19 presenta de manera conjunta, los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) cuenta con 10.64 kg/cm² como valor mínimo de resistencia a la compresión, al añadir los estabilizante tanto como cemento portland tipo I , emulsión asfáltica (CSE-1H) y combinación de estos dos estabilizantes ya mencionados en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Se determinó que la variación del valor de la resistencia a la compresión para el aditivo cemento es de 95.22kg/cm², mientras que para el aditivo emulsión asfáltica es de 43.91 kg/cm² y por último al aditivo combinado de cemento y emulsión es de 59.84 Kg/cm². Así mismo, nos da a conocer las líneas de tendencia según el aditivo añadido vemos que ha mayor adición de cemento esto hasta el 10% la resistencia a la compresión crece, en el caso de adicionar emulsión asfáltica primero al adicionar hasta un 5% de este aditivo la tendencia es creciente ya al adicionar mayor cantidad la resistencia a la compresión baja, y mientras al adicionar estos aditivos juntos tiene una tendencia creciente mayor prologada que la de la emulsión y alcanza mejores resultados que al adicionar solo cemento y emulsión solos.

5.4.3. Determinación la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento portland.

El uso de la mezcla de emulsión asfáltica CSE-1H y cemento portland tipo I mejora en gran parte la estabilización de subrasante de la carretera UÑAS – ACOPALCA, tanto en las propiedades físicas como mecánicas:

Las propiedades físicas, como la MDS alcanza un valor máximo de 2.644 gr/cm³ esto con la adición de 5% de CP + 5% de EM, el suelo natural cuenta con una MDS de 2.025 gr/cm³, teniendo así que la carretera aumenta su MDS en un

30.57%. Para el OCH en estas mismas proporciones de adición de aditivo estabilizante (emulsión y cemento) es de 6.46%, en el suelo natural sin adición de aditivo el OCH es de 7.02%, se presencia un decremento de 7.98%.

Las propiedades mecánicas, como el CBR en principal vemos que al añadir el aditivo mezcla de emulsión y cemento tiene CBR al 100% de la MDS con una penetración de 0.1" es de 78.29%, mientras que el suelo natural tiene un CBR de 9.25%, vemos que el aumento del CBR es de 746.37% respecto al inicial. Consideramos que la variación de estabilización de subrasante es favorable.

5.4.4. Evaluación de costos.

La evolución de costos, se realizó tomando, en cuenta los procesos constructivos establecidos para esta partida, tomando en cuenta procedimientos como:

- Corte y mejoramiento a nivel de subrasante.
- Extendido y mezcla de material.
- Riego con camión cisterna.
- Compactación de material.

Para el armado del costo unitario por metro cúbico, se han considerado la mano de obra, los materiales y equipos necesarios. Siendo los materiales más importantes el cemento portland y emulsión asfáltica, se ha considerado los siguientes costos:

Material	und	cu (S/.)
Emulsión asfáltica CSS 1h	kg	2.52
Cemento Portland TI	kg	0.59

Para la determinación de las cantidades por m³ de material para mejoramiento, se procedió a la dosificación considerando peso volumétrico de suelo estabilizado con cemento un valor de 2250 kg/m³ y para suelos estabilizados con emulsión asfáltica de 2150 kg/m³.

Tabla 5.15 Dosificación de cemento portland por m3 para diferentes combinaciones

M	Muestreo	DOSIFICACIÓN CEMENTO		
		%CP	PU	DOSIF (KG)
M	Suelo Natural	0	2,250.00	0.00
M1	Suelo Natural + 0.5% CP	0.50	2,250.00	11.25
M2	Suelo Natural + 1.5% CP	1.50	2,250.00	33.75
M3	Suelo Natural + 1.25% CP	1.25	2,250.00	28.13
M4	Suelo Natural + 1.33% CP	1.33	2,250.00	29.93
M5	Suelo Natural + 2% CP	2	2,250.00	45.00
M6	Suelo Natural + 2.50% CP	2.50	2,250.00	56.25
M7	Suelo Natural + 3.33% CP	3.33	2,250.00	74.93
M8	Suelo Natural + 3.75% CP	3.75	2,250.00	84.38
M9	Suelo Natural + 5% CP	5	2,250.00	112.50
M10	Suelo Natural + 6.70% CP	6.70	2,250.00	150.75
M11	Suelo Natural + 7.50% CP	7.50	2,250.00	168.75
M12	Suelo Natural + 10% CP	10	2,250.00	225.00

Tabla 5.16 Dosificación de Emulsión asfáltica por m3 para diferentes combinaciones

M	Muestreo	DOSIFICACIÓN EMULSIÓN		
		%CP	PU	DOSIF (KG)
M	Suelo Natural	0.00	2150.00	0.00
M1	Suelo Natural + 0.5% EM	0.50	2150.00	10.75
M2	Suelo Natural + 0.67% EM	0.67	2150.00	14.41
M3	Suelo Natural + 1.5% EM	1.50	2150.00	32.25
M4	Suelo Natural + 1.25% EM	1.25	2150.00	26.88
M5	Suelo Natural + 1.67% EM	1.67	2150.00	35.91
M6	Suelo Natural + 2% EM	2.00	2150.00	43.00
M7	Suelo Natural + 2.50% EM	2.50	2150.00	53.75
M8	Suelo Natural + 3.30% EM	3.30	2150.00	70.95
M9	Suelo Natural + 3.75% EM	3.75	2150.00	80.63
M10	Suelo Natural + 5% EM	5.00	2150.00	107.50
M11	Suelo Natural + 7.50% EM	7.50	2150.00	161.25
M12	Suelo Natural + 10% EM	10.00	2150.00	215.00

Tabla 5.17 Dosificación de cemento portland + Emulsión asfáltica por m3 para diferentes combinaciones

M	Muestreo	DOSIFICACIÓN CEMENTO			DOSIFICACIÓN EMULSIÓN		
		%CP	PU	DOSIF (KG)	%CP	PU	DOSIF (KG)
M	Suelo Natural	0.00	2,250.00	0.00	0.00	2150.00	0.00
M1	Suelo Natural + 2% CP + 10% EM	2.00	2,250.00	45.00	10.00	2150.00	215.00
M2	Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM	1.50	2,250.00	33.75	0.50	2150.00	10.75
M3	Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM	0.50	2,250.00	11.25	1.50	2150.00	32.25
M4	Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM	1.33	2,250.00	29.93	0.67	2150.00	14.41
M5	Suelo Natural + 5% CP + 5% EM	5.00	2,250.00	112.50	5.00	2150.00	107.50
M6	Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM	3.75	2,250.00	84.38	1.25	2150.00	26.88
M7	Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM	1.25	2,250.00	28.13	3.75	2150.00	80.63
M8	Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM	3.33	2,250.00	74.93	1.67	2150.00	35.91
M9	Suelo Natural + 10% CP + 2% EM	10.00	2,250.00	225.00	2.00	2150.00	43.00
M10	Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM	7.50	2,250.00	168.75	2.50	2150.00	53.75
M11	Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM	2.50	2,250.00	56.25	7.50	2150.00	161.25
M12	Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM	6.70	2,250.00	150.75	3.30	2150.00	70.95

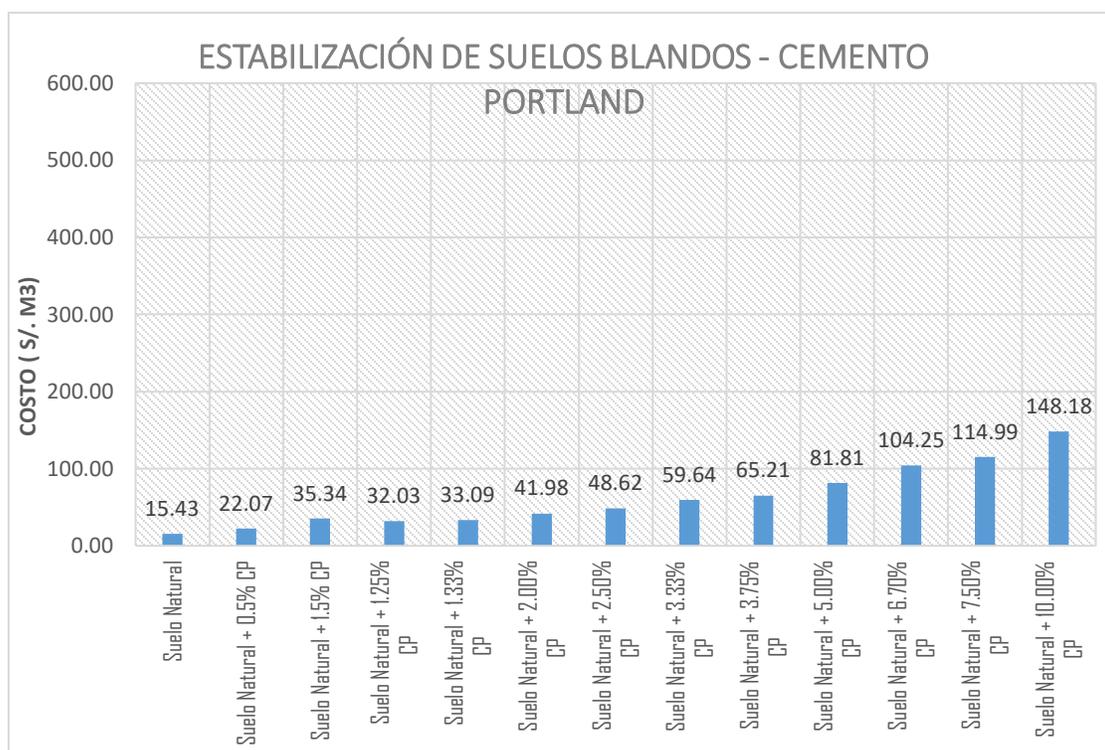


Figura 5.20 Costos por M3 de Estabilización de suelos blandos – Cemento Portland

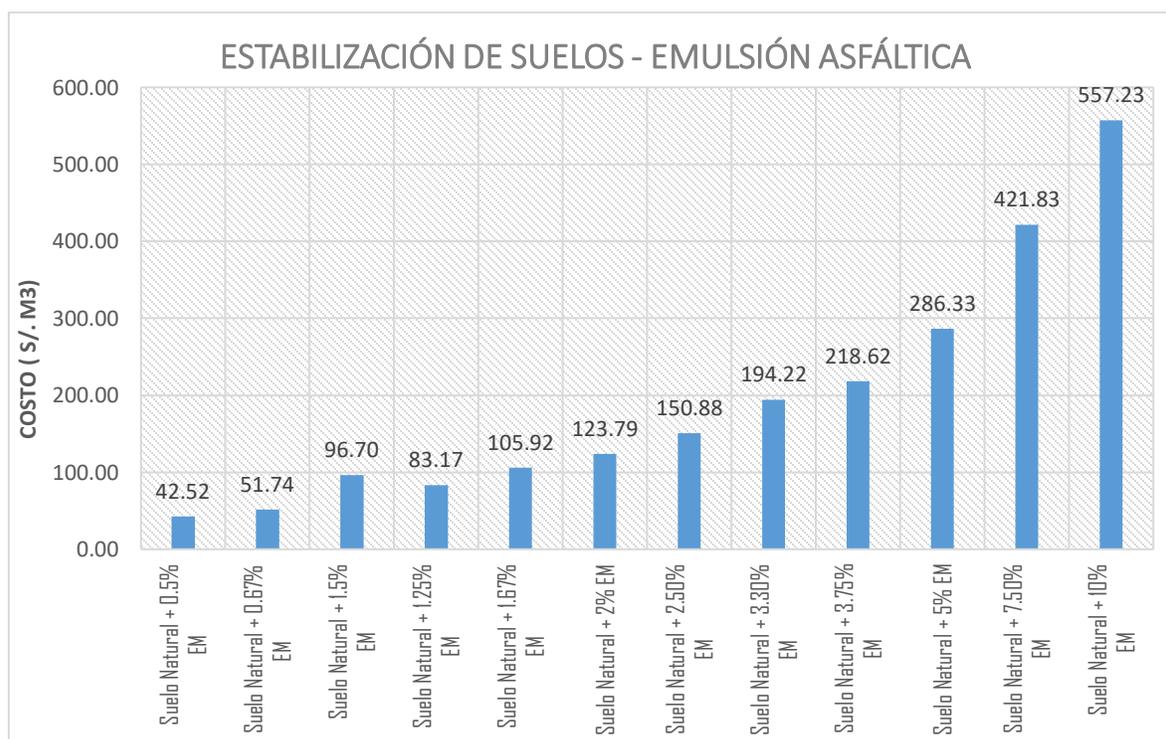


Figura 5.21 Costos por M3 de Estabilización de Suelos – Emulsión Asfáltica

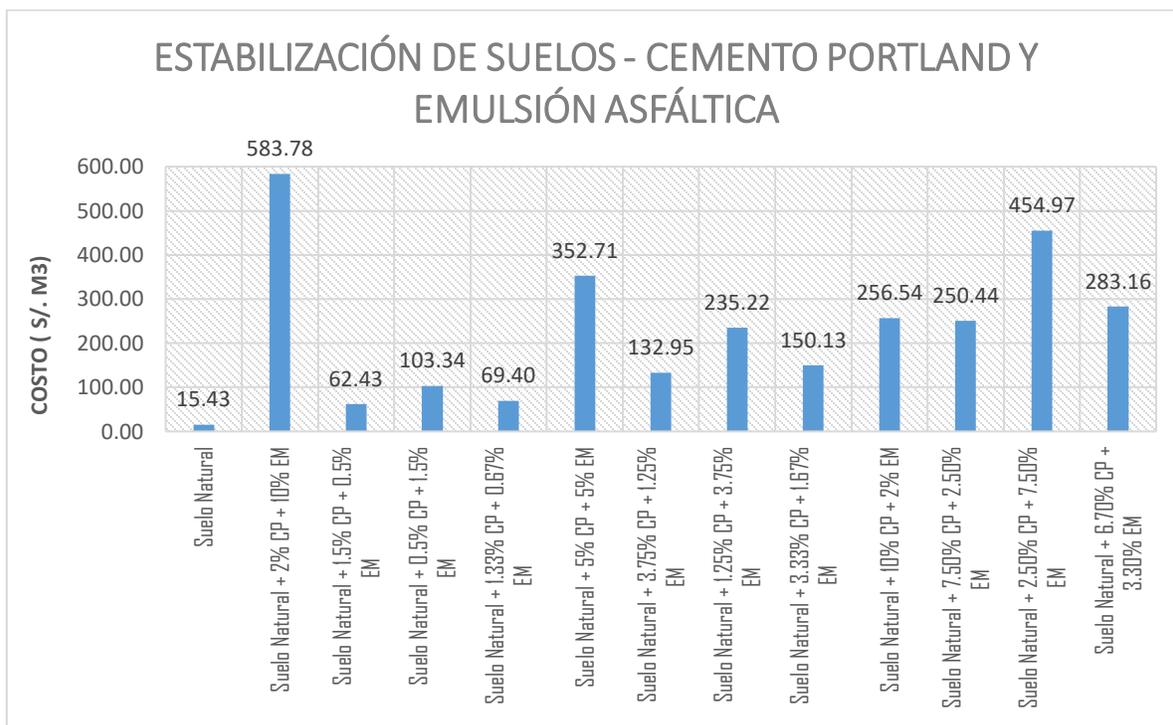
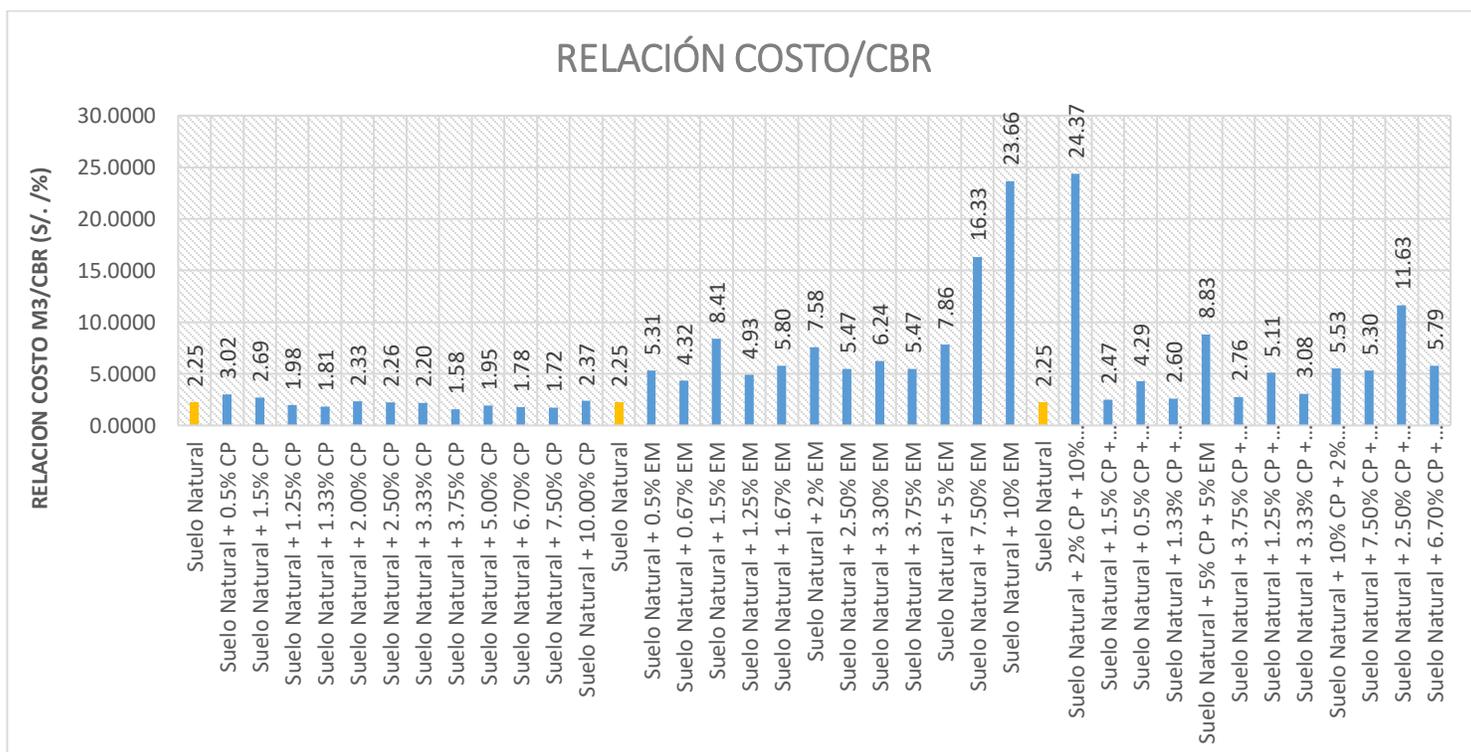


Figura 5.22 Costos por M3 de Estabilización de Suelos – Cemento Portland y Emulsión Asfáltica



Interpretación: Se puede visualizar en el gráfico de relación costo/CBR, que las estabilizaciones con emulsión son muy caras variando desde razones de 5.31 (soles/%) hasta 23.66 (soles/%), la más barata es la estabilización con cemento de nos dan razones desde 3.02 (soles/%) hasta 23.66 (soles/%), mientras que la estabilización de combinaciones de emulsión con cemento portland van desde 2.47 (soles/%) hasta 24.27 (soles/%). De este gráfico podemos indicar que la combinación de emulsión asfáltica da mejores resultados que la estabilización exclusiva con emulsión.

5.4.5 Análisis estadístico

- CBR (%) - Muestreos con emulsión asfáltica:

Respecto de los resultados obtenidos acerca de la estabilización de subrasantes blandas con adición a distintos porcentajes de emulsión asfáltica, se procesan los datos descriptivos sobre el CBR al 100% de máxima de densidad seca al adicionar desde 0% al 10% de emulsión asfáltica al suelo natural. Presentando en la siguiente tabla los resultados de descriptivos con el fin de encontrar la distribución de los datos para su validación de variables.

Tabla 5.18 Descriptivos - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error	
CBR (%) al 100% MDS - Emulsión asfáltica	Adición (%) Suelo natural	Media	11,4333	1,38454	
		95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	5,4761 17,3905	
		Media recortada al 5%			
		Mediana	11,0500		
		Varianza	5,751		
		Desv. Desviación	2,39809		
		Mínimo	9,25		
		Máximo	14,00		
		Rango	4,75		
		Rango intercuartil			
		Asimetría	,701	1,225	
		Curtosis			
		Suelo natural + 0.5% CP	Media	11,4333	,33333
	95% de intervalo de confianza para la media		Limite inferior Limite superior	9,9991 12,8676	
	Media recortada al 5%				
	Mediana		11,1000		
	Varianza		,333		
	Desv. Desviación		,57735		
	Mínimo		11,10		
	Máximo		12,10		
Rango	1,00				
Rango intercuartil					
Asimetría	1,732		1,225		
Curtosis					
Suelo natural + 1.25% CP	Media		18,4333	,88192	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	14,6388 22,2279		
	Media recortada al 5%				
	Mediana	18,1000			
	Varianza	2,333			

	Desv. Desviación		1,52753	
	Mínimo		17,10	
	Máximo		20,10	
	Rango		3,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,935	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 1.33% CP	Media		21,7667	1,66667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	14,5956 28,9378	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		20,1000	
	Varianza		8,333	
	Desv. Desviación		2,88675	
	Mínimo		20,10	
	Máximo		25,10	
	Rango		5,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 1.5% CP	Media		17,4333	,88192
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	13,6388 21,2279	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		17,1000	
	Varianza		2,333	
	Desv. Desviación		1,52753	
	Mínimo		16,10	
	Máximo		19,10	
	Rango		3,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,935	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 2.0% CP	Media		28,1000	,57735
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	25,6159 30,5841	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		28,1000	
	Varianza		1,000	
	Desv. Desviación		1,00000	
	Mínimo		27,10	
	Máximo		29,10	
	Rango		2,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,000	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 2.5% CP	Media		29,8033	2,13771
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	20,6055 39,0012	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		28,7800	
	Varianza		13,709	
	Desv. Desviación		3,70263	
	Mínimo		26,72	
	Máximo		33,91	
	Rango		7,19	

	Rango intercuartil			
	Asimetría		1,149	1,225
	Curtosis		.	.
Suelo natural + 3.33% CP	Media		34,1000	,57735
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	31,6159 36,5841	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		34,1000	
	Varianza		1,000	
	Desv. Desviación		1,00000	
	Mínimo		33,10	
	Máximo		35,10	
	Rango		2,00	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		,000	1,225
	Curtosis		.	.
Suelo natural + 3.75% CP	Media		39,4333	2,18581
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	30,0285 48,8381	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		41,1000	
	Varianza		14,333	
	Desv. Desviación		3,78594	
	Mínimo		35,10	
	Máximo		42,10	
	Rango		7,00	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		-1,597	1,225
	Curtosis		.	.
Suelo natural + 5.0% CP	Media		62,7667	1,45297
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	56,5151 69,0183	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		63,1000	
	Varianza		6,333	
	Desv. Desviación		2,51661	
	Mínimo		60,10	
	Máximo		65,10	
	Rango		5,00	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		-,586	1,225
	Curtosis		.	.
Suelo natural + 6.7% CP	Media		58,3067	8,77972
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	20,5306 96,0828	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		60,4800	
	Varianza		231,251	
	Desv. Desviación		15,20693	
	Mínimo		42,13	
	Máximo		72,31	
	Rango		30,18	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		-,630	1,225
	Curtosis		.	.

Suelo natural + 7.5% CP	Media		65,7667	2,02759
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	57,0427	
		Límite superior	74,4907	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		66,1000	
	Varianza		12,333	
	Desv. Desviación		3,51188	
	Mínimo		62,10	
	Máximo		69,10	
	Rango		7,00	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-,423	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 10.0% CP	Media		38,4967
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	19,3805	
		Límite superior	57,6128	
Media recortada al 5%				
Mediana			38,4200	
Varianza			59,217	
Desv. Desviación			7,69529	
Mínimo			30,84	
Máximo			46,23	
Rango			15,39	
Rango intercuartil				
Asimetría			,045	1,225
Curtosis				

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad:

Se plantean hipótesis en relación a la distribución de la muestra a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal.

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de la prueba de normalidad obtenida a partir del análisis de CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica donde se tienen tres grados de libertad para los rangos asignados para el análisis estadístico. Al trabajar con grados de libertad menores a cincuenta, el análisis correspondiente a evaluar es por Shapiro-Wilk, donde se puede apreciar que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se puede interpretar una distribución de datos no paramétrico.

Tabla 5.19 Prueba de normalidad - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

		Pruebas de normalidad			Pruebas de normalidad		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Adición (%)	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR (%) al 100%	Suelo natural	,230	3	.	,981	3	,735
MDS - Emulsión asfáltica	Suelo natural + 0.5% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 1.25% CP	,253	3	.	,964	3	,637
	Suelo natural + 1.33% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 1.5% CP	,253	3	.	,964	3	,637
	Suelo natural + 2.0% CP	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Suelo natural + 2.5% CP	,276	3	.	,943	3	,538
	Suelo natural + 3.33% CP	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Suelo natural + 3.75% CP	,337	3	.	,855	3	,253
	Suelo natural + 5.0% CP	,219	3	.	,987	3	,780
	Suelo natural + 6.7% CP	,223	3	.	,985	3	,763
	Suelo natural + 7.5% CP	,204	3	.	,993	3	,843
	Suelo natural + 10.0% CP	,176	3	.	1,000	3	,984

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Histograma:

En la siguiente figura, se presenta el histograma resultante para el CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. El CBR al adicionar emulsión asfáltica presenta una media 33.64 para los 39 datos en análisis y una desviación estándar de 18.747.

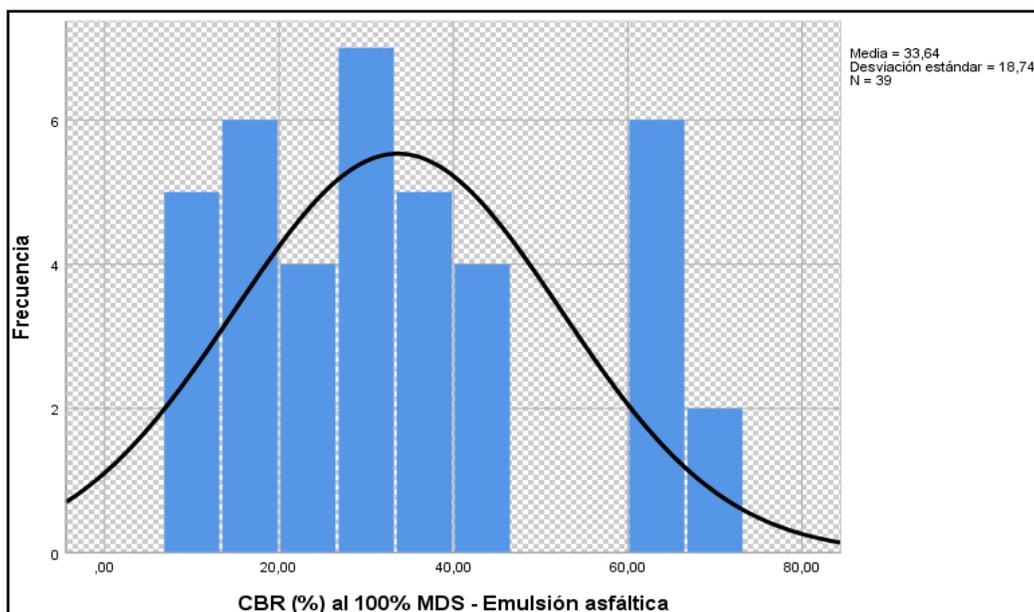


Figura 5.23 Histograma – CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza:

Se plantean hipótesis en relación a la comparación de medias a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las medias.

H1: Existe diferencia estadística significativa entre las medias.

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para una distribución de datos no paramétrica, donde si la significancia entre grupos es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se aceptaría la hipótesis nula. En la siguiente tabla, se muestran los resultados del análisis de varianza para el CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural.

Tabla 5.20 Análisis de varianza - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

ANOVA					
CBR (%) al 100% MDS - Emulsión asfáltica					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12638,549	12	1053,212	38,217	,000
Dentro de grupos	716,523	26	27,559		
Total	13355,072	38			

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la significancia es de 2.03×10^{-13} menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de emulsión asfáltica a un nivel de significación de $\alpha=0.05$ y que las proporciones de adición de emulsión asfáltica influyen de manera diferente y significativa en los valores de CBR al 100% de MDS alcanzados. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

Tabla 5.21 Análisis de varianza Duncan - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

CBR (%) al 100% MDS - Emulsión asfáltica								
Duncan ^a								
Adición (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Suelo natural	3	11,4333						
Suelo natural + 0.5% CP	3	11,4333						
Suelo natural + 1.5% CP	3	17,4333	17,4333					
Suelo natural + 1.25% CP	3	18,4333	18,4333					
Suelo natural + 1.33% CP	3		21,7667	21,7667				
Suelo natural + 2.0% CP	3			28,1000	28,1000			
Suelo natural + 2.5% CP	3			29,8033	29,8033	29,8033		
Suelo natural + 3.33% CP	3				34,1000	34,1000	34,1000	
Suelo natural + 10.0% CP	3					38,4967	38,4967	
Suelo natural + 3.75% CP	3						39,4333	
Suelo natural + 6.7% CP	3							58,3067
Suelo natural + 5.0% CP	3							62,7667
Suelo natural + 7.5% CP	3							65,7667
Sig.		,147	,349	,087	,197	,065	,251	,111

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de emulsión asfáltica son diferentes, el 0%, 0.5%, 1.5% y 1.25% de adición de emulsión asfáltica tienen medias similares, el 1.5%, 1.25% y 1.33% de adición tienen medias similares, el 1.33%, 2% y 2.5% de adición tienen medias similares, el 2%, 2.5% y 3.33% de adición tienen medias similares, el 2.5%, 3.33% y 10% de adición tienen medias similares, el 3.33%, 10% y 3.75% de adición tienen medias similares y el 6.7%, 5% y 7.5% de adición

tienen medias similares entre sí. Entonces se concluye que cada par son estadísticamente similares; además se debe destacar que el 7.5% de adición de emulsión asfáltica proporcionó mejores resultados.

ANOVA:

En la siguiente tabla, se realiza el análisis no paramétrico que no cuenta con una distribución normal, mediante el análisis de varianza Kruskal Wallis analizada a las variables de CBR (%) al 100% de MDS a diferentes porcentajes de adición de emulsión asfáltica.

Tabla 5.22 Prueba de ANOVA - CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CBR (%) al 100% MDS - Emulsión asfáltica es la misma entre las categorías de Adición (%).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboración propia

Al rechazar la hipótesis nula, se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

Dispersión de puntos:

A partir de la base de datos validada y correlacionada en la tabla anterior, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para el CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural. Teniendo una ecuación de ajuste con un $R^2 = 0.910$ que representa un coeficiente alto para la línea tendencia resultante en los distintos rangos asignado para el CBR.

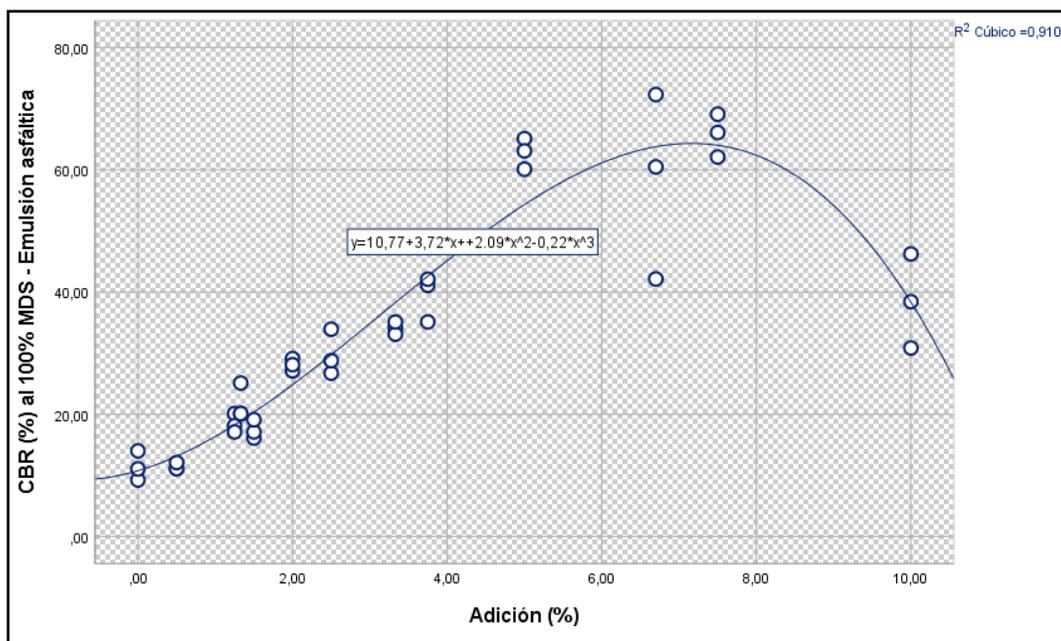


Figura 5.24 Diagrama de dispersión de puntos – CBR (%) al adicionar emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

- CBR (%) - Muestreos con cemento portland:

Descriptivos:

Respecto de los resultados obtenidos acerca de la estabilización de subrasantes blandas con adición a distintos porcentajes de cemento portland tipo I, se procesan los datos descriptivos sobre el CBR al 100% de máxima de densidad seca al adicionar desde 0% al 10% de cemento portland al suelo natural. Presentando en la siguiente tabla los resultados de descriptivos con el fin de encontrar la distribución de los datos para su validación de variables.

Tabla 5.23 Descriptivos - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo

		Descriptivos			
Adición (%)			Estadístico	Desv. Error	
CBR (%) al 100% MDS - Cemento Portland tipo I	Suelo natural	Media	11,4333	1,38454	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,4761	
			Límite superior	17,3905	
		Media recortada al 5%			
		Mediana	11,0500		
		Varianza	5,751		
		Desv. Desviación	2,39809		
		Mínimo	9,25		
		Máximo	14,00		
		Rango	4,75		
Rango intercuartil					

	Asimetría		,701	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 0.5% CP	Media		15,4333	1,20185
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	10,2622	
		Limite superior	20,6045	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		16,1000	
	Varianza		4,333	
	Desv. Desviación		2,08167	
	Mínimo		13,10	
	Máximo		17,10	
	Rango		4,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,293	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 1.25% CP	Media		16,7667	1,20185
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	11,5955	
		Limite superior	21,9378	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		16,1000	
	Varianza		4,333	
	Desv. Desviación		2,08167	
	Mínimo		15,10	
	Máximo		19,10	
	Rango		4,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,293	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 1.33% CP	Media		24,1000	,57735
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	21,6159	
		Limite superior	26,5841	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		24,1000	
	Varianza		1,000	
	Desv. Desviación		1,00000	
	Mínimo		23,10	
	Máximo		25,10	
	Rango		2,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,000	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 1.5% CP	Media		16,4333	1,33333
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	10,6965	
		Limite superior	22,1702	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		15,1000	
	Varianza		5,333	
	Desv. Desviación		2,30940	
	Mínimo		15,10	
	Máximo		19,10	
	Rango		4,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	

Suelo natural + 2.0% CP	Media		26,4333	,33333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,9991	
		Límite superior	27,8676	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		26,1000	
	Varianza		,333	
	Desv. Desviación		,57735	
	Mínimo		26,10	
	Máximo		27,10	
	Rango		1,00	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 2.5% CP	Media		29,9933
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	21,5603	
		Límite superior	38,4263	
Media recortada al 5%				
Mediana			30,2900	
Varianza			11,524	
Desv. Desviación			3,39474	
Mínimo			26,46	
Máximo			33,23	
Rango			6,77	
Rango intercuartil				
Asimetría			-,390	1,225
Curtosis				
Suelo natural + 3.33% CP		Media		31,1000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,5276	
		Límite superior	37,6724	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		30,1000	
	Varianza		7,000	
	Desv. Desviación		2,64575	
	Mínimo		29,10	
	Máximo		34,10	
	Rango		5,00	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		1,458	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 3.75% CP	Media		42,4333
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	37,2622	
		Límite superior	47,6045	
Media recortada al 5%				
Mediana			43,1000	
Varianza			4,333	
Desv. Desviación			2,08167	
Mínimo			40,10	
Máximo			44,10	
Rango			4,00	
Rango intercuartil				
Asimetría			-1,293	1,225
Curtosis				
Suelo natural + 5.0% CP		Media		58,1000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	50,6476	
		Límite superior	65,5524	

	Media recortada al 5%		
	Mediana	58,1000	
	Varianza	9,000	
	Desv. Desviación	3,00000	
	Mínimo	55,10	
	Máximo	61,10	
	Rango	6,00	
	Rango intercuartil		
	Asimetría	,000	1,225
	Curtosis		
Suelo natural + 6.7% CP	Media	69,5700	3,18812
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	55,8526 83,2874
	Media recortada al 5%		
	Mediana	69,1500	
	Varianza	30,492	
	Desv. Desviación	5,52199	
	Mínimo	64,27	
	Máximo	75,29	
	Rango	11,02	
	Rango intercuartil		
	Asimetría	,340	1,225
	Curtosis		
Suelo natural + 7.5% CP	Media	88,4333	1,76383
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	80,8442 96,0225
	Media recortada al 5%		
	Mediana	89,1000	
	Varianza	9,333	
	Desv. Desviación	3,05505	
	Mínimo	85,10	
	Máximo	91,10	
	Rango	6,00	
	Rango intercuartil		
	Asimetría	-,935	1,225
	Curtosis		
Suelo natural + 10.0% CP	Media	104,2233	4,53900
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	84,6936 123,7531
	Media recortada al 5%		
	Mediana	107,2400	
	Varianza	61,807	
	Desv. Desviación	7,86177	
	Mínimo	95,30	
	Máximo	110,13	
	Rango	14,83	
	Rango intercuartil		
	Asimetría	-1,472	1,225
	Curtosis		

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad:

Se plantean hipótesis en relación a la distribución de la muestra a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de la prueba de normalidad obtenida a partir del análisis de CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de cemento portland donde se tienen tres grados de libertad para los rangos asignados para el análisis estadístico. Al trabajar con grados de libertad menores a cincuenta, el análisis correspondiente a evaluar es por Shapiro-Wilk, donde se puede apreciar que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se puede interpretar una distribución de datos no paramétrico.

Tabla 5.24 Prueba de normalidad - CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I

		Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Estadístico	gl	Sig.
	Adición (%)	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR (%) al 100%	Suelo natural	,230	3	.	,981	3	,735
MDS - Cemento Portland tipo I	Suelo natural + 0.5% CP	,292	3	.	,923	3	,463
	Suelo natural + 1.25% CP	,292	3	.	,923	3	,463
	Suelo natural + 1.33% CP	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Suelo natural + 1.5% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 2.0% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 2.5% CP	,201	3	.	,994	3	,855
	Suelo natural + 3.33% CP	,314	3	.	,893	3	,363
	Suelo natural + 3.75% CP	,292	3	.	,923	3	,463
	Suelo natural + 5.0% CP	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Suelo natural + 6.7% CP	,197	3	.	,996	3	,874
	Suelo natural + 7.5% CP	,253	3	.	,964	3	,637
	Suelo natural + 10.0% CP	,316	3	.	,890	3	,353

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Histograma:

En la siguiente figura, se presenta el histograma resultante para el CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al suelo natural. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. El CBR al adicionar cemento portland presenta una media 41.11 para los 39 datos en análisis y una desviación estándar de 29.33.

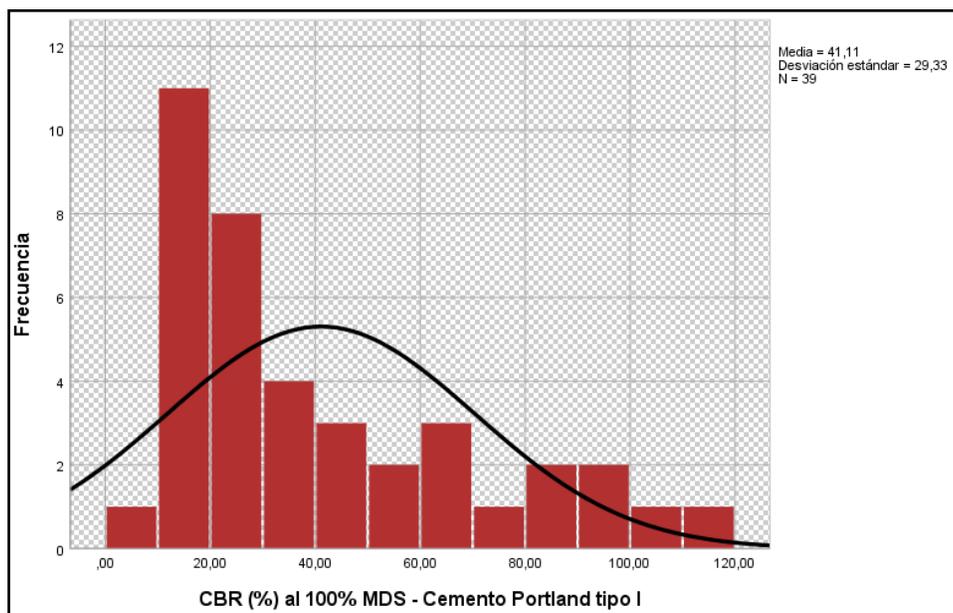


Figura 5.25 Histograma – CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza:

Se plantean hipótesis en relación a la comparación de medias a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

H₀: No existe diferencia estadística significativa entre las medias.

H₁: Existe diferencia estadística significativa entre las medias.

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para una distribución de datos no paramétrica, donde si la significancia entre grupos es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se aceptaría la hipótesis nula. En la siguiente tabla, se

muestran los resultados del análisis de varianza para el CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al suelo natural.

Tabla 5.25 Análisis de varianza - CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I

ANOVA

CBR (%) al 100% MDS - Cemento Portland tipo I

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	32379,690	12	2698,308	226,932	,000
Dentro de grupos	309,150	26	11,890		
Total	32688,840	38			

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la significancia es de 1.05×10^{-22} menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de cemento portland a un nivel de significación de $\alpha=0.05$ y que las proporciones de adición de cemento portland influyen de manera diferente y significativa en los valores de CBR al 100% de MDS alcanzados. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

Tabla 5.26 Análisis de varianza Duncan - CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I

CBR (%) al 100% MDS - Cemento Portland tipo I

Duncan^a

Adición (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Suelo natural	3	11,4333							
Suelo natural + 0.5% CP	3	15,4333							
Suelo natural + 1.5% CP	3	16,4333							
Suelo natural + 1.25% CP	3	16,7667							
Suelo natural + 1.33% CP	3		24,1000						
Suelo natural + 2.0% CP	3		26,4333	26,4333					
Suelo natural + 2.5% CP	3		29,9933	29,9933					
Suelo natural + 3.33% CP	3			31,1000					
Suelo natural + 3.75% CP	3				42,4333				
Suelo natural + 5.0% CP	3					58,1000			
Suelo natural + 6.7% CP	3						69,5700		
Suelo natural + 7.5% CP	3							88,4333	
Suelo natural + 10.0% CP	3								104,2233
Sig.		.093	.057	.128	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de cemento Portland son diferentes, el 0%, 0.5%, 1.5% y 1.25% de adición de cemento Portland tienen medias similares, el 1.33%, 2% y 2.5% de adición tienen medias similares y el 2%, 2.5% y 3.33% de adición tienen medias similares entre sí. Entonces, se concluye que cada par son estadísticamente similares; además, se debe destacar que el 10% de adición de cemento Portland proporcionó mejores resultados.

ANOVA:

En la siguiente tabla, se realiza el análisis no paramétrico que no cuenta con una distribución normal, mediante el análisis de varianza Kruskal Wallis analizada a las variables de CBR (%) al 100% de MDS a diferentes porcentajes de adición de cemento portland tipo I.

Tabla 5.27 Prueba de ANOVA - CBR (%) al adicionar cemento Portland tipo I

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CBR (%) al 100% MDS - Cemento Portland tipo I es la misma entre las categorías de Adición (%).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboración propia

Al rechazar la hipótesis nula, se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

Dispersión de puntos:

A partir de la base de datos validada y correlacionada en la tabla anterior, se presenta en la siguiente gráfica el cuadro de dispersión de puntos generado para el CBR al 100% de MDS al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al

suelo natural. Teniendo una ecuación de ajuste con un $R^2 = 0.977$ que representa un coeficiente alto para la línea tendencia resultante en los distintos rangos asignado para el CBR.

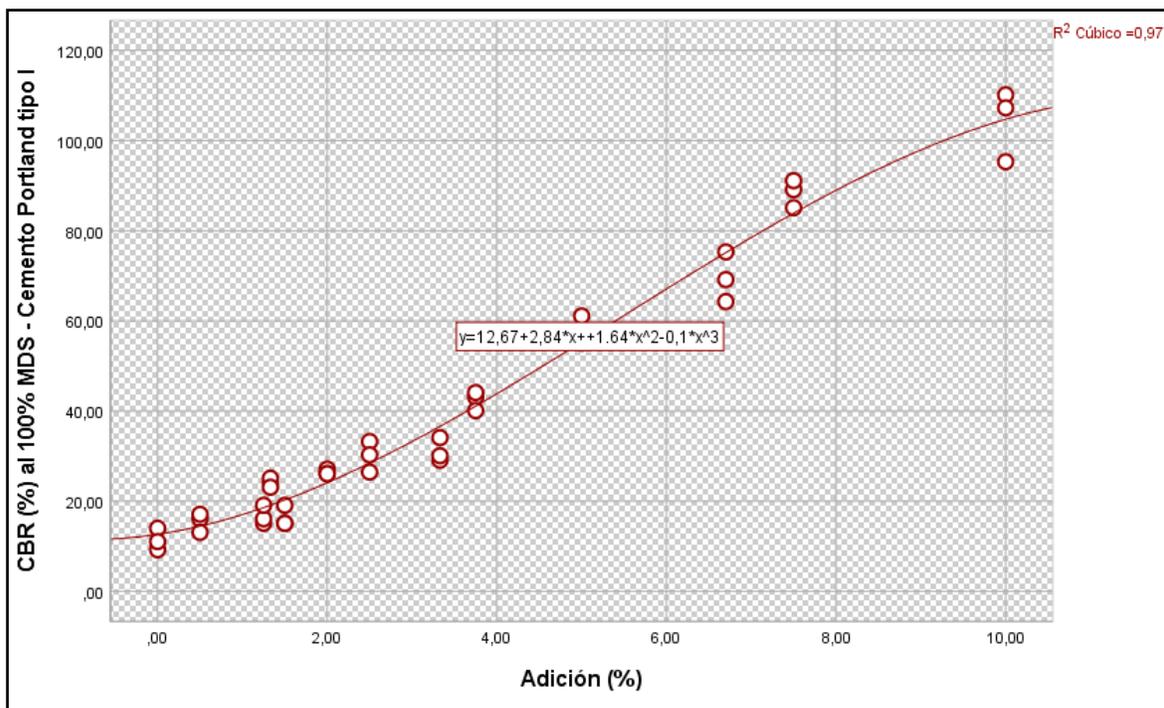


Figura 5.26 Diagrama de dispersión de puntos – CBR (%) al adicionar cemento portland tipo I

Fuente: Elaboración propia

- Módulo resiliente (psi) - Muestras con emulsión asfáltica:

Descriptivos:

Respecto de los resultados obtenidos acerca de la estabilización de subrasantes blandas con adición a distintos porcentajes de emulsión asfáltica, se procesan los datos descriptivos sobre el módulo resiliente al adicionar desde 0% al 10% de emulsión asfáltica al suelo natural. Presentando en la siguiente tabla los resultados de descriptivos con el fin de encontrar la distribución de los datos para su validación de variables.

Tabla 5.28 Descriptivos - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

Descriptivos				Estadístico	Desv. Error
Adición (%)					
Modulo Resiliente (psi) - Emulsión asfáltica	Suelo natural	Media		12110,6567	936,90720
		95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	8079,4703	
			Limite superior	16141,8430	
		Media recortada al 5%			
		Mediana		11888,9300	
		Varianza		2633385,31	
		Desv. Desviación		1622,77088	
		Mínimo		10610,15	
		Máximo		13832,89	
		Rango		3222,74	
	Rango intercuartil				
	Asimetría		,603	1,225	
	Curtosis				
	Suelo natural + 0.5% CP	Media		12354,9167	204,88556
		95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	11473,3652	
			Limite superior	13236,4681	
		Media recortada al 5%			
		Mediana		12437,1100	
		Varianza		125934,284	
		Desv. Desviación		354,87221	
Mínimo			11966,16		
Máximo			12661,48		
Rango			695,32		
Rango intercuartil					
Asimetría		-,986	1,225		
Curtosis					
Suelo natural + 1.25% CP	Media		15409,3033	163,28748	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	14706,7340		
		Limite superior	16111,8727		
	Media recortada al 5%				
	Mediana		15405,2100		
	Varianza		79988,407		
	Desv. Desviación		282,82222		
	Mínimo		15128,55		
	Máximo		15694,15		
	Rango		565,60		
Rango intercuartil					
Asimetría		,065	1,225		
Curtosis					
Suelo natural + 1.33% CP	Media		17353,0133	372,86386	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	15748,7096		
		Limite superior	18957,3170		
	Media recortada al 5%				
	Mediana		17563,3800		
	Varianza		417082,369		
	Desv. Desviación		645,81915		
	Mínimo		16628,24		
	Máximo		17867,42		
	Rango		1239,18		
Rango intercuartil					
Asimetría		-1,310	1,225		
Curtosis					
Suelo natural + 1.5% CP	Media		14926,1233	16,85095	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	14853,6196		
		Limite superior	14998,6271		
	Media recortada al 5%				
	Mediana		14913,4800		
	Varianza		851,863		
	Desv. Desviación		29,18670		
	Mínimo		14905,39		

	Máximo		14959,50		
	Rango		54,11		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		1,584	1,225	
	Curtosis		.		
Suelo natural + 2.0% CP	Media		19891,0067	116,72875	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19388,7634		
		Límite superior	20393,2499		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		19813,3600		
	Varianza		40876,803		
	Desv. Desviación		202,18012		
	Mínimo		19739,16		
	Máximo		20120,50		
	Rango		381,34		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		1,473	1,225	
		Curtosis		.	
	Suelo natural + 2.5% CP	Media		21928,6567	1291,27100
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	16372,7660		
		Límite superior	27484,5474		
Media recortada al 5%			.		
Mediana			21925,2200		
Varianza			5002142,40		
Desv. Desviación			2236,54698		
Mínimo			19693,83		
Máximo			24166,92		
Rango			4473,09		
Rango intercuartil			.		
Asimetría			,007	1,225	
		Curtosis		.	
Suelo natural + 3.33% CP		Media		22607,1567	225,50858
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21636,8716		
		Límite superior	23577,4418		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		22817,5500		
	Varianza		152562,356		
	Desv. Desviación		390,59231		
	Mínimo		22156,47		
	Máximo		22847,45		
	Rango		690,98		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		-1,721	1,225	
		Curtosis		.	
	Suelo natural + 3.75% CP	Media		26130,0200	454,00749
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	24176,5834		
		Límite superior	28083,4566		
Media recortada al 5%			.		
Mediana			26227,2800		
Varianza			618368,416		
Desv. Desviación			786,36405		
Mínimo			25299,55		
Máximo			26863,23		
Rango			1563,68		
Rango intercuartil			.		
Asimetría			-,548	1,225	
		Curtosis		.	

Suelo natural + 5.0% CP	Media		27068,2467	160,53616
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	26377,5153	
		Límite superior	27758,9780	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		27227,1300	
	Varianza		77315,576	
	Desv. Desviación		278,05679	
	Mínimo		26747,18	
	Máximo		27230,43	
	Rango		483,25	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-1,732	1,225
	Curtosis			
Suelo natural + 6.7% CP	Media		34282,5867	3375,79667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19757,7059	
		Límite superior	48807,4674	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		35287,6300	
	Varianza		34188009,5	
	Desv. Desviación		5847,05135	
	Mínimo		27998,16	
	Máximo		39561,97	
	Rango		11563,81	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-,751	1,225
	Curtosis			
Suelo natural + 7.5% CP	Media		26865,7267	322,72513
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	25477,1525	
		Límite superior	28254,3008	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		27056,3600	
	Varianza		312454,522	
	Desv. Desviación		558,97632	
	Mínimo		26236,37	
	Máximo		27304,45	
	Rango		1068,08	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-1,356	1,225
	Curtosis			
Suelo natural + 10.0% CP	Media		26345,9733	1957,84192
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	17922,0595	
		Límite superior	34769,8872	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		26394,1500	
	Varianza		11499434,9	
	Desv. Desviación		3391,08167	
	Mínimo		22931,06	
	Máximo		29712,71	
	Rango		6781,65	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-,064	1,225
	Curtosis			

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad:

Se plantean hipótesis en relación a la distribución de la muestra a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de la prueba de normalidad obtenida a partir del análisis de módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica donde se tienen tres grados de libertad para los rangos asignados para el análisis estadístico. Al trabajar con grados de libertad menores a cincuenta, el análisis correspondiente a evaluar es por Shapiro-Wilk, donde se puede apreciar que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se puede interpretar una distribución de datos no paramétrico.

Tabla 5.29 Prueba de normalidad - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

Adición (%)		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Modulo Resiliente (psi) - Emulsión asfáltica	Suelo natural	,221	3	.	,986	3	,773
	Suelo natural + 0.5% CP	,258	3	.	,960	3	,614
	Suelo natural + 1.25% CP	,176	3	.	1,000	3	,976
	Suelo natural + 1.33% CP	,294	3	.	,920	3	,454
	Suelo natural + 1.5% CP	,334	3	.	,859	3	,266
	Suelo natural + 2.0% CP	,316	3	.	,889	3	,352
	Suelo natural + 2.5% CP	,175	3	.	1,000	3	,997
	Suelo natural + 3.33% CP	,372	3	.	,782	3	,073
	Suelo natural + 3.75% CP	,216	3	.	,989	3	,795
	Suelo natural + 5.0% CP	,383	3	.	,755	3	,011
	Suelo natural + 6.7% CP	,235	3	.	,978	3	,715
	Suelo natural + 7.5% CP	,300	3	.	,913	3	,427
	Suelo natural + 10.0% CP	,176	3	.	1,000	3	,977

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Histograma:

En la siguiente figura, se presenta el histograma resultante para el módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. El módulo resiliente al adicionar emulsión asfáltica presenta una media 21328.72 para los 39 datos en análisis y una desviación estándar de 6753.925.

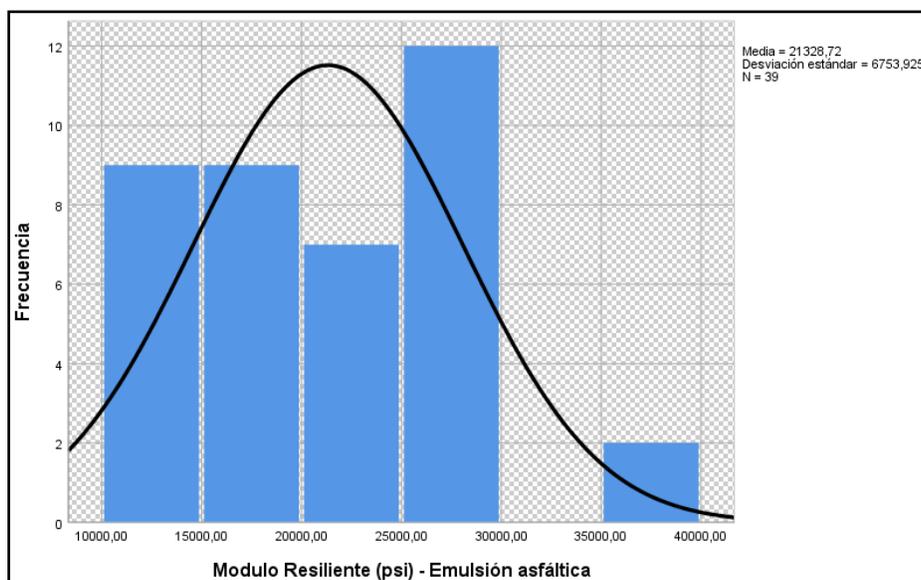


Figura 5.27 Histograma – Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza:

Se plantean hipótesis en relación a la comparación de medias a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las medias.

H1: Existe diferencia estadística significativa entre las medias.

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para una distribución de datos no paramétrica, donde si la significancia entre grupos es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se aceptaría la hipótesis nula. En la siguiente tabla, se

muestran los resultados del análisis de varianza para el módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural.

Tabla 5.30 Análisis de varianza - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

ANOVA

Modulo Resiliente (psi) - Emulsión asfáltica

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1623092240	12	135257687	31,884	,000
Dentro de grupos	110296813	26	4242185,13		
Total	1733389053	38			

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la significancia es de 1.77×10^{-12} menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de emulsión asfáltica a un nivel de significación de $\alpha=0.05$ y que las proporciones de adición de emulsión asfáltica influyen de manera diferente y significativa en los valores de módulo resiliente alcanzados. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

Tabla 5.31 Análisis de varianza Duncan - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

Modulo Resiliente (psi) - Emulsión asfáltica

Duncan^a

Adición (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Suelo natural	3	12110,6567					
Suelo natural + 0.5% CP	3	12354,9167					
Suelo natural + 1.5% CP	3	14926,1233	14926,1233				
Suelo natural + 1.25% CP	3	15409,3033	15409,3033				
Suelo natural + 1.33% CP	3		17353,0133	17353,0133			
Suelo natural + 2.0% CP	3			19891,0067	19891,0067		
Suelo natural + 2.5% CP	3				21928,6567		
Suelo natural + 3.33% CP	3				22607,1567		
Suelo natural + 3.75% CP	3					26130,0200	
Suelo natural + 10.0% CP	3					26345,9733	
Suelo natural + 7.5% CP	3					26865,7267	
Suelo natural + 6.7% CP	3						
Sig.		,083	,184	,143	,138	,616	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de emulsión asfáltica son diferentes, el 0%, 0.5%, 1.5% y 1.25% de adición de emulsión asfáltica tienen medias similares, el 1.5%, 1.25% y 1.33% de adición tienen medias similares, el 1.33% y 2% de adición tienen medias similares, el 2%, 2.5% y 3.33% de adición tienen medias similares y el 3.75%, 10%, 7.5% y 5% de adición tienen medias similares entre sí. Entonces, se concluye que cada par son estadísticamente similares; además se debe destacar que el 6.7% de adición de emulsión asfáltica proporcionó mejores resultados.

ANOVA:

En la siguiente tabla, se realiza el análisis no paramétrico que no cuenta con una distribución normal, mediante el análisis de varianza Kruskal Wallis analizada a las variables de módulo resiliente (psi) a diferentes porcentajes de adición de emulsión asfáltica.

Tabla 5.32 Prueba de ANOVA - Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Modulo Resiliente (psi) - Emulsión asfáltica es la misma entre las categorías de Adición (%).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: *Elaboración propia*

Al rechazar la hipótesis nula, se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

Dispersión de puntos:

A partir de la base de datos validada y correlacionada en la tabla anterior, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para el módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural. Teniendo una ecuación de ajuste con un $R^2 = 0.864$, que representa un coeficiente alto para la línea tendencia resultante en los distintos rangos asignado para el módulo resiliente.

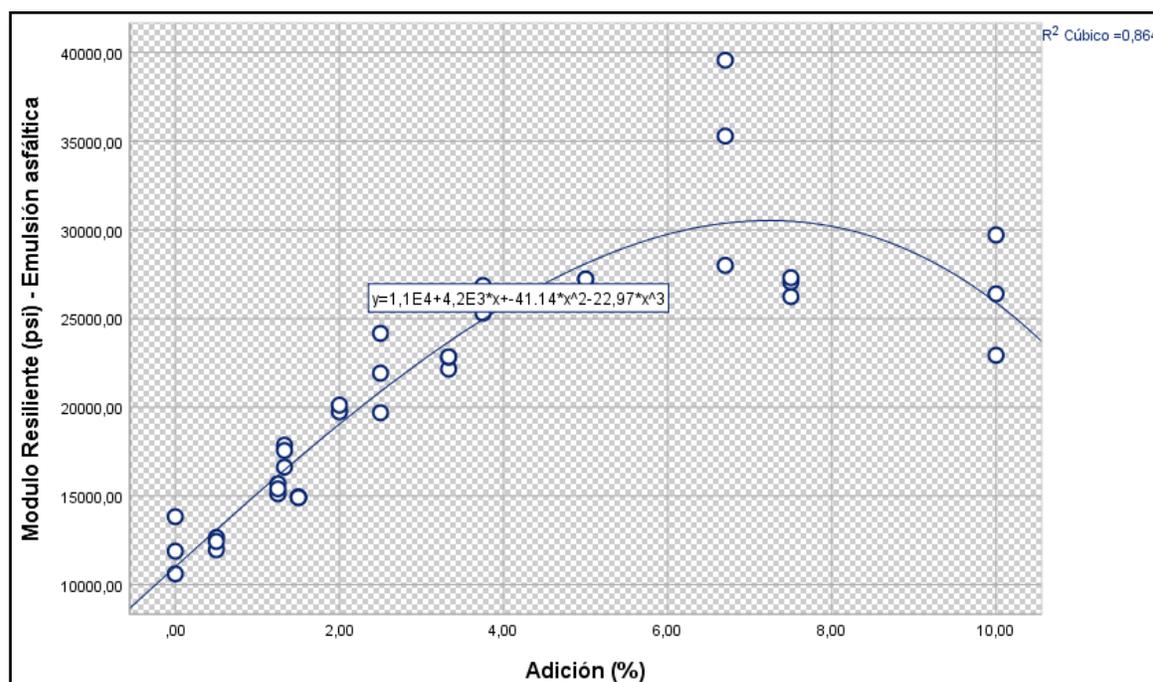


Figura 5.28 Diagrama de dispersión de puntos – Módulo resiliente (psi) al adicionar emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

- Módulo resiliente (psi) - Muestras con cemento Portland:

Descriptivos:

Respecto de los resultados obtenidos acerca de la estabilización de subrasantes blandas con adición a distintos porcentajes de cemento portland tipo I, se procesan los datos descriptivos sobre el módulo resiliente al adicionar desde 0% al 10% de cemento portland al suelo natural. Presentando en la siguiente tabla los resultados de descriptivos con el fin de encontrar la distribución de los datos para su validación de variables.

Tabla 5.33 Descriptivos - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo I

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error			
Adición (%)							
Modulo Resiliente (psi) - Cemento Portland tipo I	Suelo natural	Media	12247,9033	649,03835			
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	9455,3167 15040,4900			
		Media recortada al 5%					
		Mediana	11612,1500				
		Varianza	1263752,34				
		Desv. Desviación	1124,16740				
		Mínimo	11585,67				
		Máximo	13545,89				
		Rango	1960,22				
		Rango intercuartil					
		Asimetría	1,731	1,225			
		Curtosis					
		Suelo natural + 0.5% CP	Suelo natural + 0.5% CP	Media	13275,3167	105,41998	
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	12821,7311 13728,9022	
				Media recortada al 5%			
Mediana	13206,2400						
Varianza	33340,115						
Desv. Desviación	182,59276						
Mínimo	13137,34						
Máximo	13482,37						
Rango	345,03						
Rango intercuartil							
Asimetría	1,459			1,225			
Curtosis							
Suelo natural + 1.25% CP	Suelo natural + 1.25% CP			Media	17807,5067	129,36849	
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	17250,8790 18364,1344	
				Media recortada al 5%			
		Mediana	17872,1800				
		Varianza	50208,622				
		Desv. Desviación	224,07280				
		Mínimo	17558,21				
		Máximo	17992,13				
		Rango	433,92				
		Rango intercuartil					
		Asimetría	-1,191	1,225			
		Curtosis					
		Suelo natural + 1.33% CP	Suelo natural + 1.33% CP	Media	20019,7500	500,83046	
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	17864,8505 22174,6495	
				Media recortada al 5%			
Mediana	19732,3500						
Varianza	752493,450						
Desv. Desviación	867,46380						
Mínimo	19332,46						
Máximo	20994,44						
Rango	1661,98						
Rango intercuartil							
Asimetría	1,327			1,225			
Curtosis							

Suelo natural + 1.5% CP	Media		14922,0733	337,17413
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13471,3302	
		Límite superior	16372,8165	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		15014,2600	
	Varianza		341059,177	
	Desv. Desviación		584,00272	
	Mínimo		14297,46	
	Máximo		15454,50	
	Rango		1157,04	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-,693	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 2.0% CP	Media		22503,7500
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	18434,9817	
		Límite superior	26572,5183	
Media recortada al 5%				
Mediana			22668,4800	
Varianza			2682715,29	
Desv. Desviación			1637,89966	
Mínimo			20789,71	
Máximo			24053,06	
Rango			3263,35	
Rango intercuartil				
Asimetría			-,448	1,225
Curtosis				
Suelo natural + 2.5% CP		Media		24349,6400
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23673,5640	
		Límite superior	25025,7160	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		24299,2800	
	Varianza		74069,547	
	Desv. Desviación		272,15721	
	Mínimo		24106,18	
	Máximo		24643,46	
	Rango		537,28	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		,804	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 3.33% CP	Media		27495,6700
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	24374,2115	
		Límite superior	30617,1285	
Media recortada al 5%				
Mediana			27606,5000	
Varianza			1578933,29	
Desv. Desviación			1256,55612	
Mínimo			26187,37	
Máximo			28693,14	
Rango			2505,77	
Rango intercuartil				
Asimetría			-,394	1,225
Curtosis				
Suelo natural + 3.75% CP		Media		32997,4467
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	28016,7466	
		Límite superior	37978,1467	
	Media recortada al 5%			

	Mediana		34032,5200		
	Varianza		4020031,38		
	Desv. Desviación		2005,00159		
	Mínimo		30686,45		
	Máximo		34273,37		
	Rango		3586,92		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		-1,704	1,225	
	Curtosis		.		
Suelo natural + 5.0% CP	Media		39243,9233	680,51118	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	36315,9201		
		Límite superior	42171,9266		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		38687,3400		
	Varianza		1389286,38		
	Desv. Desviación		1178,67993		
	Mínimo		38446,60		
	Máximo		40597,83		
	Rango		2151,23		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		1,651	1,225	
		Curtosis		.	
	Suelo natural + 6.7% CP	Media		42409,3067	213,52923
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	41490,5645		
		Límite superior	43328,0488		
Media recortada al 5%			.		
Mediana			42341,2000		
Varianza			136784,201		
Desv. Desviación			369,84348		
Mínimo			42078,25		
Máximo			42808,47		
Rango			730,22		
Rango intercuartil			.		
Asimetría			,801	1,225	
		Curtosis		.	
Suelo natural + 7.5% CP		Media		46102,3333	101,08806
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	45667,3865		
		Límite superior	46537,2802		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		46067,1300		
	Varianza		30656,388		
	Desv. Desviación		175,08966		
	Mínimo		45947,52		
	Máximo		46292,35		
	Rango		344,83		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		,868	1,225	
		Curtosis		.	
	Suelo natural + 10.0% CP	Media		50301,7000	548,34480
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	47942,3628		
		Límite superior	52661,0372		
Media recortada al 5%			.		
Mediana			50785,7800		
Varianza			902046,058		
Desv. Desviación			949,76105		
Mínimo			49207,43		
Máximo			50911,89		
Rango			1704,46		
Rango intercuartil			.		
Asimetría			-1,698	1,225	
		Curtosis		.	

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad:

Se plantean hipótesis en relación a la distribución de la muestra a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de la prueba de normalidad obtenida a partir del análisis de módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de cemento portland donde se tienen tres grados de libertad para los rangos asignados para el análisis estadístico. Al trabajar con grados de libertad menores a cincuenta, el análisis correspondiente a evaluar es por Shapiro-Wilk, donde se puede apreciar que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se puede interpretar una distribución de datos no paramétrico.

Tabla 5.34 Prueba de normalidad - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo I

Adición (%)		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Modulo Resiliente (psi) - Cemento Portland tipo I	Suelo natural	,381	3	.	,760	3	,022
	Suelo natural + 0.5% CP	,314	3	.	,893	3	,363
	Suelo natural + 1.25% CP	,280	3	.	,938	3	,517
	Suelo natural + 1.33% CP	,296	3	.	,918	3	,444
	Suelo natural + 1.5% CP	,229	3	.	,981	3	,738
	Suelo natural + 2.0% CP	,207	3	.	,992	3	,833
	Suelo natural + 2.5% CP	,240	3	.	,974	3	,693
	Suelo natural + 3.33% CP	,202	3	.	,994	3	,854
	Suelo natural + 3.75% CP	,364	3	.	,800	3	,115
	Suelo natural + 5.0% CP	,348	3	.	,833	3	,195
	Suelo natural + 6.7% CP	,240	3	.	,975	3	,694
	Suelo natural + 7.5% CP	,246	3	.	,970	3	,666
	Suelo natural + 10.0% CP	,362	3	.	,805	3	,127

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Histograma:

En la siguiente figura, se presenta el histograma resultante para el módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de cemento portland al suelo natural. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. El módulo resiliente al adicionar cemento portland presenta una media 27975.1 para los 39 datos en análisis y una desviación estándar de 12691.442.

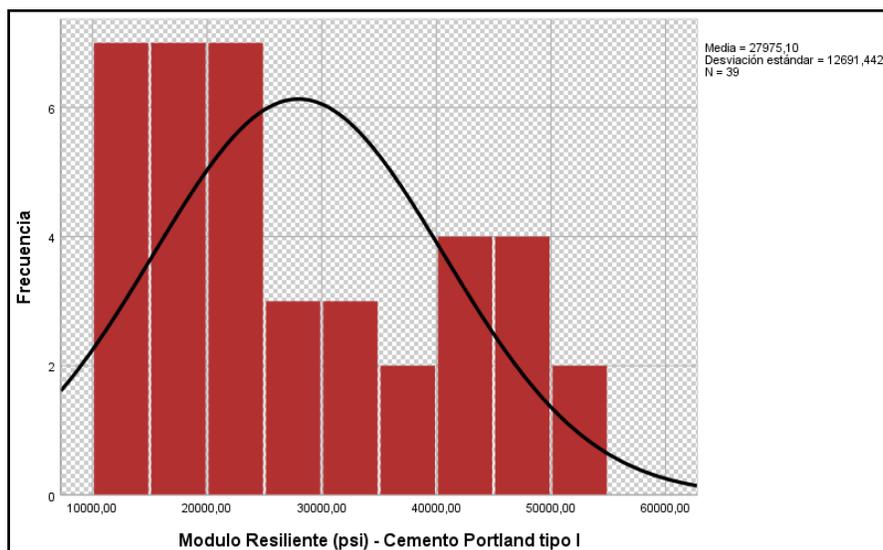


Figura 5.29 Histograma – Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento portland tipo I

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza:

Se plantean hipótesis en relación a la comparación de medias a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

H₀: No existe diferencia estadística significativa entre las medias.

H₁: Existe diferencia estadística significativa entre las medias.

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para una distribución de datos no paramétrica, donde si la significancia entre grupos es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se aceptaría la hipótesis nula. En la siguiente tabla, se muestran los resultados del análisis de varianza para el módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de cemento portland al suelo natural.

Tabla 5.35 Análisis de varianza - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo

ANOVA

Modulo Resiliente (psi) - Cemento Portland tipo I

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6094251617	12	507854301	498,070	,000
Dentro de grupos	26510752,5	26	1019644,33		
Total	6120762369	38			

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la significancia es de 1.59×10^{-27} menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de cemento portland a un nivel de significación de $\alpha=0.05$ y que las proporciones de adición de cemento Portland influyen de manera diferente y significativa en los valores de módulo resiliente alcanzados. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

Tabla 5.36 Análisis de varianza Duncan - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo

Modulo Resiliente (psi) - Cemento Portland tipo I

Duncan^a

Adición (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suelo natural	3	12247,9											
Suelo natural + 0.5% CP	3	13275,3	13275,3										
Suelo natural + 1.5% CP	3		14922,1										
Suelo natural + 1.25% CP	3			17807,5									
Suelo natural + 1.33% CP	3				20019,8								
Suelo natural + 2.0% CP	3					22503,8							
Suelo natural + 2.5% CP	3						24349,6						
Suelo natural + 3.33% CP	3							27495,7					
Suelo natural + 3.75% CP	3								32997,4				
Suelo natural + 5.0% CP	3									39243,9			
Suelo natural + 6.7% CP	3										42409,3		
Suelo natural + 7.5% CP	3											46102,3	
Suelo natural + 10.0% CP	3												50301,7
Sig.		,224	,056	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de cemento Portland son diferentes, el 0% y 0.5% de adición de cemento portland tienen medias similares y el 0.5% y 1.5% de adición tienen medias similares entre sí. Entonces, se concluye que cada par son estadísticamente similares; además se debe destacar que el 10% de adición de cemento portland proporcionó mejores resultados.

ANOVA:

En la siguiente tabla, se realiza el análisis no paramétrico que no cuenta con una distribución normal, mediante el análisis de varianza Kruskal Wallis analizada a las variables de módulo resiliente (psi) a diferentes porcentajes de adición de cemento Portland tipo I.

Tabla 5.37 Prueba de ANOVA - Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento Portland tipo

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Modulo Resiliente (psi) - Cemento Portland tipo I es la misma entre las categorías de Adición (%).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboración propia

Al rechazar la hipótesis nula se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

Dispersión de puntos:

A partir de la base de datos validada y correlacionada en la tabla anterior, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para el módulo resiliente al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al suelo natural. Teniendo una ecuación de ajuste con un $R^2 = 0.978$ que representa un

coeficiente alto para la línea tendencia resultante en los distintos rangos asignado para el módulo resiliente.

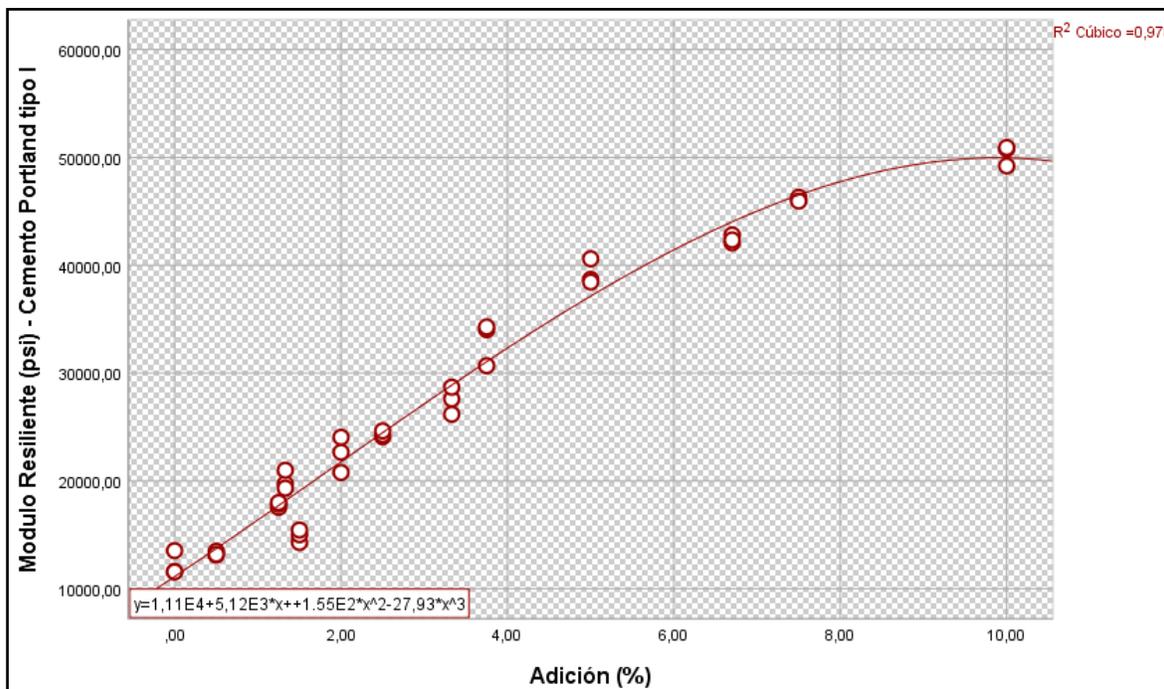


Figura 5.30 Diagrama de dispersión de puntos – Módulo resiliente (psi) al adicionar cemento portland tipo I

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a la compresión (MPa) - Muestréos con emulsión asfáltica:

Descriptivos:

Respecto de los resultados obtenidos acerca de la estabilización de subrasantes blandas con adición a distintos porcentajes de emulsión asfáltica, se procesan los datos descriptivos sobre la resistencia a la compresión al adicionar desde 0% al 10% de emulsión asfáltica al suelo natural. Presentando en la siguiente tabla los resultados de descriptivos con el fin de encontrar la distribución de los datos para su validación de variables.

Tabla 5.38 Descriptivos - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

Descriptivos				Estadístico	Desv. Error
Adición (%)					
Resistencia a la compresión (MPa) - Emulsión asfáltica	Suelo natural	Media		1,1667	,12667
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6217	
			Límite superior	1,7117	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		1,0400	
		Varianza		,048	
		Desv. Desviación		,21939	
		Mínimo		1,04	
		Máximo		1,42	
		Rango		,38	
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		1,732	1,225	
	Curtosis		.		
	Suelo natural + 0.5% CP	Media		1,1633	,05239
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9379	
			Límite superior	1,3887	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		1,1500	
		Varianza		,008	
		Desv. Desviación		,09074	
Mínimo			1,08		
Máximo			1,26		
Rango			,18		
Rango intercuartil		.			
Asimetría		,647	1,225		
Curtosis		.			
Suelo natural + 1.25% CP	Media		1,7200	,04041	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5461		
		Límite superior	1,8939		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		1,6900		
	Varianza		,005		
	Desv. Desviación		,07000		
	Mínimo		1,67		
	Máximo		1,80		
	Rango		,13		
Rango intercuartil		.			
Asimetría		1,574	1,225		
Curtosis		.			
Suelo natural + 1.33% CP	Media		2,1133	,02603	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,0013		
		Límite superior	2,2253		
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		2,1100		
	Varianza		,002		
	Desv. Desviación		,04509		
	Mínimo		2,07		
	Máximo		2,16		
	Rango		,09		
Rango intercuartil		.			
Asimetría		,331	1,225		
Curtosis		.			
Suelo natural + 1.5% CP	Media		1,2433	,11096	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7659		
		Límite superior	1,7207		
	Media recortada al 5%		.		
Mediana		1,2100			
Varianza		,037			

	Desv. Desviación		,19218	
	Mínimo		1,07	
	Máximo		1,45	
	Rango		,38	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,757	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 2.0% CP	Media		2,4767	,03480
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,3269	
		Límite superior	2,6264	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,4700	
	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06028	
	Mínimo		2,42	
	Máximo		2,54	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,492	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 2.5% CP	Media		2,8833	,09667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,4674	
		Límite superior	3,2993	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,9800	
	Varianza		,028	
	Desv. Desviación		,16743	
	Mínimo		2,69	
	Máximo		2,98	
	Rango		,29	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,732	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 3.33% CP	Media		3,2700	,03512
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,1189	
		Límite superior	3,4211	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		3,3000	
	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06083	
	Mínimo		3,20	
	Máximo		3,31	
	Rango		,11	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,680	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 3.75% CP	Media		3,4467	,02404
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,3432	
		Límite superior	3,5501	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		3,4600	
	Varianza		,002	
	Desv. Desviación		,04163	
	Mínimo		3,40	

	Máximo		3,48	
	Rango		,08	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-1,293	1,225
	Curtosis			
Suelo natural + 5.0% CP	Media		3,8100	,05568
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,5704	
		Límite superior	4,0496	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		3,8500	
	Varianza		,009	
	Desv. Desviación		,09644	
	Mínimo		3,70	
	Máximo		3,88	
	Rango		,18	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-1,545	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 6.7% CP	Media		4,0100
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,3646	
		Límite superior	4,6554	
Media recortada al 5%				
Mediana			3,8600	
Varianza			,067	
Desv. Desviación			,25981	
Mínimo			3,86	
Máximo			4,31	
Rango			,45	
Rango intercuartil				
Asimetría			1,732	1,225
Curtosis				
Suelo natural + 7.5% CP		Media		1,6067
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,2305	
		Límite superior	1,9829	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		1,5400	
	Varianza		,023	
	Desv. Desviación		,15144	
	Mínimo		1,50	
	Máximo		1,78	
	Rango		,28	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		1,597	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 10.0% CP	Media		1,6967
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,9939	
		Límite superior	2,3994	
Media recortada al 5%				
Mediana			1,8600	
Varianza			,080	
Desv. Desviación			,28290	
Mínimo			1,37	
Máximo			1,86	
Rango			,49	
Rango intercuartil				
Asimetría			-1,732	1,225
Curtosis				

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad:

Se plantean hipótesis en relación a la distribución de la muestra a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de la prueba de normalidad obtenida a partir del análisis de resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica donde se tienen tres grados de libertad para los rangos asignados para el análisis estadístico. Al trabajar con grados de libertad menores a cincuenta, el análisis correspondiente a evaluar es por Shapiro-Wilk, donde se puede apreciar que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se puede interpretar una distribución de datos no paramétrico.

Tabla 5.39 Prueba de normalidad - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (MPa) - Emulsión asfáltica	Suelo natural	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 0.5% CP	,225	3	.	,984	3	,756
	Suelo natural + 1.25% CP	,333	3	.	,862	3	,274
	Suelo natural + 1.33% CP	,196	3	.	,996	3	,878
	Suelo natural + 1.5% CP	,236	3	.	,977	3	,712
	Suelo natural + 2.0% CP	,211	3	.	,991	3	,817
	Suelo natural + 2.5% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 3.33% CP	,356	3	.	,818	3	,157
	Suelo natural + 3.75% CP	,292	3	.	,923	3	,463
	Suelo natural + 5.0% CP	,328	3	.	,871	3	,298
	Suelo natural + 6.7% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 7.5% CP	,337	3	.	,855	3	,253
	Suelo natural + 10.0% CP	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Histograma:

En la siguiente figura, se presenta el histograma resultante para la resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La resistencia a la compresión al adicionar emulsión asfáltica presenta una media 2.35 para los 39 datos en análisis y una desviación estándar de 1.01.

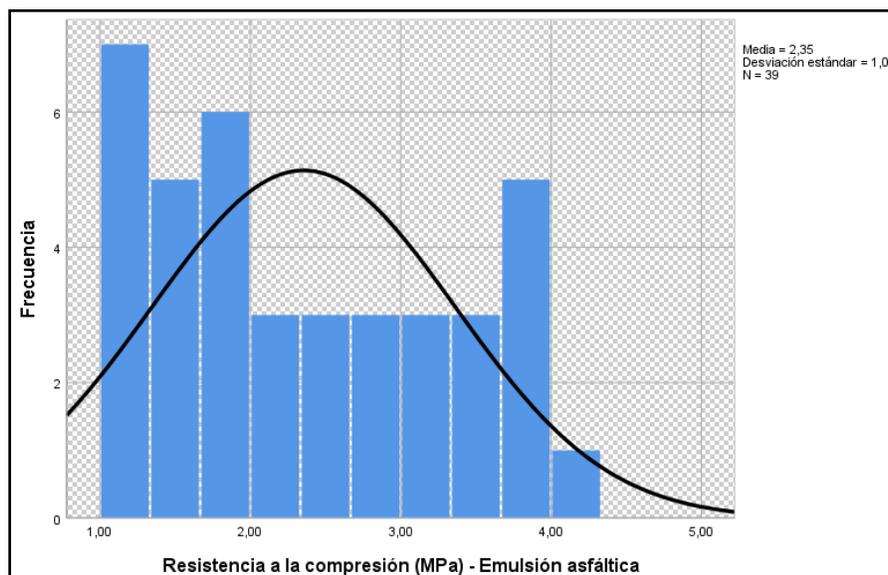


Figura 5.31 Histograma – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza:

Se plantean hipótesis en relación a la comparación de medias a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las medias.

H1: Existe diferencia estadística significativa entre las medias.

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para una distribución de datos no paramétrica, donde si la significancia entre grupos es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se aceptaría la hipótesis nula. En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis de varianza para la resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica al suelo natural.

Tabla 5.40 Análisis de varianza - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

ANOVA

Resistencia a la compresión (MPa) - Emulsión asfáltica

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	38,106	12	3,175	130,184	,000
Dentro de grupos	,634	26	,024		
Total	38,740	38			

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la significancia es de 4.81×10^{-20} menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de emulsión asfáltica a un nivel de significación de $\alpha=0.05$ y que las proporciones de adición de emulsión asfáltica influyen de manera diferente y significativa en los valores de módulo resiliente alcanzados. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

Tabla 5.41 Análisis de varianza Duncan - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

Resistencia a la compresión (MPa) - Emulsión asfáltica

Duncan^a

Adición (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Suelo natural + 0.5% CP	3	1,1633						
Suelo natural	3	1,1667						
Suelo natural + 1.5% CP	3	1,2433						
Suelo natural + 7.5% CP	3		1,6067					
Suelo natural + 10.0% CP	3		1,6967					
Suelo natural + 1.25% CP	3		1,7200					
Suelo natural + 1.33% CP	3			2,1133				
Suelo natural + 2.0% CP	3				2,4767			
Suelo natural + 2.5% CP	3					2,8833		
Suelo natural + 3.33% CP	3						3,2700	
Suelo natural + 3.75% CP	3						3,4467	
Suelo natural + 5.0% CP	3							3,8100
Suelo natural + 6.7% CP	3							4,0100
Sig.		,560	,410	1,000	1,000	1,000	,178	,129

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de emulsión asfáltica son diferentes, el 0.5%, 0% y 1.5% de adición de emulsión asfáltica tienen medias similares, el 7.5%, 10% y 1.25% de adición tienen medias similares, el 3.33% y 3.75% de adición tienen medias similares y el 5% y 6.7% de adición tienen medias similares entre sí. Entonces, se concluye que cada par son estadísticamente similares; además se debe destacar que el 6.7% de adición de emulsión asfáltica proporcionó mejores resultados.

ANOVA:

En la siguiente tabla, se realiza el análisis no paramétrico que no cuenta con una distribución normal, mediante el análisis de varianza Kruskal Wallis analizada a las variables de resistencia a la compresión (MPa) a diferentes porcentajes de adición de emulsión asfáltica.

Tabla 5.42 Prueba de ANOVA - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la compresión (MPa) - Emulsión asfáltica es la misma entre las categorías de Adición (%).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboración propia

Al rechazar la hipótesis nula se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

Dispersión de puntos:

A partir de la base de datos validada y correlacionada en la tabla anterior, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para la resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de emulsión asfáltica

al suelo natural. Teniendo una ecuación de ajuste con un $R^2 = 0.697$ que representa un coeficiente alto para la línea tendencia resultante en los distintos rangos asignado para la resistencia a la compresión.

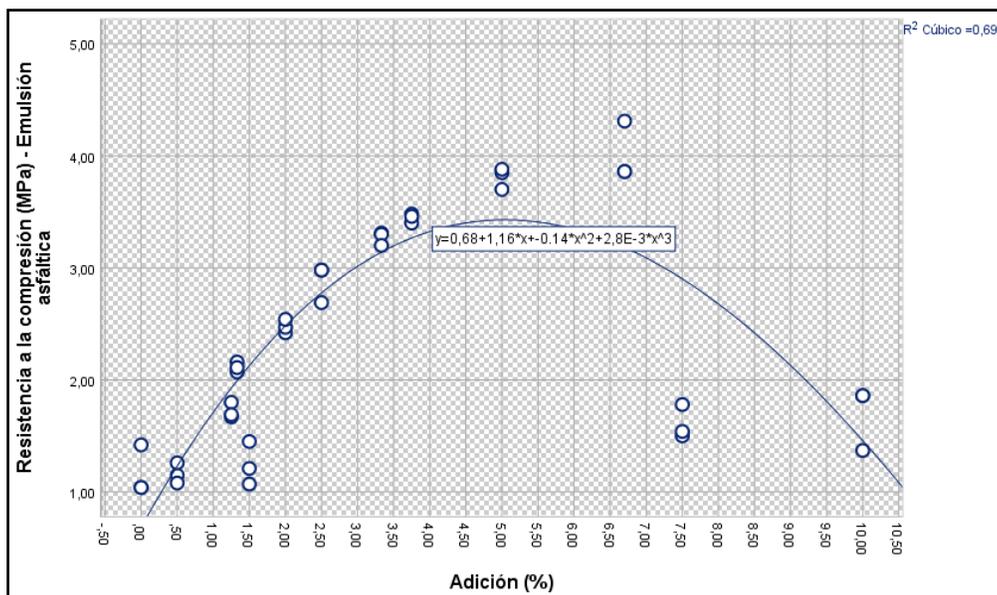


Figura 5.32 Diagrama de dispersión de puntos – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar emulsión asfáltica

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a la compresión (MPa) - Muestreos con cemento Portland:

Descriptivos:

Respecto de los resultados obtenidos acerca de la estabilización de subrasantes blandas con adición a distintos porcentajes de cemento portland tipo I, se procesan los datos descriptivos sobre la resistencia a la compresión al adicionar desde 0% al 10% de cemento portland al suelo natural. Presentando en la siguiente tabla los resultados de descriptivos con el fin de encontrar la distribución de los datos para su validación de variables.

Tabla 5.43 Descriptivos - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error	
		Adición (%)				
Resistencia a la compresión (MPa) - Cemento Portland tipo I	Suelo natural	Media		1,1667	,12667	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6217		
			Límite superior	1,7117		
		Media recortada al 5%		.		
		Mediana		1,0400		
		Varianza		,048		
		Desv. Desviación		,21939		
		Mínimo		1,04		
		Máximo		1,42		
		Rango		,38		
		Rango intercuartil		.		
		Asimetría		1,732	1,225	
		Curtosis		.		
		Suelo natural + 0.5% CP	Media		1,3233	,11724
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8189	
			Límite superior	1,8278		
	Media recortada al 5%			.		
	Mediana			1,4200		
	Varianza			,041		
	Desv. Desviación			,20306		
	Mínimo			1,09		
	Máximo			1,46		
	Rango			,37		
	Rango intercuartil			.		
	Asimetría			-1,657	1,225	
	Curtosis			.		
	Suelo natural + 1.25% CP		Media		1,9133	,04807
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,7065	
			Límite superior	2,1202		
		Media recortada al 5%		.		
		Mediana		1,9400		
		Varianza		,007		
		Desv. Desviación		,08327		
Mínimo			1,82			
Máximo			1,98			
Rango			,16			
Rango intercuartil			.			
Asimetría			-1,293	1,225		
Curtosis			.			

Suelo natural + 1.33% CP	Media		2,3133	,03712
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,1536	
		Límite superior	2,4730	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		2,3400	
	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06429	
	Mínimo		2,24	
	Máximo		2,36	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		-1,545	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 1.5% CP	Media		1,7633
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	1,6761	
		Límite superior	1,8506	
Media recortada al 5%				
Mediana			1,7600	
Varianza			,001	
Desv. Desviación			,03512	
Mínimo			1,73	
Máximo			1,80	
Rango			,07	
Rango intercuartil				
Asimetría			,423	1,225
Curtosis				
Suelo natural + 2.0% CP		Media		2,7267
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,1386	
		Límite superior	3,3147	
	Media recortada al 5%			
	Mediana		2,5900	
	Varianza		,056	
	Desv. Desviación		,23671	
	Mínimo		2,59	
	Máximo		3,00	
	Rango		,41	
	Rango intercuartil			
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis			
	Suelo natural + 2.5% CP	Media		3,3733
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,1295	
		Límite superior	3,6172	
Media recortada al 5%				
Mediana			3,4300	
Varianza			,010	
Desv. Desviación			,09815	
Mínimo			3,26	
Máximo			3,43	
Rango			,17	

	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	-1,732	1,225
	Curtosis	.	.
Suelo natural + 3.33% CP	Media	3,7100	,14189
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	3,0995 4,3205
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	3,6100	.
	Varianza	,060	.
	Desv. Desviación	,24576	.
	Mínimo	3,53	.
	Máximo	3,99	.
	Rango	,46	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	1,528	1,225
	Curtosis	.	.
Suelo natural + 3.75% CP	Media	4,1433	,08452
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	3,7797 4,5070
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	4,1200	.
	Varianza	,021	.
	Desv. Desviación	,14640	.
	Mínimo	4,01	.
	Máximo	4,30	.
	Rango	,29	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	,699	1,225
	Curtosis	.	.
Suelo natural + 5.0% CP	Media	5,0600	,16000
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	4,3716 5,7484
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	4,9000	.
	Varianza	,077	.
	Desv. Desviación	,27713	.
	Mínimo	4,90	.
	Máximo	5,38	.
	Rango	,48	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	1,732	1,225
	Curtosis	.	.
Suelo natural + 6.7% CP	Media	6,1500	,19079
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	5,3291 6,9709
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	6,1700	.
	Varianza	,109	.
	Desv. Desviación	,33045	.

	Minimo		5,81	
	Máximo		6,47	
	Rango		,66	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,271	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 7.5% CP	Media		7,7600	,44227
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	5,8571	
		Limite superior	9,6629	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7,9400	
	Varianza		,587	
	Desv. Desviación		,76603	
	Minimo		6,92	
	Máximo		8,42	
	Rango		1,50	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,999	1,225
	Curtosis		.	
Suelo natural + 10.0% CP	Media		8,9467	,19667
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	8,1005	
		Limite superior	9,7929	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		8,7500	
	Varianza		,116	
	Desv. Desviación		,34064	
	Minimo		8,75	
	Máximo		9,34	
	Rango		,59	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad:

Se plantean hipótesis en relación a la distribución de la muestra a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal.

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de la prueba de normalidad obtenida a partir del análisis de resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de cemento portland donde se tienen tres grados de libertad para los rangos asignados para el análisis estadístico. Al trabajar con grados de libertad menores a cincuenta, el análisis correspondiente a evaluar es por Shapiro-Wilk, donde se puede

apreciar que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se puede interpretar una distribución de datos no paramétrico.

Tabla 5.44 Prueba de normalidad - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo

Adición (%)		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (MPa) - Cemento Portland tipo I	Suelo natural	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 0.5% CP	,350	3	.	,830	3	,188
	Suelo natural + 1.25% CP	,292	3	.	,923	3	,463
	Suelo natural + 1.33% CP	,328	3	.	,871	3	,298
	Suelo natural + 1.5% CP	,204	3	.	,993	3	,843
	Suelo natural + 2.0% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 2.5% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 3.33% CP	,325	3	.	,876	3	,312
	Suelo natural + 3.75% CP	,230	3	.	,981	3	,736
	Suelo natural + 5.0% CP	,385	3	.	,750	3	,000
	Suelo natural + 6.7% CP	,191	3	.	,997	3	,900
	Suelo natural + 7.5% CP	,260	3	.	,959	3	,609
	Suelo natural + 10.0% CP	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Histograma:

En la siguiente figura, se presenta el histograma resultante para la resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al suelo natural. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La resistencia a la compresión al adicionar cemento portland presenta una media 3.87 para los 39 datos en análisis y una desviación estándar de 2.424.

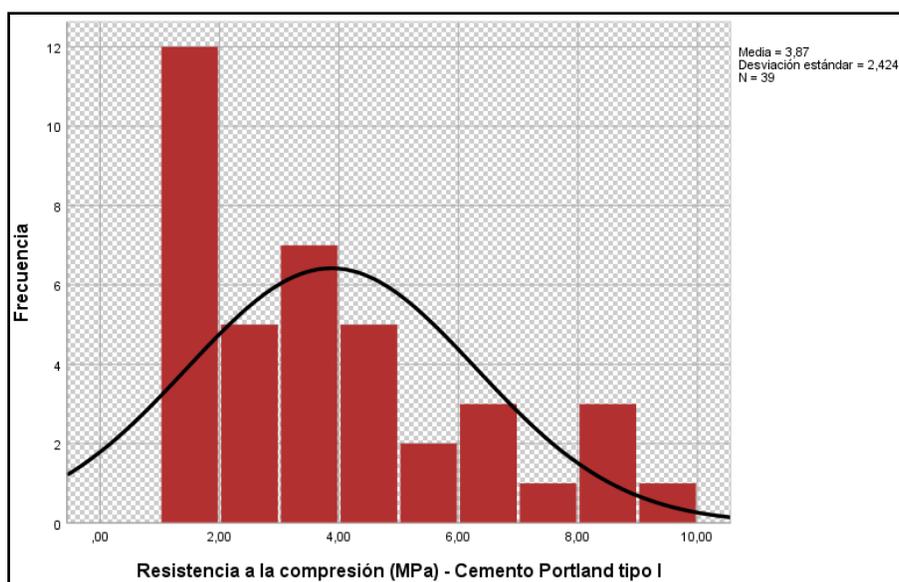


Figura 5.33 Histograma – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza:

Se plantean hipótesis en relación a la comparación de medias a un nivel de significancia $\alpha=0.05$:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las medias.

H1: Existe diferencia estadística significativa entre las medias.

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para una distribución de datos no paramétrica, donde si la significancia entre grupos es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se aceptaría la hipótesis nula. En la siguiente tabla, se muestran los resultados del análisis de varianza para la resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al suelo natural.

Tabla 5.45 Análisis de varianza - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento portland tipo I

ANOVA					
Resistencia a la compresión (MPa) - Cemento Portland tipo I					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	220,970	12	18,414	210,355	,000
Dentro de grupos	2,276	26	,088		
Total	223,246	38			

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la significancia es de 1.05×10^{-22} menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de cemento portland a un nivel de significación de $\alpha=0.05$ y que las proporciones de adición de cemento portland influyen de manera diferente y significativa en los valores de resistencia a la compresión alcanzados. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

Tabla 5.46 Análisis de varianza Duncan - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento portland tipo I

Resistencia a la compresión (MPa) - Cemento Portland tipo I

Duncan^a

Adición (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Suelo natural	3	1,17										
Suelo natural + 0.5% CP	3	1,32	1,32									
Suelo natural + 1.5% CP	3		1,76	1,76								
Suelo natural + 1.25% CP	3			1,91	1,91							
Suelo natural + 1.33% CP	3				2,31	2,31						
Suelo natural + 2.0% CP	3					2,73						
Suelo natural + 2.5% CP	3						3,37					
Suelo natural + 3.33% CP	3						3,71	3,71				
Suelo natural + 3.75% CP	3							4,14				
Suelo natural + 5.0% CP	3								5,06			
Suelo natural + 6.7% CP	3									6,15		
Suelo natural + 7.5% CP	3										7,76	
Suelo natural + 10.0% CP	3											8,95
Sig.		,522	,080	,540	,110	,099	,175	,084	1,00	1,00	1,00	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de cemento portland son diferentes, el 0% y 0.5% de adición de cemento Portland tienen medias similares, el 0.5% y 1.5% de adición de cemento portland tienen medias similares, el 1.25% y 1.5% de adición de cemento Portland tienen medias similares, el 1.25% y 1.33% de

adición de cemento Portland tienen medias similares, el 1.33% y 2% de adición de cemento Portland tienen medias similares, el 2.5% y 3.33% de adición de cemento Portland tienen medias similares, y el 3.33% y 3.75% de adición tienen medias similares entre sí. Entonces, se concluye que cada par son estadísticamente similares; además se debe destacar que el 10% de adición de cemento Portland proporcionó mejores resultados.

ANOVA:

En la siguiente tabla, se realiza el análisis no paramétrico que no cuenta con una distribución normal, mediante el análisis de varianza Kruskal Wallis analizada a las variables de resistencia a la compresión (MPa) a diferentes porcentajes de adición de cemento Portland tipo I.

Tabla 5.47 Prueba de ANOVA - Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la compresión (MPa) - Cemento Portland tipo I es la misma entre las categorías de Adición (%).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboración propia

Al rechazar la hipótesis nula se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

Dispersión de puntos:

A partir de la base de datos validada y correlacionada en la tabla anterior, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para la resistencia a la compresión al adicionar diferentes porcentajes de cemento Portland al suelo natural. Teniendo una ecuación de ajuste con un $R^2 = 0.978$ que representa un coeficiente alto para la línea tendencia resultante en los distintos rangos asignado para la resistencia a la compresión.

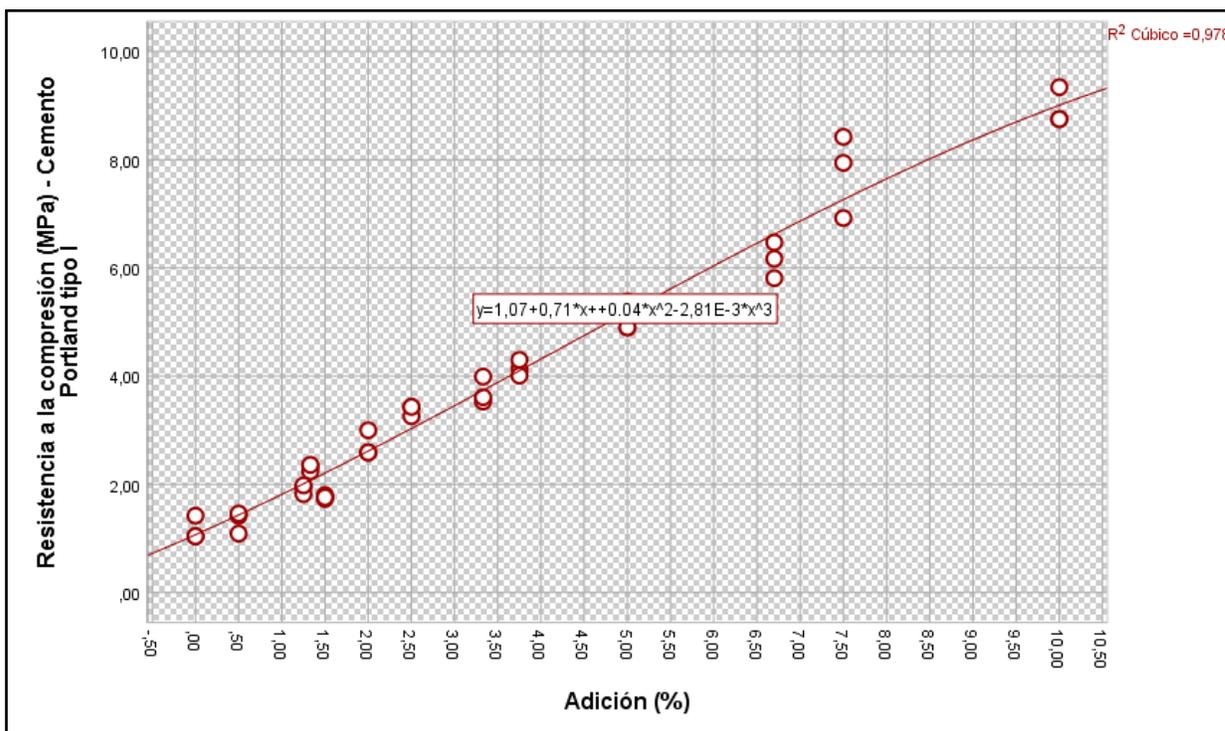


Figura 5.34 Diagrama de dispersión de puntos – Resistencia a la compresión (MPa) al adicionar cemento Portland tipo I

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

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

Discusión 1:

Los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) cuenta con 2.079 de máxima densidad seca y al adicionar aditivos como: cemento portland tipo I, emulsión asfáltica cse-1h y la combinación de estos dos se obtienen 2.896 gr/cm³, 2.729 gr/cm³ y 2.644 respectivamente, en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Viendo como la adición de estos estabilizantes mejoran las condiciones de la máxima densidad seca. Así mismo, vemos que a mayor adición de cemento esto hasta el 10% obtiene su mayor valor, mientras que en la curva de tendencia respecto al aditivo de emulsión al adicionar mucho más cantidad tiene a bajar siendo así que al adicionar hasta un 10% de este aditivo su máxima densidad seca alcanza un valor de 2.608 gr/cm³ y por ultimo al añadir la combinación de estos aditivos la tendencia de la máxima densidad seca tiene una curva ascendente mayor prolongada y además supera respecto a la de la emulsión y se acerca al aditivo cemento. De igual manera, vemos que a mayor adición de cemento esto hasta el 10% el óptimo contenido de humedad para alcanzar la MDS tiende a bajar, mientras que en la curva de tendencia respecto al aditivo de emulsión al adicionar mucho más cantidad de este aditivo para alcanzar la MDS el OCH tiende a bajar y por ultimo al añadir la combinación de estos aditivos la tendencia del comportamiento del OCH en un principio baja esto al adicionar mucha más cantidad de emulsión que cemento, y esto luego cambia a una tendencia creciente ya que para alcanzar MDS se debe tener una combinación de estos aditivos en porcentaje equivalentes.

Según Urcia García (2017) citado como antecedente nacional, él obtiene como resultado que el Proctor sin cemento tiene la máxima densidad seca de 2.123 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad 8.4 % y al adicionar cemento Portland tipo I como

aditivo en el mantenimiento vial, tramo Izcuchaca – Quichuas, región Huancavelica, la máxima densidad seca (M.D.S) es de 2.240 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad (O.C.H) de 5.4% presentando una mejora mínima respecto a su suelo natural. Así mismo, Almeida Navarrete (2011) en su investigación obtiene que el óptimo contenido de humedad (O.C.H) de la vía en estudio varía entre 25.30% a 33.00% y la máxima densidad seca (M.D.S) que oscila entre 1.332 gr/cm³ y 1.397 gr/cm³ teniendo así, a mayor contenido de humedad menor máxima densidad seca. Como se puede visualizar, los valores obtenidos para el primer objetivo específico concuerdan con los antecedentes citados, por lo tanto, se asegura que el objetivo fue alcanzado.

Discusión 2:

Los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) cuenta con 11.05% de CBR al 100% de la (M.D.S) a una penetración de 0.1” mientras que el CBR al 95% de la (M.D.S) a una penetración de 0.1” es de 5.34%, al añadir los estabilizante tanto como cemento portland tipo I , emulsión asfáltica (CSE-1H) y combinación de estos dos estabilizantes ya mencionados en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Se determinó que la variación del CBR al 100% de MDS para el aditivo cemento es de 107.24%, mientras que para el aditivo emulsión asfáltica es de 72.31% y por último al aditivo combinado de cemento y emulsión es de 78.21%. De igual manera nos da a conocer las líneas de tendencia según el aditivo añadido vemos que ha mayor adición de cemento esto hasta el 10% el CBR crece, en el caso de adicionar emulsión asfáltica primero al adicionar hasta un 5% de este aditivo la tendencia es creciente ya al adicionar mayor cantidad el CBR baja, y mientras al adicionar estos aditivos juntos tiene una tendencia creciente mayor prologada que la de la emulsión y alcanza mejores resultados que al adicionar solo cemento.

Según Aliaga Rezza (2019), citado como antecedente nacional, obtiene en su investigación, para el suelo natural un CBR al 100 % de su M.D.S. un 65.1%, y al

añadir un 5% de cemento el CBR es de 153.5%, al añadir emulsión asfáltica al 5.8% el CBR que obtiene es de 75.3%. Así mismo, según Quiroz Vargas (2017) citado como antecedente internacional en su investigación Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR. Luego de realizar el análisis de los resultados de los correspondientes estudios obtiene los CBR de 8.8%, 28%, 60% y 51%. esto al adicionar emulsión asfáltica al 3%, 6%, 9% y 12% respectivamente.

Como se puede visualizar los valores determinados para el segundo objetivo específico son consistentes con los antecedentes, por lo cual logramos alcanzar el objetivo.

Discusión 3:

Las propiedades físicas, como la MDS alcanza un valor máximo de 2.644 gr/cm³ esto con la adición de 5% de CP + 5% de EM, el suelo natural cuenta con una MDS de 2.025 gr/cm³, teniendo así que la carretera aumenta su MDS en un 30.57%. Para el OCH en estas mismas proporciones de adición de aditivo estabilizante (emulsión y cemento) es de 6.46%, en el suelo natural sin adición de aditivo el OCH es de 7.02%, se presencia un decremento de 7.98%. Así mismo las propiedades mecánicas, como el CBR en principal vemos que al añadir el aditivo mezcla de emulsión y cemento tiene CBR al 100% de la MDS con una penetración de 0.1" es de 78.29%, mientras que el suelo natural tiene un CBR de 9.25%, vemos que el aumento del CBR es de 746.37% respecto al inicial. Consideramos que la variación de estabilización de subrasante es favorable.

Al respecto Velásquez (2018) citado como antecedente nacional en su investigación que su suelo natural tuvo un CBR del 1.30 % al 95% de su MDS, y al añadir 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I el CBR se incrementó a 3.50%, 6.63% y 13.75 %, teniendo así que con solo una adición del 4% se obtuvo una subrasante regular buena. Así mismo, Pullas Guarderas (2019) en su investigación obtiene de acuerdo con la desanidad máxima de compactación obtenida en el ensayo Proctor Modificado, se requiere el 8.1% de agua de pre-humectación. Es decir, que al añadir el 4% de emulsión (este porcentaje contiene 2.4% de Asfalto y 1.6% de Agua), por ende, la cantidad necesaria de agua de pre-humectación es de 5.7%. Es importante mencionar que la reducción de agua en la mezcla en base al cálculo de aporte de agua tanto del material como la emulsión es de un 3.54%.

Como se puede visualizar los valores obtenidos para el OG concuerdan con los antecedentes citados, por lo tanto, se asegura que el objetivo fue alcanzado.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

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

Conclusión 1:

Según los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) se estima que cuenta con 2.079 de máxima densidad seca y al adicionar aditivos como: cemento portland tipo I, emulsión asfáltica cse-1h y la combinación de estos dos se obtienen 2.896 gr/cm³. 2.729 gr/cm³ y 2.644 respectivamente, en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Viendo como la adición de estos estabilizantes mejoran las condiciones de la máxima densidad seca. Así mismo vemos que a mayor adición de cemento esto hasta el 10% obtiene su mayor valor, mientras que en la curva de tendencia respecto al aditivo de emulsión al adicionar mucho más cantidad tiene a bajar siendo así que al adicionar hasta un 10% de este aditivo su máxima densidad seca alcanza un valor de 2.608 gr/cm³ y por ultimo al añadir la combinación de estos aditivos la tendencia de la máxima densidad seca tiene una curva ascendente mayor prolongada y además supera respecto a la de la emulsión y se acerca al aditivo cemento . De igual manera vemos que a mayor adición de cemento esto hasta el 10% el óptimo contenido de humedad para alcanzar la MDS tiende a bajar , mientras

que en la curva de tendencia respecto al aditivo de emulsión al adicionar mucho más cantidad de este aditivo para alcanzar la MDS el OCH tiende a bajar y por ultimo al añadir la combinación de estos aditivos la tendencia del comportamiento del OCH en un principio baja esto al adicionar mucha más cantidad de emulsión que cemento, y esto luego cambia a una tendencia creciente ya que para alcanzar MDS se debe tener una combinación de estos aditivos en porcentaje equivalentes.

Conclusión 2:

Según los resultados que se dieron en laboratorio para la subrasante blanda de la Carretera Uñas - Acopalca, pudiendo observar que el suelo natural (material extraído sin adición de estabilizantes) se cuantifica con un 11.05% de CBR al 100% de la (M.D.S) a una penetración de 0.1" mientras que el CBR al 95% de la (M.D.S) a una penetración de 0.1" es de 5.34%, al añadir los estabilizante tanto como cemento portland tipo I , emulsión asfáltica (CSE-1H) y combinación de estos dos estabilizantes ya mencionados en las proporciones según indica en la tabla en la columna de muestreo. Se determinó que la variación del CBR al 100% de MDS para el aditivo cemento es de 107.24%, mientras que para el aditivo emulsión asfáltica es de 72.31% y por último al aditivo combinado de cemento y emulsión es de 78.21%. De igual manera nos da a conocer las líneas de tendencia según el aditivo añadido vemos que ha mayor adición de cemento esto hasta el 10% el CBR crece, en el caso de adicionar emulsión asfáltica primero al adicionar hasta un 5% de este aditivo la tendencia es creciente ya al adicionar mayor cantidad el CBR baja, y mientras al adicionar estos aditivos juntos tiene una tendencia creciente mayor prologada que la de la emulsión y alcanza mejores resultados que al adicionar solo cemento.

Conclusión 3:

Las propiedades físicas, se determinó que la MDS alcanza un valor máximo de 2.644 gr/cm³ esto con la adición de 5% de CP + 5% de EM, el suelo natural cuenta con una MDS de 2.025 gr/cm³, teniendo así que la carretera aumenta su MDS en un 30.57%. Para el OCH en estas mismas proporciones de adición de aditivo estabilizante (emulsión y cemento) es de 6.46%, en el suelo natural sin adición de aditivo el OCH es de 7.02%, se presencia un decremento de 7.98%. Así mismo las propiedades mecánicas, como el CBR en principal vemos que al añadir el aditivo mezcla de emulsión y cemento tiene CBR al 100% de la MDS con una penetración de 0.1" es de 78.29%, mientras que el suelo natural tiene un CBR de 9.25%, vemos que el aumento del CBR es de 746.37% respecto al inicial. Consideramos que la variación de estabilización de subrasante es favorable.

Conclusión 4:

La investigación concluye que la razón de costo/CBR, en las estabilizaciones con emulsión son muy caras, variando desde razones de 5.31 (soles/%) hasta 23.66 (soles/%), la más barata es la estabilización con cemento de nos dan razones desde 3.02 (soles/%) hasta 23.66 (soles/%), mientras que la estabilización de combinaciones de emulsión con cemento portland van desde 2.47 (soles/%) hasta 24.27 (soles/%). De esta grafico, podemos indicar que la combinación de emulsión de emulsión asfáltica da mejores resultados de que estabilización exclusiva con emulsión. El área más favorable se encuentra para las combinaciones Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM, Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM, Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM, Suelo Natural + 5% CP + 5% EM, Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM donde se ve un mejor aprovechamiento de costo y un valor más alto en todas las propiedades mecánicas.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIÓN

Las recomendaciones se han desarrollado en el orden de las conclusiones (específicos y generales)

Recomendación 1:

Se recomienda utilizar en conjunto cemento y emulsión como aditivo estabilizante en otras carreteras no pavimentadas, ya que dan mejor resultado de estabilización que al usarlos independientemente. Para el caso de las propiedades físicas se recomienda no usar más del 5% de adición de cemento CP, pues el suelo se rigidiza y se vuelve frágil. Para reducir la rigidez sería necesario adicionar de emulsión asfáltica EM.

Recomendación 2:

Se recomienda estabilizar el suelo usando la combinación de suelo + 5% EM + 5% CP pues es el que ofrece los mejores resultados aceptables de valor de soporte de california. Sin embargo, para una mejor evaluación se recomienda realizar un análisis económico.

Recomendación 3:

Se recomienda estabilizar el suelo usando la combinación de suelo + 5% EM + 5% CP pues es el que ofrece los mejores resultados tanto en propiedades físicas y mecánicas.

Recomendación 4:

Se recomienda realizar estudios de fisuramiento de capas superiores por la rigidización por adición de cemento, comparado con la rigidización de suelos estabilizados con combinaciones de emulsión y cemento Portland.

Referencias

Alcoser Porras, Martin Renzo. 2020. *Control de la energía específica para la optimización de la resistencia del proceso de compactación de bases granulares de pavimentos urbanos en la localidad de huancayo.* huancayo – Perú : universidad peruana los andes - escuela de posgrado - maestría en ingeniería civil,

Aliaga Rezza, Fredy Richard. 2019. *Análisis Comparativo de Estabilización con Cemento Portland y Emulsión Asfáltica en Bases Granulares.* Lima-Perú : Universidad Ricardo Palma - Facultad de Ingeniería, 2019.

Almeida Navarrate, Francisco Javier. 2011. *Estabilización de suelos con el uso de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta. caso de estudio vía las Mercedes – Puerto Nuevo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.* Quito - Ecuador : Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Facultad de Ingeniería - Escuela de Civil, 2011.

ALONSO SERRANO, Atenea, y otros. 2018. *Métodos de Investigación.* Lima : s.n., 2018.

Anter. 2016. *Manual de Estabilización de Suelos con Cemento o Cal.* Madrid : IECA, 2016.

ARIAS , Fideas. 2012. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* Caracas : s.n., 2012.

Caamaño Murillo , Ivan. 2016. *Mejoramiento de un Suelo Blando de Subrasante Mediante la Adición de Cascarina de Arroz y su Efecto en el Módulo Resiliente.* Bogotá : Universidad de Granada, 2016.

Cabezas , Horacio. 2018. *Metodología de la investigación.* Guatemala : s.n., 2018.

CEMEX. 2019. *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* Lima : Cemex, 2019.

—. **2019.** *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* Lima : Cemex, 2019. pág. 1.

CLAVERIANA, Pia, Triana, Daniel y Varon, Jenny. 2018. *caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcanico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante.* Universidad Cooperativa de Colombia, s.l. : 2018.

CONDORI, QUISPE BETTY. 2016. *El contenido de humedad en la simulación del comportamiento elastoplástico de los suelos, huancayo en el año 2016.* lima-perú : universidad nacional federico villareal - escuela universitaria de posgrado, 2016. 23424567.

Construye Perú. 2018. *Pavimentos: Soluciones flexibles y rígidas.* Lima : s.n., 2018.

Corredor, Fabián Andrés. 2011. *Obtención del contenido de humedad en suelos finos, usando horno microondas sin reductor de calor empleando una potencia de 400w.* La Salle, Bogotá : Universidad de La Salle, 2011. 1214345.

Enconstrucción. 2020. *Que es el Cmento Portland y Como se Fabrica?* EnConstruccion, 2020.

Escalante, Jorge. 2020. *Emulsiones Asfálticas y su uso en Obras de Infraestructura Vial.* Comunidad Construir, 2020.

ESTEBAN-NIETO, Nicomedes. 2018. *Tipos de Investigación.* 2018.

EUCLIP GROUP. 2019. *Guía de especificación para el tratamiento de fisuras en el concreto.* Colombia : s.n., 2019.

Fernández del Campo, Juan Antonio. 1983. *Pavimentos Bituminosos en Frío.* Barcelona : Editores Técnicos Asociados, 1983.

FLORES, Karen. 2020. *Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, san martin-2020.* Universidad Cesar Vallejo, san martin : 2020.

Frearpi. 2011. *Estabilización de suelos con emulsión.* Frearpi, 2011.

G. Arias, Fidias. 2012. *El Proyecto de Investigación.* Caracas : Oriol Ediciones, 2012.

García Toro, Jonatan Rodrigo. 2019. *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en colombia que posean un alto contenido de caolín.* Bogota - Colombia : Universdiad Catolica de Colombia, 2019.

GIACCIO, G. 1999. *Ciencia y Tecnologia del Hormigon.* La Plata : s.n., 1999.

GOMEZ DOMINGUEZ, JORGE. 2012. *Materiales de construccion.* monterrey : instituto tecnologico y de estudios superiores de monterrey, 2012.

Gomez Dominguez, Jorge. 2012. *Materiales de Construcción.* Monterrey : Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2012.

GONZALES, Geovanny. 2017. *Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y aditivo compensador.* Bogotá : s.n., 2017.

Goñas Labajos, Olger. 2019. *Estabilizacion de Suelos con Cenizas de Carbon para uso como Subrasante Mejorada.* Chachapoyas : Universidad Nacional Toribio de Mendoza de Amazonas, 2019.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2006. *Metodologia de la Investigación.* Mexico : s.n., 2006.

Hernandez-Sampieri, R, Fernandez-Collado, C y Baptista-Lucio, P. 2014. *Selección de Muestra.* Mexico : Metodologia de la Investigación, 2014.

HERRERA, Sergio y POLO, Melvin. 2017. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica.* Arequipa : s.n., 2017.

Hidalgo Ramirez, Fernando y Saavedra Salazar, Jose Antonio. 2020. *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín.* LIMA : UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIA APLICADA, 2020.

HURTADO, edwin. 2020. *Uso de cenizas de rastrojos de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andamayo-Ancash 2020.* Universidad cesar vallejo, andamayo, Ancash : 2020.

JIMENEZ PANEQUE, Rosa. 1998. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION Elementos Basicos para la Investigacion Clinica.* La Habana : s.n., 1998.

LOPEZ, Jose y ORTIZ, Gely. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización san luis de la ciudad de Abancay.* Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay : 2018.

Ministerio de Fomento. 1943. *Boletín de la Dirección de Caminos y Ferrocarriles.* Lima : Dirección de Caminos y Ferrocarriles, 1943.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2013. *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.* Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013.

MORALES, Frank. 2018. *Conozca 3 Tipos de Investigación:descriptiva,explorativa y explicativa.* 2018, Vol. 11.

MTC. 2014. *manual de carreteras,suelos,geologia,geotecnia y pavimentos.* Perú : Macro, 2014.

Murillo, Camaño. 2016. *Estabilizacion de Subrasantes Blandas .* 2016.

NTP339.145. 1999. *Suelos.metodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en laboratorios.* Lima : Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciale, 1999.

Parra Gomez, Manuel Gerardo. 2018. *ESTABILIZACION DE UN SUELO CON CAL Y CENIZA VOLANTE.* Bogota : Universidad Ctolica de Colombia, 2018.

PEREZ, Ruth y CAÑAR, Edwin. 2017. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón.* Universidad Técnica de Ambato de Ecuador, s.l. : 2017.

PSI. 2020. *Fibra para el Concreto: Guía de Tipos y Usos.* Mexico : s.n., 2020.

Pullas Guarderas, Nathan Andrés. 2019. “*Comparación técnico-económica entre una base estabilizada y la recuperación de asfalto existente para la elaboración de un pavimento flexible*”. Quito : Universidad San Francisco de Quito USFQ, 2019.

Quiroz Vargas, Washington Fernando. 2017. *comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte cbr.* ambato - ecuador : universidad técnica de ambato-facultad de ingeniería civil y mecánica-carrera: ingeniería civil, 2017.

QUISPE, waldir. 2020. *Estabilización de subrasante de vías en suelos expansivos con cloruro de sodio.* Universidad Continental, s.l., junin : 2020.

Robledo, C. 2006. *Técnica y Procesos de Investigación Científica.* Guatemala : Mercagraf, 2006.

ROBLEDO, Cesar. 2006. *Técnicas y Procesos de Investigación.* Guatemala : s.n., 2006.

Rodriguez Talaver, Rogelio, Castaño Meneses, Victor Manuel y Martinez Madrid, Miguel. 2001. *Emulsiones Asfálticas.* Mexico : Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte, 2001.

Rodriguez Talaver, ROGELIO, CASTAÑO MENESES, VICTOR MANUEL y MARTINEZ MADRID, MIGUEL. 2001. *EMULSIONES ASFALTICAS.* Mexico : SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRASNPOTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE, 2001.

AMPIERI-HERNANDEZ, Roberto, Torres, Christian Paulina Mendoza y et.al. 2014. *Metodología de la Investigación.* s.l. : McGrawhill, 2014.

SANCHES DE GUZMAN, Diego. 2001. *Tecnología del Concreto y del Mortero* . Bogota : s.n., 2001.

Sanz Llano, Juan Jose. 1975. *Mécanica de Suelos*. Barcelona : Editores Técnicos Asociados, 1975.

Sanz Llano], Juan Jose. 1975. *Mécanica de Suelos*. Barcelona : Editores Técnicos Asociados, 1975.

Segura Romero, César Diego. 2015. *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE ALTA PLASTICIDAD USANDO CEMENTO PORTLAND EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE*. Pimentel - lambayeque : universidad señor de sipan, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y URBANISMO, Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil, 2015.

SIKA. 2011. *Concreto Reforzado con Fibras*. Lima : s.n., 2011.

TAM MALAGA, Jorge, VERA, Giovanna y OLIVEROS RAMOS, Ricardo. 2008. *Tipos, Metodos y Estrategias de Investigación*. Lima : s.n., 2008.

Urcia García, Francisco Ricardo. 2017. *Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017*. LIMA - PERÚ : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2017.

VALLE, Enrique, Guzman Y. 2012. Metodología de Investigación. Recuperado de: [https://es. slideshare. net/usmac2005/metodologa-de-la-investigacin-proyecto-de-grado-12506310](https://es.slideshare.net/usmac2005/metodologa-de-la-investigacin-proyecto-de-grado-12506310), 2009., 2012.

VEGA-MAGALÓN, Genaro, et al. 2014. Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. 2014, Vol. 10, 5.

Velasquez Pereyra, Cesar. 2018. *INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA CAJAMARCA* : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2018.

ZARATE, Carlos, y otros. 2017. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION*. LIMA : USMP, 2017.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS – ACOPALCA JUNIN 2021
AUTOR: Jorge Luis Araujo Breña y Frank Elvis Chancha Vilcarano

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	MÉTODO
PROBLEMA GENERAL ¿Cuánto varía la estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland, carretera uñas- Acópala Junín 2021?	OBJETIVO GENERAL Determinar la variación de estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento portland, carretera uñas- Acópala Junín 2021.	HIPÓTESIS GENERAL La estabilización de subrasantes blandas con la adición de emulsión asfáltica y cemento portland varía significativamente carretera uñas- Acópala Junín 2021.	VI: EMULSIÓN ASFÁLTICA Y CEMENTO PORTLAND	D1: dosificación de cemento portland	I1: 2% ADICION CP I2: 5% ADICION CP I3: 10% ADICION CP	<p>Método: Científico, Cabezas (2018) “es un enfoque aplicado en la investigación, con el objetivo de descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, desvinculando sus relaciones internas y externas, generalizando y profundizando” (p.16).</p> <p>Tipo: Aplicada, Para Málaga y otros (2008) “consideran que la investigación tipo aplicada se refiere en desarrollar una nueva innovación tecnología partiendo de conocimientos ya adquiridos a través del tiempo”.</p> <p>Nivel de estudio: Explicativa: Para Jiménez y otros (1998) “considera al nivel explicativo al que parte de incógnitas bien identificadas para los cuales es de importancia saber las relaciones entre causa y efecto”.</p> <p>Diseño: Experimental, Según Serrano y otros (2018) “Considera que el diseño experimental consiste que el interesado en la investigación opera una o más variables del estudio a voluntad”.</p>
PROBLEMA ESPECÍFICO ¿Cuánto cambia las propiedades físicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland, carretera uñas- Acópala Junín 2021?	OBJETIVO ESPECÍFICO Estimar el cambio de las propiedades físicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland, carretera uñas- Acópala Junín 2021	HIPÓTESIS ESPECÍFICA Las propiedades físicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland cambian mínimamente en la carretera uñas- Acópala Junín 2021		D2: dosificación de emulsión asfáltica	I1: 2% ADICION EM I2: 5% ADICION EM I3: 10% ADICION EM	
¿Cómo se modifica las propiedades mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland, carretera uñas- Acópala Junín 2021?	Cuantificar la modificación de las propiedades mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland, carretera uñas- Acópala Junín 2021	Las propiedades mecánicas de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y Cemento Portland se modifican significativamente en la carretera uñas- Acópala Junín 2021	VD: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS	D3: dosificación combinada de emulsión asfáltica mas cemento portland	I1: EM (2%) + CP (10%) I2: EM(5%) + CP(5%) I3: EM(10%) + CP(2%)	
				D1: Propiedades físicas	I1: máxima densidad seca I2: Optimo contenido de humedad	
				D2: Propiedades mecánicas	I1: Valor de soporte de california I2: Modulo resiliente I3: Resistencia a la compresión simple	

ANEXO 2: CERTIFICADO DE ENSAYOS EN LABORATORIO

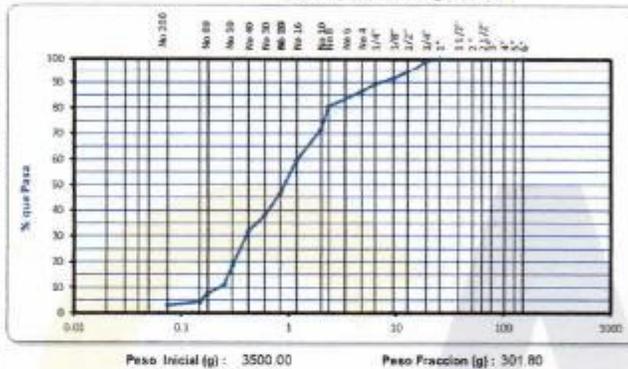
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	10-01-22
CALCATA	Ca - 1	HECHO POR	J. QUISPE
PROGRESIVA	Km. 16+080	REVISADO POR	
MUESTRA	M - 1	APROBADO POR	
	LADO	DERECHO	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107 - 2000)

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050	25.40	0.8	0.8	99.16
1/2"	12.700	196.45	5.7	6.5	93.49
3/8"	9.525	71.40	2.0	8.6	91.45
1/4"	6.350	77.70	2.2	10.8	89.25
No. 4	4.750	104.65	3.0	13.7	86.26
No. 5	2.360	20.12	5.8	19.5	80.51
No. 10	2.000	32.00	9.1	28.6	71.36
No. 16	1.190	41.50	11.9	40.5	59.50
No. 20	0.834	46.20	13.2	53.7	46.30
No. 30	0.600	26.10	8.3	62.0	37.98
No. 40	0.420	22.60	6.5	68.5	31.52
No. 50	0.300	45.30	12.9	81.4	18.57
No. 60	0.250	26.50	7.6	89.0	11.00
No. 80	0.177	12.10	3.5	92.5	7.54
No. 100	0.149	10.70	3.1	95.5	4.48
No. 200	0.075	4.80	1.4	96.9	3.11
-200		10.88	3.1	100.0	

CLASIFICACIÓN SUCS : SP
CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-6(0)

- Arena pobremente graduada

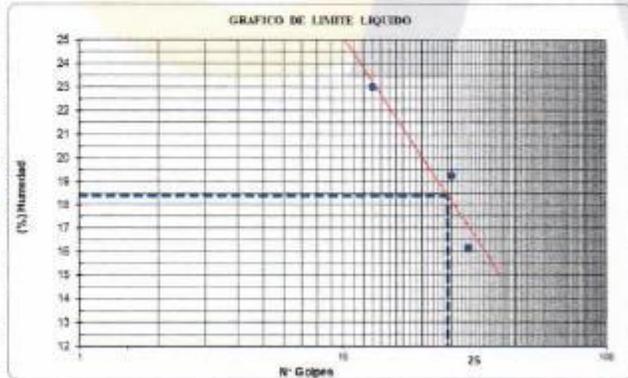


DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL

Capsula No	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2000		HUM. NAT. MTC E 108
	1	2	
Peso de la Capsula (g)	4.56	4.07	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.00	25.52	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	21.01	23.16	
Peso del Agua (g)	1.99	2.36	
Peso del Suelo Seco (g)	16.45	19.09	
Contenido de Humedad (%)	12.10	12.30	
PROMEDIO	12.23		

CONSTANTES FISICAS

LIMITE LIQUIDO : 18.40 LIMITE PLÁSTICO : 12.23 IND. PLASTICIDAD : 6.17



Capsula No	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)		
	1	2	3
Peso de la Capsula (g)	10.26	9.54	9.5
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	26.26	25.52	26.16
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	24.94	22.53	23.47
Numero de Golpes	30	13	26
Peso del agua (g)	2.22	2.99	2.69
Peso del Suelo Seco (g)	13.78	12.99	13.97
Contenido de Humedad (%)	16.11	23.02	19.26

Observaciones:

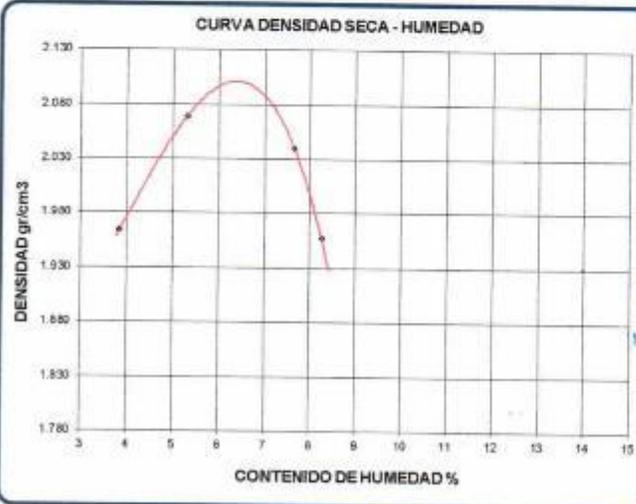
MATERIAL NATURAL.

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Rolfo E. Camayo Ginché
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 193359

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliete : A.B y C.V	Fecha : 11-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 1	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 1	LADO : DERECHO
	APROBADO POR :

Método de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5768	5900	5916	5843
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1927	2059	2075	2002
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.039	2.179	2.196	2.119
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	102.0	108.0	127.0	179.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	100.0	104.5	120.6	169.0
9. Peso del agua	g	2.0	3.5	6.4	10.0
10. Peso de la capsula	g	48.0	39.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	52.0	65.5	83.6	121.0
12. Contenido de humedad	%	3.85	5.31	7.66	8.26
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.85	5.31	7.66	8.26
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.964	2.069	2.040	1.957



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	6.41
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.101

Observaciones:

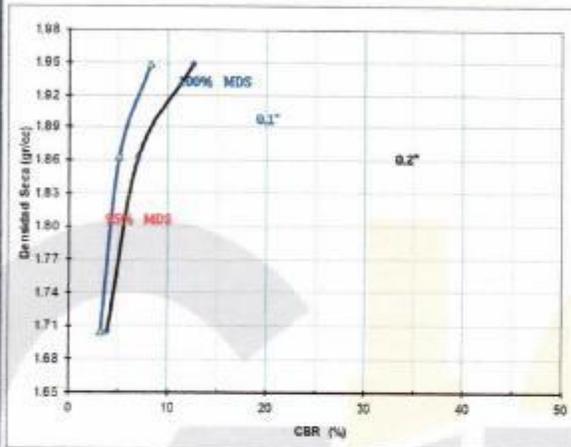
- MATERIAL NATURAL

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	15-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 1		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	14.00
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	8.54

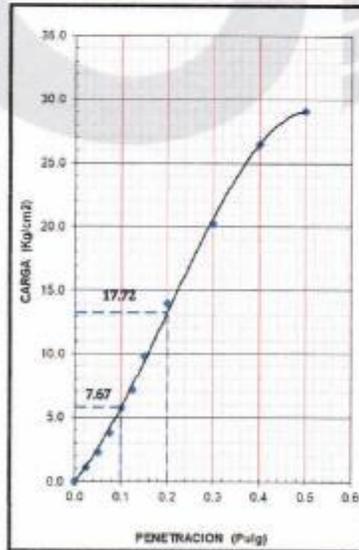
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.101	g/cc
Optima Humedad	6.41	%

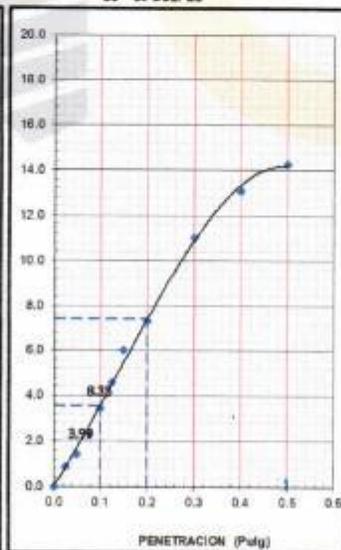
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL

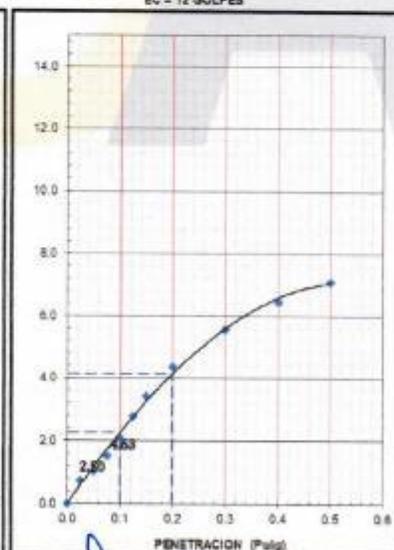
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

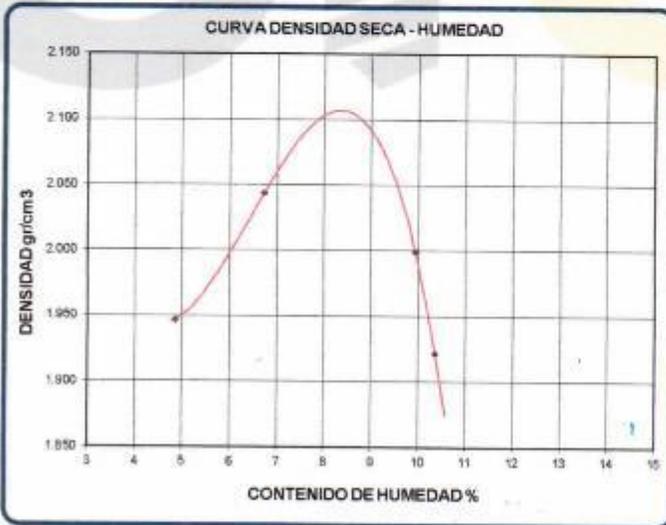
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
R.E.O. CIP N° 193350

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	14-01-22

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	HECHO POR :	J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080	LADO : DERECHO	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 2		APROBADO POR :

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5770	5902	5918	5845
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1929	2061	2077	2004
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.041	2.181	2.198	2.121
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	106.0	112.0	131.0	165.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	102.8	106.7	122.5	154.0
9. Peso del agua	g	3.2	5.3	8.5	11.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	65.8	78.7	85.5	106.0
12. Contenido de humedad	%	4.86	6.73	9.94	10.38
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.86	6.73	9.94	10.38
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.947	2.043	1.999	1.921

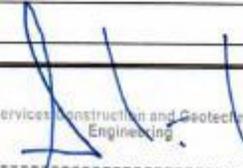


DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	7.24
Densidad Max ima (g/cm ³)	2.111

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% CP

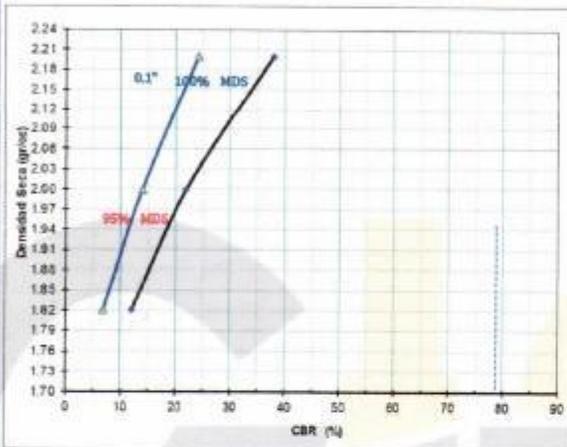
Services Construction and Geotechnical Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153590

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 10+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 2		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

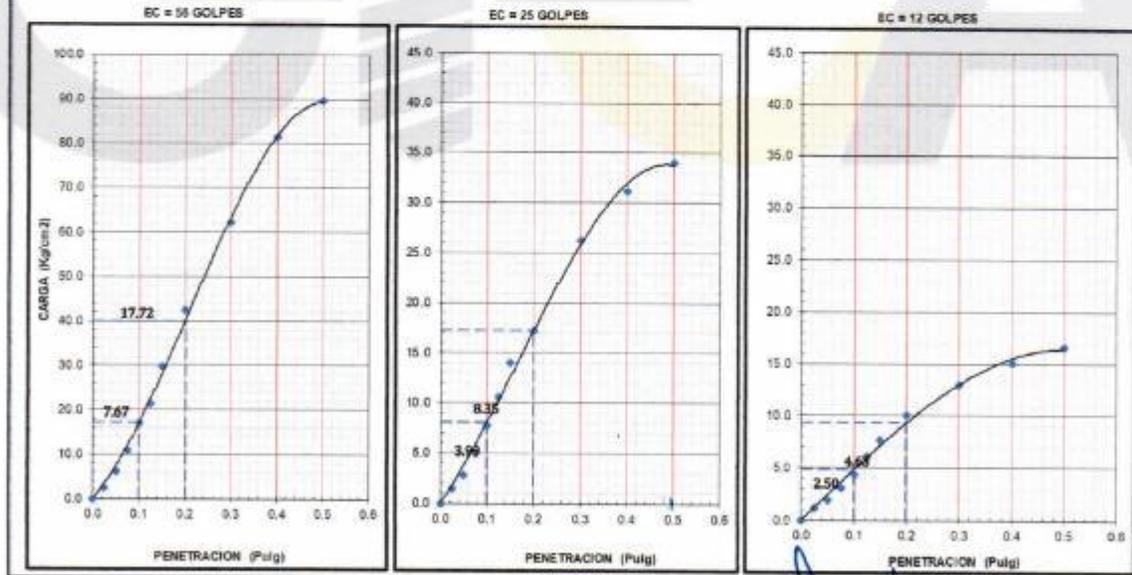


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	8.1"	33.25
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.1"	20.27

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.111	g/cc
Optimo Humedad	7.24	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 2% CP



Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193359

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 14-01-22

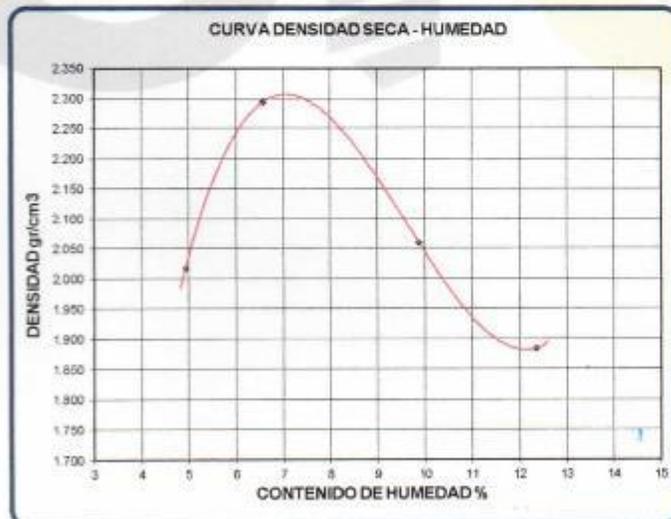
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALIGATA : Ca - 1
 PROGRESIVA : Km. 16+080
 MUESTRA : M - 3

LADO : DERECHO

HECHO POR : J. QUISPE
 REVISADO POR :
 APROBADO POR :

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5840	6150	5980	5842
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1999	2309	2139	2001
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.115	2.443	2.263	2.117
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	105.0	114.0	126.0	125.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	101.8	108.7	118.0	114.0
9. Peso del agua	g	3.2	5.3	8.0	11.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	25.0
11. Peso del suelo seco	g	64.8	80.7	81.0	89.0
12. Contenido de humedad	%	4.94	6.57	9.88	12.36
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.94	6.57	9.88	12.36
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.016	2.293	2.060	1.885



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

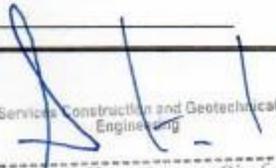
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS

Humedad optima (%)	7.36
Densidad Maxima (g/cm³)	2.347

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 5% CP

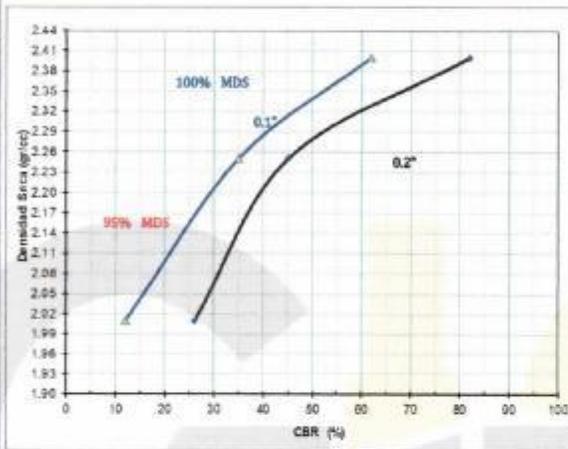
Services Construction and Geotechnical Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Ginché
 Gerente de Geotécnia
 REG. CIP N° 15350

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 3		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

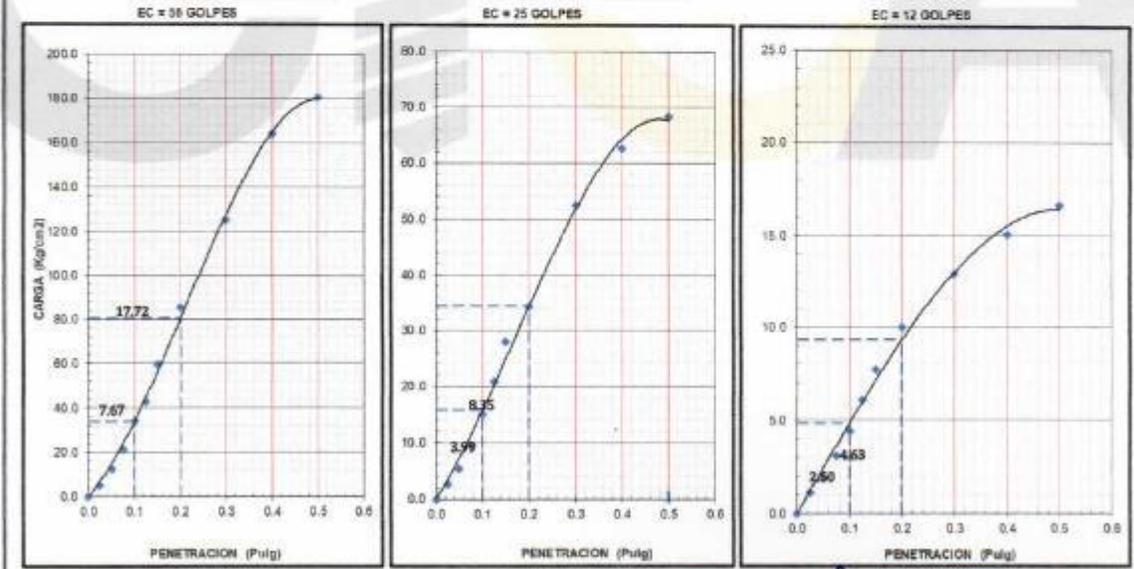


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1%	75.29
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1%	45.93

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.347	gr/cc
Óptimo Humedad	7.36	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 5% CP



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153250

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliento	: A.B y C.V	Fecha	: 14-01-22

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALICATA : Ca - 1
PROGRESIVA : Km. 16+080
MUESTRA : M - 4
LADO : DERECHO
HECHO POR : J. QUISPE
REVISADO POR :
APROBADO POR :

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6325	6680	6635	6535
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2484	2839	2794	2694
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.629	3.004	2.957	2.851
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	105.0	114.0	126.0	125.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	101.0	107.0	116.5	115.0
9. Peso del agua	g	4.0	7.0	9.5	10.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	64.0	79.0	79.5	67.0
12. Contenido de humedad	%	6.25	8.86	11.95	14.93
13. Promedio de cont. de humedad	%	6.25	8.86	11.95	14.93
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.474	2.760	2.641	2.481



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

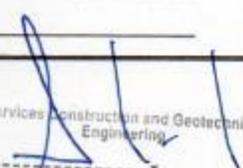
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS

Humedad optima (%)	9.93
Densidad Maxima (g/cm³)	2.753

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP

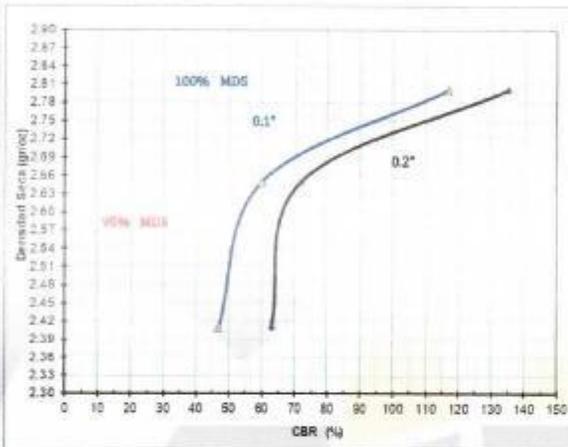
Services Construction and Geotechnical Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Gimche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 15356

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BUNDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Ciudad	A.B y C.V	Fecha	18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 4		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	110.13
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	67.18

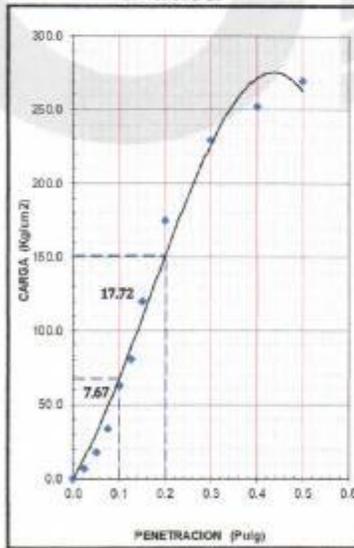
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.753	g/cc
Optimo Humedad	9.93	%

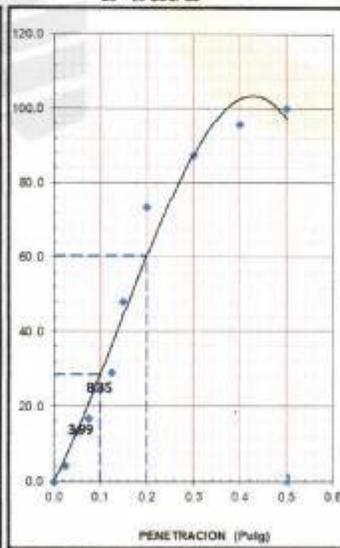
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP

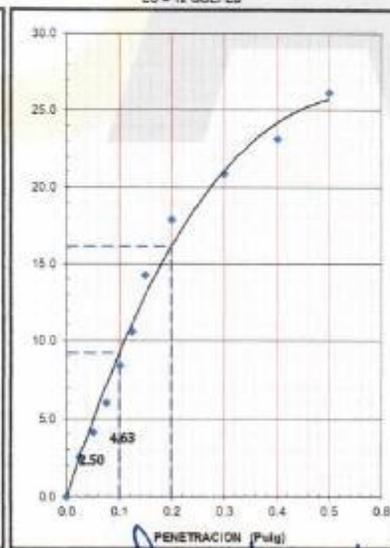
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

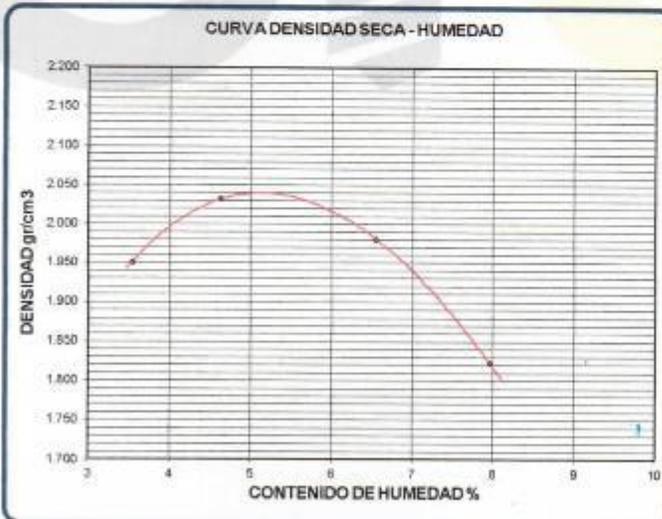
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153350

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliete	: A.B y C.V	Fecha	: 15-01-22

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALICATA : Ca - 1
PROGRESIVA : Km. 16+080
MUESTRA : M - 5
LADO : DERECHO
HECHO POR : J. QUISPE
REVISADO POR :
APROBADO POR :

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5750	5850	5835	5701
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1909	2009	1994	1860
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.020	2.126	2.110	1.968
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo + capsula	g	110.0	116.0	115.0	109.0
8. Peso del suelo seco + capsula	g	107.5	112.1	110.2	104.5
9. Peso del agua	g	2.5	3.9	4.8	4.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	70.5	84.1	73.2	56.5
12. Contenido de humedad	%	3.55	4.64	6.56	7.96
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.55	4.64	6.56	7.96
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.951	2.032	1.980	1.823

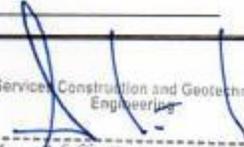


DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	5.93
Densidad Maxima (g/cm³)	2.142

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% EM

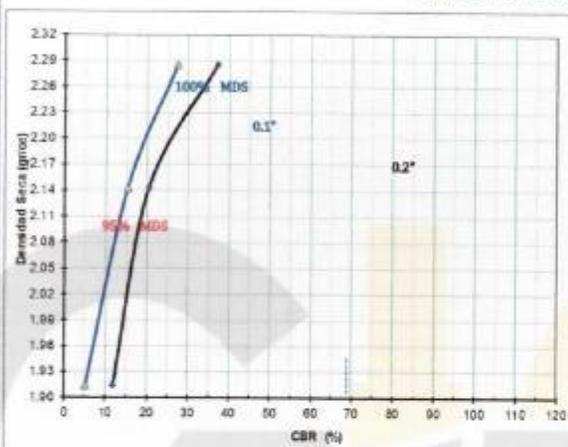
Services Construction and Geotechnical Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Cjnlche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 16350

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 5		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

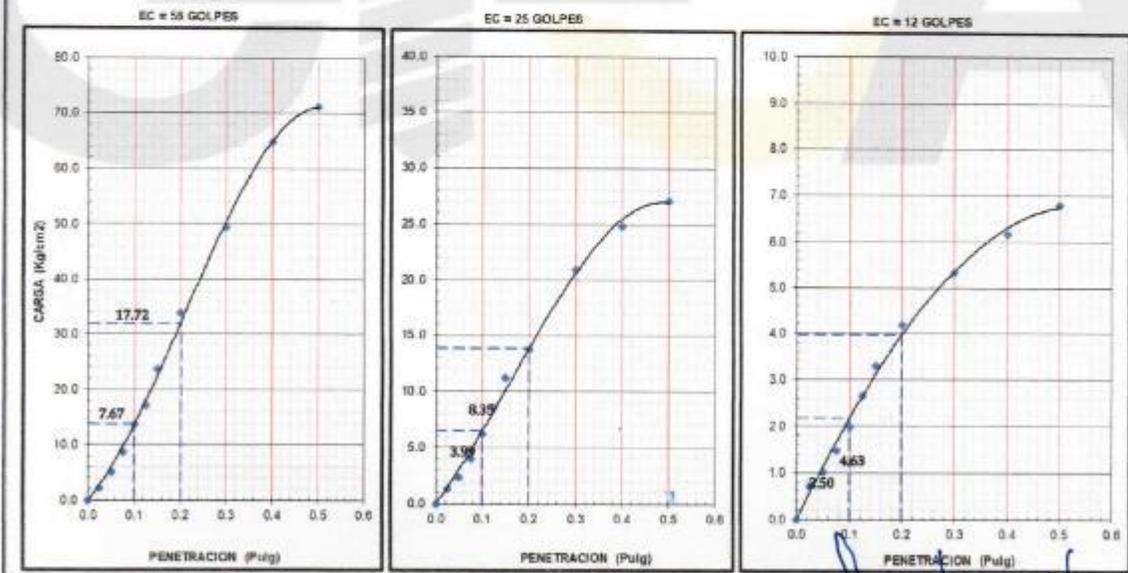


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1°	33.91
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1°	20.69

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.142	g/cc
Optimo Humedad	5.93	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 2% EM

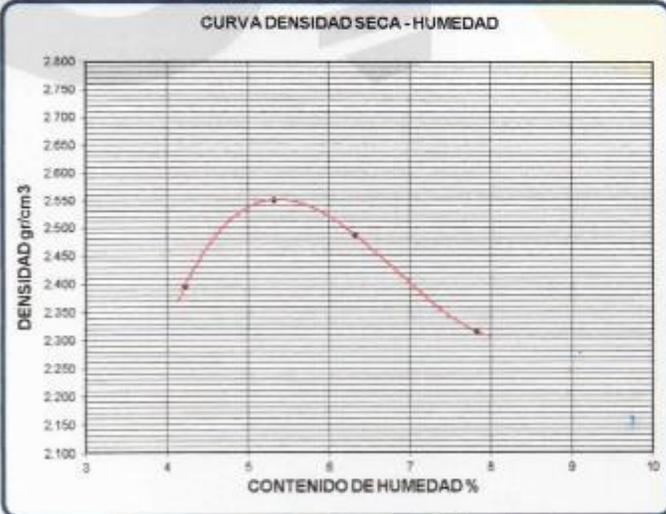


Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Ciudad : A.B.Y.C.V	Fecha : 15-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 1	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Kms. 18+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 6	APROBADO POR :
LADO : IZQUIERDO	

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6200	6380	6340	6200
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2359	2539	2499	2359
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.496	2.687	2.644	2.496
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°	2	3	4	7	
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	111.0	117.0	116.0	110.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	108.0	112.5	111.3	105.5
9. Peso del agua	g	3.0	4.5	4.7	4.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	71.0	84.5	74.3	57.5
12. Contenido de humedad	%	4.23	5.33	6.33	7.83
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.23	5.33	6.33	7.83
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.395	2.551	2.487	2.315



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	5.69
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.684

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 5% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginché
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 133029



Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 15-01-22

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 7	APROBADO POR :

LADO : DERECHO

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5725	5795	5815	5775
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1884	1954	1974	1934
5. Densidad suelo humedo	g/cc	1.994	2.068	2.089	2.047
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo + capsula	g	111.0	117.0	116.0	110.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	108.9	113.7	111.9	105.5
9. Peso del agua	g	2.1	3.3	4.1	4.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	71.9	85.7	74.9	57.5
12. Contenido de humedad	%	2.92	3.85	5.47	7.83
13. Promedio de cont. de humedad	%	2.92	3.85	5.47	7.83
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.937	1.991	1.980	1.898



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	4.56
Densidad Maxima (g/cm³)	1.976

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 10% EM

Servicios Construcción and Geotechnical Engineering

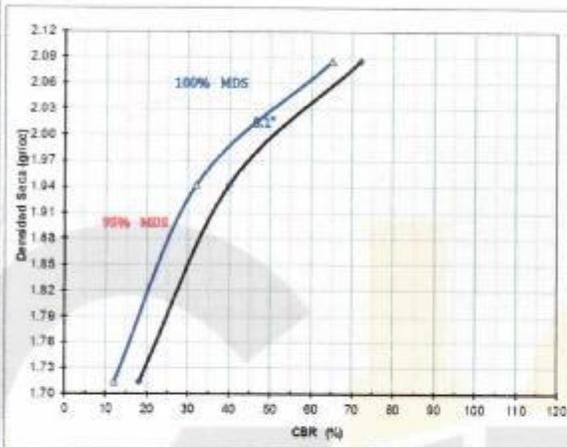
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginchí
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 151774

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Ciente	A.B y C.V	Fecha	19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 7		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	8.1%	60.48
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.1%	36.89

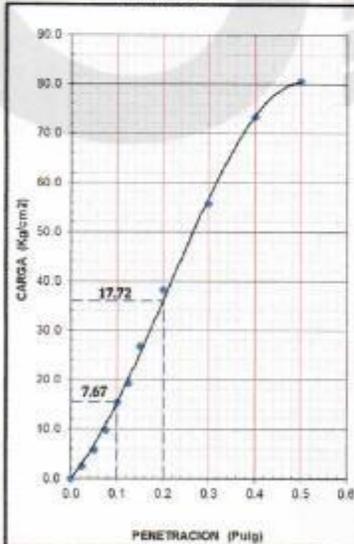
Datos del Proctor

Densidad Seca	1.976	g/cc
Optimo Humedad	4.56	%

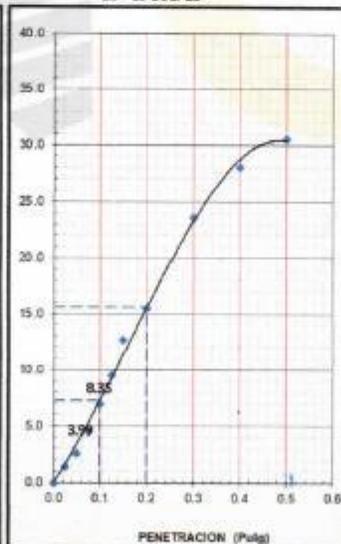
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 10% EM

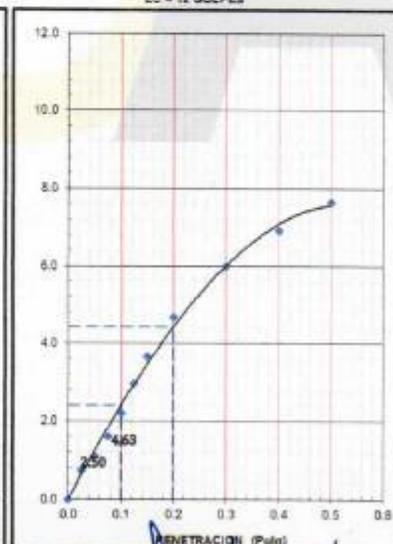
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Cinch
Gerente de Geotécnica
REG. CIP N° 155779

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 16-01-22

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALICATA : Ca - 1
 PROGRESIVA : Km. 16+080
 MUESTRA : M - 8

LADO : DERECHO

HECHO POR : J. QUISPE
 REVISADO POR :
 APROBADO POR :

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo, + molde	g	5750	5790	5839	5801
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1909	1949	1998	1960
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.020	2.062	2.114	2.074
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	131.0	137.0	136.0	130.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	128.8	133.6	131.8	125.4
9. Peso del agua	g	2.2	3.4	4.2	4.6
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	91.8	105.6	94.8	77.4
12. Contenido de humedad	%	2.40	3.22	4.43	5.94
13. Promedio de cont. de humedad	%	2.40	3.22	4.43	5.94
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.973	1.998	2.025	1.958



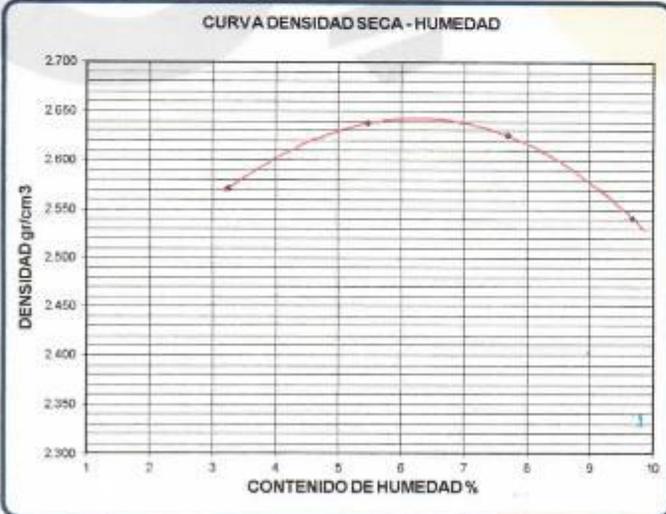
DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	4.47
Densidad Maxima (g/cm³)	2.008

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% CP + 10% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 R.E.O. CIP N° 13358

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																																																																																																																			
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN																																																																																																																		
Cliente : A.B.Y.C.V	Fecha : 16-01-22																																																																																																																		
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)																																																																																																																			
CALICATA : Ca - 1	HECHO POR : J. QUISPE																																																																																																																		
PROGRESIVA : Km. 16+080	REVISADO POR :																																																																																																																		
MUESTRA : M - 8	APROBADO POR :																																																																																																																		
LADO : DERECHO																																																																																																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Metodo de compactacion</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Numero de capas</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo humedo, + molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">6350</td> <td style="text-align: center;">6470</td> <td style="text-align: center;">6513</td> <td style="text-align: center;">6475</td> </tr> <tr> <td>2. Peso del molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> </tr> <tr> <td>3. Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">cc</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> </tr> <tr> <td>4. Peso suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">2509</td> <td style="text-align: center;">2629</td> <td style="text-align: center;">2672</td> <td style="text-align: center;">2634</td> </tr> <tr> <td>5. Densidad suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.655</td> <td style="text-align: center;">2.782</td> <td style="text-align: center;">2.828</td> <td style="text-align: center;">2.787</td> </tr> <tr> <td>CALCULO DE HUMEDAD</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>6. Capsula N°</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>7. Peso del suelo húmedo.+ capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">151.1</td> <td style="text-align: center;">157.2</td> <td style="text-align: center;">156.0</td> <td style="text-align: center;">150.0</td> </tr> <tr> <td>8. Peso del suelo seco+capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">147.5</td> <td style="text-align: center;">150.5</td> <td style="text-align: center;">147.5</td> <td style="text-align: center;">141.0</td> </tr> <tr> <td>9. Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3.6</td> <td style="text-align: center;">6.7</td> <td style="text-align: center;">8.5</td> <td style="text-align: center;">9.0</td> </tr> <tr> <td>10. Peso de la capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">29.0</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">48.0</td> </tr> <tr> <td>11. Peso del suelo seco</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">110.5</td> <td style="text-align: center;">122.5</td> <td style="text-align: center;">110.5</td> <td style="text-align: center;">93.0</td> </tr> <tr> <td>12. Contenido de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">3.26</td> <td style="text-align: center;">5.47</td> <td style="text-align: center;">7.69</td> <td style="text-align: center;">9.68</td> </tr> <tr> <td>13. Promedio de cont. de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">3.26</td> <td style="text-align: center;">5.47</td> <td style="text-align: center;">7.69</td> <td style="text-align: center;">9.68</td> </tr> <tr> <td>CALCULO DE DENSIDAD SECA</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>14. Densidad seca del suelo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.571</td> <td style="text-align: center;">2.638</td> <td style="text-align: center;">2.626</td> <td style="text-align: center;">2.541</td> </tr> </table>		Metodo de compactacion	A				Numero de golpes	25				Numero de capas	5				CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	1. Peso suelo humedo, + molde	g	6350	6470	6513	6475	2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945	4. Peso suelo humedo	g	2509	2629	2672	2634	5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.655	2.782	2.828	2.787	CALCULO DE HUMEDAD					6. Capsula N°		2	3	4	7	7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	g	151.1	157.2	156.0	150.0	8. Peso del suelo seco+capsula	g	147.5	150.5	147.5	141.0	9. Peso del agua	g	3.6	6.7	8.5	9.0	10. Peso de la capsula	g	37.0	29.0	37.0	48.0	11. Peso del suelo seco	g	110.5	122.5	110.5	93.0	12. Contenido de humedad	%	3.26	5.47	7.69	9.68	13. Promedio de cont. de humedad	%	3.26	5.47	7.69	9.68	CALCULO DE DENSIDAD SECA					14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.571	2.638	2.626	2.541
Metodo de compactacion	A																																																																																																																		
Numero de golpes	25																																																																																																																		
Numero de capas	5																																																																																																																		
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4																																																																																																															
1. Peso suelo humedo, + molde	g	6350	6470	6513	6475																																																																																																														
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841																																																																																																														
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945																																																																																																														
4. Peso suelo humedo	g	2509	2629	2672	2634																																																																																																														
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.655	2.782	2.828	2.787																																																																																																														
CALCULO DE HUMEDAD																																																																																																																			
6. Capsula N°		2	3	4	7																																																																																																														
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	g	151.1	157.2	156.0	150.0																																																																																																														
8. Peso del suelo seco+capsula	g	147.5	150.5	147.5	141.0																																																																																																														
9. Peso del agua	g	3.6	6.7	8.5	9.0																																																																																																														
10. Peso de la capsula	g	37.0	29.0	37.0	48.0																																																																																																														
11. Peso del suelo seco	g	110.5	122.5	110.5	93.0																																																																																																														
12. Contenido de humedad	%	3.26	5.47	7.69	9.68																																																																																																														
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.26	5.47	7.69	9.68																																																																																																														
CALCULO DE DENSIDAD SECA																																																																																																																			
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.571	2.638	2.626	2.541																																																																																																														
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD</p> </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #ffffcc;">DATOS DE LA GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Certificado:</td> </tr> <tr> <td>Finos < No 4</td> <td style="text-align: right;">86.3 %</td> </tr> <tr> <td>Gruesos > No 4, < 3/4"</td> <td style="text-align: right;">13.7 %</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #ffffcc;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad optima (%)</td> <td style="text-align: right;">6.46</td> </tr> <tr> <td>Densidad Maxima (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">2.644</td> </tr> </table> <p>Observaciones:</p> <p>- MATERIAL NATURAL + 5% CP + 5% EM</p> </div> </div>		DATOS DE LA GRANULOMETRIA		Certificado:		Finos < No 4	86.3 %	Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %	RESULTADOS		Humedad optima (%)	6.46	Densidad Maxima (g/cm ³)	2.644																																																																																																				
DATOS DE LA GRANULOMETRIA																																																																																																																			
Certificado:																																																																																																																			
Finos < No 4	86.3 %																																																																																																																		
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %																																																																																																																		
RESULTADOS																																																																																																																			
Humedad optima (%)	6.46																																																																																																																		
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.644																																																																																																																		

Services Construction and Geotechnical Engineering

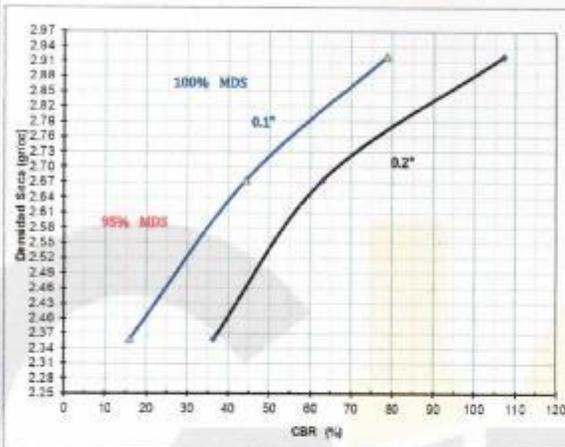
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153950

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 8		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



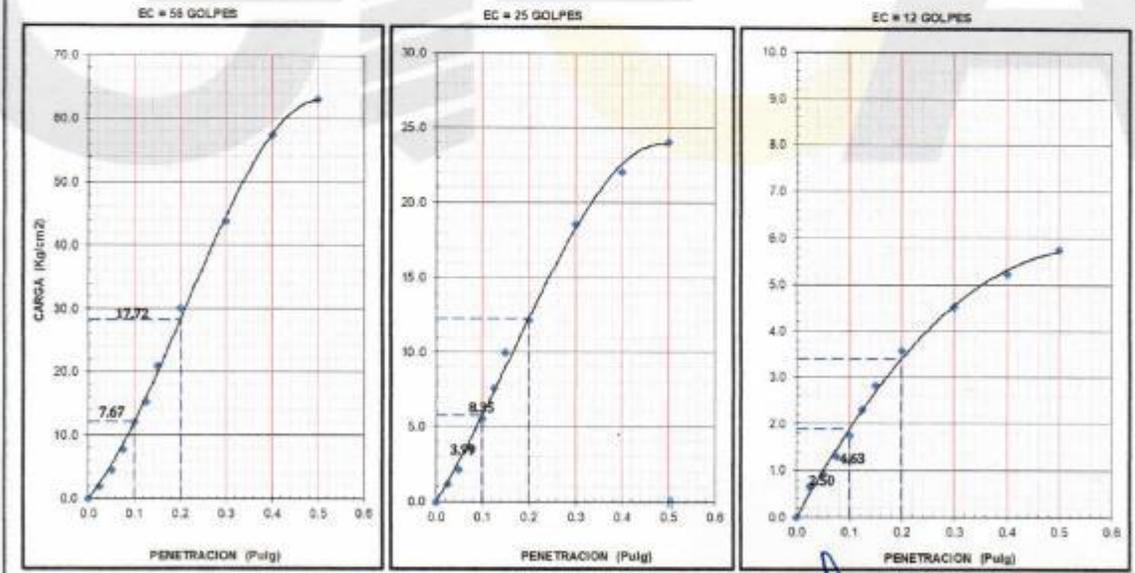
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	78.29
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	47.76

Datos del Proctor

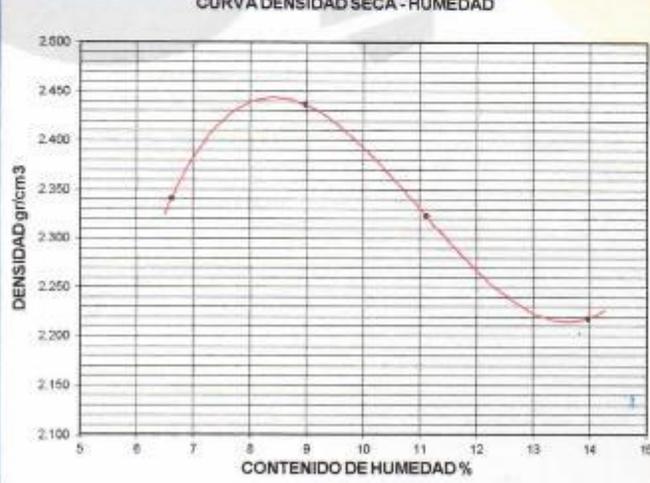
Densidad Seca	2.644	g/cc
Optimo Humedad	6.46	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL +5% CP + 5% EM



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
R.E.G. CIP N° 153550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																																																																																																																								
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN																																																																																																																							
Cliete : A.B.y.C.V	Fecha : 16-01-22																																																																																																																							
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 116 - 2000)																																																																																																																								
CALICATA : Ca - 1	HECHO POR : J. QUISPE																																																																																																																							
PROGRESIVA : Km. 16+090	REVISADO POR :																																																																																																																							
MUESTRA : M - 10	APROBADO POR :																																																																																																																							
LADO : DERECHO																																																																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Metodo de compactacion</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Numero de capas</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo humedo. + molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">6200</td> <td style="text-align: center;">6350</td> <td style="text-align: center;">6280</td> <td style="text-align: center;">6230</td> </tr> <tr> <td>2. Peso del molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> </tr> <tr> <td>3. Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">cc</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> </tr> <tr> <td>4. Peso suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">2359</td> <td style="text-align: center;">2509</td> <td style="text-align: center;">2439</td> <td style="text-align: center;">2389</td> </tr> <tr> <td>5. Densidad suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.496</td> <td style="text-align: center;">2.655</td> <td style="text-align: center;">2.581</td> <td style="text-align: center;">2.528</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">CALCULO DE HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td>6. Capsula N°</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>7. Peso del suelo humedo.+ capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">182.0</td> <td style="text-align: center;">180.0</td> <td style="text-align: center;">160.0</td> <td style="text-align: center;">150.0</td> </tr> <tr> <td>8. Peso del suelo seco+capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">173.0</td> <td style="text-align: center;">167.5</td> <td style="text-align: center;">147.7</td> <td style="text-align: center;">137.5</td> </tr> <tr> <td>9. Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">9.0</td> <td style="text-align: center;">12.5</td> <td style="text-align: center;">12.3</td> <td style="text-align: center;">12.5</td> </tr> <tr> <td>10. Peso de la capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">28.0</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">48.0</td> </tr> <tr> <td>11. Peso del suelo seco</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">136.0</td> <td style="text-align: center;">139.5</td> <td style="text-align: center;">110.7</td> <td style="text-align: center;">89.5</td> </tr> <tr> <td>12. Contenido de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">6.62</td> <td style="text-align: center;">8.96</td> <td style="text-align: center;">11.11</td> <td style="text-align: center;">13.97</td> </tr> <tr> <td>13. Promedio de cont. de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">6.62</td> <td style="text-align: center;">8.96</td> <td style="text-align: center;">11.11</td> <td style="text-align: center;">13.97</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">CALCULO DE DENSIDAD SECA</td> </tr> <tr> <td>14. Densidad seca del suelo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.341</td> <td style="text-align: center;">2.437</td> <td style="text-align: center;">2.323</td> <td style="text-align: center;">2.218</td> </tr> </table>		Metodo de compactacion	A				Numero de golpes	25				Numero de capas	5				CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA						1	2	3	4	1. Peso suelo humedo. + molde	g	6200	6350	6280	6230	2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945	4. Peso suelo humedo	g	2359	2509	2439	2389	5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.496	2.655	2.581	2.528	CALCULO DE HUMEDAD					6. Capsula N°		2	3	4	7	7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	182.0	180.0	160.0	150.0	8. Peso del suelo seco+capsula	g	173.0	167.5	147.7	137.5	9. Peso del agua	g	9.0	12.5	12.3	12.5	10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0	11. Peso del suelo seco	g	136.0	139.5	110.7	89.5	12. Contenido de humedad	%	6.62	8.96	11.11	13.97	13. Promedio de cont. de humedad	%	6.62	8.96	11.11	13.97	CALCULO DE DENSIDAD SECA					14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.341	2.437	2.323	2.218
Metodo de compactacion	A																																																																																																																							
Numero de golpes	25																																																																																																																							
Numero de capas	5																																																																																																																							
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA																																																																																																																								
	1	2	3	4																																																																																																																				
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6200	6350	6280	6230																																																																																																																			
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841																																																																																																																			
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945																																																																																																																			
4. Peso suelo humedo	g	2359	2509	2439	2389																																																																																																																			
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.496	2.655	2.581	2.528																																																																																																																			
CALCULO DE HUMEDAD																																																																																																																								
6. Capsula N°		2	3	4	7																																																																																																																			
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	182.0	180.0	160.0	150.0																																																																																																																			
8. Peso del suelo seco+capsula	g	173.0	167.5	147.7	137.5																																																																																																																			
9. Peso del agua	g	9.0	12.5	12.3	12.5																																																																																																																			
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0																																																																																																																			
11. Peso del suelo seco	g	136.0	139.5	110.7	89.5																																																																																																																			
12. Contenido de humedad	%	6.62	8.96	11.11	13.97																																																																																																																			
13. Promedio de cont. de humedad	%	6.62	8.96	11.11	13.97																																																																																																																			
CALCULO DE DENSIDAD SECA																																																																																																																								
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.341	2.437	2.323	2.218																																																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DE LA GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Certificado:</td> </tr> <tr> <td>Finos < No 4</td> <td style="text-align: right;">86.3 %</td> </tr> <tr> <td>Gruesos > No 4, < 3/4"</td> <td style="text-align: right;">13.7 %</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad optima (%)</td> <td style="text-align: right;">8.11</td> </tr> <tr> <td>Densidad Maxima (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">2.448</td> </tr> </table> <p>Observaciones:</p> <p>- MATERIAL NATURAL + 10% CP + 5% EM</p> </div> </div>		DATOS DE LA GRANULOMETRIA		Certificado:		Finos < No 4	86.3 %	Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %	RESULTADOS		Humedad optima (%)	8.11	Densidad Maxima (g/cm ³)	2.448																																																																																																									
DATOS DE LA GRANULOMETRIA																																																																																																																								
Certificado:																																																																																																																								
Finos < No 4	86.3 %																																																																																																																							
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %																																																																																																																							
RESULTADOS																																																																																																																								
Humedad optima (%)	8.11																																																																																																																							
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.448																																																																																																																							

Services Construction and Geotechnical Engineering

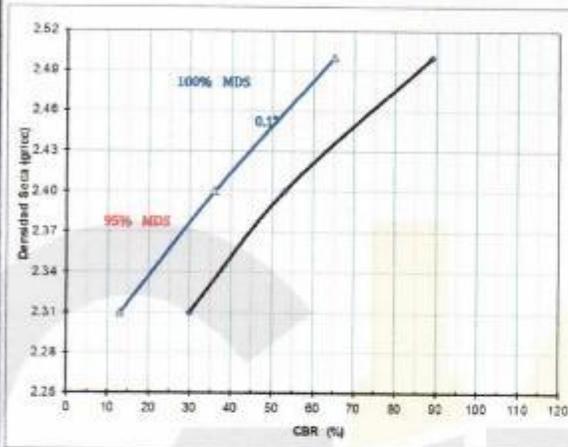
Ing. Adolfo E. Camayo Gincbe
Gerente de Geotecnia
R.E.G. DIP N° 153550

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 1	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 16+080		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 10		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	63.16
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	38.53

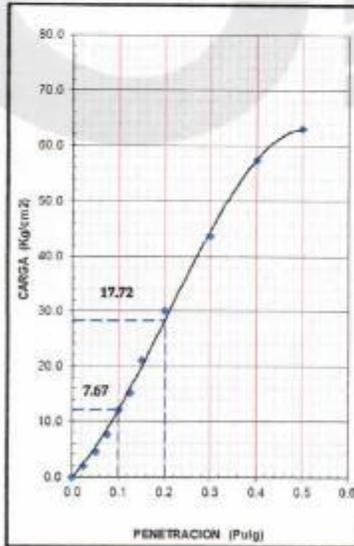
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.448	g/cc
Optimo Humedad	8.11	%

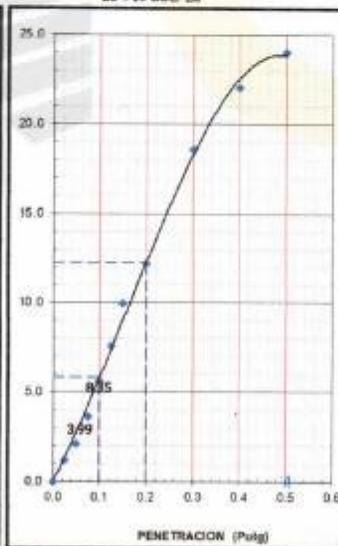
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL +10% CP + 5% EM

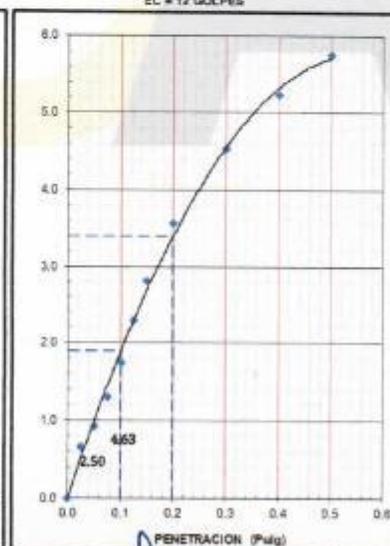
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

OBRA: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON CEMENTO PORTLAND Y EMULSION ASFAI

PROGRESIVA: KM 16+080

CALICATA N° 1

Diámetro	5.5	cm.
Alt. Inicial	15.00	cm.
Area	23.76	cm ² ,
Volumen	356.37	cm ³ ,
P. Humedo	423	gr.
P. Unitario	1.19	gr/cm ³
Alt. Final	14.59	cm,

Muestra	Δh (m.m.)	ϵ	1- ϵ	Ac (cm ²)	C (Nw)	Resistencia	σ (Kg/cm ²)	ϵ %
SN	4.15	0.02767	0.97233	24.43	121.32	12.380	0.51	2.77
SN + 2% CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	257.05	26.230	1.07	2.77
SN+5 %CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	460.70	47.010	1.92	2.77
SN+10 %CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	800.07	81.640	3.34	2.77
SN+2 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	233.24	23.800	0.97	2.77
SN+5 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	371.71	37.930	1.55	2.77
SN+10%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	158.76	16.200	0.66	2.77
SN+2 %CP+10%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	274.99	28.060	1.15	2.77
SN+5 %CP+5%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	509.80	52.020	2.13	2.77
SN+10%CP+2 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	367.50	37.500	1.53	2.77

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. *Adolfo E. Camayo Ginche*
Gerente de Geotecnia
R.E.O. CIP N° 153550

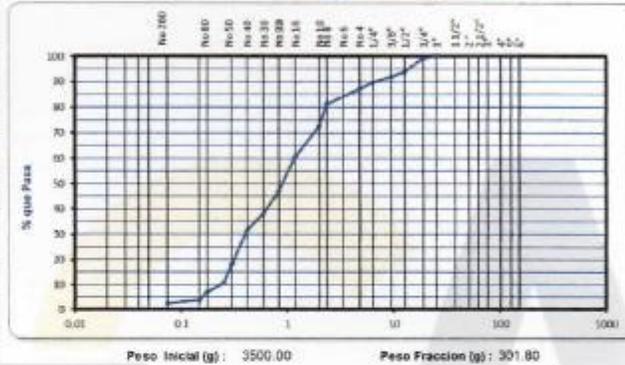
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliete	A.B.y.C.V	Fecha	10-01-22
CALICATA	Ca - 2	HECHO POR	J. GUISPE
PROGRESIVA	Km. 18+120	REVISADO POR	
MUESTRA	M - 1	APROBADO POR	
	LADO	IZQUIERDO	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107 - 2000)

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.800				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050	28.00	0.8	0.8	99.20
1/2"	12.700	188.98	5.4	6.2	93.80
3/8"	9.525	67.90	1.9	8.1	91.86
1/4"	6.350	73.65	2.1	10.2	89.76
No. 4	4.750	98.66	2.8	13.1	86.91
No. 8	2.360	19.16	5.5	18.6	81.40
No. 10	2.000	30.47	8.8	27.4	72.62
No. 16	1.190	42.33	12.2	39.6	60.43
No. 20	0.854	47.12	13.6	53.1	46.86
No. 30	0.600	29.66	8.5	61.7	38.31
No. 40	0.420	23.05	6.6	68.3	31.68
No. 50	0.300	46.21	13.3	81.6	18.37
No. 60	0.250	27.03	7.8	89.4	10.58
No. 80	0.177	12.34	3.6	93.0	7.03
No. 100	0.149	10.91	3.1	96.1	3.89
No. 200	0.075	4.90	1.4	97.5	2.48
-300		6.60	2.5	100.0	

CLASIFICACION SUCS : SP
CLASIFICACION AASHTO : A-1-a(0)

- Arena pobremente graduada



DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL

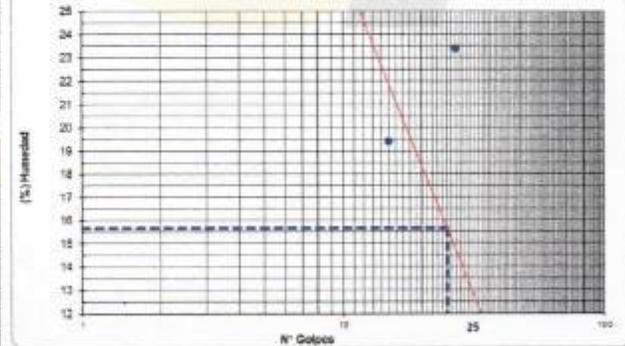
	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2000	HUM. NAT. MTC E 108
Capítulo No	1	2
Peso de la Capsula (g)	4.96	4.07
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	23.00	25.52
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	19.95	22.75
Peso del Agua (g)	3.05	2.77
Peso del Suelo Seco (g)	16.39	16.68
Contenido de Humedad (%)	18.62	16.63
PROMEDIO	17.32	

CONSTANTES FISICAS

LIMITE LIQUIDO : 15.66 LIMITE PLÁSTICO : 17.32 IND. PLASTICIDAD : -1.66

	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)		
	1	2	3
Capítulo No			
Peso de la Capsula (g)	10.26	9.54	9.5
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	26.26	25.52	26.16
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	25.40	22.92	23.06
Numero de Golpes	34	15	27
Peso del agua (g)	0.86	2.60	3.16
Peso del Suelo Seco (g)	15.14	13.38	13.50
Contenido de Humedad (%)	5.68	19.43	23.41

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



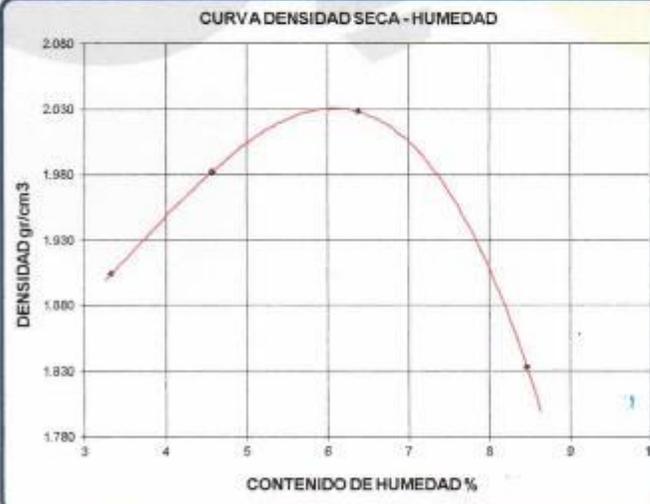
Observaciones:
- MATERIAL NATURAL

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153350

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO			Departamento : JUNIN	
Cliente : A.B.Y.C.V			Fecha : 11-01-22	
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALICATA : Ca - 2		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 18+120		LADO : IZQUIERDO		
MUESTRA : M - 1		REVISADO POR :		
		APROBADO POR :		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo, + molde	g	5700	5800	5880	5720
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1859	1959	2039	1879
5. Densidad suelo humedo	g/cc	1.967	2.073	2.158	1.988
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	110.0	119.0	127.0	189.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	108.0	115.5	121.8	178.0
9. Peso del agua	g	2.0	3.5	5.4	11.0
10. Peso de la capsula	g	48.0	39.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	60.0	76.5	84.6	130.0
12. Contenido de humedad	%	3.33	4.58	6.38	8.46
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.33	4.58	6.38	8.46
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.904	1.982	2.028	1.833



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.9 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.1 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	5.98
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.025

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

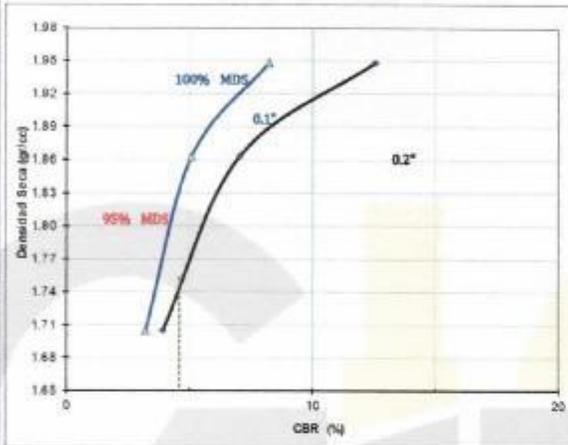
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliento	A.B y C.V	Fecha	15-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MYC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 1	APROBADO POR :

LADO : IZQUIERDO

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

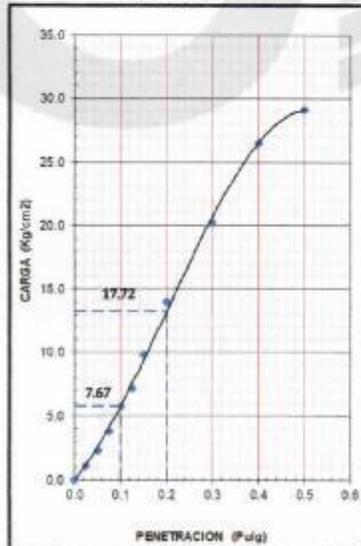
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.25
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.66

Datos del Proctor

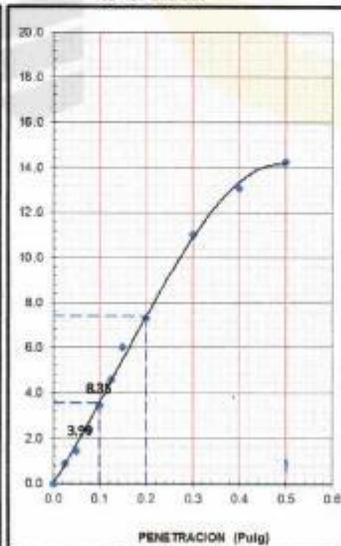
Densidad Seca	2.025	g/cc
Optimo Humedad	5.98	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL

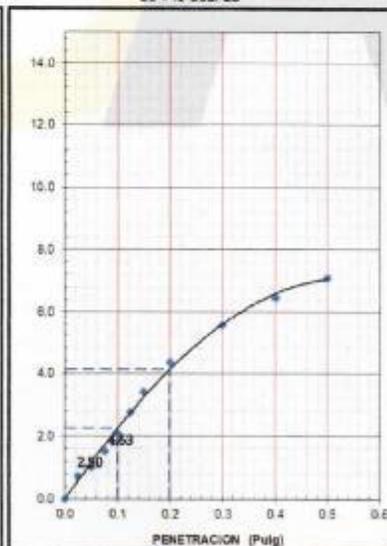
EC = 58 GOLPES



EC = 25 GOLPES

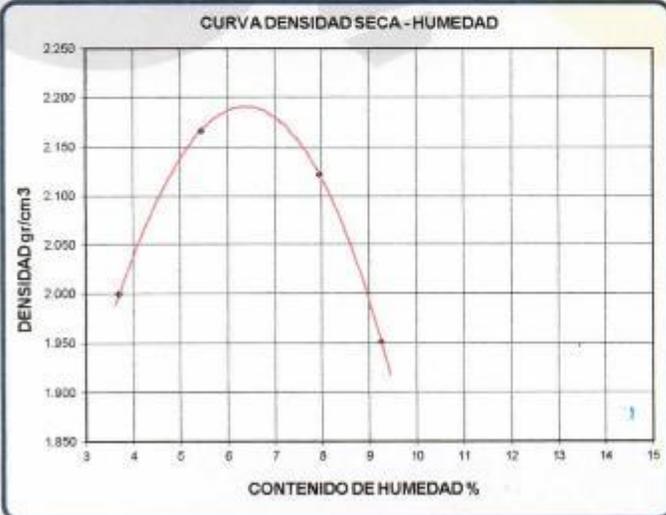


EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Afonso E. Camayo Ginche
Especialista en Geotecnia
REG. CIP N° 153950

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																																																																																																																												
Provincia : HUANCAYO			Departamento : JUNIN																																																																																																																									
Cliente : A.B.y.C.V			Fecha : 14-01-22																																																																																																																									
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)																																																																																																																												
CALIGATA : Ca - 2		HECHO POR : J. QUISPE																																																																																																																										
PROGRESIVA : Km. 18+120		LADO : IZQUIERDO	REVISADO POR :																																																																																																																									
MUESTRA : M - 2		APROBADO POR :																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Metodo de compactacion</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo humedo. + molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">5800</td> <td style="text-align: center;">6000</td> <td style="text-align: center;">6005</td> <td style="text-align: center;">5855</td> </tr> <tr> <td>2. Peso del molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> </tr> <tr> <td>3. Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">cc</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> </tr> <tr> <td>4. Peso suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">1959</td> <td style="text-align: center;">2159</td> <td style="text-align: center;">2164</td> <td style="text-align: center;">2014</td> </tr> <tr style="background-color: #ffffcc;"> <td>5. Densidad suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.073</td> <td style="text-align: center;">2.285</td> <td style="text-align: center;">2.290</td> <td style="text-align: center;">2.131</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE HUMEDAD</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. Capsula N°</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>7. Peso del suelo humedo.+ capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">107.0</td> <td style="text-align: center;">113.0</td> <td style="text-align: center;">132.0</td> <td style="text-align: center;">166.0</td> </tr> <tr> <td>8. Peso del suelo seco+capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">104.5</td> <td style="text-align: center;">108.6</td> <td style="text-align: center;">125.0</td> <td style="text-align: center;">156.0</td> </tr> <tr> <td>9. Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">4.4</td> <td style="text-align: center;">7.0</td> <td style="text-align: center;">10.0</td> </tr> <tr> <td>10. Peso de la capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">28.0</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">48.0</td> </tr> <tr> <td>11. Peso del suelo seco</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">67.5</td> <td style="text-align: center;">80.6</td> <td style="text-align: center;">88.0</td> <td style="text-align: center;">108.0</td> </tr> <tr> <td>12. Contenido de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">3.70</td> <td style="text-align: center;">5.46</td> <td style="text-align: center;">7.95</td> <td style="text-align: center;">9.26</td> </tr> <tr style="background-color: #ffffcc;"> <td>13. Promedio de cont. de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">3.70</td> <td style="text-align: center;">5.46</td> <td style="text-align: center;">7.95</td> <td style="text-align: center;">9.26</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE DENSIDAD SECA</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #ffffcc;"> <td>14. Densidad seca del suelo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">1.999</td> <td style="text-align: center;">2.166</td> <td style="text-align: center;">2.121</td> <td style="text-align: center;">1.951</td> </tr> </table>					Metodo de compactacion					A	Numero de golpes					25	Numero de capas					5	CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					4	1. Peso suelo humedo. + molde	g	5800	6000	6005	5855	2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945	4. Peso suelo humedo	g	1959	2159	2164	2014	5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.073	2.285	2.290	2.131	CALCULO DE HUMEDAD						6. Capsula N°		2	3	4	7	7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	107.0	113.0	132.0	166.0	8. Peso del suelo seco+capsula	g	104.5	108.6	125.0	156.0	9. Peso del agua	g	2.5	4.4	7.0	10.0	10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0	11. Peso del suelo seco	g	67.5	80.6	88.0	108.0	12. Contenido de humedad	%	3.70	5.46	7.95	9.26	13. Promedio de cont. de humedad	%	3.70	5.46	7.95	9.26	CALCULO DE DENSIDAD SECA						14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.999	2.166	2.121	1.951
Metodo de compactacion					A																																																																																																																							
Numero de golpes					25																																																																																																																							
Numero de capas					5																																																																																																																							
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					4																																																																																																																							
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5800	6000	6005	5855																																																																																																																							
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841																																																																																																																							
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945																																																																																																																							
4. Peso suelo humedo	g	1959	2159	2164	2014																																																																																																																							
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.073	2.285	2.290	2.131																																																																																																																							
CALCULO DE HUMEDAD																																																																																																																												
6. Capsula N°		2	3	4	7																																																																																																																							
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	107.0	113.0	132.0	166.0																																																																																																																							
8. Peso del suelo seco+capsula	g	104.5	108.6	125.0	156.0																																																																																																																							
9. Peso del agua	g	2.5	4.4	7.0	10.0																																																																																																																							
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0																																																																																																																							
11. Peso del suelo seco	g	67.5	80.6	88.0	108.0																																																																																																																							
12. Contenido de humedad	%	3.70	5.46	7.95	9.26																																																																																																																							
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.70	5.46	7.95	9.26																																																																																																																							
CALCULO DE DENSIDAD SECA																																																																																																																												
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.999	2.166	2.121	1.951																																																																																																																							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD</p> </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>DATOS DE LA GRANULOMETRIA</p> <p>Certificado:</p> <p>Finos < No 4 86.3 %</p> <p>Gruesos > No 4, < 3/4" 13.7 %</p> </div> </div>																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #ffffcc;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad optima (%)</td> <td style="text-align: center;">6.24</td> </tr> <tr> <td>Densidad Maxima (g/cm³)</td> <td style="text-align: center;">2.190</td> </tr> </table> <p>Observaciones:</p> <p>- MATERIAL NATURAL + 2% CP</p>					RESULTADOS		Humedad optima (%)	6.24	Densidad Maxima (g/cm ³)	2.190																																																																																																																		
RESULTADOS																																																																																																																												
Humedad optima (%)	6.24																																																																																																																											
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.190																																																																																																																											

Services Construction and Geotechnical Engineering

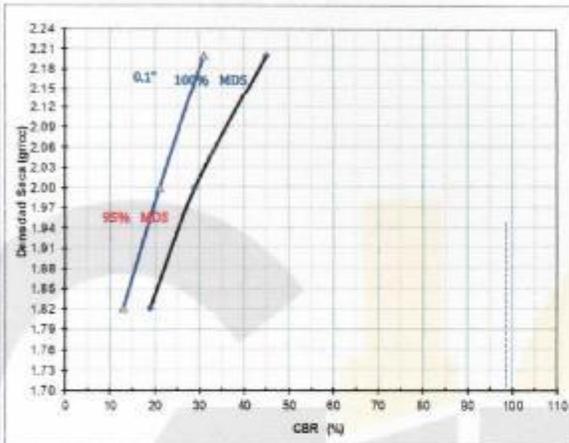
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
R.S. - CIP N° 133550

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliento	: A.B.y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALIGATA : Ca - 2	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 2		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

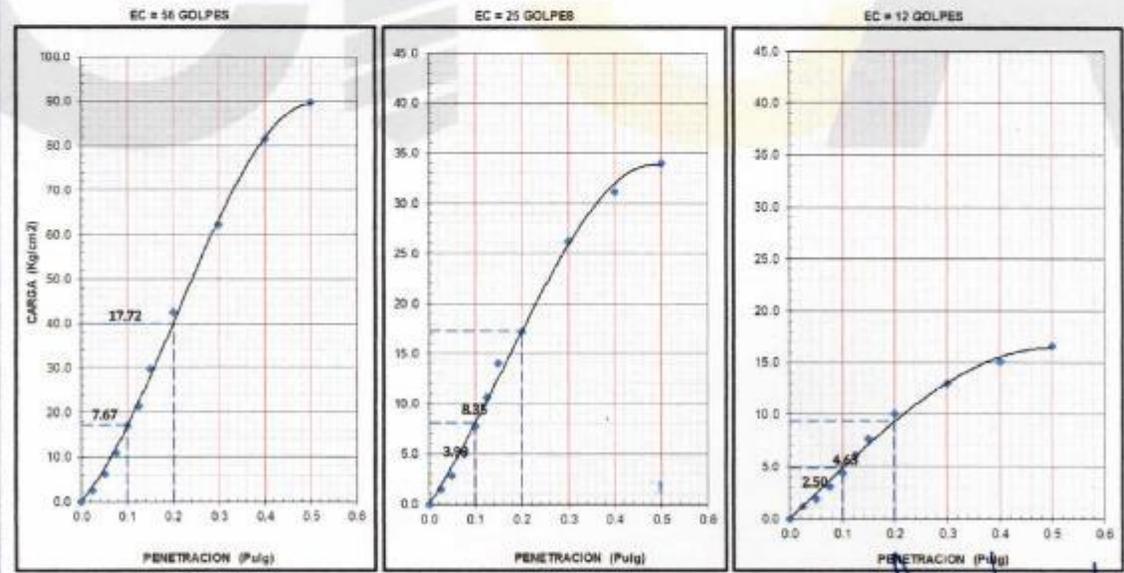


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	26.46
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	19.05

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.190	g/cc
Optimo Humedad	6.24	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 2% CP

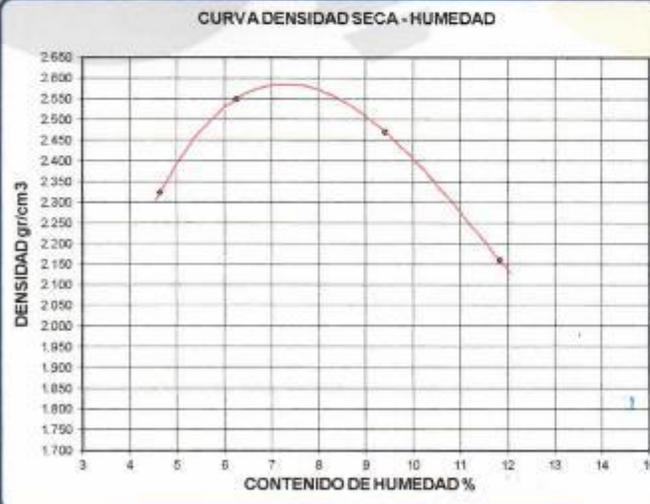


Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153358

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente : A.B y C.V	Fecha : 14-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 1	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 3	APROBADO POR :
LADO : izquierdo	

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6140	6400	6395	6125
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2299	2559	2554	2284
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.433	2.708	2.703	2.417
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	109.0	118.0	130.0	129.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	105.8	112.7	122.0	118.0
9. Peso del agua	g	3.2	5.3	8.0	11.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	25.0
11. Peso del suelo seco	g	68.8	84.7	85.0	93.0
12. Contenido de humedad	%	4.65	6.26	9.41	11.83
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.65	6.26	9.41	11.83
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.325	2.548	2.470	2.161



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	7.80
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.561

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 5% CP

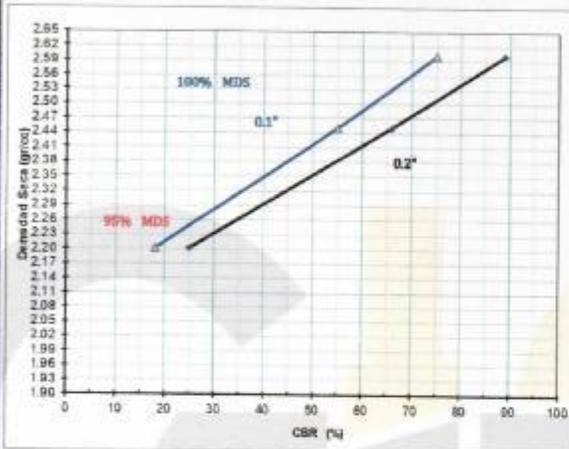
Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E122 - 2000)

CALIGATA	: Ca - 1	HECHO POR	: J. QUISPE
PROGRESIVA	: Km. 18+120	REVISADO POR	:
MUESTRA	: M - 3	APROBADO POR	:

LADO : Izquierdo

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

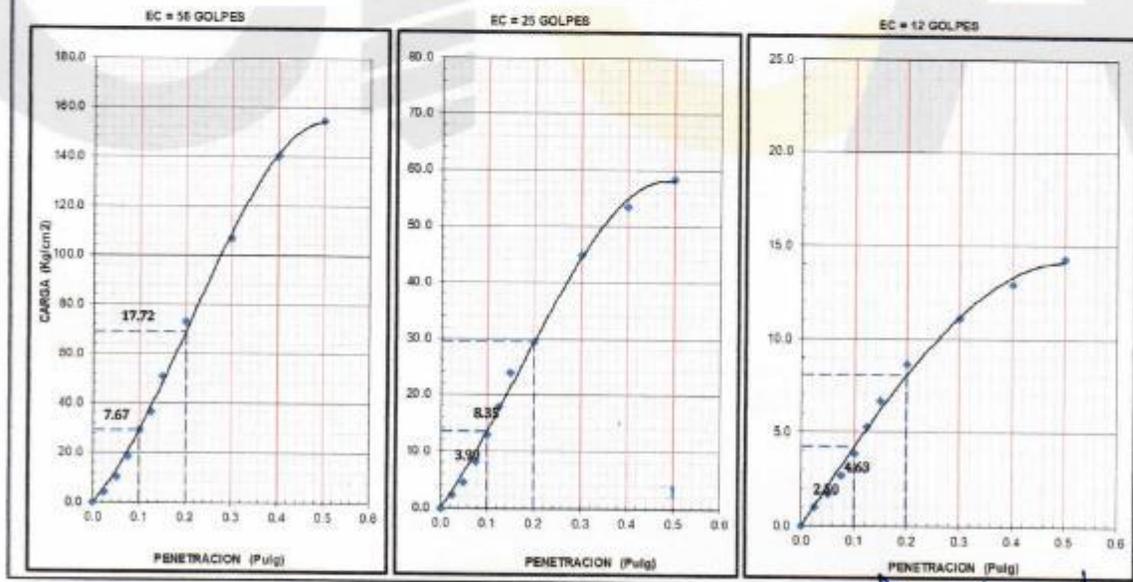


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.1"	64.27
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.1"	46.27

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.581	gr/cc
Optimo Humedad	7.80	%

OBSERVACIONES:



Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Gerencia
 REG. CIP N° 153259

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																																																																																																																																		
Provincia : HUANCAYO		Departamento : JUNIN																																																																																																																																
Cliente : A.B.Y.C.V		Fecha : 14-01-22																																																																																																																																
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)																																																																																																																																		
CALICATA : Ca - 2		HECHO POR : J. QUISPE																																																																																																																																
PROGRESIVA : Km. 18+120		LADO : IZQUIERDO	REVISADO POR :																																																																																																																															
MUESTRA : M - 4		APROBADO POR :																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Metodo de compactacion</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo humedo. + molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">6325</td> <td style="text-align: center;">6580</td> <td style="text-align: center;">6585</td> <td style="text-align: center;">6535</td> </tr> <tr> <td>2. Peso del molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> </tr> <tr> <td>3. Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">cc</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> </tr> <tr> <td>4. Peso suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">2484</td> <td style="text-align: center;">2739</td> <td style="text-align: center;">2744</td> <td style="text-align: center;">2694</td> </tr> <tr> <td>5. Densidad suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.629</td> <td style="text-align: center;">2.898</td> <td style="text-align: center;">2.904</td> <td style="text-align: center;">2.851</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE HUMEDAD</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. Capsula N°</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>7. Peso del suelo humedo.+ capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">125.0</td> <td style="text-align: center;">134.0</td> <td style="text-align: center;">146.0</td> <td style="text-align: center;">145.0</td> </tr> <tr> <td>8. Peso del suelo seco+capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">119.4</td> <td style="text-align: center;">125.7</td> <td style="text-align: center;">135.0</td> <td style="text-align: center;">134.0</td> </tr> <tr> <td>9. Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">5.6</td> <td style="text-align: center;">8.3</td> <td style="text-align: center;">11.0</td> <td style="text-align: center;">11.0</td> </tr> <tr> <td>10. Peso de la capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">28.0</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">48.0</td> </tr> <tr> <td>11. Peso del suelo seco</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">82.4</td> <td style="text-align: center;">97.7</td> <td style="text-align: center;">98.0</td> <td style="text-align: center;">86.0</td> </tr> <tr> <td>12. Contenido de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">6.80</td> <td style="text-align: center;">8.50</td> <td style="text-align: center;">11.22</td> <td style="text-align: center;">12.79</td> </tr> <tr> <td>13. Promedio de cont. de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">6.80</td> <td style="text-align: center;">8.50</td> <td style="text-align: center;">11.22</td> <td style="text-align: center;">12.79</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE DENSIDAD SECA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14. Densidad seca del suelo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.461</td> <td style="text-align: center;">2.671</td> <td style="text-align: center;">2.611</td> <td style="text-align: center;">2.528</td> </tr> </table>					Metodo de compactacion					A	Numero de golpes					25	Numero de capas					5	CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA								1	2	3	4	1. Peso suelo humedo. + molde	g	6325	6580	6585	6535	2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945	4. Peso suelo humedo	g	2484	2739	2744	2694	5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.629	2.898	2.904	2.851	CALCULO DE HUMEDAD						6. Capsula N°		2	3	4	7	7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	125.0	134.0	146.0	145.0	8. Peso del suelo seco+capsula	g	119.4	125.7	135.0	134.0	9. Peso del agua	g	5.6	8.3	11.0	11.0	10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0	11. Peso del suelo seco	g	82.4	97.7	98.0	86.0	12. Contenido de humedad	%	6.80	8.50	11.22	12.79	13. Promedio de cont. de humedad	%	6.80	8.50	11.22	12.79	CALCULO DE DENSIDAD SECA						14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.461	2.671	2.611	2.528
Metodo de compactacion					A																																																																																																																													
Numero de golpes					25																																																																																																																													
Numero de capas					5																																																																																																																													
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA																																																																																																																																		
		1	2	3	4																																																																																																																													
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6325	6580	6585	6535																																																																																																																													
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841																																																																																																																													
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945																																																																																																																													
4. Peso suelo humedo	g	2484	2739	2744	2694																																																																																																																													
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.629	2.898	2.904	2.851																																																																																																																													
CALCULO DE HUMEDAD																																																																																																																																		
6. Capsula N°		2	3	4	7																																																																																																																													
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	125.0	134.0	146.0	145.0																																																																																																																													
8. Peso del suelo seco+capsula	g	119.4	125.7	135.0	134.0																																																																																																																													
9. Peso del agua	g	5.6	8.3	11.0	11.0																																																																																																																													
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0																																																																																																																													
11. Peso del suelo seco	g	82.4	97.7	98.0	86.0																																																																																																																													
12. Contenido de humedad	%	6.80	8.50	11.22	12.79																																																																																																																													
13. Promedio de cont. de humedad	%	6.80	8.50	11.22	12.79																																																																																																																													
CALCULO DE DENSIDAD SECA																																																																																																																																		
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.461	2.671	2.611	2.528																																																																																																																													
 <p style="text-align: center;">CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DE LA GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Certificado:</td> </tr> <tr> <td>Finos < No 4</td> <td style="text-align: right;">86.3 %</td> </tr> <tr> <td>Gruesos > No 4 < 3/4"</td> <td style="text-align: right;">13.7 %</td> </tr> </table>			DATOS DE LA GRANULOMETRIA		Certificado:		Finos < No 4	86.3 %	Gruesos > No 4 < 3/4"	13.7 %																																																																																																																						
DATOS DE LA GRANULOMETRIA																																																																																																																																		
Certificado:																																																																																																																																		
Finos < No 4	86.3 %																																																																																																																																	
Gruesos > No 4 < 3/4"	13.7 %																																																																																																																																	
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad optima (%)</td> <td style="text-align: right;">9.26</td> </tr> <tr> <td>Densidad Maxima (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">2.663</td> </tr> </table>			RESULTADOS		Humedad optima (%)	9.26	Densidad Maxima (g/cm ³)	2.663																																																																																																																								
RESULTADOS																																																																																																																																		
Humedad optima (%)	9.26																																																																																																																																	
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.663																																																																																																																																	
		Observaciones: - MATERIAL NATURAL + 10% CP <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																																																																																																																																

Services Construction and Geotechnical Engineering

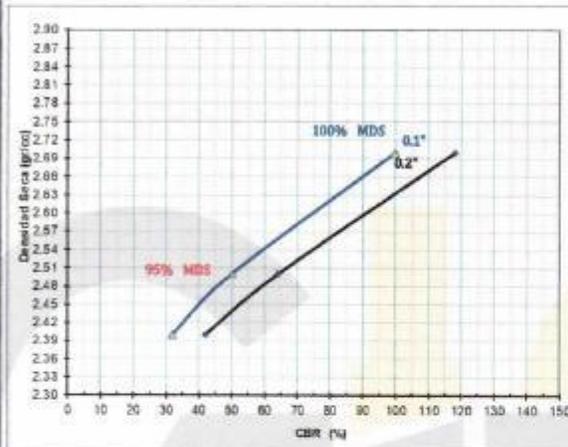
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153860

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 4		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1°:	95.30
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1°:	68.62

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.653	g/cm³
Optimo Humedad	9.26	%

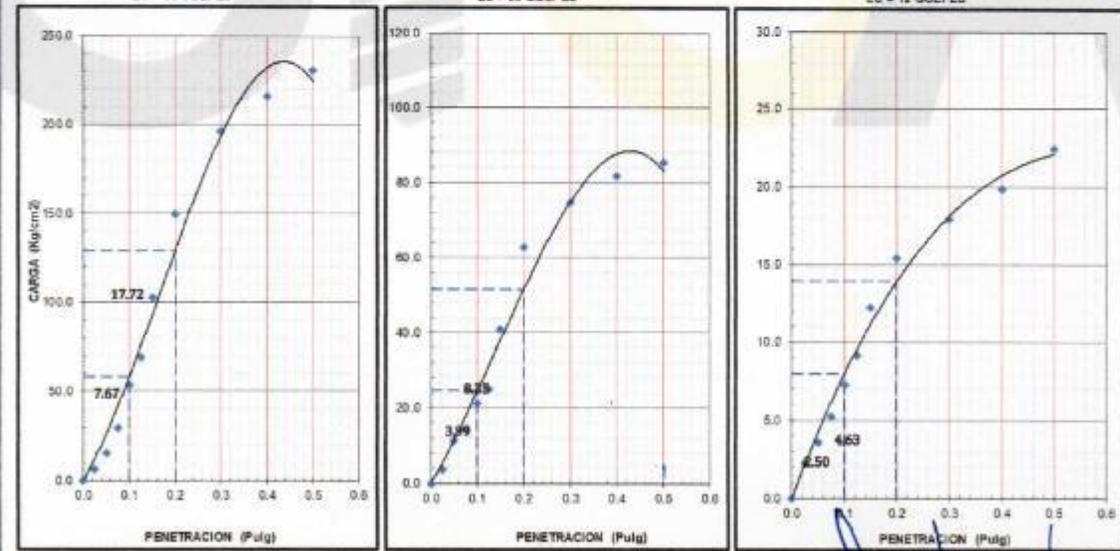
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES

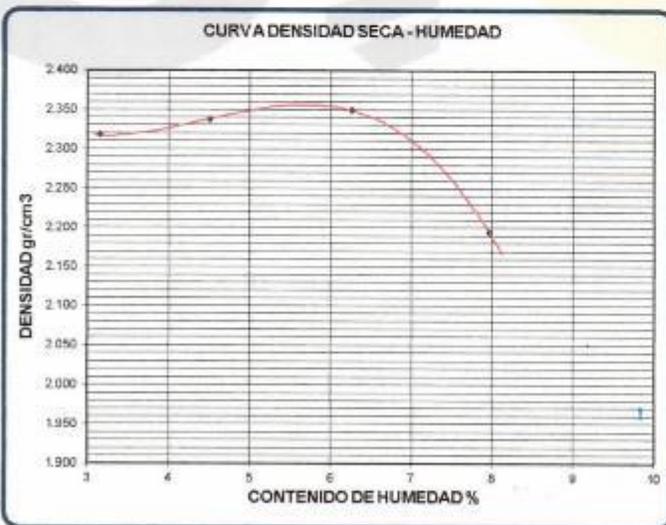


Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. *Arolfo E. Camayo Gincite*
Gerente de Geotecnia
RUC: CIP N° 153330

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente : A.B.y.C.V	Fecha : 15-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 2	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 01+812	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 5	APROBADO POR :
LADO : IZQUIERDO	

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo, + molde	g	6100	6150	6200	6080
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2259	2309	2359	2239
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.390	2.443	2.496	2.369
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	109.0	116.0	115.0	109.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	106.8	112.2	110.4	104.5
9. Peso del agua	g	2.2	3.8	4.6	4.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	69.8	84.2	73.4	56.5
12. Contenido de humedad	%	3.15	4.51	6.27	7.96
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.15	4.51	6.27	7.96
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.317	2.338	2.349	2.195



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	6.15
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.362

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Gjinche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 15358

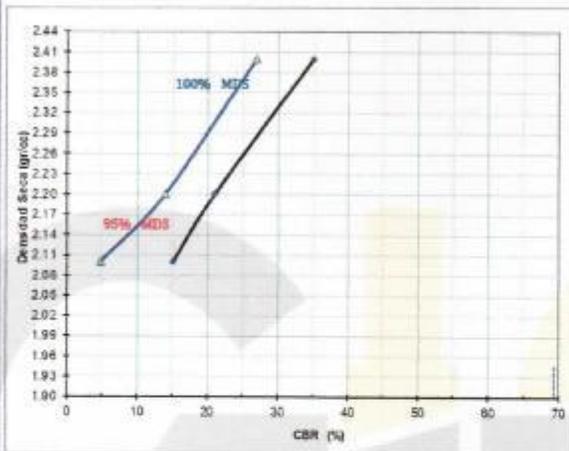
Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km 01+812	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 5	APROBADO POR :

LADO : IZQUIERDO

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.1"	26.72
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.1"	19.24

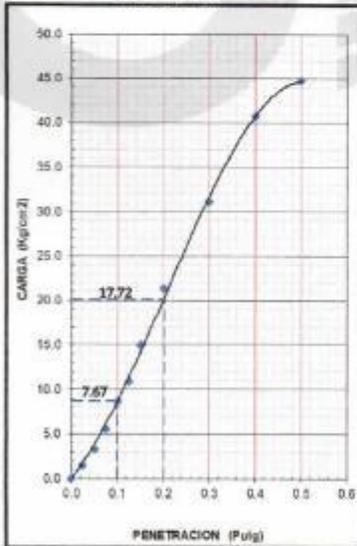
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.352	g/cc
Optimo Humedad	5.15	%

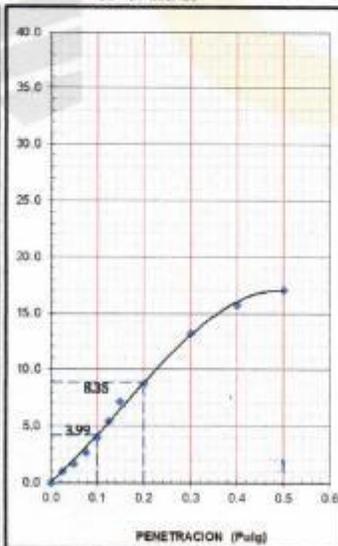
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 2% EM

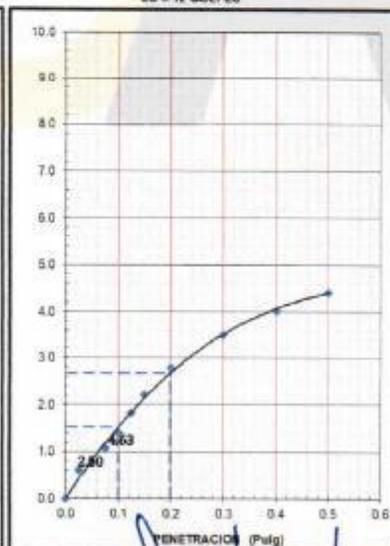
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Cinche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 15350

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B.Y.C.V.	Fecha	: 15-01-22

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 6	APROBADO POR :

LADO : IZQUIERDO

Metodo de compactacion	A				
Numero de golpes	25				
Numero de capas	5				
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA	1	2	3	4	
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6250	6530	6500	6300
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2409	2689	2659	2459
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.549	2.846	2.814	2.602
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	116.0	122.0	116.0	112.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	113.5	117.8	111.5	107.0
9. Peso del agua	g	2.5	4.2	4.5	5.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	76.5	89.8	74.5	59.0
12. Contenido de humedad	%	3.27	4.68	6.04	8.47
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.27	4.68	6.04	8.47
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.469	2.718	2.653	2.399



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS

Humedad optima (%)	5.15
Densidad Maxima (g/cm³)	2.729

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 5% EM

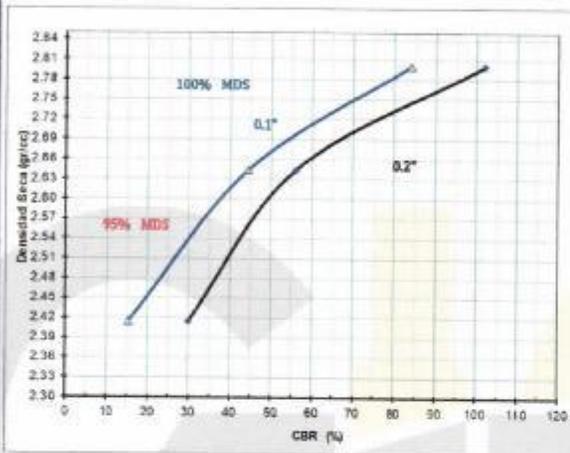
Services Construction and Geotechnical
Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gincie
Ingeniero de Geotecnia
REG. CIP N° 162950

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia	HIJANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha : 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 6		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

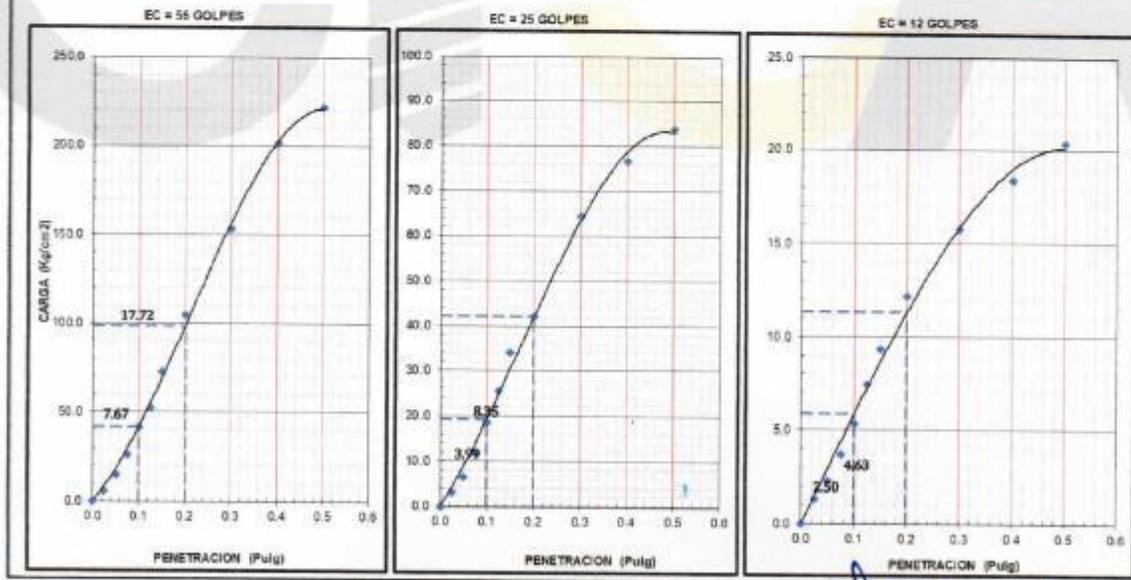
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	72.31
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	52.06

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.729	g/cc
Optimo Humedad	5.15	%

OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 5% EM



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. *J. Camayo Ginche*
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153859

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO		Departamento : JUNIN		
Cliente : A.B y C.V		Fecha : 15-01-22		
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALICATA : Ca - 2		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 18+120		LADO : IZQUIERDO	REVISADO POR :	
MUESTRA : M - 7		APROBADO POR :		
Metodo de compactacion				
Numero de golpes				A
Numero de capas				25
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA				5
		1	2	3
1. Peso suelo humedo, + molde	g	5600	5690	5700
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1759	1849	1859
5. Densidad suelo humedo	g/cc	1.861	1.957	1.967
CALCULO DE HUMEDAD				
6. Capsula N°		2	3	4
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	136.0	142.0	141.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	133.9	138.3	136.2
9. Peso del agua	g	2.1	3.7	4.8
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0
11. Peso del suelo seco	g	98.9	110.3	99.2
12. Contenido de humedad	%	2.17	3.35	4.84
13. Promedio de cont. de humedad	%	2.17	3.35	4.84
CALCULO DE DENSIDAD SECA				
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.822	1.893	1.876
		1.815		

CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD



DENSIDAD gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD %

DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

Finos < No 4 86.3 %

Grassos > No 4, < 3/4" 13.7 %

RESULTADOS

Humedad optima (%)	4.25
Densidad Maxima (g/cm ³)	1.906

Observaciones:

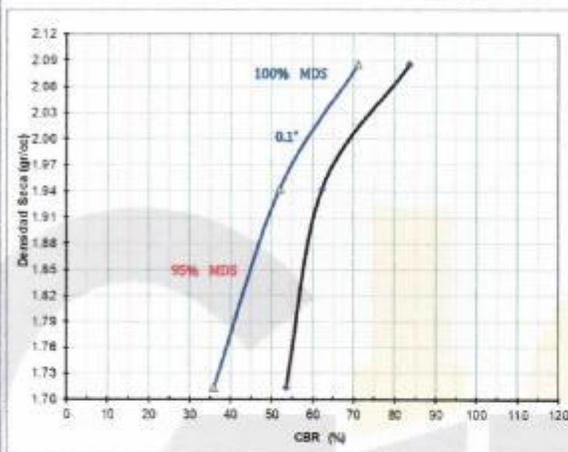
- MATERIAL NATURAL + 10% EM

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 7		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

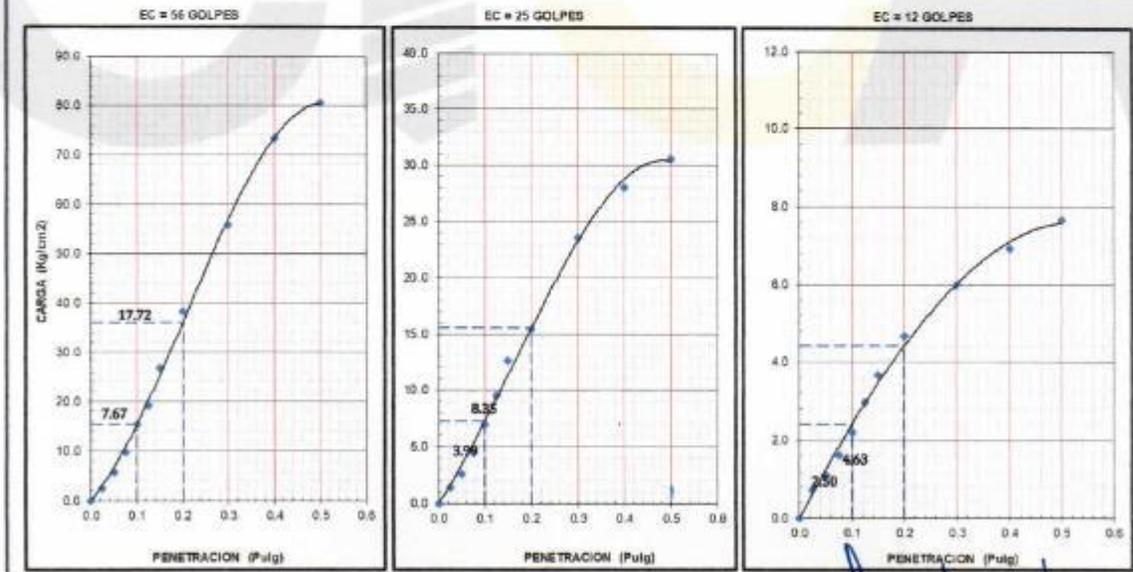


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	61%	72.31
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	61%	52.06

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.905	g/cc
Optimo Humedad	4.25	%

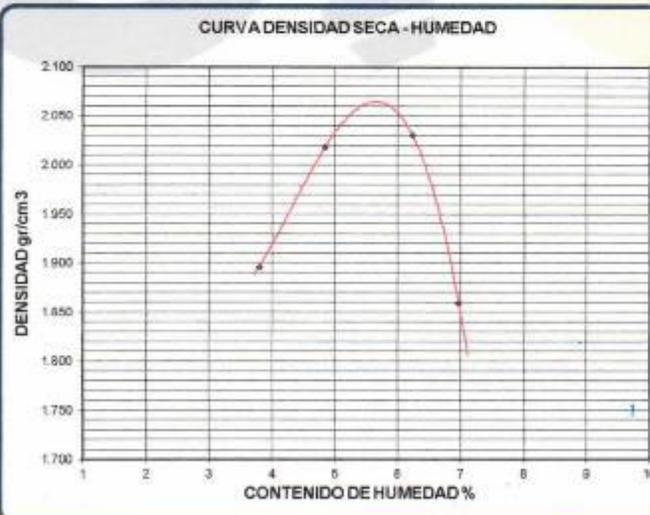
OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 10% EM



Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Julio E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotécnica
 R.E.G. CIP N° 152550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente : A.B.y.C.V	Fecha : 16-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 2	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 8	APROBADO POR :
LADO : IZQUIERDO	

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5700	5840	5879	5720
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1859	1999	2038	1879
5. Densidad suelo humedo	g/cc	1.967	2.115	2.157	1.988
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	141.0	147.0	146.0	140.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	137.2	141.5	139.8	134.0
9. Peso del agua	g	3.8	5.5	6.4	6.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	100.2	113.5	102.8	86.0
12. Contenido de humedad	%	3.79	4.85	6.24	6.98
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.79	4.85	6.24	6.98
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	1.895	2.018	2.030	1.859



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	5.65
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.083

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% CP + 10% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering

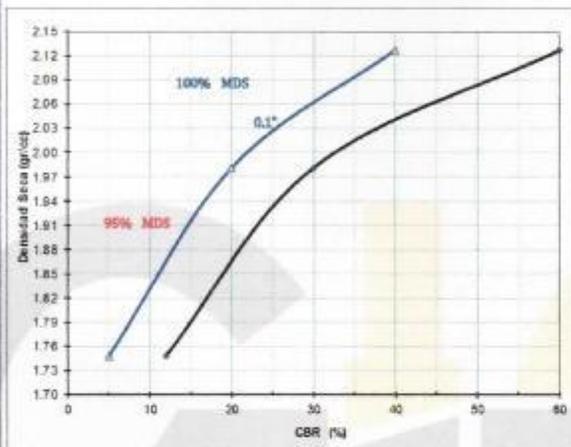
Ing. Adolfo E. Camayo Gincie
Gerente de Geotecnia
R.E.O. CIP N° 153550

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km 18+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 8		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



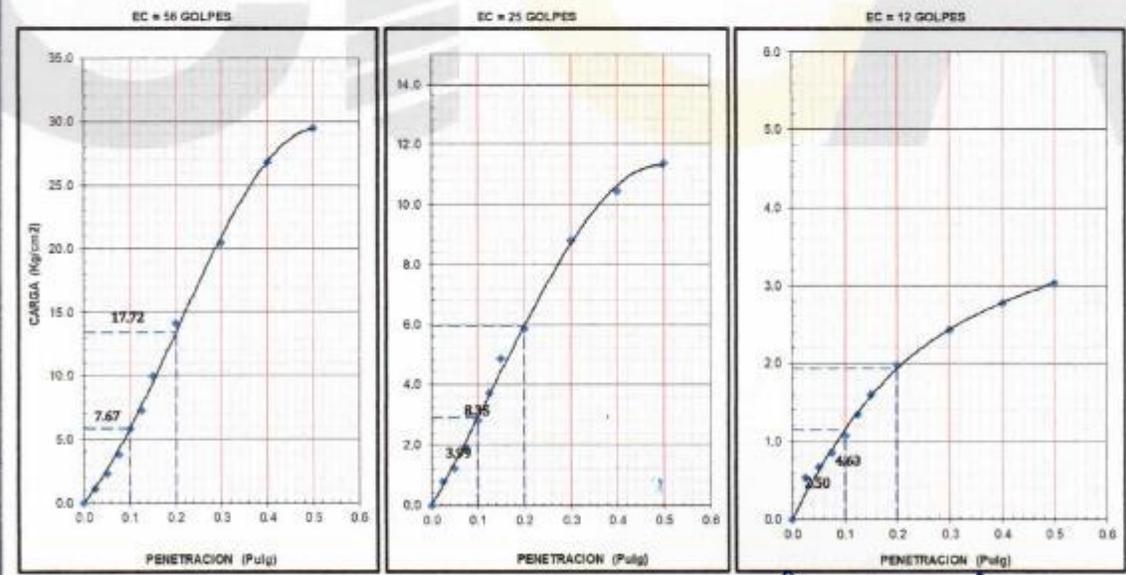
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	35.64
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	25.66

Datos del Proctor

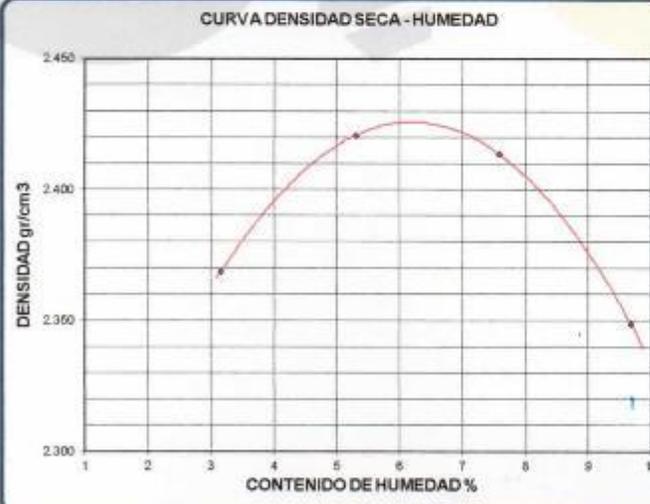
Densidad Seca	2.083	g/cc
Optimo Humedad	5.85	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL +2% CP + 10% EM



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 193300

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																																																																																																																																		
Provincia : HUANCAYO		Departamento : JUNIN																																																																																																																																
Cliete : A.B y C.V		Fecha : 16-01-22																																																																																																																																
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)																																																																																																																																		
CALICATA : Ca - 2		HECHO POR : J. QUISPE																																																																																																																																
PROGRESIVA : Km. 18+120		LADO : IZQUIERDO		REVISADO POR :																																																																																																																														
MUESTRA : M - 9		APROBADO POR :																																																																																																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Metodo de compactacion</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo humedo. + molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">6150</td> <td style="text-align: center;">6250</td> <td style="text-align: center;">6295</td> <td style="text-align: center;">6275</td> </tr> <tr> <td>2. Peso del molde</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> <td style="text-align: center;">3841</td> </tr> <tr> <td>3. Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">cc</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> <td style="text-align: center;">945</td> </tr> <tr> <td>4. Peso suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">2309</td> <td style="text-align: center;">2409</td> <td style="text-align: center;">2454</td> <td style="text-align: center;">2434</td> </tr> <tr> <td>5. Densidad suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.443</td> <td style="text-align: center;">2.549</td> <td style="text-align: center;">2.597</td> <td style="text-align: center;">2.576</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE HUMEDAD</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. Capsula N°</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>7. Peso del suelo humedo.+ capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">151.0</td> <td style="text-align: center;">157.0</td> <td style="text-align: center;">156.0</td> <td style="text-align: center;">150.0</td> </tr> <tr> <td>8. Peso del suelo seco+capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">147.5</td> <td style="text-align: center;">150.5</td> <td style="text-align: center;">147.6</td> <td style="text-align: center;">141.0</td> </tr> <tr> <td>9. Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">3.5</td> <td style="text-align: center;">6.5</td> <td style="text-align: center;">8.4</td> <td style="text-align: center;">9.0</td> </tr> <tr> <td>10. Peso de la capsula</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">28.0</td> <td style="text-align: center;">37.0</td> <td style="text-align: center;">48.0</td> </tr> <tr> <td>11. Peso del suelo seco</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">110.5</td> <td style="text-align: center;">122.5</td> <td style="text-align: center;">110.6</td> <td style="text-align: center;">93.0</td> </tr> <tr> <td>12. Contenido de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">3.17</td> <td style="text-align: center;">5.31</td> <td style="text-align: center;">7.59</td> <td style="text-align: center;">9.68</td> </tr> <tr> <td>13. Promedio de cont. de humedad</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">3.17</td> <td style="text-align: center;">5.31</td> <td style="text-align: center;">7.59</td> <td style="text-align: center;">9.68</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCULO DE DENSIDAD SEGA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14. Densidad seca del suelo</td> <td style="text-align: center;">g/cc</td> <td style="text-align: center;">2.368</td> <td style="text-align: center;">2.421</td> <td style="text-align: center;">2.414</td> <td style="text-align: center;">2.348</td> </tr> </table>					Metodo de compactacion					A	Numero de golpes					25	Numero de capas					5	CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA								1	2	3	4	1. Peso suelo humedo. + molde	g	6150	6250	6295	6275	2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945	4. Peso suelo humedo	g	2309	2409	2454	2434	5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.443	2.549	2.597	2.576	CALCULO DE HUMEDAD						6. Capsula N°		2	3	4	7	7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	151.0	157.0	156.0	150.0	8. Peso del suelo seco+capsula	g	147.5	150.5	147.6	141.0	9. Peso del agua	g	3.5	6.5	8.4	9.0	10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0	11. Peso del suelo seco	g	110.5	122.5	110.6	93.0	12. Contenido de humedad	%	3.17	5.31	7.59	9.68	13. Promedio de cont. de humedad	%	3.17	5.31	7.59	9.68	CALCULO DE DENSIDAD SEGA						14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.368	2.421	2.414	2.348
Metodo de compactacion					A																																																																																																																													
Numero de golpes					25																																																																																																																													
Numero de capas					5																																																																																																																													
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA																																																																																																																																		
		1	2	3	4																																																																																																																													
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6150	6250	6295	6275																																																																																																																													
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841																																																																																																																													
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945																																																																																																																													
4. Peso suelo humedo	g	2309	2409	2454	2434																																																																																																																													
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.443	2.549	2.597	2.576																																																																																																																													
CALCULO DE HUMEDAD																																																																																																																																		
6. Capsula N°		2	3	4	7																																																																																																																													
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	151.0	157.0	156.0	150.0																																																																																																																													
8. Peso del suelo seco+capsula	g	147.5	150.5	147.6	141.0																																																																																																																													
9. Peso del agua	g	3.5	6.5	8.4	9.0																																																																																																																													
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0																																																																																																																													
11. Peso del suelo seco	g	110.5	122.5	110.6	93.0																																																																																																																													
12. Contenido de humedad	%	3.17	5.31	7.59	9.68																																																																																																																													
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.17	5.31	7.59	9.68																																																																																																																													
CALCULO DE DENSIDAD SEGA																																																																																																																																		
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.368	2.421	2.414	2.348																																																																																																																													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DE LA GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Certificado:</td> </tr> <tr> <td>Finos < No 4</td> <td style="text-align: right;">86.3 %</td> </tr> <tr> <td>Gruesos > No 4, < 3/4"</td> <td style="text-align: right;">13.7 %</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad optima (%)</td> <td style="text-align: right;">6.03</td> </tr> <tr> <td>Densidad Maxima (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">2.423</td> </tr> </table> <p>Observaciones:</p> <p>- MATERIAL NATURAL + 5% CP + 5% EM</p> </div> </div>					DATOS DE LA GRANULOMETRIA		Certificado:		Finos < No 4	86.3 %	Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %	RESULTADOS		Humedad optima (%)	6.03	Densidad Maxima (g/cm ³)	2.423																																																																																																																
DATOS DE LA GRANULOMETRIA																																																																																																																																		
Certificado:																																																																																																																																		
Finos < No 4	86.3 %																																																																																																																																	
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %																																																																																																																																	
RESULTADOS																																																																																																																																		
Humedad optima (%)	6.03																																																																																																																																	
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.423																																																																																																																																	

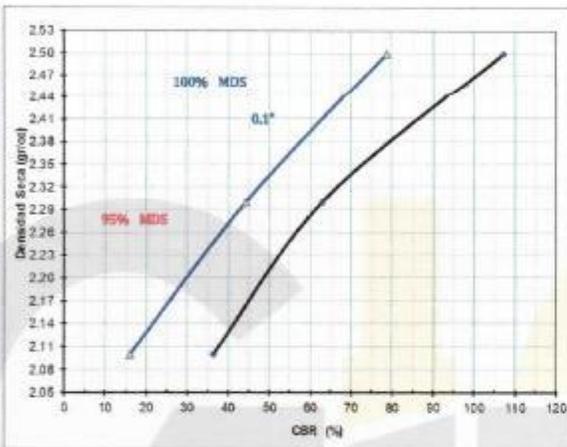
Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 R.C.O. CIP N° 152059

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B.y.C.V	Fecha	: 20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 2	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 18+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 9		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



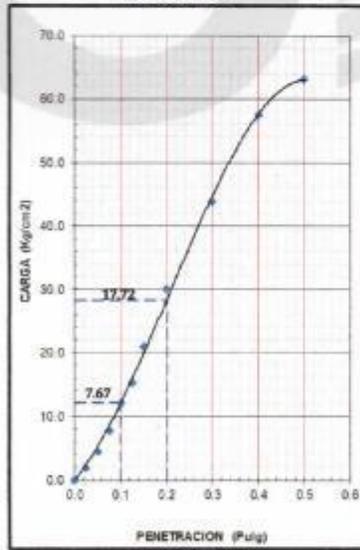
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	77.27
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	55.63

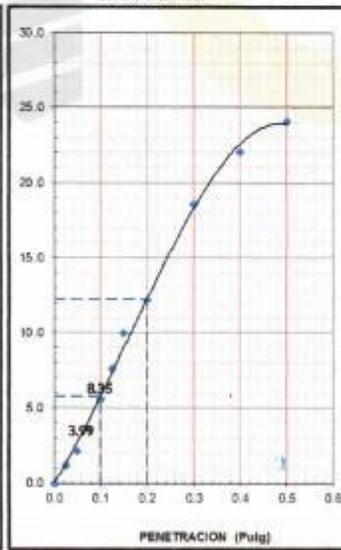
Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.423	g/cc
Optimo Humedad	6.03	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL +5% CP + 5% EM

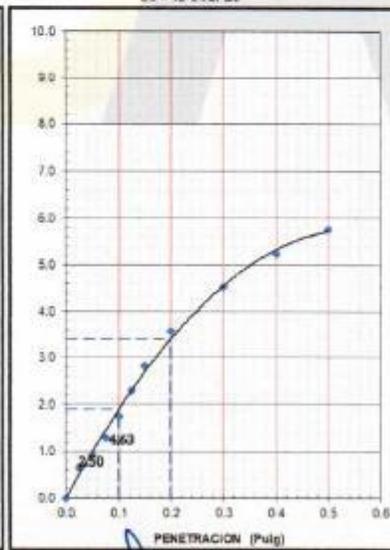
EC = 50 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. *Alfonso E. Camayo Ginche*
Ingeniero de Geotecnia
REG. CIP N° 153950

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 16-01-22

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2000)**

CALICATA : Ca - 2
PROGRESIVA : Km. 18+120
MUESTRA : M - 10
LADO : IZQUIERDO
HECHO POR : J. QUISPE
REVISADO POR :
APROBADO POR :

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	8150	8000	8330	8021
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2309	2459	2489	2480
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.443	2.602	2.634	2.624
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo + capsula	g	182.0	180.0	160.0	150.0
8. Peso del suelo seco + capsula	g	173.0	167.5	147.7	137.5
9. Peso del agua	g	9.0	12.5	12.3	12.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	136.0	139.5	110.7	89.5
12. Contenido de humedad	%	6.62	8.96	11.11	13.97
13. Promedio de cont. de humedad	%	6.62	8.96	11.11	13.97
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.292	2.388	2.370	2.303



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	9.42
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.388

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP + 5% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. *Alfredo E. Camayo Ginche*
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193506



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																			
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN																		
Cliente : A.B y C.V	Fecha : 20-01-22																		
ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.) (MTC E132 - 2000)																			
CALICATA : Ca - 2	HECHO POR : J. QUISPE																		
PROGRESIVA : Km 18+120	REVISADO POR :																		
MUESTRA : M - 10	APROBADO POR :																		
LADO : IZQUIERDO																			
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR																			
	<table border="1"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.17:</td> <td>69.25</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.17:</td> <td>49.86</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Datos del Proctor</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca</td> <td>2.359</td> <td>g/cc</td> </tr> <tr> <td>Optimo Humedad</td> <td>9.42</td> <td>%</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES: - MATERIAL NATURAL + 10% CP + 5% EM</p>	RESULTADOS:			C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.17:	69.25	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.17:	49.86	Datos del Proctor			Densidad Seca	2.359	g/cc	Optimo Humedad	9.42	%
RESULTADOS:																			
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.17:	69.25																	
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.17:	49.86																	
Datos del Proctor																			
Densidad Seca	2.359	g/cc																	
Optimo Humedad	9.42	%																	
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Gestión
R.C.O. CIP N° 153350



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE								
OBRA: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON CEMENTO PORTLAND Y EMULSION ASFAI								
PROGRESIVA: KM 18+120								
CAUCUTA N° 2								
Diámetro	5.5	cm.						
Alt. Inicial	15.00	cm.						
Area	23.76	cm ² ,						
Volumen	356.37	cm ³ ,						
P. Humedo	423	gr.						
P. Unitario	1.19	gr/cm ³						
Alt. Final	14.59	cm.						

Muestra	Δh (m.m.)	ϵ	1- ϵ	Ac (cm ²)	C (Nw)	Resistencia	σ (Kg/cm ²)	ϵ %
SN	4.15	0.02767	0.97233	24.43	141.51	14.440	0.59	2.77
SN + 2% CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	299.88	30.600	1.25	2.77
SN+5 %CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	507.00	51.000	2.21	2.77
SN+10 %CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	933.16	95.220	3.90	2.77
SN+2 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	268.81	27.430	1.12	2.77
SN+5 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	430.32	43.910	1.80	2.77
SN+10%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	137.10	13.990	0.57	2.77
SN+2 %CP+10%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	312.52	31.890	1.31	2.77
SN+5 %CP+5%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	586.43	59.840	2.45	2.77
SN+10%CP+2 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	420.52	42.910	1.76	2.77

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Apolito E. Camayo Gincbe
Ingeniero de Geotecnia
R.S.O. CIP N° 123308

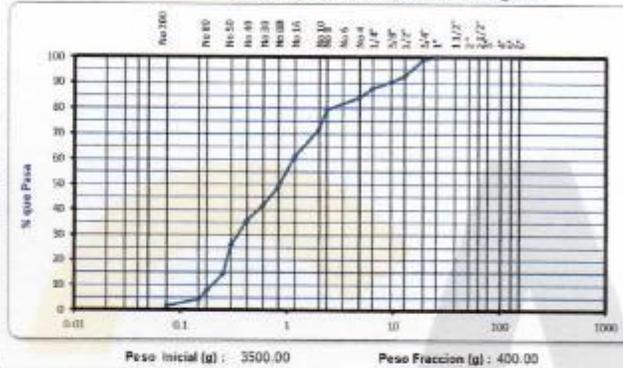
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	AJUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	10-01-22
CALICATA	Ca - 3	HECHO POR	J. QUISPE
PROGRESIVA	Km. 09+120	REVISADO POR	
MUESTRA	M - 1	APROBADO POR	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107 - 2000)

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050	33.60	1.0	1.0	99.04
1/2"	12.700	226.77	6.5	7.4	92.56
3/8"	9.525	81.48	2.3	9.8	90.23
1/4"	6.350	88.38	2.5	12.3	87.73
No. 4	4.750	119.29	3.4	15.7	84.32
No. 8	2.360	22.99	4.8	20.5	79.48
No. 10	2.000	36.56	7.7	28.2	71.77
No. 16	1.190	50.79	10.7	38.9	61.06
No. 20	0.834	56.54	11.9	50.9	48.14
No. 30	0.600	35.61	7.5	58.4	41.64
No. 40	0.420	27.60	5.8	64.2	35.82
No. 50	0.300	46.21	9.7	73.9	26.08
No. 60	0.250	55.45	11.7	85.6	14.39
No. 80	0.177	32.43	6.8	92.4	7.55
No. 100	0.149	14.60	3.1	95.6	4.43
No. 200	0.075	13.08	2.6	98.3	1.67
-200		7.93	1.7	100.0	

CLASIFICACIÓN SUCS : SP
CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-4(0)

- Arena pobremente graduada con grava

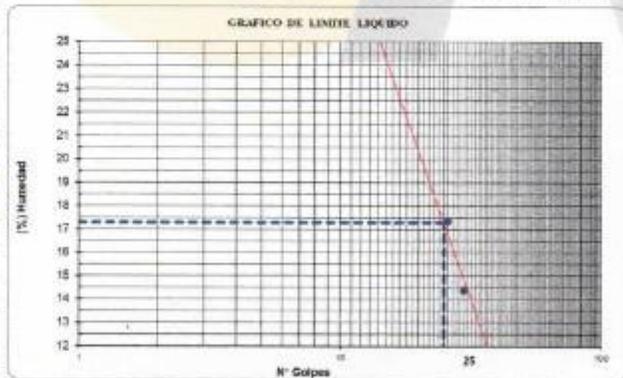


DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL

	LIMITE PLASTICO MTC E 111 - 2000	HUM. NAT. MTC E 108
Capítulo No.	1	2
Peso de la Capsula (g)	4.68	4.07
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	25.00	27
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	23.00	24.68
Peso del Agua (g)	2.00	2.32
Peso del Suelo Seco (g)	18.44	20.61
Contenido de Humedad (%)	10.85	11.25
PROMEDIO	11.05	

CONSTANTES FISICAS

LIMITE LIQUIDO : 17.31 LIMITE PLASTICO : 11.05 IND. PLASTICIDAD : 6.26



	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)		
	1	2	3
Capítulo No.			
Peso de la Capsula (g)	10.26	9.34	9.5
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	28.26	26.52	26.16
Peso de la Capsula+Suelo Seco (g)	26.00	23	23.70
Numero de Golpes	30	13	26
Peso del agua (g)	2.26	3.52	2.46
Peso del Suelo Seco (g)	15.74	13.46	14.20
Contenido de Humedad (%)	14.36	26.15	17.32

Observaciones:
MATERIAL NATURAL

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Gjinche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 15356

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Ciudad : A.B.Y.C.V	Fecha : 11-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 1	APROBADO POR :
LADO : DERECHO	

Metodo de compactacion	A			
Numero de golpes	25			
Numero de capas	5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA				
	1	2	3	4
1. Peso suelo humedo, + molde	5950	6030	6100	5973
2. Peso del molde	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	2109	2189	2259	2132
5. Densidad suelo humedo	2.232	2.316	2.390	2.256
CALCULO DE HUMEDAD				
6. Capsula N°	2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo + capsula	111.0	120.0	128.0	190.0
8. Peso del suelo seco + capsula	107.8	115.0	120.5	177.0
9. Peso del agua	3.2	5.0	7.5	13.0
10. Peso de la capsula	48.0	39.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	59.8	76.0	83.5	129.0
12. Contenido de humedad	5.35	6.58	8.98	10.08
13. Promedio de cont. de humedad	5.35	6.58	8.98	10.08
CALCULO DE DENSIDAD SECA				
14. Densidad seca del suelo	2.118	2.173	2.193	2.050



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	84.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	15.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	7.02
Densidad Maxima (g/cm³)	2.210

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL

Services Construction and Geotechnical Engineering

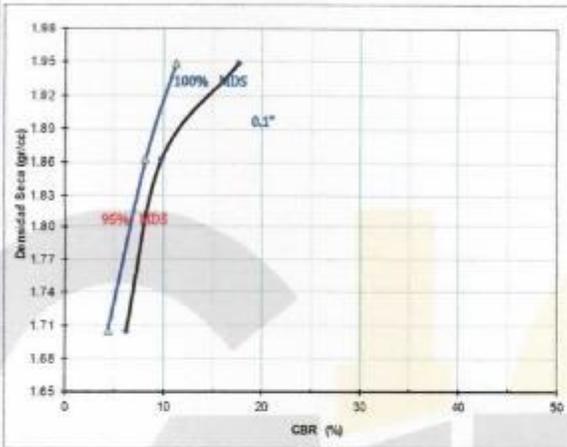
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
R.C.O. CIP N° 15350

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	15-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALIGATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 1		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	11.05
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5.34

Datos del Proctor

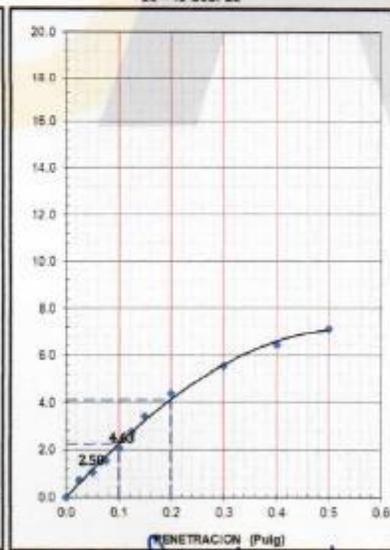
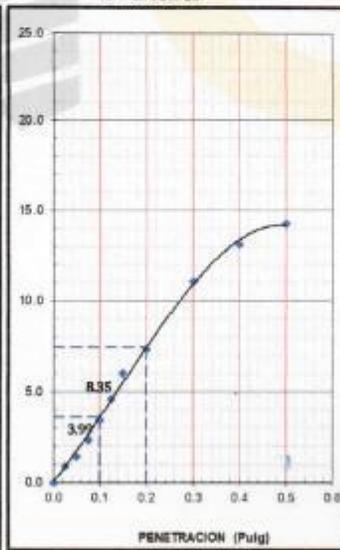
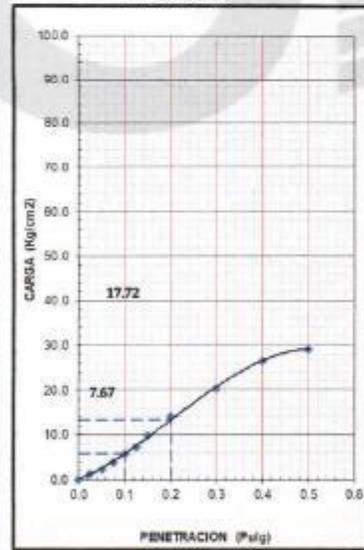
Densidad Seca	2.210	g/cm³
Óptimo Humedad	7.02	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
R.E.G. CIP N° 193550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente : A.By.C.V	Fecha : 14-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	LADO : DERECHO
MUESTRA : M - 2	REVISADO POR :
	APROBADO POR :

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	5920	6152	6180	5995
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2079	2311	2339	2154
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.200	2.446	2.475	2.279
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula NP		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	106.0	112.0	131.0	165.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	103.5	107.0	124.0	154.0
9. Peso del agua	g	2.5	5.0	7.0	11.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	66.5	79.0	87.0	106.0
12. Contenido de humedad	%	3.76	6.33	8.05	10.38
13. Promedio de cont. de humedad	%	3.76	6.33	8.05	10.38
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.120	2.300	2.291	2.065



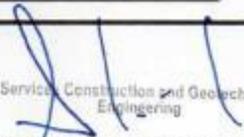
CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	7.10
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.304

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% CP

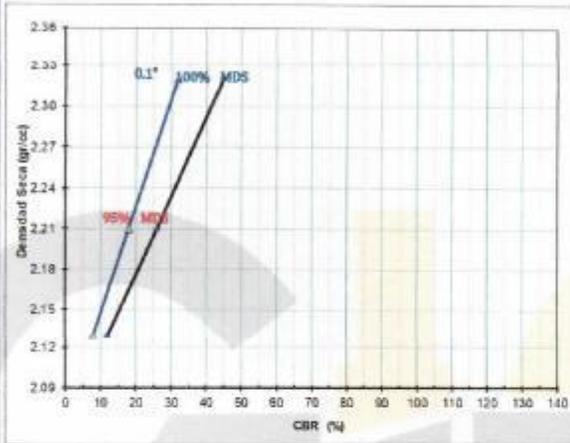
Services Construction and Geotechnical Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 R.E.C. CIP N° 152259

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E192 - 2000)

CALICATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 2		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

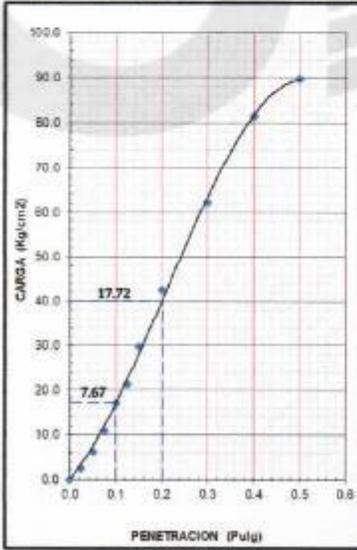
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1%	30.29
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1%	14.63

Datos del Proctor

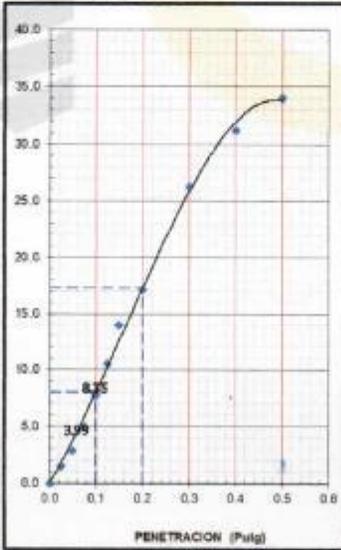
Densidad Seca	2.304	g/cc
Optimo Humedad	7.10	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 2% CP

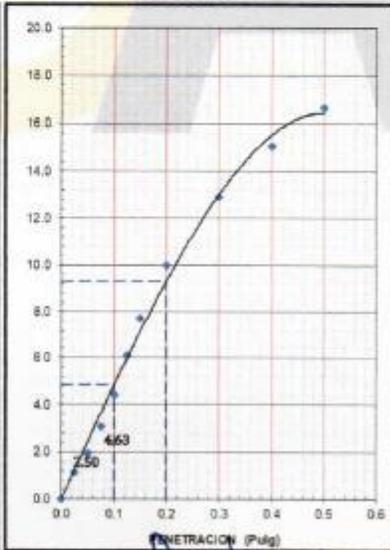
EC = 56 GOLPES



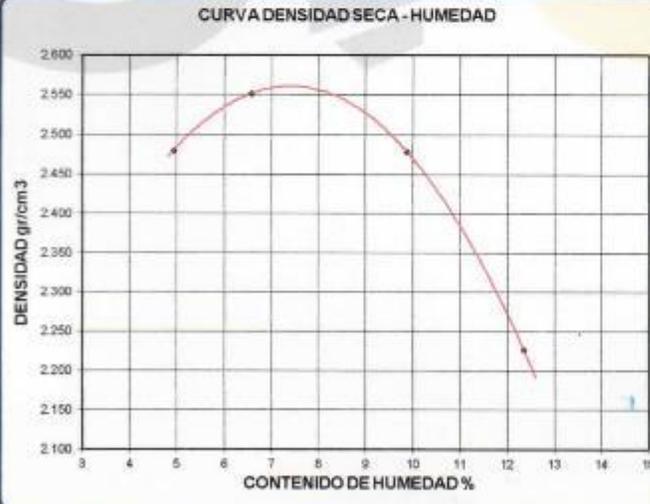
EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. *Asiffo E. Camayo Ginche*
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 152550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND																																																																																																																									
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN																																																																																																																								
Cliete : A.B.y.C.V	Fecha : 14-01-22																																																																																																																								
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)																																																																																																																									
CALICATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE																																																																																																																								
PROGRESIVA : Km. 09+120	REVISADO POR :																																																																																																																								
MUESTRA : M - 3	APROBADO POR :																																																																																																																								
LADO : DERECHO																																																																																																																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Metodo de compactacion</td> <td colspan="4">A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Numero de golpes</td> <td colspan="4">25</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Numero de capas</td> <td colspan="4">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo humedo. + molde</td> <td>g</td> <td>6300</td> <td>6410</td> <td>6415</td> <td>6205</td> </tr> <tr> <td>2. Peso del molde</td> <td>g</td> <td>3841</td> <td>3841</td> <td>3841</td> <td>3841</td> </tr> <tr> <td>3. Volumen del molde</td> <td>cc</td> <td>945</td> <td>945</td> <td>945</td> <td>945</td> </tr> <tr> <td>4. Peso suelo humedo</td> <td>g</td> <td>2459</td> <td>2569</td> <td>2574</td> <td>2364</td> </tr> <tr> <td>5. Densidad suelo humedo</td> <td>g/cc</td> <td>2.602</td> <td>2.719</td> <td>2.724</td> <td>2.502</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CALCULO DE HUMEDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. Capsula N°</td> <td></td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>7. Peso del suelo humedo.+ capsula</td> <td>g</td> <td>105.0</td> <td>114.0</td> <td>126.0</td> <td>125.0</td> </tr> <tr> <td>8. Peso del suelo seco+capsula</td> <td>g</td> <td>101.8</td> <td>108.7</td> <td>118.0</td> <td>114.0</td> </tr> <tr> <td>9. Peso del agua</td> <td>g</td> <td>3.2</td> <td>5.3</td> <td>8.0</td> <td>11.0</td> </tr> <tr> <td>10. Peso de la capsula</td> <td>g</td> <td>37.0</td> <td>28.0</td> <td>37.0</td> <td>25.0</td> </tr> <tr> <td>11. Peso del suelo seco</td> <td>g</td> <td>64.8</td> <td>80.7</td> <td>81.0</td> <td>89.0</td> </tr> <tr> <td>12. Contenido de humedad</td> <td>%</td> <td>4.94</td> <td>6.57</td> <td>9.88</td> <td>12.36</td> </tr> <tr> <td>13. Promedio de cont. de humedad</td> <td>%</td> <td>4.94</td> <td>6.57</td> <td>9.88</td> <td>12.36</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CALCULO DE DENSIDAD SECA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14. Densidad seca del suelo</td> <td>g/cc</td> <td>2.480</td> <td>2.551</td> <td>2.479</td> <td>2.226</td> </tr> </table>		Metodo de compactacion		A				Numero de golpes		25				Numero de capas		5				CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA		1	2	3	4	1. Peso suelo humedo. + molde	g	6300	6410	6415	6205	2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841	3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945	4. Peso suelo humedo	g	2459	2569	2574	2364	5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.602	2.719	2.724	2.502	CALCULO DE HUMEDAD						6. Capsula N°		2	3	4	7	7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	105.0	114.0	126.0	125.0	8. Peso del suelo seco+capsula	g	101.8	108.7	118.0	114.0	9. Peso del agua	g	3.2	5.3	8.0	11.0	10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	25.0	11. Peso del suelo seco	g	64.8	80.7	81.0	89.0	12. Contenido de humedad	%	4.94	6.57	9.88	12.36	13. Promedio de cont. de humedad	%	4.94	6.57	9.88	12.36	CALCULO DE DENSIDAD SECA						14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.480	2.551	2.479	2.226
Metodo de compactacion		A																																																																																																																							
Numero de golpes		25																																																																																																																							
Numero de capas		5																																																																																																																							
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA		1	2	3	4																																																																																																																				
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6300	6410	6415	6205																																																																																																																				
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841																																																																																																																				
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945																																																																																																																				
4. Peso suelo humedo	g	2459	2569	2574	2364																																																																																																																				
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.602	2.719	2.724	2.502																																																																																																																				
CALCULO DE HUMEDAD																																																																																																																									
6. Capsula N°		2	3	4	7																																																																																																																				
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	105.0	114.0	126.0	125.0																																																																																																																				
8. Peso del suelo seco+capsula	g	101.8	108.7	118.0	114.0																																																																																																																				
9. Peso del agua	g	3.2	5.3	8.0	11.0																																																																																																																				
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	25.0																																																																																																																				
11. Peso del suelo seco	g	64.8	80.7	81.0	89.0																																																																																																																				
12. Contenido de humedad	%	4.94	6.57	9.88	12.36																																																																																																																				
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.94	6.57	9.88	12.36																																																																																																																				
CALCULO DE DENSIDAD SECA																																																																																																																									
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.480	2.551	2.479	2.226																																																																																																																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">DATOS DE LA GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Certificado:</td> </tr> <tr> <td>Finos < No 4</td> <td>86.3 %</td> </tr> <tr> <td>Gruesos > No 4, < 3/4"</td> <td>13.7 %</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad optima (%)</td> <td>7.21</td> </tr> <tr> <td>Densidad Maxima (g/cm³)</td> <td>2.561</td> </tr> </table> <p>Observaciones:</p> <p>- MATERIAL NATURAL + 5% CP</p> </div> </div>		DATOS DE LA GRANULOMETRIA		Certificado:		Finos < No 4	86.3 %	Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %	RESULTADOS		Humedad optima (%)	7.21	Densidad Maxima (g/cm ³)	2.561																																																																																																										
DATOS DE LA GRANULOMETRIA																																																																																																																									
Certificado:																																																																																																																									
Finos < No 4	86.3 %																																																																																																																								
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %																																																																																																																								
RESULTADOS																																																																																																																									
Humedad optima (%)	7.21																																																																																																																								
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.561																																																																																																																								

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
R.C.C. CIP N° 153350

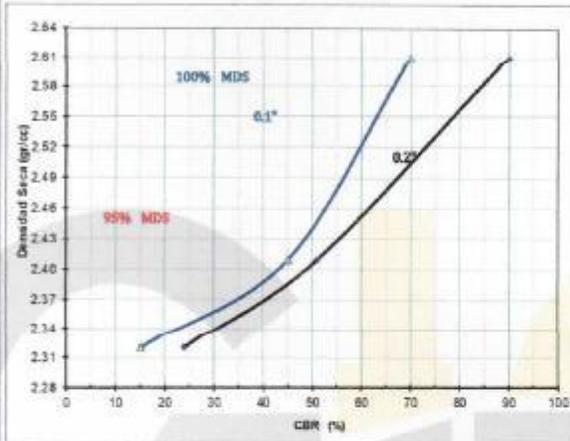
Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2004)

CALIGATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 3	APROBADO POR :

LADO : DERECHO

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1*	69.15
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1*	33.40

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.561	g/cc
Optimo Humedad	7.21	%

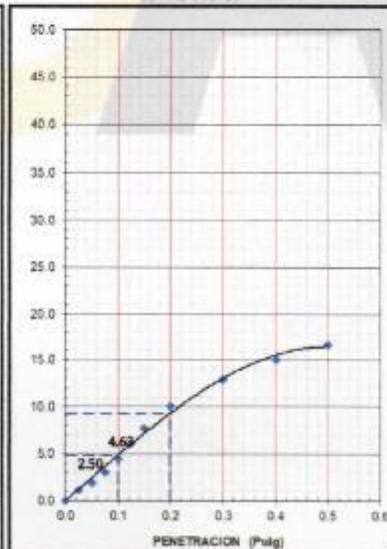
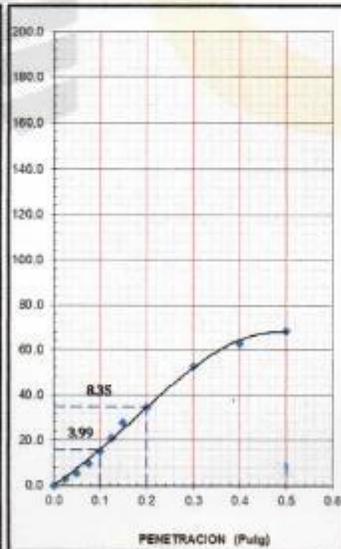
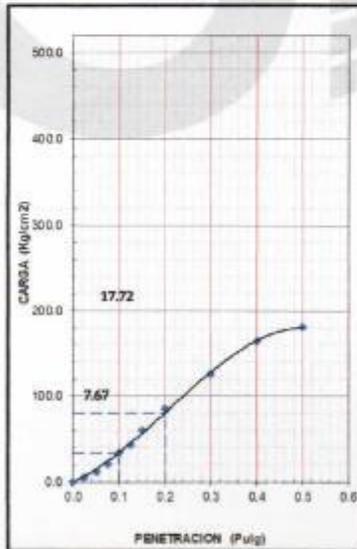
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 5% CP

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO			Departamento : JUNIN	
Cliente : A.B.Y.C.V			Fecha : 14-01-22	
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALICATA : Ca - 3		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 09+120		LADO : DERECHO	REVISADO POR :	
MUESTRA : M - 4		APROBADO POR :		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6400	6755	6710	6610
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2559	2914	2869	2769
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.708	3.064	3.036	2.930
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo + capsula	g	104.0	113.0	125.0	124.0
8. Peso del suelo seco + capsula	g	101.0	107.0	116.5	115.0
9. Peso del agua	g	3.0	6.0	8.5	9.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	64.0	79.0	79.5	67.0
12. Contenido de humedad	%	4.69	7.59	10.69	13.43
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.69	7.59	10.69	13.43
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.587	2.866	2.743	2.583

CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD



DENSIDAD gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD %

DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

Finos < No 4 86.3 %

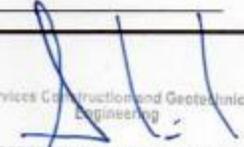
Gruesos > No 4, < 3/4" 13.7 %

RESULTADOS

Humedad optima (%)	7.99
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.896

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP

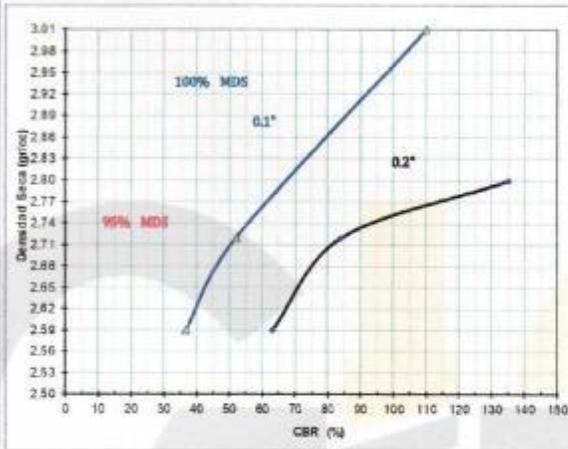
Services Construction and Geotechnical Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Gutche
 Gerente de Geotecnia
 R.O. CIP N° 15330

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 18-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 4		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1*	107.24
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1*	51.80

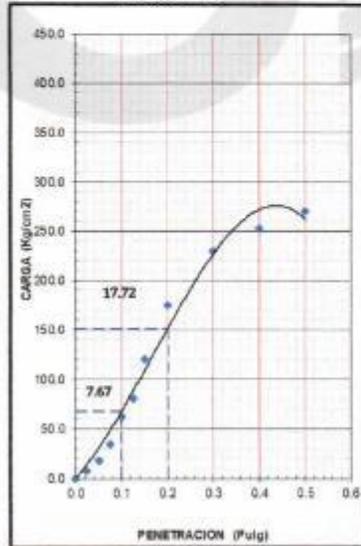
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.896	g/cc
Optimo Humedad	7.98	%

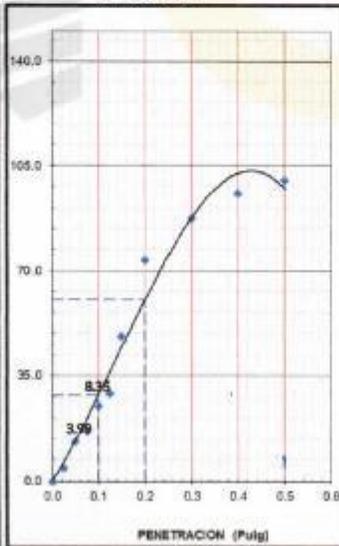
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP

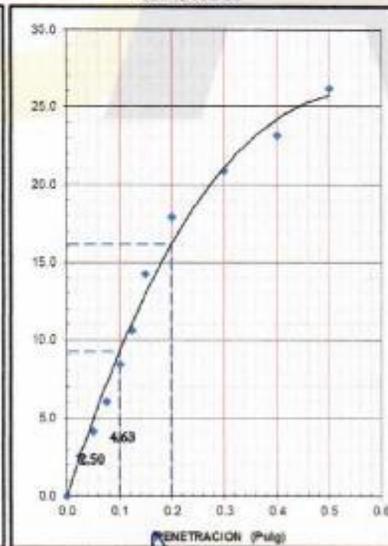
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

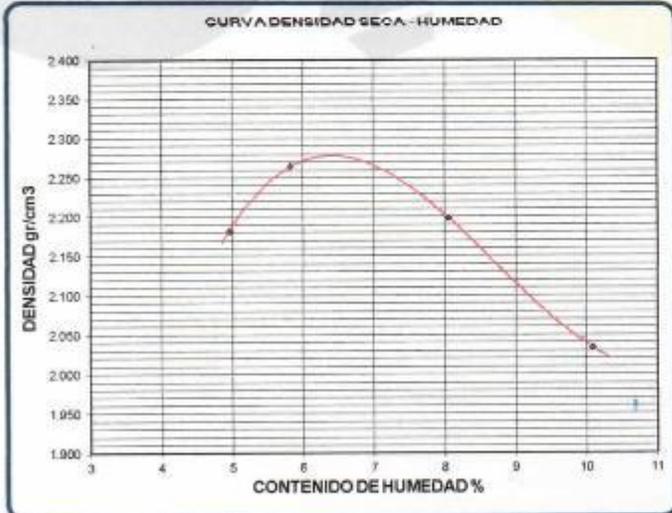


Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Alfonso E. Camayo Gincie
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 15359

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO			Departamento : JUNIN	
Cliente : A.B.Y.C.V			Fecha : 15-01-22	
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALICATA : Ca - 3		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 09+120		LADO : DERECHO		
MUESTRA : M - 5		REVISADO POR :		
		APROBADO POR :		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6005	6105	6085	5956
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2164	2264	2244	2115
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.290	2.396	2.375	2.238
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	111.0	117.0	116.1	110.2
8. Peso del suelo seco+capsula	g	107.5	112.1	110.2	104.5
9. Peso del agua	g	3.5	4.9	5.9	5.7
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	70.5	84.1	73.2	56.5
12. Contenido de humedad	%	4.96	5.83	8.06	10.09
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.96	5.83	8.06	10.09
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.182	2.264	2.197	2.033



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	6.33
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.263

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% EM

Services Construction and Geotechnical
Engineering

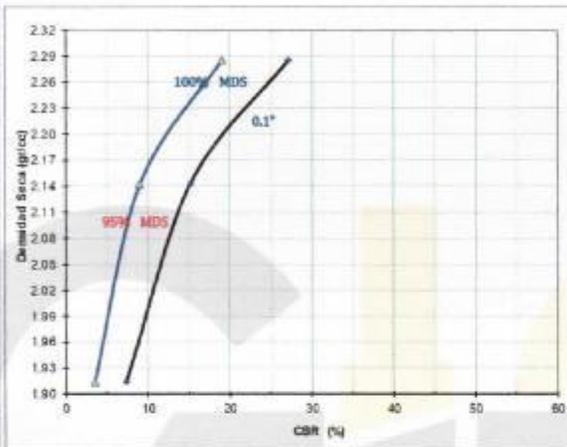
Ing. Adolfo E. Camayo Gincbe
Perito de Geotecnia
REG. CIP N° 152150

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 5		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

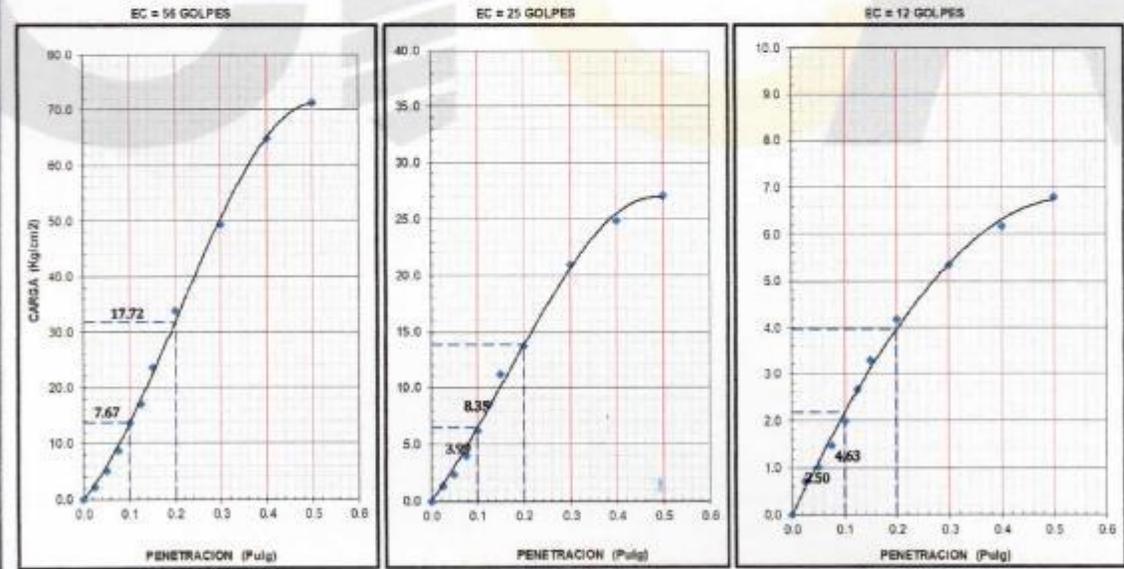


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.78
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	9.07

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.253	g/cc
Optimo Humedad	6.33	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 2% EM



Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 123550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO		Departamento : JUNIN		
Cliente : A.B.Y.C.V		Fecha : 15-01-22		
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALCATA : Ca - 3		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 09+120		LADO : IZQUIERDO	REVISADO POR :	
MUESTRA : M - 6		APROBADO POR :		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6220	6292	6302	6204
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2379	2451	2461	2363
6. Densidad suelo humedo	g/cc	2.517	2.594	2.604	2.501
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	110.0	118.0	117.0	111.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	108.1	114.6	112.1	106.2
9. Peso del agua	g	1.9	3.4	4.9	4.8
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	71.1	86.6	75.1	58.2
12. Contenido de humedad	%	2.67	3.93	6.52	8.25
13. Promedio de cont. de humedad	%	2.67	3.93	6.52	8.25
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.452	2.496	2.445	2.310



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	4.82
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.600

Observaciones:

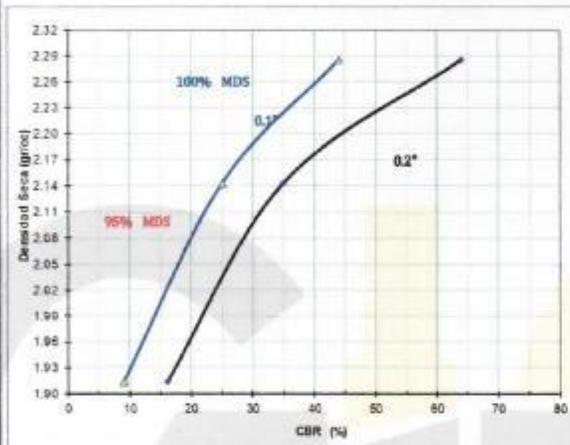
- MATERIAL NATURAL + 5% EM

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 3	LADO : IZQUIERDO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	REVISADO POR :	
MUESTRA : M - 5	APROBADO POR :	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



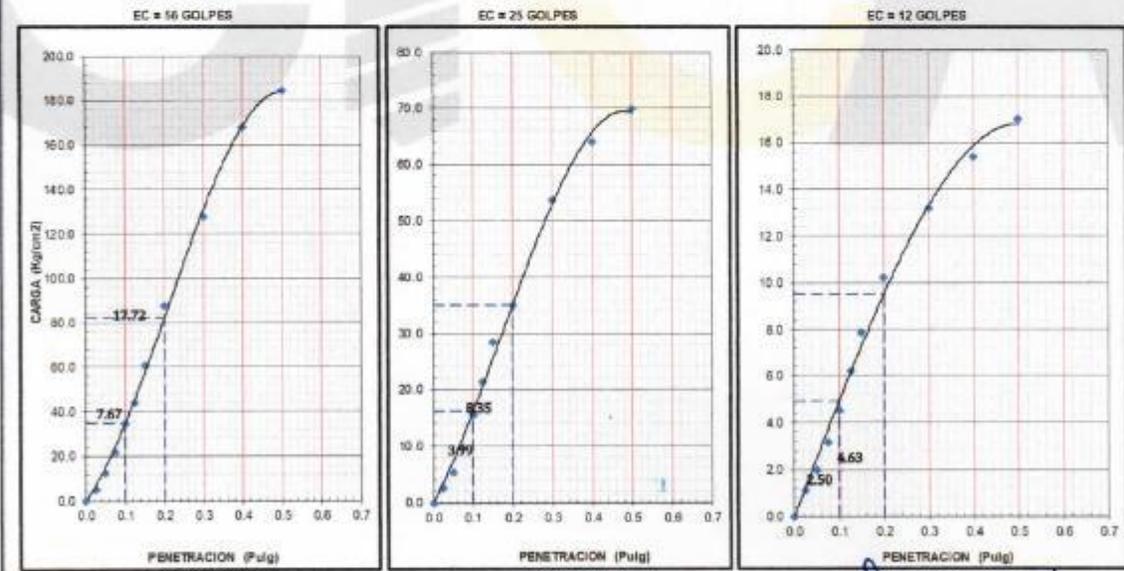
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	42.13
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	20.35

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.500	g/cc
Optimo Humedad	4.82	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 5% EM



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. *Julio E. Camayo Ginche*
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 123250

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente : A.B.y.C.V	Fecha : 15-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 7	APROBADO POR :
LADO : DERECHO	

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo, + molde	g	6900	6900	6900	6900
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1959	2039	2049	2039
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.073	2.158	2.168	2.158
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo, + capsula	g	111.0	117.0	116.0	110.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	108.9	113.7	111.9	105.5
9. Peso del agua	g	2.1	3.3	4.1	4.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	71.9	85.7	74.9	57.5
12. Contenido de humedad	%	2.92	3.85	5.47	7.83
13. Promedio de cont. de humedad	%	2.92	3.85	5.47	7.83
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.014	2.078	2.056	2.001



CURVA DENSIDAD SEGA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	4.07
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.079

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 10% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering

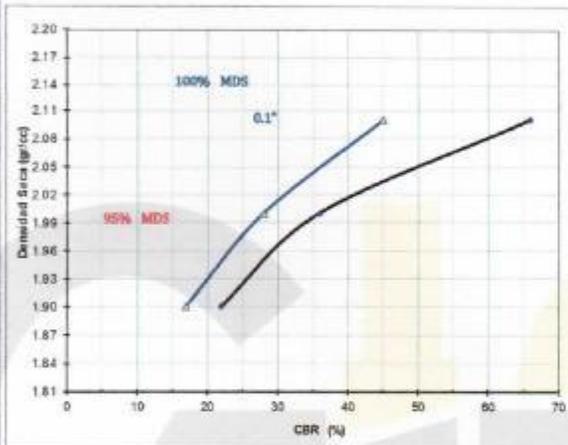
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 13350

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 19-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTG E132 - 2000)

CALIGATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 7		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



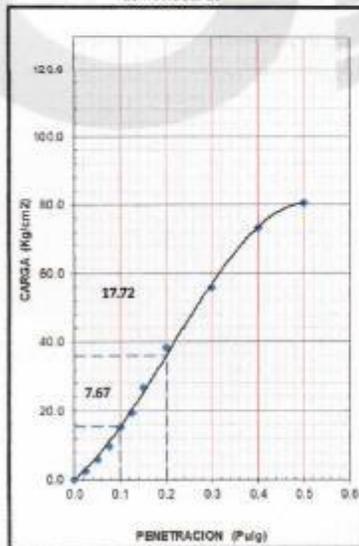
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	38.42
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.56

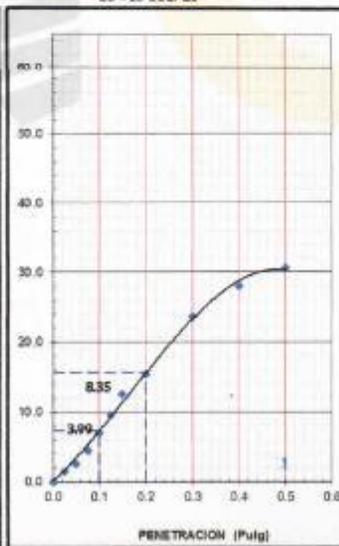
Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.079	g/cc
Optimo Humedad	4.07	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 10% EM

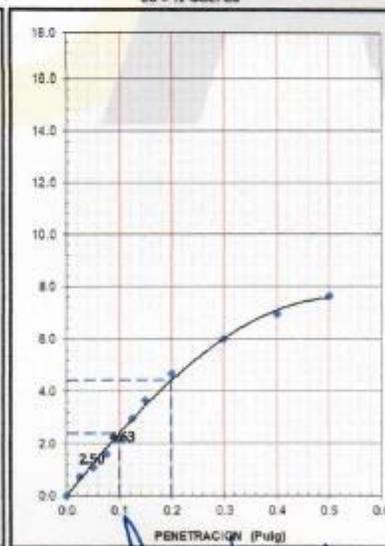
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

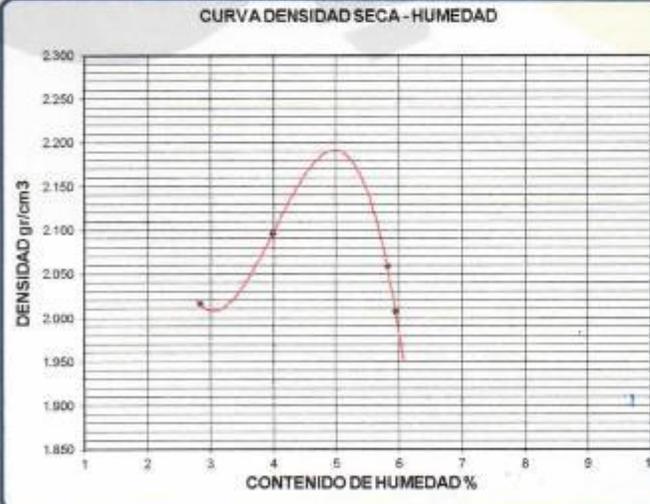


Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Alfonso E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 152550

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO		Departamento : JUNIN		
Cliente : A.B.Y.C.V		Fecha : 16-01-22		
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALICATA : Ca - 3		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 09+120		LADO : DERECHO	REVISADO POR :	
MUESTRA : M - 8		APROBADO POR :		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	3800	3800	3889	3801
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	1959	2059	2058	2010
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.073	2.179	2.178	2.127
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	131.4	137.5	137.1	130.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	128.8	133.3	131.6	125.4
9. Peso del agua	g	2.6	4.2	5.5	4.6
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	91.8	105.3	94.6	77.4
12. Contenido de humedad	%	2.83	3.99	5.81	5.94
13. Promedio de cont. de humedad	%	2.83	3.99	5.81	5.94
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.016	2.095	2.058	2.008



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DENSIDAD gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD %

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	5.23
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.191

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 2% CP + 10% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering

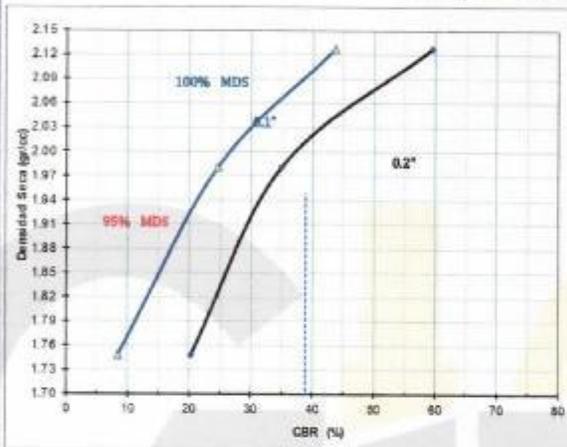
Ing. Adolfo E. Camayo Ginché
Gerente de Geotecnia
R.E.C. CIP N° 133650

Proyecto	: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	: HUANCAYO	Departamento	: JUNIN
Cliente	: A.B y C.V	Fecha	: 20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALICATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 8		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

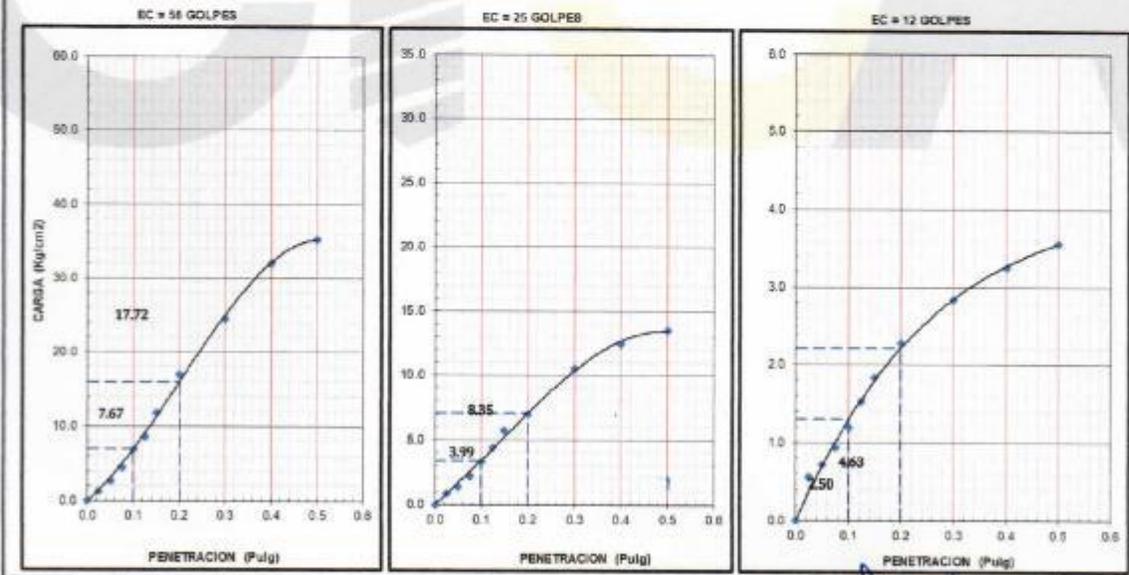


RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	41.92
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	20.25

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.191	g/cc
Optimo Humedad	5.23	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL +2% CP + 10% EM



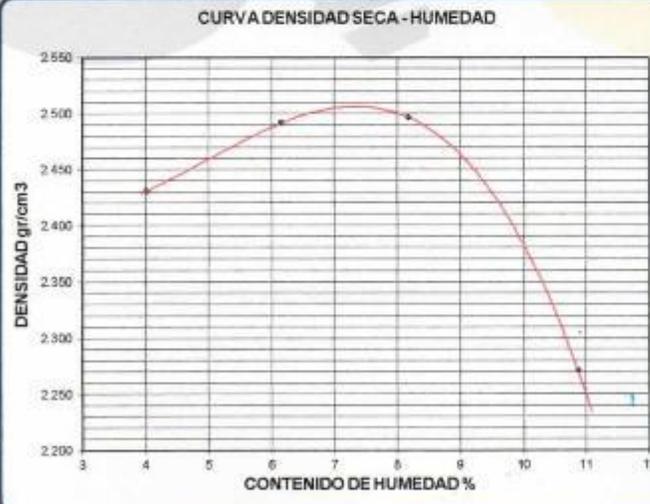
Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 15359

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND	
Provincia : HUANCAYO	Departamento : JUNIN
Cliente : A.B.Y.C.V	Fecha : 16-01-22
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)	
CALICATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	LADO : DERECHO
MUESTRA : M - 9	REVISADO POR :
APROBADO POR :	

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6230	6340	6393	6220
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2389	2499	2552	2379
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.528	2.644	2.701	2.517
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	151.2	157.3	156.0	156.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	146.8	149.8	147.0	140.0
9. Peso del agua	g	4.4	7.5	9.0	10.0
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	109.8	121.8	110.0	92.0
12. Contenido de humedad	%	4.01	6.16	8.18	10.87
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.01	6.16	8.18	10.87
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.431	2.491	2.496	2.271

CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

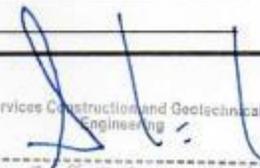


DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	96.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	7.42
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.514

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 5% CP + 5% EM

Services Construction and Geotechnical
 Engineering

 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 R.E.G. CIP N° 133550

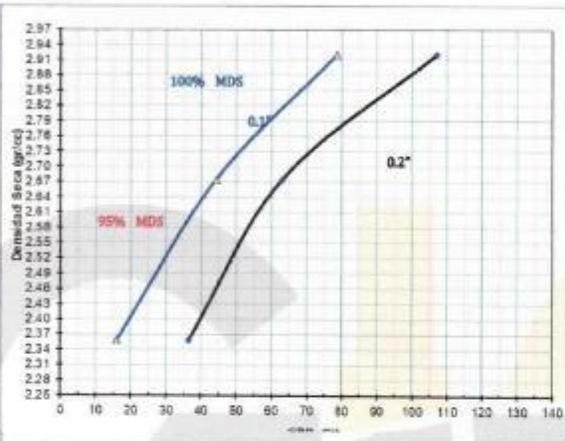
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTG E132 - 2000)

CALIGATA : Ca - 3	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120	REVISADO POR :
MUESTRA : M - 9	APROBADO POR :

LADO : DERECHO

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.1"	74.15
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.1"	35.81

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.514	g/cc
Optimo Humedad	7.42	%

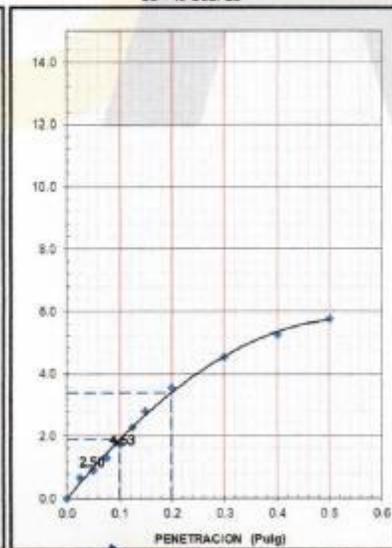
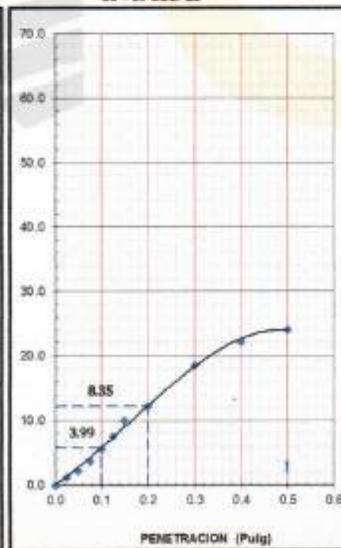
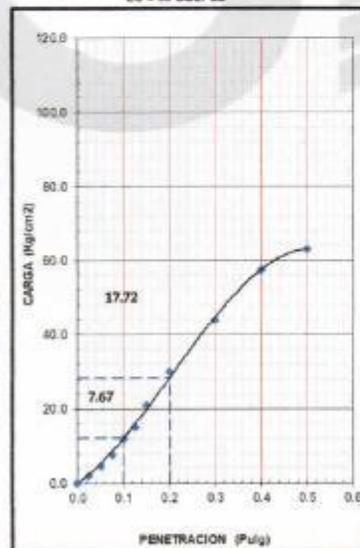
OBSERVACIONES:

- MATERIAL NATURAL +5% CP + 3% EM

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Alfonso E. Camayo Ginche
Ingeniero de Geotecnia
REG. CIP N° 153596

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND				
Provincia : HUANCAYO		Departamento : JUNIN		
Cliente : A.B.y.C.V		Fecha : 16-01-22		
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 115 - 2000)				
CALICATA : Ca - 3		HECHO POR : J. QUISPE		
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :		
MUESTRA : M - 10		APROBADO POR :		
LADO : DERECHO				

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					25
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
		1	2	3	4
1. Peso suelo humedo. + molde	g	6100	6190	6220	6230
2. Peso del molde	g	3841	3841	3841	3841
3. Volumen del molde	cc	945	945	945	945
4. Peso suelo humedo	g	2259	2349	2379	2389
5. Densidad suelo humedo	g/cc	2.390	2.499	2.517	2.529
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	3	4	7
7. Peso del suelo humedo.+ capsula	g	182.1	180.2	160.2	150.0
8. Peso del suelo seco+capsula	g	173.0	167.9	147.7	137.5
9. Peso del agua	g	9.1	12.3	12.5	12.5
10. Peso de la capsula	g	37.0	28.0	37.0	48.0
11. Peso del suelo seco	g	136.0	139.9	110.7	89.5
12. Contenido de humedad	%	6.69	8.79	11.29	13.97
13. Promedio de cont. de humedad	%	6.69	8.79	11.29	13.97
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	g/cc	2.241	2.285	2.262	2.218



CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD

DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	86.3 %
Gruesos > No 4, < 3/4"	13.7 %

RESULTADOS	
Humedad optima (%)	9.01
Densidad Maxima (g/cm ³)	2.274

Observaciones:

- MATERIAL NATURAL + 10% CP + 5% EM

Services Construction and Geotechnical Engineering

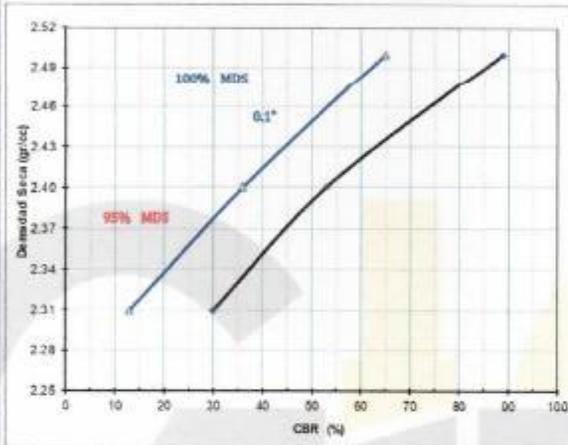
Ing. *Alfredo E. Camayo Ginche*
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 153559

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND		
Provincia	HUANCAYO	Departamento	JUNIN
Cliente	A.B y C.V	Fecha	20-01-22

ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E132 - 2000)

CALIGATA : Ca - 3	LADO : DERECHO	HECHO POR : J. QUISPE
PROGRESIVA : Km. 09+120		REVISADO POR :
MUESTRA : M - 10		APROBADO POR :

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:		
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	65.21
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	31.50

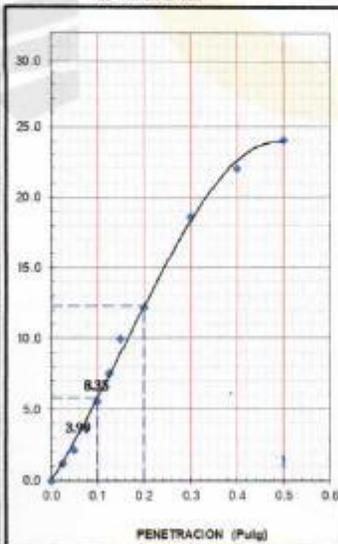
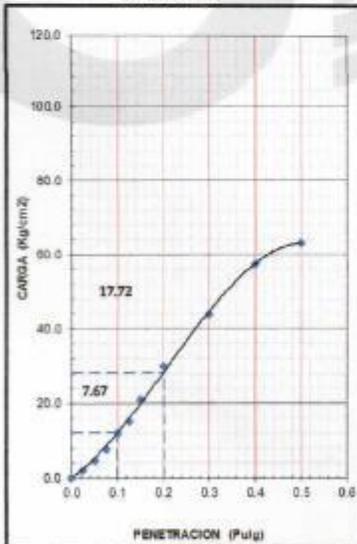
Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.274	g/cc
Optimo Humedad	9.01	%

OBSERVACIONES:
- MATERIAL NATURAL + 10% CP + 5% EM

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



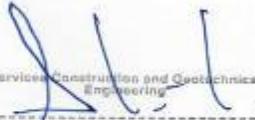
Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Gínelte
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 151158



SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE								
OBRA: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON CEMENTO PORTLAND Y EMULSION ASFAI								
PROGRESIVA: <u>KM 09+120</u>								
CALICATA N° <u>3</u>								
Diámetro	5.5	cm.						
Alt. Inicial	15.00	cm.						
Area	23.76	cm ² .						
Volumen	356.37	cm ³ .						
P. Humedo	423	gr.						
P. Unitario	1.19	gr/cm ³						
Alt. Final	14.59	cm.						
Muestra	Δh (m.m.)	ϵ	1- ϵ	Ac (cm ²)	C (Nw)	Resistencia	σ (Kg/cm ²)	ϵ %
SN	4.15	0.02767	0.97233	24.43	104.27	10.640	0.44	2.77
SN + 2% CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	258.33	26.360	1.08	2.77
SN+5 %CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	489.51	49.950	2.04	2.77
SN+10 %CP	4.15	0.02767	0.97233	24.43	874.75	89.260	3.65	2.77
SN+2 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	297.33	30.340	1.24	2.77
SN+5 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	385.92	39.380	1.61	2.77
SN+10%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	186.30	19.010	0.78	2.77
SN+2 %CP+10%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	293.12	29.910	1.22	2.77
SN+5 %CP+5%EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	445.02	45.410	1.86	2.77
SN+10%CP+2 %EM	4.15	0.02767	0.97233	24.43	322.71	32.930	1.35	2.77

Services Construction and Geotechnical
Engineering

 Ing. Edgardo E. Camayo Ginche
 Colegiado de Ingenieros
 N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; acamayo@gicaperu.com
 Pagina web: www.gicaperu.com
 Oficina: 064-595436, Movil: 981783290, 958914430, 979686370

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 0.1 Calicata (C-01) – KM 16+080 (Lado Derecho)
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.2 Calicata (C-02) – KM 18+120 (Lado Izquierdo)
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.3 Calicata (C-03) – KM 09+020 (Lado Izquierdo)
Fuente: Elaboración propia



Peso de Muestra para Ensayo de Proctor Modificado



Adición de Porcentaje de Agua - Ensayo Proctor Modificado



1 Muestra en el molde de Proctor modificado



Ilustración 2 Capas para la compactación - Ensayo Proctor modificado



Compactación - Proctor Modificado



Peso del Molde de CBR



Colocación de disco espaciador en el molde de CBR



Muestra para ensayo de CBR



Compactación de Cinco capas - Ensayo CBR



Peso del Molde con Muestra Compactada



Muestra con Pesas



Registro de Expansión del Suelo



Muestras siendo sumergidas en Agua



Muestra ya sumergidas en Agua



Ensayo de CBR Prensa de Rotura(Manual)



Ensayo de resistencia a la compresión



Muestra puesta en la prensa



Rotura de Probeta



Registro de resistencia. Resistencia a la compresión



Muestra con fisuras



Figura 0.4 Instrumentos para el Ensayo de Granulometría.
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.5 Ensayo de Límite Líquido (LL)
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.6 Ensayo de Límite Plástico (L.P.)
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.7 Equipos para el Ensayo de Proctor Modificado
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.8 Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)
Fuente: Elaboración propia



Figura 0.9 Ensayo de Compresión
Fuente: Elaboración propia

PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021							
Subproyecto	001	TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021				Fecha presupuesto	28/05/2022
Parte	01 05	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.33% CP					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			33.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kq		29.9300	0.59	17.66	
							17.66
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90
Parte	01 06	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 2.00% CP					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			41.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		45.0000	0.59	26.55	
							26.55
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 Fecha presupuesto 20/05/2022

Período 01 07 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 2.50% CP
 Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 48.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		56.2500	0.59	33.19
33.19						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Período 01 08 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 3.33% CP
 Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 59.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		74.9300	0.59	44.21
44.21						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 Fecha presupuesto 28/05/2022

Parte	01 00	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 3.75% CP					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			65.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	ka		84.3800	0.59	49.78	
							49.78
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subpartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

Parte	01 00	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 5.00% CP					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			81.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	ka		112.5000	0.59	66.38	
							66.38
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subpartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021

Subproyecto 001 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Parte 01 11 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 6.70% CP

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 104.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		150.5500	0.59	88.82
88.82						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Parte 01 12 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 7.50% CP

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 114.99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		168.7500	0.59	99.56
99.56						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021							
Subproyecto	001	TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021				Fecha presupuesto	26/05/2022
Parte	01 13	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 10.00% CP					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			148.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
							1.53
	Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO		kg		225.0000	0.59	132.75
							132.75
	Equipos						
03011000060002	RODILLO USO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
							9.00
	Subpartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE		m3		1.0000	4.90	4.90
							4.90
Parte	02 01	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			15.43
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
							1.53
	Equipos						
03011000060002	RODILLO USO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
							9.00
	Subpartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE		m3		1.0000	4.90	4.90
							4.90

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Partida	02 02	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 0.5% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			42.52	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83		
							1.53	
Materiales								
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		10.7500	2.52	27.09		
							27.09	
Equipos								
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83		
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33		
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84		
							9.00	
Subpartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90		
							4.90	

Partida	02 02	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 0.67% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			51.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83		
							1.53	
Materiales								
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		14.4100	2.52	36.31		
							36.31	
Equipos								
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83		
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33		
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84		
							9.00	
Subpartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90		
							4.90	

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 Fecha presupuesto 28/05/2022

Partida	02 04	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.5% EM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			96.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		32.2500	2.52	81.27	
							81.27
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTON/ELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

Partida	02 05	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.25% EM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			83.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		26.8800	2.52	67.74	
							67.74
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTON/ELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

Subproyecto 001 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Parte 02 06 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.67% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 105.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
Materiales						
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		35.9100	2.52	90.49
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
						4.90

Parte 02 07 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 2% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 123.79

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
Materiales						
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		43.0000	2.52	108.36
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
						4.90

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Parte	02 08	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 2.50% EM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			150.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100060005	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		53.7500	2.52	135.45	
							135.45
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

Parte	02 08	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 3.30% EM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			194.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53
Materiales							
02130100060005	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		70.9500	2.52	178.79	
							178.79
Equipos							
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00
Subartidas							
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90

Subproyecto		PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021				Fecha presupuesto		20/05/2022
001		TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021						
Partida	02 12	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 7.50% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			421.83	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83		
							1.53	
Materiales								
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		161.2700	2.52	406.40		
							406.40	
Equipos								
03011000060002	RODILLO USO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83		
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33		
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84		
							9.00	
Subartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90		
							4.90	
Partida	02 13	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 10% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			557.23	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83		
							1.53	
Materiales								
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	ka		215.0000	2.52	541.80		
							541.80	
Equipos								
03011000060002	RODILLO USO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83		
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33		
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84		
							9.00	
Subartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90		
							4.90	

PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021							
Subproyecto	001	TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021				Fecha presupuesto	20/05/2022
Partida	03.01	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			15.43
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
							1.53
	Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
							9.00
	Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE		m3		1.0000	4.90	4.90
							4.90
Partida	03.02	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 2% CP + 10% EM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			583.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
							1.53
	Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO		ka		45.0000	0.59	26.55
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h		ka		215.0000	2.52	541.80
							568.35
	Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
							9.00
	Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE		m3		1.0000	4.90	4.90
							4.90

PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021

Subproyecto 001 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Partida 03 03 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.5% CP + 0.5% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 62.43

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		33.7500	0.59	19.91
02130100060005	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		10.7500	2.52	27.09
47.00						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Partida 03 04 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 0.5% CP + 1.5% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 103.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		11.2500	0.59	6.64
02130100060005	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		32.2500	2.52	81.27
87.91						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 Fecha presupuesto 28/05/2022

Partida	03 05	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.33% CP + 0.67% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000			Costo unitario directo por : m3		69.40
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL			hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
								1.53
Materiales								
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO			ka		29.9300	0.59	17.66
02130100050005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h			ka		14.4100	2.52	36.31
								53.97
Equipos								
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton			hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP			hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)			hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
								9.00
Subartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE			m3		1.0000	4.90	4.90
								4.90

Partida	03 06	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 5% CP + 5% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000			Costo unitario directo por : m3		352.71
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL			hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
								1.53
Materiales								
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO			ka		112.5000	0.59	66.38
02130100050005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h			ka		107.5000	2.52	270.90
								337.28
Equipos								
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton			hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTON MELADORA 130 - 135 HP			hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)			hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
								9.00
Subartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE			m3		1.0000	4.90	4.90

PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021

Subproyecto 001 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Partida 03.07 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 3.75% CP + 1.25% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 132.95

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		84.3800	0.59	49.78
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		26.8800	2.52	67.74
117.52						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Partida 03.08 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 1.25% CP + 3.75% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 235.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		28.1300	0.59	16.60
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		80.6300	2.52	203.19
219.79						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90

Subproyecto 001 PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021 Fecha presupuesto 28/05/2022

Periodo 03 00 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 3.33% CP + 1.67% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 150.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		74.9300	0.59	44.21
02130100060005	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		35.9100	2.52	90.49
134.70						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

Periodo 03 10 MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 10% CP + 2% EM

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 256.54

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83
1.53						
Materiales						
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		225.0000	0.59	132.75
02130100060005	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		43.0000	2.52	108.36
241.11						
Equipos						
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84
9.00						
Subartidas						
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90
4.90						

PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021								
Subproyecto	001	TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UNAS - ACOPALCA JUNIN 2021					Fecha presupuesto	28/05/2022
Parte	03.11	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 7.50% CP + 2.50% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			250.44	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53	
Materiales								
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO		kg		168.7500	0.59	99.56	
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h		kg		53.7500	2.52	135.45	
							235.01	
Equipos								
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00	
Subartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE		m3		1.0000	4.90	4.90	
							4.90	
Parte	03.12	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 2.50% CP + 7.50% EM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			454.97	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
							1.53	
Materiales								
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO		kg		56.2500	0.59	33.19	
02130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h		kg		161.2500	2.52	406.35	
							439.54	
Equipos								
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
03012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
							9.00	
Subartidas								
010703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE		m3		1.0000	4.90	4.90	

Subproyecto		PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021			Fecha presupuesto		28/05/2022
001		TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE EMULSION ASFALTICA Y CEMENTO PORTLAND CARRETERA UÑAS - ACOPALCA JUNIN 2021					
Partida	03.13	MEJORAMIENTO DE SUELOS Suelo Natural + 6.70% CP + 3.30% EM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		283.16	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
3101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	20.45	0.05	
3101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0457	14.23	0.65	
3101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.12	0.83	
1.53							
Materiales							
32130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	kg		150.7500	0.59	88.94	
32130100060005	EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA CSS-1h	kg		70.9500	2.52	178.79	
267.73							
Equipos							
33011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0229	123.40	2.83	
33012000010001	MOTONMELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0229	145.20	3.33	
33012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0229	124.00	2.84	
9.00							
Subartidas							
310703010507	CORTE PARA MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3		1.0000	4.90	4.90	
4.90							