

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL
SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA
PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO,
SAPALLANGA - HUANCAYO**

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos.

PRESENTADO POR:

Bach. PEREZ TUEROS, JORDI DAVID.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

Ing. Alcides Luis Fabián Brañez.

Asesor

Dedicatoria

- A mis padres, por el apoyo incondicional brindado y ser el soporte moral para mi desarrollo moral y profesional.

Bach. Jordi David Perez Tueros.

Agradecimientos

- A la Universidad Peruana Los Andes por haberme formado íntegramente en los conocimientos básicos.
- A mis docentes que forjaron lo más bueno mío y me brindaron valores, además de formación profesional.
- Al laboratorio de mecánica de suelos y concreto Silver Geo SAC, por facilitarme ser partícipe en el desarrollo de los ensayos para esta investigación.
- Al Ing. Alcides Luis Fabián Brañez, por su apoyo para el desarrollo de esta investigación.

Bach. Jordi David Perez Tueros.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Ing. Ernesto Willy García Poma.
Jurado

Ing. Julio Fredy Porras Mayta.
Jurado

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano.
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación	19
1.3.1. Práctica	19
1.3.2. Metodológica	20
1.4. Delimitación	20
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	20
1.4.3. Económica	21
1.5. Limitaciones	21
1.5.1. Económica	21
1.5.2. Tecnológica	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Nacionales	22
2.1.2. Internacionales	24
2.2. Marco conceptual	25

2.2.1. Emulsión asfáltica	25
2.2.2. Subrasante	26
2.2.3. Estabilización de suelos	27
2.2.4. Estabilización con productos asfálticos	27
2.2.5. Límites de consistencia	28
2.2.6. Compactación del suelo	28
2.2.7. CBR	29
2.3. Definición de términos	29
2.4. Hipótesis	31
2.4.1. Hipótesis general	31
2.4.2. Hipótesis específicas	31
2.5. Variables	32
2.5.1. Definición conceptual de las variables	32
2.5.2. Definición operacional de las variables	32
2.5.3. Operacionalización de las variables	32
CAPÍTULO III	33
METODOLOGÍA	33
3.1. Método de investigación	33
3.2. Tipo de investigación	33
3.3. Nivel de investigación	33
3.4. Diseño de la investigación	34
3.5. Población y muestra	34
3.5.1. Población	34
3.5.2. Muestra	34
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.6.1. Técnicas	34
3.6.2. Instrumentos	35
3.7. Procedimiento de recolección de datos	35
3.8. Técnicas y análisis de datos	35
3.8.1. Extracción y traslado de muestras de suelo	35
3.8.2. Ensayos al suelo existente	36
3.8.3. Ensayos al suelo con adición de emulsión asfáltica catiónica	43
CAPÍTULO IV	44
RESULTADOS	44

4.1. Variaciones de la compactación y capacidad de soporte del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante	44
4.1.1. Máxima densidad seca	44
4.1.2. Óptimo contenido de humedad	46
4.1.3. CBR	48
4.1.4. Contrastación estadística de hipótesis	50
4.2. Variaciones de la consistencia del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante	56
4.2.1. Límite líquido	56
4.2.2. Límite plástico	58
4.2.3. Índice de plasticidad	60
4.2.4. Contrastación estadística de hipótesis	62
CAPÍTULO V	67
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
5.1. Variaciones de la compactación y capacidad de soporte del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante	67
5.2. Variaciones de la consistencia del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76
Anexo N° 01: matriz de consistencia	77
Anexo N° 02: cronograma de actividades	79
Anexo N° 03: resumen de datos obtenidos en laboratorio	81
Anexo N° 04: certificados de ensayos	83
Anexo N° 04.01: suelo sin adición de emulsión asfáltica catiónica	84
Anexo N° 04.02: suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica	97
Anexo N° 04.03: suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica	107
Anexo N° 04.04: suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica	117
Anexo N° 05: certificados de calibración de instrumentos	127
Anexo N° 06: especificaciones técnicas de emulsión asfáltica	147
Anexo N° 07: panel fotográfico	149
Anexo N° 07.01: extracción y traslado de muestras	150
Anexo N° 07.02: ensayos al suelo sin adición de emulsión asfáltica catiónica	151

Anexo N° 07.03: ensayos al suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica	153
Anexo N° 07.04: ensayos al suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica	155
Anexo N° 07.05: ensayos al suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicaciones de las emulsiones asfálticas catiónicas.	26
Tabla 2. Aplicaciones de las emulsiones asfálticas aniónicas.	26
Tabla 3. Categorías de la subrasante de acuerdo al CBR.	29
Tabla 4. Operacionalización de las variables.	32
Tabla 5. Número de repeticiones de los ensayos en el suelo sin y con emulsión asfáltica.	34
Tabla 6. Resultados de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	45
Tabla 7. Promedio y variación porcentual de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	45
Tabla 8. Resultados del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	46
Tabla 9. Promedio y variación porcentual del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	47
Tabla 10. Resultados del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	48
Tabla 11. Promedio y variación porcentual del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	49
Tabla 12. Prueba de normalidad de datos obtenidos para la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR.	51
Tabla 13. Prueba ANOVA de un factor para los datos de la máxima densidad seca.	51
Tabla 14. Comparación de grupos según la máxima densidad seca.	52
Tabla 15. Grupos homogéneos según la máxima densidad seca.	52
Tabla 16. Prueba ANOVA de un factor para los datos del óptimo contenido de humedad.	52
Tabla 17. Comparación de grupos según el óptimo contenido de humedad.	53
Tabla 18. Grupos homogéneos según el óptimo contenido de humedad.	53
Tabla 19. Prueba ANOVA de un factor para los datos del CBR.	54
Tabla 20. Comparación de grupos según el CBR.	54
Tabla 21. Grupos homogéneos según el CBR al 95 % de la máxima densidad seca.	55
Tabla 22. Grupos homogéneos según el CBR al 100 % de la máxima densidad seca.	55

Tabla 23. Resultados del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	56
Tabla 24. Promedio y variación porcentual del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	57
Tabla 25. Resultados del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	58
Tabla 26. Promedio y variación porcentual del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	59
Tabla 27. Resultados del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	60
Tabla 28. Promedio y variación porcentual del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	61
Tabla 29. Prueba de normalidad de datos obtenidos para el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.	63
Tabla 30. Prueba ANOVA de un factor para los datos del límite líquido.	63
Tabla 31. Comparación de grupos según el límite líquido.	64
Tabla 32. Grupos homogéneos según el límite líquido.	64
Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis para los datos del límite plástico.	64
Tabla 34. Comparación de grupos según el límite plástico.	65
Tabla 35. Prueba de Kruskal-Wallis para los datos del índice de plasticidad.	65
Tabla 36. Comparación de grupos según el índice de plasticidad.	66
Tabla 37. Cronograma de actividades.	80
Tabla 38. Resumen de datos obtenidos en laboratorio.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la selección del estabilizador de suelo.	27
Figura 2. Variación de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	45
Figura 3. Variación porcentual de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.	46
Figura 4. Variación del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	47
Figura 5. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.	48
Figura 6. Variación del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	49
Figura 7. Variación porcentual del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.	50
Figura 8. Variación del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	57
Figura 9. Variación porcentual del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.	58
Figura 10. Variación del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	59
Figura 11. Variación porcentual del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.	60
Figura 12. Variación del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.	61
Figura 13. Variación porcentual del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.	62

RESUMEN

Esta investigación presentó como problema: ¿Cuál es el resultado de la estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo?, objetivo: Evaluar el resultado de la estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo e hipótesis: La adición de emulsión asfáltica catiónica mejora las propiedades del suelo cumpliendo para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

El método de investigación fue el científico, con una investigación aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. La población correspondió al suelo del Jr. Eucaliptos entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas, distrito de Sapallanga, Huancayo – Junín, y la muestra fue el suelo extraído de una calicata del mencionado jirón.

Como conclusión se tiene que, la adición de emulsión asfáltica catiónica mejora las propiedades del suelo, en cuanto a su consistencia, compactación y capacidad de soporte, esto con 10 % cumpliendo para subrasante.

Palabras clave: emulsión asfáltica catiónica, rotura media, estabilización, suelos, subrasante.

ABSTRACT

This research presented the following problem: What is the result of the stabilization of soil properties with cationic asphalt emulsion for subgrade in the Eucalyptus shred, Sapallanga - Huancayo? Objective: To evaluate the result of stabilizing soil properties with cationic asphalt emulsion for subgrade on Eucalyptus Street, Sapallanga - Huancayo and hypothesis: The addition of cationic asphalt emulsion improves the properties of soil used for subgrade on Eucalyptus Street, Sapallanga - Huancayo.

The research method was scientific, with an applied research, explanatory level and experimental design. The population corresponded to the soil of Jr. Eucalyptus between Jr. Los Lirios and Jr. Las Azucenas, district of Sapallanga, Huancayo - Junín, and the sample was the soil extracted from a test pit of the aforementioned jirón.

In conclusion, the addition of cationic asphalt emulsion improves the properties of the soil in terms of consistency, compaction and bearing capacity, with 10% being used for subgrade.

Key words: cationic asphalt emulsion, medium breakage, stabilization, soils, subgrade.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación surge de la problemática que se presenta en el Jr. Eucalipto en el distrito de Sapallanga debido a la deficiente consistencia, compacidad y capacidad de soporte del suelo de subrasante, resultando en altos costos de mantenimiento rutinario y periódico; además que, esto se ve reflejado en el perjuicio del desarrollo económico de los pobladores que hacen uso de esta vía.

Por lo tanto, se consideró como objetivo de este estudio evaluar la adición de emulsión asfáltica catiónica en la consistencia, compactación y capacidad de soporte del suelo para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto en el distrito de Sapallanga en la provincia de Huancayo, pues parte esta vía entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas no se encuentra pavimentada; en consecuencia, se adicionó al suelo existente emulsión asfáltica catiónica de rotura media en dosificaciones de 8 %, 10 % y 12 %, para posteriormente analizar las variaciones del límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

Para un mejor entendimiento, la presente tesis se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se considera el planteamiento del problema que dio origen a la investigación, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específicos.

El Capítulo II: MARCO TEÓRICO, contiene los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, la hipótesis general, las hipótesis específicas, la definición conceptual y la operacionalización de las variables.

El Capítulo III: METODOLOGÍA, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procedimiento de la recolección de datos, las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: RESULTADOS, desarrollado considerando las variaciones de las propiedades mecánicas (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR) y de las propiedades físicas del suelo con emulsión asfáltica catiónica (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad).

El Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación en concordancia con los antecedentes nacionales e internacionales

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos como la matriz de consistencia, el cronograma de actividades, el resumen de datos obtenidos en laboratorio, los certificados de ensayos, los certificados de calibración de instrumentos, las especificaciones técnicas de la emulsión asfáltica utilizada y el panel fotográfico.

Bach. Jordi David Perez Tueros.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Al referirse a vías o carreteras se resalta que, el elemento más importante es sin duda el suelo y sus propiedades, pues según Quiroz (2017) éste es el soporte donde sobre el cual se construye el pavimento; asimismo, de acuerdo a Jara y Angulo (2018) también corresponde al eslabón más débil, pues es precisamente en éste donde empieza la mayoría de las fallas que posteriormente son visibilizadas en el asfalto o losa de concreto que lo cubre; reflejándose como fallas, baches, fisuras, entre otros.

Lo descrito anteriormente, se traduce en grandes costos de mantenimiento rutinario y periódico que se realiza anualmente; a nivel internacional, tal es el caso de Colombia que según Meneses y Mateus (2017) el principal problema es el gasto para mantenimiento, pues en muchos casos, mejorar las propiedades del suelo implica su reemplazo total o parcial, extrayendo materiales de lugares muy alejados de la vía.

En el Perú, al igual que en muchos países de Latinoamérica, las pésimas condiciones de las vías que unen sus distintas regiones, son un problema que perjudica al desarrollo económico; por lo que, según Galarreta y Llenque (2019), en muchos de estos se puede encontrar una alta presencia de suelos arcillosos y finos, los cuales en condiciones secas presentan propiedades excelentes pero al saturarse, inician un proceso de expansión

y por ende una disminución de los esfuerzos intergranulares, traduciéndose finalmente en el colapso del suelo.

En el departamento de Junín al igual que en la provincia de Huancayo y especialmente en sus distritos, como Sapallanga, la presencia de estos suelos finos y de baja capacidad de soporte es muy común, provocando que, calles como parte del Jr. Eucalipto entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas que falta pavimentar presente deficiencias tal como se muestra en la Fotografía 1, requiriendo previamente a su pavimentación la estabilización del suelo para asegurar que soporte las cargas de tránsito actuales y futuras, sobre todo al encontrarse este distrito de la provincia de Huancayo en un crecimiento exponencial de la población.



Fotografía 1. Vista del Jr. Eucalipto en el distrito de Sapallanga.

De acuerdo a lo mencionado, diversos estudios han enfocado gran parte de sus esfuerzos en buscar una forma de mejorar o “estabilizar” los suelos, logrando así que se puedan utilizar diversos materiales como cemento, cal, asfalto, entre otros; sin embargo, dentro de esta gama de alternativas no existe un estudio concluyente respecto al uso de la emulsión asfáltica

catiónica lo cual, según algunos investigadores, podría ser efectiva para la estabilización de suelos, especialmente, ubicados en subrasantes.

Por lo tanto, lograr estabilizar un suelo que no cumple con los estándares de calidad que las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) con la adición de algún estabilizador, resulta en primera instancia económica; además, de evitarse el daño a ecosistemas que mediante la explotación (muchas veces no controlada) de canteras con materiales que cumplen las especificaciones mínima requeridas, son perjudicados; por ello, el desarrollo de la presente tesis, se estableció la dosificación óptima de emulsión asfáltica catiónica para la estabilización del suelo para subrasante del Jr. Eucalipto del distrito de Sapallanga, esto a partir del análisis de las propiedades mecánicas y físicas.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo la adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación y capacidad de soporte del suelo para subrasante?
- b) ¿Cómo la adición de emulsión asfáltica catiónica varía la consistencia del suelo para subrasante?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

Con la presente investigación se solucionó uno de los principales problemas que se presenta el Jr. Los Eucaliptos, que por la deficiente consistencia, compactación y capacidad de soporte del suelo que conforma la subrasante, presenta deterioro reflejándose en la

presencia baches, hundimientos y polvo afectando a la población aledaña.

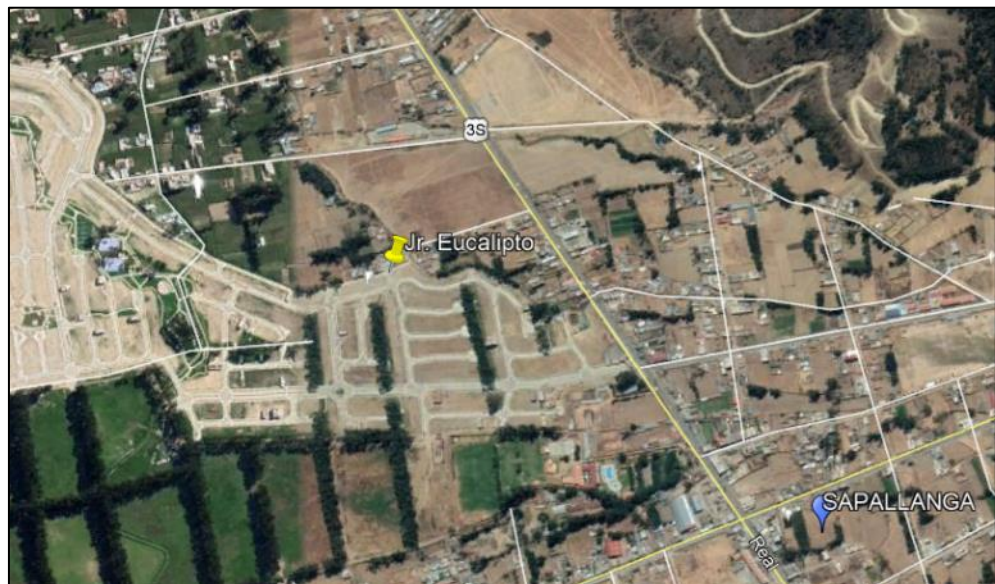
1.3.2. Metodológica

La presente investigación servirá de guía a futuras investigaciones similares que pretendan mejorar la consistencia, compactación y capacidad de soporte con adición de emulsión asfáltica de acuerdo al peso seco del suelo.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó a nivel de laboratorio con suelo extraído del Jr. Eucalipto, entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas, del distrito de Sapallanga, provincia Huancayo del departamento de Junín, tal como se muestra en la siguiente fotografía:



Fotografía 2. Extracción de suelo de la colindancia del Jr. Los Eucaliptos.

1.4.2. Temporal

La presente investigación se ejecutó desde febrero hasta abril de 2021.

1.4.3. Económica

Los gastos concernientes a la adquisición de la emulsión asfáltica, la extracción de las muestras de suelo y ensayos de laboratorio fueron asumidos por el tesista.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económica

Que debido al elevado costo de los ensayos no permitió incrementar el número de muestras y dosificaciones.

1.5.2. Tecnológica

Los laboratorios en Huancayo no cuentan con otros ensayos que permitan determinar las demás propiedades del suelo para actuar como subrasante.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar el resultado de la estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cómo la adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación y capacidad de soporte del suelo para subrasante.
- b) Establecer cómo la adición de emulsión asfáltica varía la consistencia del suelo para subrasante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Galarreta y Llenque (2019) desarrollaron la investigación “Influencia de la adición de emulsión asfáltica en la estabilidad de los suelos del centro poblado de Villa Hermosa en el distrito La Esperanza”, para lo cual establecieron como objetivo mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del centro poblado Villa Hermosa mediante la adición de emulsión asfáltica. Para lo cual, en primera instancia caracterizaron al suelo para determinar si podría ser estabilizado con emulsión asfáltica, consecuentemente utilizaron una emulsión catiónica bajo concentraciones de 0 %, 3 %, 6 %, 9 % y 12 % para someter los especímenes a ensayos de Proctor modificado, CBR y compresión no confinada. Como resultados obtuvieron que, el mayor CBR se presentó con el 6 % de emulsión asfáltica al igual que en la compresión no confinada. Concluyeron que, al utilizar 9 % y 12 % de emulsión asfáltica se reduce el CBR y la compresión no confinada; además que, el porcentaje óptimo corresponde al 6 % lo cual se encuentre dentro del rango de 4 % a 8 % establecido en la norma C.E.0.20 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Aliaga y Soriano (2019) realizaron la investigación “Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares” considerando como objetivo comparar la estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica a través de ensayos de laboratorio. Por ello, realizaron ensayos al suelo de cantera referentes al contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, equivalente de arena, peso específico y absorción del agregado grueso; asimismo, consideraron un tipo de emulsión asfáltica catiónica en dosificaciones de 3 %, 5 % y 7 %, en cuanto al contenido de cemento utilizaron el 5 %. Obtuvieron como resultados que el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica es de 5.8 % pues lograron mejorar el CBR del suelo de 65.10 % a 75.3 % y para la estabilización con 5 % de cemento alcanzaron un CBR de 153.5 %; en cuanto, a la máxima densidad seca este se incrementó con el uso de cemento y se redujo con la emulsión asfáltica, y el contenido óptimo de humedad se incrementó con el cemento portland y se redujo con la emulsión asfáltica. Llegaron a concluir así que, de la comparación que realizaron la utilización de cemento presentó mejores resultados en relación a la emulsión asfáltica.

Jara y Ángulo (2018) desarrollaron la investigación “Análisis y aplicación de emulsiones asfálticas catiónicas para la estabilización en el tramo de 5 km entre el caserío José Gálvez y la ciudad de Otuzco, provincia de Otuzco, departamento La Libertad” para ello establecieron como objetivo determinar las propiedades mecánicas del suelo del tramo en mención con la aplicación de emulsión asfáltica. Por lo tanto, caracterizaron el suelo existente mediante la granulometría, límites de Atterberg, contenido de sales solubles, contenido de materia orgánica, abrasión de los Ángeles, compactación con el Proctor modificado, absorción y CBR; asimismo, consideraron emulsión asfáltica catiónica en 0 %, 4 %, 8 %, 12 % y 16 %, a lo cual sólo evaluaron el CBR. Como resultados obtuvieron que con adición de 4 %, 8 % y 12 % de emulsión asfáltica se incrementa

el CBR, más con 16 % se reduce a comparación de la muestra sin emulsión asfáltica. Por lo tanto, concluyen que con 8 % de emulsión asfáltica se presenta los mejores resultados, pues se logró incrementar el CBR de 6.83 % a 31.1 %.

2.1.2. Internacionales

Zambrano y Zavala (2019) desarrollaron la investigación “Estudio de suelo y estabilización del material granular existente con emulsión asfáltica para el diseño de pavimento flexible, en la vía Libertador Bolívar - sitio nuevo de longitud 5 km, del Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena”, cuyos objetivos primordiales fueron la realización de ensayos para determinar las propiedades mecánicas del suelo a estabilizar y determinar las características del empleo de emulsiones asfálticas. Para lo cual, utilizaron dosificaciones de 4 %, 5 %, 6 % y 7 % de emulsión asfáltica catiónica, procediendo con la compactación por medio del martillo Marshall para medir con ello la densidad bulk, estabilidad seca y saturada, flujo y estabilidad. Como resultados obtuvieron que, con 4 % y 5 % la densidad bulk incrementa y luego tiende a disminuir; en cuanto a la estabilidad seca y saturada estos se incrementan con el contenido de emulsión asfáltica, respecto al flujo también se incrementa con la adición de emulsión asfáltica, lo referente a la estabilidad se reduce su pérdida. Finalmente, llegaron a concluir que, el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica es de 5.86 % de acuerdo al ensayo Marshall.

Meneses y Mateus (2017) realizaron la investigación “Utilización de materiales procedentes de la quebrada La Lucha en el municipio de Coello, estabilizados con emulsión asfáltica para pavimentos de la red terciaria”, considerando como objetivo analizar las características del material procedente de la mencionada quebrada para determinar qué dosificación de emulsión asfáltica es la más adecuada para que pueda ser utilizada como afirmado, sub base y base granular. Para lo cual, en primera instancia realizaron los límites de Atterberg, desgaste de los Ángeles, índice de plasticidad, granulometría, equivalente de

arena y ensayos de compactación; posteriormente, utilizaron dosificaciones de 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 % y 40 %. De lo cual, obtuvieron como resultados que con 15, 20, 25, y 30 % de emulsión el suelo se logra cumplir los requerimientos para actuar como afirmado; no obstante, con ninguno de los porcentajes de emulsión asfáltica el suelo puede actuar como sub base o base granular. Concluyeron así que, que el porcentaje óptimo para mejorar el suelo se encuentra entre 15 y 30 %, cumpliendo el desgaste, el límite líquido, el índice de plasticidad y el CBR.

Quiroz (2017) desarrolló la 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”, para ello consideró como objetivos el determinar el tipo de suelo a estabilizar y analizar si la emulsión asfáltica o asfalto mejora la densidad aparente y CBR. Para lo cual, determinó la granulometría, límite líquido, límite plástico y densidad del suelo existente, para continuar a la utilización de emulsión asfáltica en 3 %, 6 %, 9 % y 12 %, en cuánto al asfalto mezcló con diésel en proporciones de 3 % + 2 %, 3 % + 4 %, 3 % + 6 % y 3 % + 8 %, con ello realizó la medición de la densidad aparente y CBR. Por consiguiente, obtuvo como resultados que, tanto la densidad aparente y CBR se incrementan con la adición con la adición de emulsión asfáltica y asfalto con diésel. Concluye por lo tanto que, el porcentaje que presentó mejor comportamiento es 9 % de emulsión asfáltica y 3 % de asfalto con 6 % de diésel; no obstante, comparando los costos el uso de emulsión es más conveniente.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Emulsión asfáltica

Corresponden dispersiones coloidales de glóbulos de betún en una fase acuosa, están conformadas por agua con uno o varios agentes

emulsionantes que pueden ser de carácter aniónico o catiónico, lo cual permite la dispersión del betún asegurando la estabilidad de la emulsión y la adherencia con los agregados a cierta temperatura ambiente (REPSOL, 2020). Las aplicaciones de las emulsiones se muestran en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Aplicaciones de las emulsiones asfálticas catiónicas.

Aplicación	Tipo de emulsión asfáltica catiónica
Riesgos de imprimación	C50BF4 IMP C60BF4 IMP
Riesgos de adherencia	C50B3 ADH C60B3 ADH C60B3 ADH d
Riegos de curado	C50B3 CUR C60B3 CUR C60B3 CUR d
Lechadas bituminosas y microglomerados en frío	C60B4 MIC Slurry
Grava emulsión	C60B5 GE
Tratamientos superficiales mediante riego con gravilla	C65B2 TRG C65B2 TRG d C69B2 TRG
Mezclas bituminosas de granulometría abierta	C67BF3 MBA C67BF3 MBA d C69BF3 MBA d C67BF3 MBA Efimul

Fuente: REPSOL (2020).

Tabla 2. Aplicaciones de las emulsiones asfálticas aniónicas.

Aplicación	Tipo de emulsión asfáltica aniónica
Riesgos de imprimación	EAL - 1 EAI
Riesgos de adherencia	EAR-1
Riegos de curado	EAR-1
Riegos antipolvo	EAL - 1
Lechadas bituminosas y microglomerados en frío	EAL - 2
Grava emulsión	EAL - 2
Tratamientos superficiales mediante riego con gravilla	EAR-1 EAR-2
Mezclas bituminosas de granulometría abierta	EAL-1 EAM

Fuente: REPSOL (2020).

2.2.2. Subrasante

Es aquella porción de suelo que soporta la estructura del pavimento sea rígido o flexible que se extiende a cierta profundidad donde se vea afectada por la carga del tránsito. Asimismo, es asumida como infinita

tanto horizontal y verticalmente a comparación de las capas superiores (Coronado, 2002).

2.2.3. Estabilización de suelos

De acuerdo al Manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014), la estabilización del suelo es el mejoramiento de las propiedades físicas y la dotación de resistencia al suelo de características pobres o deficientes mediante procesos mecánicos o incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos.

Los criterios para la selección del tipo de estabilización se establecen según la Figura 1.

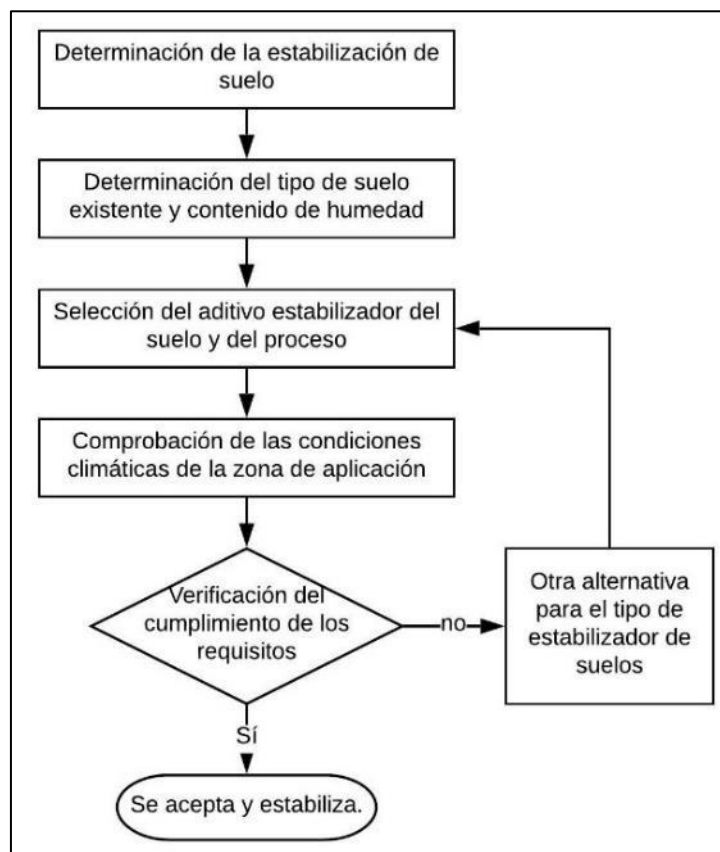


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección del estabilizador de suelo.

Fuente: En base al manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

2.2.4. Estabilización con productos asfálticos

Según lo considerado por el MTC (2014) la finalidad de utilizar productos asfálticos es el incremento de la estabilidad y la

impermeabilidad del suelo, lo cual se ve reflejado en la menor susceptibilidad a los cambios de humedad haciéndolo más estable ante las condiciones adversas.

Asimismo, la dosificación del ligante depende de la granulometría, siendo lo más adecuado en suelos granulares con pocos finos, de baja plasticidad, con finos que no pasen la malla N° 200 en más de 20 %, con un límite líquido menor a 30 % e índice de plasticidad menor a 10 %; no obstante, también puede ser utilizado en materiales arcillosos, pero sólo le añadiría impermeabilidad. En cuanto, al tipo de emulsión asfáltica a utilizar estos pueden ser aniónicas, catiónicas o no iónicas, variando su fraguado como lento, medio o rápido (MTC, 2014).

2.2.5. Límites de consistencia

De acuerdo a Coronado (2002) son obtenidos conforme a las pruebas de límites de Atterberg, siendo:

Límite líquido (LL). – Es aquel estado cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semilíquido.

Límite plástico (LP). – Corresponde a la frontera entre el estado plástico y semisólido del suelo.

Índice de plasticidad (IP). – Es el resultado de la diferencia del límite líquido y el límite plástico.

2.2.6. Compactación del suelo

La compactación del suelo trae consigo el incremento de la densidad del material, haciendo que se incremente su resistencia porque se produce una mayor unión de las partículas, se disminuye la permeabilidad dificultando el ingreso del agua, reduce su compresibilidad e impide el hundimiento del suelo (López, 2020).

El ensayo para determinar la compactación del suelo es el Proctor que determina la relación de la densidad seca con la humedad, además sirve de referencia para el control de calidad de la misma en obra (López, 2020).

2.2.7. CBR

Corresponde a un ensayo desarrollado por Stanton y Porter en 1929, determina la capacidad soportante del suelo, con el cual es posible medir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, sub base o base de un pavimento, con condiciones controladas de densidad y humedad (Ulloa, 2011).

Según Manotoa (2016) el índice de CBR es obtenido de la relación de la carga unitaria necesaria que logre cierta profundidad de penetración del pistón en una muestra de suelo respecto a la carga unitaria patrón que se requiere para obtener tal profundidad de penetración en otra muestra de suelo estándar de material triturado, representándose con la siguiente fórmula:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100 \%$$

De acuerdo al Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014), se puede clasificar al suelo de subrasante según el CBR, tal como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3. Categorías de la subrasante de acuerdo al CBR.

Categoría	CBR
S0: subrasante inadecuada	CBR < 3 %
s1: subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S2: subrasante regular	De CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S3: subrasante buena	De CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S4: subrasante muy buena	De CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S5: sub rasante excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

2.3. Definición de términos

- ❖ **Aditivo:** Corresponde a un producto químico o mineral (o la mezcla de ambos) que modifica una o más propiedades de un material (MTC, 2008).
- ❖ **Agregado:** Es un material granular de composición mineralógica que puede ser arena, grava, escoria o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños (MTC, 2008).

- ❖ **Arcillas:** Compuesto por partículas finas cuyo tamaño granular es menor a 2 μm (0.002 mm), proviene de la alteración física y química de rocas y minerales (MTC, 2008).
- ❖ **Bitumen:** Sustancia cementante de color negro u oscuro (sólida, semisólida, o viscosa), natural o fabricada, compuesta principalmente de hidrocarburos de alto peso molecular, siendo típicos los asfaltos, las breas (o alquitranes), los betunes y las asfáltitas (MTC, 2008).
- ❖ **Calicata:** Excavación que es realizada en el terreno que permite estudiar la estratigrafía del suelo a distintas profundidades (MTC, 2008).
- ❖ **CBR:** Es el valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo (MTC, 2008).
- ❖ **Compactación:** Proceso manual o mecánico con el cual se reduce el volumen de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros o concretos frescos (MTC, 2008).
- ❖ **Consistencia:** Capacidad del suelo para deformarse y fluir (MTC, 2016).
- ❖ **Emulsión:** Mezcla de dos líquidos inmiscible entre sí (MTC, 2008).
- ❖ **Estabilización de suelos:** Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo por medio de procedimientos mecánicos, incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos (MTC, 2008).
- ❖ **Impermeabilidad:** Capacidad del pavimento asfáltico de resistir el paso de aire y agua dentro o a través del mismo (MTC, 2008).
- ❖ **Inestabilidad:** Se origina con la pérdida de la resistencia a las fuerzas que tienden a ocasionar movimiento o distorsión de una estructura del pavimento (MTC, 2008).
- ❖ **Límite líquido:** Es el contenido del agua del suelo para que se encuentre entre el estado plástico y el estado líquido (MTC, 2008).
- ❖ **Límite plástico:** Es el contenido del agua del suelo para que se encuentre entre el estado plástico y el semisólido (MTC, 2008).

- ❖ **Muestreo:** Es la toma de muestra que constituye la etapa inicial y fundamental para la adecuada interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio (MTC, 2008).
- ❖ **Plasticidad:** Es la propiedad de estabilidad del suelo hasta determinado límite de humedad que no permite su disgregación (MTC, 2014).
- ❖ **Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras, sobre el cual se colocará la estructura del pavimento o de ser el caso el afirmado (MTC, 2014).
- ❖ **Suelo arcilloso:** Está conformado por arcillas o donde predominan las mismas, que en la mayoría de casos no es apto para el tránsito vehicular (MTC, 2008).
- ❖ **Tamiz:** Es usado para la separación de material de acuerdo al tamaño, sus aberturas son cuadradas (MTC, 2008).
- ❖ **Vía:** Camino, arteria o calle que presenta una plataforma y sus obras complementarias (MTC, 2008).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de emulsión asfáltica catiónica mejora las propiedades del suelo cumpliendo para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación del suelo incrementando la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementa la capacidad de soporte incrementando el CBR del suelo.
- b) La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la consistencia del suelo para subrasante disminuyendo el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): emulsión asfáltica catiónica. – Es aquella donde el agente emulsificante le otorga una polaridad positiva a los glóbulos, haciendo que adquiera una carga positiva (Rodríguez, Castaño y Martínez, 2001).

Variable dependiente (Y): propiedades del suelo. – Las propiedades del suelo son aquellas características físicas y mecánicas que lo representan y determinan su uso.

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): emulsión asfáltica catiónica. – Se utilizó la emulsión asfáltica catiónica bajo concentraciones de 8 %, 10 % y 12 % del peso seco del suelo.

Variable dependiente (Y): propiedades del suelo. – Las propiedades que se midieron fueron el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR, en concordancia con las Normas Técnicas Peruanas, el Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos; además del Manual de ensayos (MTC, 2016).

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 4. Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente (X): emulsión asfáltica catiónica	Emulsión asfáltica catiónica	Cantidad de emulsión en relación al peso seco del suelo	%
Variable dependiente (Y): propiedades del suelo	Consistencia	Límite líquido	%
		Límite plástico	%
		Índice de plasticidad	%
	Compactación y capacidad de soporte	Máxima densidad seca	g/cm ³ o kg/m ³
		Óptimo contenido de humedad	%
	Índice de CBR	%	

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó el método científico, pues se empezó con la observación, continuando con la medición o caracterización del fenómeno por medio de la experimentación en laboratorio, con lo cual se analizó las hipótesis planteadas, llegando a establecer así las conclusiones del estudio.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la aplicada, pues se usó el conocimiento establecido por la investigación básica o pura para dar solución al problema de investigación correspondiente a la deficiente consistencia, compactación y capacidad de soporte del suelo para actuar como subrasante.

3.3. Nivel de investigación

Se consideró un nivel de investigación explicativo, porque se buscó explicar las causas y efectos de la modificación de las propiedades del suelo tanto físicas y mecánicas producto de la adición de la emulsión asfáltica catiónica.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue el experimental, pues se realizó la manipulación de la variable independiente, emulsión asfáltica catiónica, a partir de sus concentraciones (8 %, 10 % y 12 %) en relación al peso seco del suelo, luego se procedió a la comparación de los grupos en base a la variable dependiente representado por las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de la presente investigación correspondió al suelo del Jr. Eucaliptos entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas, en el distrito de Sapallanga, provincia de Huancayo del departamento de Junín.

3.5.2. Muestra

Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional se utilizó el suelo extraído de una calicata del Jr. Eucaliptos entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas, para la realización de los siguientes ensayos:

Tabla 5. Número de repeticiones de los ensayos en el suelo sin y con emulsión asfáltica.

Ensayos	Suelo existente	Suelo con 8 % de EA	Suelo con 10 % de EA	Suelo con 12 % de EA
Límite líquido	3	3	3	3
Límite plástico	3	3	3	3
Índice de plasticidad	3	3	3	3
Máxima densidad seca	3	3	3	3
Óptimo contenido de humedad	3	3	3	3
Índice de CBR	3	3	3	3

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Observación experimental: Cuando se realizó cada uno de los ensayos de caracterización del suelo existente y de aquel donde se adicionó con emulsión asfáltica catiónica.

Análisis documental: En base a libros, manuales y normas tanto en formato físico y digital, referente a mecánica de suelos, estabilización de suelos y ensayos para la caracterización de suelos.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos para la recolección de datos correspondieron a aquellos que se encuentran normalizados para determinar:

- Granulometría.
- Límite líquido.
- Límite plástico.
- Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.
- CBR.

3.7. Procedimiento de recolección de datos

Se recolectó los datos en laboratorio por medio de una libreta, los cuales fueron ordenados en el programa Microsoft Excel por medio de tablas y figuras, asimismo, se procesó los datos en el programa SPSS para la contrastación estadística de la hipótesis.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Se basó en la extracción y traslado de muestras de suelo, los ensayos al suelo existente y al suelo donde se añadió emulsión asfáltica, tales como la obtención de muestras representativas, humedad natural, análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, Proctor modificado y CBR, los cuales se detallan en los siguientes numerales:

3.8.1. Extracción y traslado de muestras de suelo

Como primer paso para la recolección de datos, se realizó una calicata en el Jr. Los Eucaliptos entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas para extraer el material en baldes plásticos a fin de conservar la humedad del suelo hasta ser trasladado y dispuesto en el laboratorio de mecánica de suelos (Fotografía 3).



Fotografía 3. Traslado del material en baldes de plástico para conservar su humedad.

3.8.2. Ensayos al suelo existente

Obtención de muestras representativas

Obtenido el suelo, se procedió a realizar la caracterización del mismo, empezando con el cuarteo mecánico tal como especifica la NTP 339.089 (Fotografía 4) para la obtención de muestras representativas que fueron utilizadas en los demás ensayos.



Fotografía 4. Cuarteo mecánico para la obtención de muestras representativas.

Humedad natural

Consecuentemente, se determinó la humedad natural del suelo siguiendo lo indicado en la NTP 339.127 según se muestra en la Fotografía 5.



Fotografía 5. Ensayo para determinación de la humedad natural del suelo.

Análisis granulométrico

Asimismo, se realizó el análisis granulométrico por tamizado de acuerdo a la NTP 339.128, para lo cual primero se secó el suelo durante 24 horas (Fotografía 6), para ser pesado (Fotografía 7) y por consiguiente ser lavado con empleo de la malla N° 200 (Fotografía 8); una vez lavado el material retenido este fue colocado en una bandeja y llevado al horno para el secado (Fotografía 9). Con el material resultante se realizó el tamizado correspondiente y pesado del material retenido en cada una de las mallas (Fotografía 10 y Fotografía 11).



Fotografía 6. Secado del suelo en el horno.



Fotografía 7. Pesado del material seco antes de ser lavado.



Fotografía 8. Lavado del suelo con empleo de la malla N° 200.



Fotografía 9. Secado del material lavado para el posterior tamizado.



Fotografía 10. Vertido del material para el tamizado.



Fotografía 11. Retiro del material retenido por mallas para el pesado.

Límite líquido y límite plástico

Para el ensayo del límite líquido y límite plástico según se consigna en la NTP 339.129 se utilizó un aproximado de 100 gr de material pasante de la malla N° 40 para el empleo de la copa de Casagrande (Fotografía 12) y realización de los rollitos de 3 mm de diámetro en una placa de vidrio (Fotografía 13).



Fotografía 12. Ejecución del ensayo para determinar el límite líquido del suelo.



Fotografía 13. Ejecución del ensayo para determinar el límite plástico del suelo.

Proctor modificado

Se siguió lo indicado en la NTP 339.141, considerando el método "A" y usando lo pasante por el tamiz N° 04 (Fotografía 14), además del pesado del agua por medio de una probeta para ser añadida en incrementos de 2 % (Fotografía 15) para finalmente ser compactado en un molde de 4" (Fotografía 16) y obtener con ello la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo.



Fotografía 14. Tamizado del material para realización del ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 15. Pesado del agua para ser añadida al suelo.



Fotografía 16. Compactación del suelo por capas.

CBR

Con el contenido de humedad y la máxima densidad seca del suelo resultante del Proctor modificado se continuó con realizar el ensayo de CBR fundamentado en la NTP 339.146, cuyos moldes y peso de carga se muestran en la Fotografía 17; para la ejecución de este ensayo se utilizó 5 kg de suelo por molde, los mismos que fueron compactados con 56, 25 y 12 golpes cada uno (Fotografía 18), que luego fueron sometidos a las pesas para el registro de la expansión por medio de un dial (Fotografía 19). Posteriormente, se sumergió los moldes en agua durante 96 horas (Fotografía 20) para la realización de la penetración en cada molde con velocidad de 1.27 mm/s hasta alcanzar una penetración de 12.70 mm (Fotografía 21).



Fotografía 17. Moldes y pesas de carga para la ejecución del ensayo CBR.



Fotografía 18. Compactación del suelo para el ensayo CBR.



Fotografía 19. Registro de la medida del dial.



Fotografía 20. Inmersión de los moldes durante 96 horas.



Fotografía 21. Espécimen sometido a penetración.

3.8.3. Ensayos al suelo con adición de emulsión asfáltica catiónica

En primer lugar, se adquirió emulsión asfáltica catiónica de rotura media CMS-2 cuyas características se muestran en el Anexo N° 06: especificaciones técnicas de emulsión asfáltica, para ser añadida bajo dosificaciones de 8 %, 10 % y 12 % en relación al peso seco del suelo; posteriormente, se procedió a realizar el ensayo de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado y CBR de cada una de las muestras al igual que se detalló en el numeral 3.8.2.

Por lo tanto, debido a que se obtuvo datos numéricos de los ensayos realizados al suelo existente y de los modificados con emulsión asfáltica catiónica de rotura media, se utilizó la técnica cuantitativa, considerando la estadística descriptiva representada por el promedio aritmético, desviación estándar y rango; además, se utilizó la estadística inferencial para la prueba de hipótesis cuyo estadístico dependió de la normalidad de los datos tal como se procedió a especificar en el numeral 4.2.4 y 4.1.4.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Para evaluar las variaciones en las propiedades físicas y mecánicas debido a la inclusión de emulsión asfáltica catiónica, se comparó lo obtenido para el suelo existente que se caracterizó como un tipo de suelo A – 5 (8) con lo resultante de agregar 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de acuerdo al peso seco del suelo, tal como se procede a detallar:

4.1. Variaciones de la compactación y capacidad de soporte del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante

Para el análisis de la modificación de las propiedades mecánicas del suelo con emulsión asfáltica catiónica se procedió a determinar la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y el CBR del suelo existente y con adición de 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica, tal como se procede a detallar:

4.1.1. Máxima densidad seca

En la Tabla 6 se muestra los resultados de la máxima densidad seca del suelo existente y de aquellos donde se adicionó emulsión asfáltica catiónica en 8 %, 10 % y 12 % respectivamente, además de la desviación estándar y rango.

Tabla 6. Resultados de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Desviación estándar	Rango
0	1.86		
0	1.85	0.00	0.01
0	1.85		
8	1.89		
8	1.90	0.00	0.01
8	1.89		
10	1.96		
10	1.95	0.00	0.01
10	1.95		
12	1.92		
12	1.92	0.00	0.01
12	1.92		

En consecuencia, según la siguiente tabla se tiene que, la máxima densidad seca del suelo existente resultó de 1.85 g/cm³, mientras que al adicionar 8 % de emulsión asfáltica se incrementó a 1.90 g/cm³, con 10 % varió a 1.95 g/cm³ y con 12 % de emulsión asfáltica varió a 1.92 g/cm³.

Tabla 7. Promedio y variación porcentual de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Máxima densidad seca promedio (g/cm ³)	Variación (%)
0	1.85	0.00
8	1.90	2.41
10	1.95	5.55
12	1.92	3.73

En la Figura 2 se representa el comportamiento de la máxima densidad seca del suelo por la adición de emulsión asfáltica catiónica.

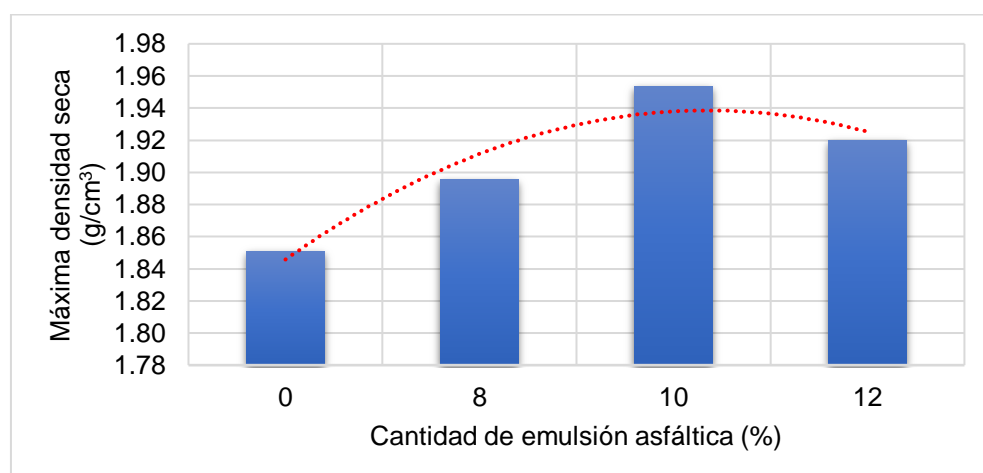


Figura 2. Variación de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Según se muestra en la Figura 3 con 8 % de emulsión asfáltica la máxima densidad seca del suelo se incrementa en 2.41 %, con 10 % se incrementa en 5.55 % y con 12 % se incrementa hasta en 3.73 %.

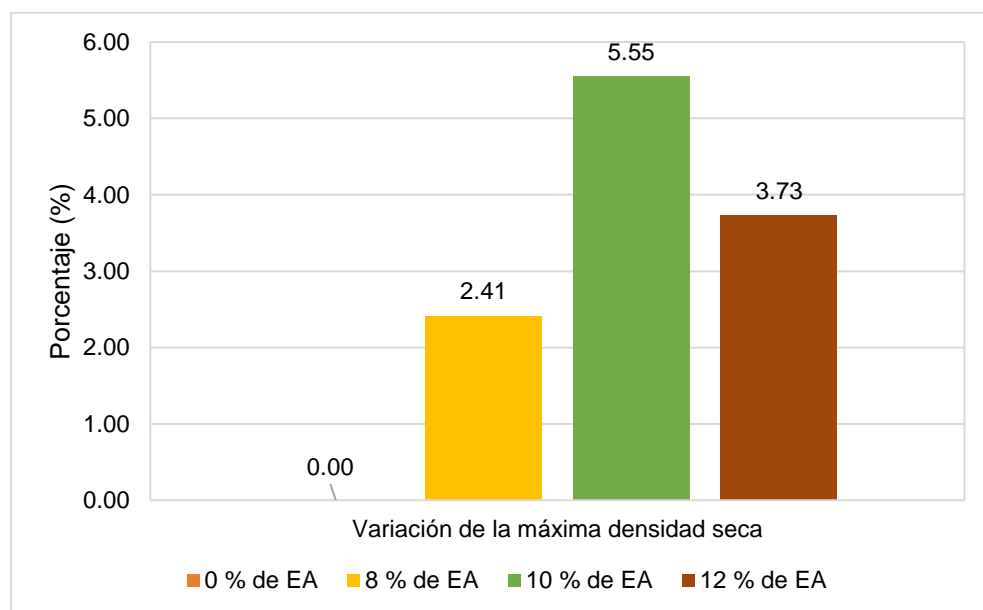


Figura 3. Variación porcentual de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.

4.1.2. Óptimo contenido de humedad

En cuanto al óptimo contenido de humedad, los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 8, además de la desviación estándar y el rango de los mismos.

Tabla 8. Resultados del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Óptimo contenido de humedad (%)	Desviación estándar	Rango
0	13.30		
0	12.86	0.66	1.29
0	14.15		
8	12.03		
8	12.15	0.40	0.74
8	11.41		
10	9.42		
10	9.70	0.18	0.34
10	9.36		
12	9.02		
12	8.76	0.38	0.74
12	8.28		

El promedio del óptimo contenido de humedad del suelo existente resultó con 13.44 %, al adicionar 8 % de emulsión asfáltica resultó con 11.86 %, al adicionar 10 % varió a 9.49 % y al considerar 12 % de emulsión asfáltica el óptimo contenido de humedad pasó a 8.69 % tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9. Promedio y variación porcentual del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Óptimo contenido de humedad promedio (%)	Variación (%)
0	13.44	0.00
8	11.86	-11.71
10	9.49	-29.35
12	8.69	-35.35

Con los datos de la Tabla 9 se tiene la Figura 4 donde se evidencia el descenso del óptimo contenido de humedad del suelo debido a la adición de emulsión asfáltica catiónica de rotura media.

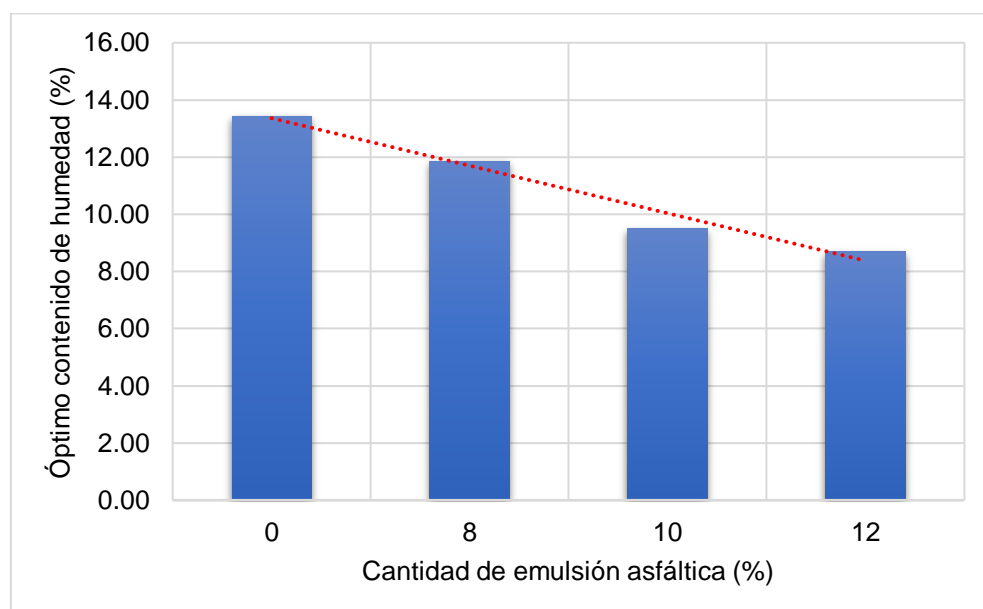


Figura 4. Variación del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

En consecuencia, tal como se muestra en la siguiente figura, al adicionar 8 % de emulsión asfáltica al suelo, el óptimo contenido de humedad se reduce en 11.71 %, al adicionar 10 % de emulsión asfáltica se reduce en 29.35 % y con 12 % de emulsión asfáltica, el óptimo contenido de humedad se reduce en 35.35 %, esto de acuerdo a lo obtenido para el suelo existente.

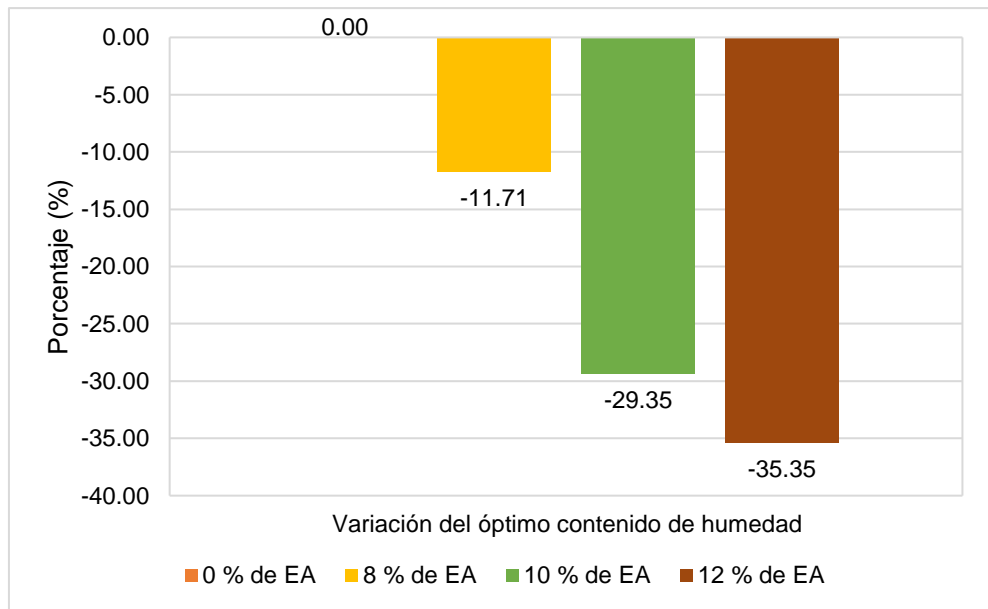


Figura 5. Variación porcentual del óptimo contenido de humedad del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.

4.1.3. CBR

En la Tabla 10 se muestra los resultados obtenidos en cuanto al CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca para el suelo sin emulsión asfáltica catiónica y de aquellos donde se adicionó en 8 %, 10 % y 12 %; asimismo, se consigna su desviación estándar y el rango correspondiente.

Tabla 10. Resultados del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	CBR (%)		Al 95 % de la MDS		Al 100 % de la MDS	
	Al 95 % de la MDS	Al 100 % de la MDS	Desviación estándar	Rango	Desviación estándar	Rango
0	1.54	1.76				
0	1.62	1.87	0.09	0.18	0.09	0.17
0	1.44	1.70				
8	3.56	5.80				
8	4.19	6.19	0.37	0.66	0.20	0.39
8	3.53	6.08				
10	6.42	9.85				
10	7.28	10.76	0.59	1.13	0.46	0.91
10	7.55	10.47				
12	4.82	7.01				
12	5.33	8.76	0.35	0.67	0.88	1.75
12	4.66	7.87				

En base a lo especificado en la Tabla 10 se elaboró la Tabla 11, donde se detalla que el CBR al 95 % promedio para el suelo existente resultó de 1.53 %, para el suelo donde se adicionó 8 % de emulsión asfáltica resultó 3.76 %, con 10 % de emulsión asfáltica resultó 7.08 % y con 12 % pasó a 4.94 %; en cuanto al CBR al 100 % promedio, el suelo existente presentó 1.78 %, el suelo con 8 % de emulsión asfáltica presentó 6.02 %, con 10 % resultó 10.36 % y con 12 % pasó a 7.88 %.

Tabla 11. Promedio y variación porcentual del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	CBR al 95 % de MDS promedio (%)	Variación (%)	CBR al 100 % de MDS promedio (%)	Variación (%)
0	1.53	0.00	1.78	0.00
8	3.76	145.22	6.02	239.02
10	7.08	361.96	10.36	483.11
12	4.94	221.96	7.88	343.53

En la siguiente figura se muestra que debido a la adición de emulsión asfáltica en el suelo trae consigo el incremento del CBR del suelo, presentando el mejor comportamiento con 10 % de emulsión asfáltica.

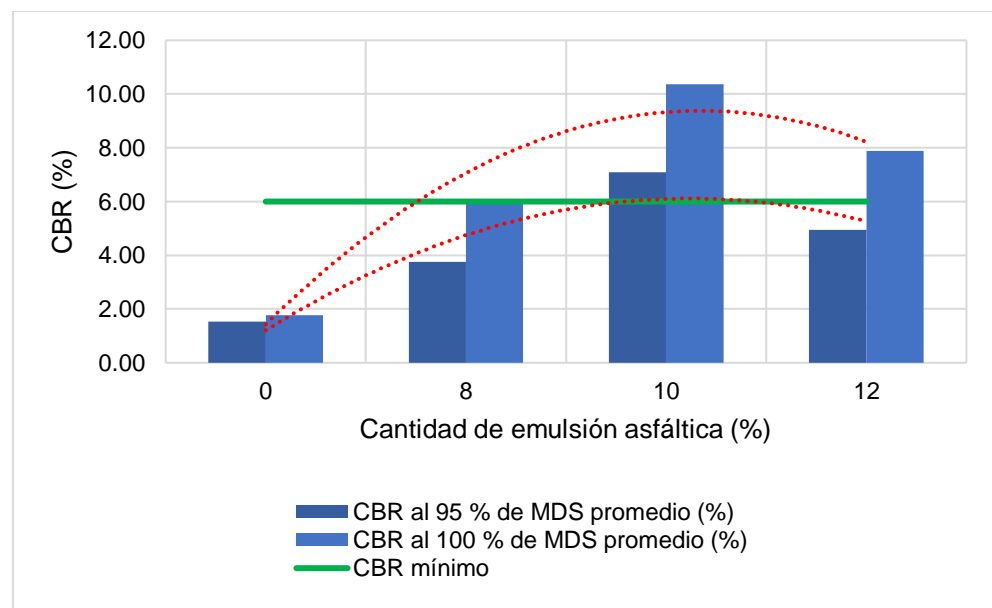


Figura 6. Variación del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Adicionalmente, en la Figura 7 se consigna el incremento porcentual del CBR al 95 % y 100 % del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación a lo obtenido para el suelo existente. Por consiguiente, el CBR al 95 % con 8 % de emulsión asfáltica se incrementa en 145.22 %, con 10 % se incrementa en 361.96 % y con 12 % se incrementa en 221.96 %; respecto al CBR al 100 % con 8 % de emulsión asfáltica se incrementa en 239.02 %, con 10 % se incrementa en 483.11 % y con 12 % se incrementa en 343.53 %.

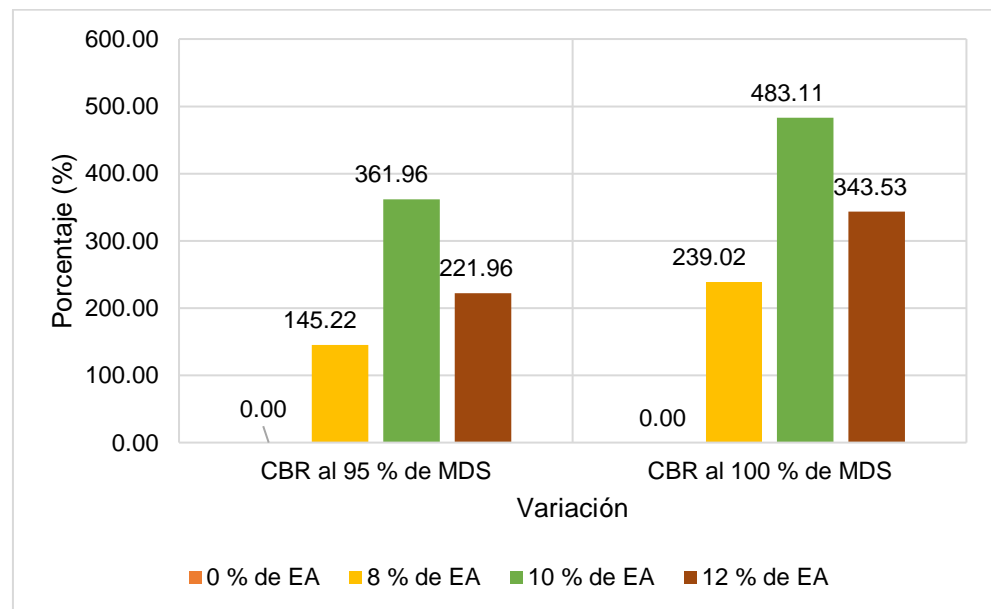


Figura 7. Variación porcentual del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.

4.1.4. Contrastación estadística de hipótesis

Prueba de normalidad de datos

Acorde a los resultados de Tabla 12 se consigna que, los datos respecto a la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR presentan una distribución normal, porque la significancia obtenida según el estadístico de Shapiro – Wilk (número de muestras menor a 50) es mayor a 0.05 (confiabilidad del 95 %) en todos los casos.

Por lo tanto, para el contraste de hipótesis se utilizó el estadístico paramétrico ANOVA de un factor.

Tabla 12. Prueba de normalidad de datos obtenidos para la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR.

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Máxima densidad seca	Suelo existente	0.96	3.00	0.64
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.91	3.00	0.41
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.99	3.00	0.84
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	0.94	3.00	0.54
Óptimo contenido de humedad	Suelo existente	0.97	3.00	0.65
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.87	3.00	0.29
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.88	3.00	0.32
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	0.97	3.00	0.68
CBR al 95 % de la MDS	Suelo existente	1.00	3.00	0.88
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.78	3.00	0.08
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.92	3.00	0.44
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	0.92	3.00	0.44
CBR al 100 % de la MDS	Suelo existente	0.97	3.00	0.68
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.94	3.00	0.53
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.96	3.00	0.61
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	1.00	3.00	0.98

Análisis estadístico para la máxima densidad seca

Según la Tabla 13 se tiene que la máxima densidad seca del suelo presentó diferencias significativas por la adición de emulsión asfáltica catiónica, pues la significancia obtenida con la prueba ANOVA de un factor es 0.00 (menor a 0.05 por la confiabilidad del 95 %).

Tabla 13. Prueba ANOVA de un factor para los datos de la máxima densidad seca.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Máxima densidad seca	Entre grupos	0.02	3.00	0.01	326.01	0.00
	Dentro de grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.02	11.00			

En la Tabla 14 se presenta la comparación de grupos según la prueba post hoc de Tukey, donde el suelo con 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica difieren significativamente en cuanto a la máxima densidad al presentar una significancia de 0.00; adicionalmente es dable mencionar que, la máxima densidad seca en todos los casos presentó incrementos, pues las diferencias de medias son de -0.04, -0.10 y -0.07.

Tabla 14. Comparación de grupos según la máxima densidad seca.

Variable dependiente	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Suelo existente	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	-0.04*	0.00	0.00	-0.06 -0.03
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	-0.10*	0.00	0.00	-0.11 -0.09
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	-0.07*	0.00	0.00	-0.08 -0.06

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo a la Tabla 15 se tiene que ninguno de los grupos analizados es homogéneo en cuanto a la máxima densidad seca.

Tabla 15. Grupos homogéneos según la máxima densidad seca.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Suelo existente	3	1.85			
Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	3		1.90		
Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	3			1.92	
Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3				1.95
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Análisis estadístico para el óptimo contenido de humedad

Los resultados de la prueba ANOVA de un factor para los datos del óptimo contenido de humedad se detallan en la Tabla 16, de lo cual se deduce que, este presentó diferencias significativas por la adición de emulsión asfálticas catiónica, debido a que la significancia obtenida fue de 0.00 (menor a 0.05 por la confiabilidad del 95 %).

Tabla 16. Prueba ANOVA de un factor para los datos del óptimo contenido de humedad.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Óptimo contenido de humedad	Entre grupos	42.71	3.00	14.24	74.77	0.00
	Dentro de grupos	1.52	8.00	0.19		
	Total	44.23	11.00			

Según la comparación de grupos por medio de la prueba post hoc de Tukey (Tabla 17), se deduce que el óptimo contenido de humedad

del suelo con 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica difiere significativamente de lo obtenido para el suelo existente, pues la significancia es menor a 0.05. Adicionalmente, se especifica que el óptimo contenido de humedad en cada uno de los casos presentó reducciones porque las diferencias de medias fueron de 1.57, 3.94 y 4.75.

Tabla 17. Comparación de grupos según el óptimo contenido de humedad.

Variable dependiente	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Suelo existente	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	1.57*	0.36	0.01	0.43 2.71
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3.94*	0.36	0.00	2.80 5.08
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	4.75*	0.36	0.00	3.61 5.89

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo a la Tabla 18 se tiene que, acorde al óptimo contenido de humedad se cuenta con tres grupos homogéneos, el primero correspondiente al suelo con 10 % y 12 % de emulsión asfáltica, el segundo grupo representando por el suelo con 8 % de emulsión asfáltica y el tercer grupo por el suelo existente.

Tabla 18. Grupos homogéneos según el óptimo contenido de humedad.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	3.00	8.69		
Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3.00	9.49		
Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	3.00		11.86	
Suelo existente	3.00			13.44
Sig.		0.19	1.00	1.00

Análisis estadístico para el CBR

En base a la Tabla 19 se tiene que el CBR del suelo presentó diferencias significativas por la adición de emulsión asfáltica catiónica, pues la significancia tanto para el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca resultó de 0.00.

Tabla 19. Prueba ANOVA de un factor para los datos del CBR.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CBR al 95 % de la MDS	Entre grupos	48.29	3.00	16.10	104.23	0.00
	Dentro de grupos	1.24	8.00	0.15		
	Total	49.52	11.00			
CBR al 100 % de la MDS	Entre grupos	118.02	3.00	39.34	152.83	0.00
	Dentro de grupos	2.06	8.00	0.26		
	Total	120.08	11.00			

En consecuencia, la Tabla 20 muestra la comparación de grupos según la prueba post hoc de Tukey, evidenciándose que el suelo con 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica difieren estadística de lo obtenido para el suelo existente pues, en todos los casos se encontró significancias menores a 0.05; asimismo, se resalta que el CBR presentó incrementos al consignar diferencias de medias negativas tanto para el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

Tabla 20. Comparación de grupos según el CBR.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
					Límite inferior	Límite superior	
CBR al 95 % de la MDS	Suelo existente	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	-2.23*	0.32	0.00	-3.25	-1.20
		Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	-5.55*	0.32	0.00	-6.58	-4.52
		Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	-3.40*	0.32	0.00	-4.43	-2.38
CBR al 100 % de la MDS	Suelo existente	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	-4.25*	0.41	0.00	-5.57	-2.92
		Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	-8.58*	0.41	0.00	-9.91	-7.26
		Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	-6.10*	0.41	0.00	-7.43	-4.78

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Por último, en la Tabla 21 y Tabla 22 se muestra que ninguno de grupos evaluados es homogéneo tanto para el CBR al 95 % y 100 %.

Tabla 21. Grupos homogéneos según el CBR al 95 % de la máxima densidad seca.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Suelo existente	3.00	1.53			
Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	3.00		3.76		
Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	3.00			4.94	
Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3.00				7.08
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 22. Grupos homogéneos según el CBR al 100 % de la máxima densidad seca.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Suelo existente	3.00	1.78			
Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	3.00		6.02		
Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	3.00			7.88	
Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3.00				10.36
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Conclusión estadística

Se plantea las siguientes hipótesis estadísticas:

Hi: Las propiedades mecánicas del suelo estabilizado con emulsión asfáltica catiónica se incrementan, siendo apto para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

Ho: Las propiedades mecánicas del suelo estabilizado con emulsión asfáltica catiónica no se incrementan, siendo no apto para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

Por consiguiente, acorde al análisis estadístico de la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y CBR, se concluye que, la emulsión asfáltica catiónica incrementa significativamente las propiedades mecánicas del suelo con para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga - Huancayo, aceptando así la hipótesis de la investigación.

4.2. Variaciones de la consistencia del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante

Como propiedades físicas del suelo se consideró al límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad para cada uno de los grupos de comparación en cuanto al contenido de emulsión asfáltica catiónica de rotura media, los cuales se especifican de la siguiente manera:

4.2.1. Límite líquido

En la Tabla 23 se muestra los resultados obtenidos en cuanto al límite líquido del suelo sin y con emulsión asfáltica catiónica, de lo cual se resalta que, la desviación estándar en cada uno de los grupos es menor a 0.8, al igual que el rango es menor a 2.4, parámetros estipulados en el Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016), por lo tanto se da por aceptado los resultados obtenidos referentes al límite líquido del suelo.

Tabla 23. Resultados del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Límite líquido (%)	Desviación estándar	Rango
0	31.40		
0	31.50	0.21	0.40
0	31.10		
8	28.50		
8	28.20	0.15	0.30
8	28.40		
10	27.10		
10	26.80	0.21	0.30
12	24.00		
12	23.90	0.38	0.70
12	24.60		

En la siguiente tabla se detalla que el promedio del límite líquido del suelo existente resultó de 31.33 %, que al añadir 8 % de emulsión catiónica varió a 28.37 %, con 10 % pasó a 26.95 % y con 12 % de emulsión asfáltica se redujo a 24.17 %.

Tabla 24. Promedio y variación porcentual del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Límite líquido promedio (%)	Variación (%)
0	31.33	0.00
8	28.37	-9.47
10	26.95	-13.99
12	24.17	-22.87

De acuerdo a lo plasmado en la tabla anterior, se tiene la Figura 8 donde se evidencia la reducción del límite líquido del suelo a medida que se incrementa el contenido de emulsión asfáltica catiónica.

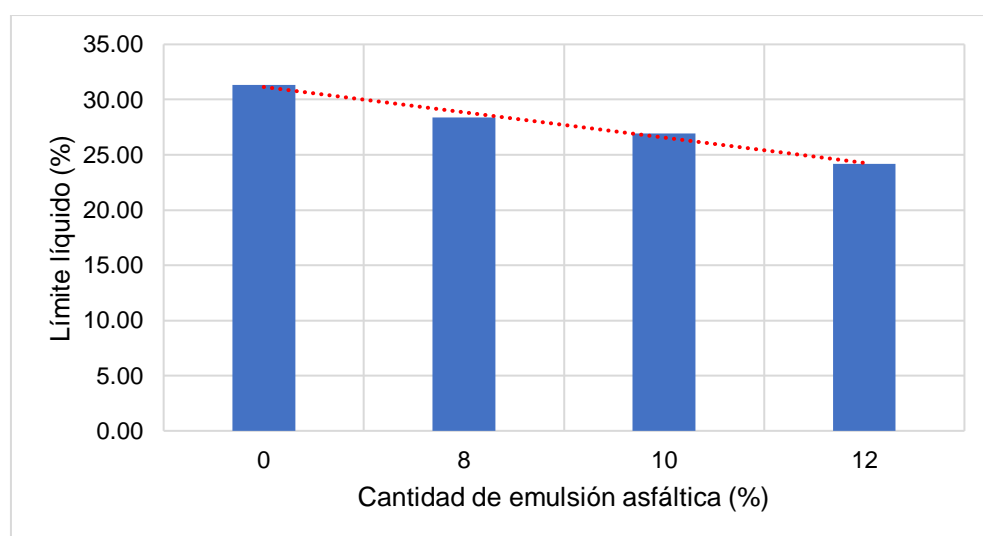


Figura 8. Variación del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Asimismo, de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 24 se presenta la Figura 9 donde se especifica la variación porcentual del límite líquido de cada uno de los grupos de comparación en relación a lo obtenido para el suelo existente, de lo cual se tiene que, con 8 % de emulsión asfáltica de acuerdo al peso seco del suelo, se obtiene una reducción del 9.47 % del límite líquido, con 10 % de emulsión asfáltica se presenta una reducción de 13.99 % y con 12 % de emulsión asfáltica este se reduce en hasta 22.87 %.

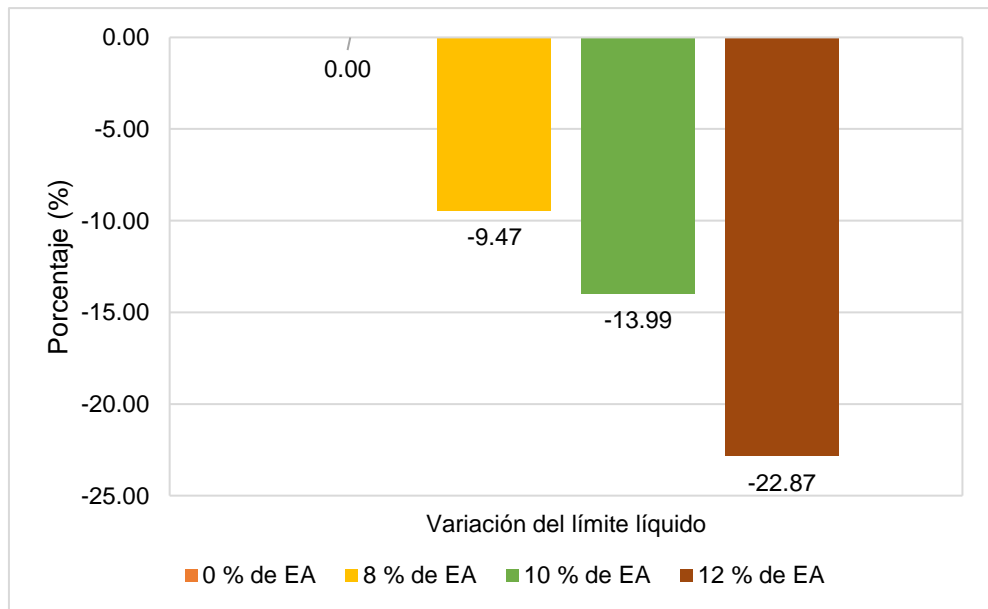


Figura 9. Variación porcentual del límite líquido del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.

4.2.2. Límite plástico

Según el Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016) para mostrar la precisión del procedimiento, la desviación estándar máxima por existir un operador simple para la realización del ensayo de límite plástico debe ser de 0.9 y el rango no debe exceder los 2.6, en tal situación se presenta la Tabla 25, donde los datos obtenidos en laboratorio para cada uno de los grupos evaluados (0 %, 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica) cumplen con lo establecido, por lo tanto, son aceptados para el procesamiento correspondiente.

Tabla 25. Resultados del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Límite plástico (%)	Desviación estándar	Rango
0	21.70		
0	21.90	0.25	0.50
0	21.40		
8	18.20		
8	18.50	0.17	0.30
8	18.20		
10	15.00	0.00	0.00
10	15.00		
12	13.30		
12	13.00	0.96	1.80
12	14.80		

En base a lo detallado en la Tabla 26, se tiene que el límite plástico promedio del suelo existente es de 21.67 %, del suelo con 8 % de emulsión asfáltica es de 18.30 %, del suelo con 10 % de emulsión asfáltica es de 15.00 % y con 12 % de emulsión asfáltica resultó de 13.70 %.

Tabla 26. Promedio y variación porcentual del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Límite plástico promedio (%)	Variación (%)
0	21.67	0.00
8	18.30	-15.54
10	15.00	-30.77
12	13.70	-36.77

En consecuencia, la siguiente figura muestra la tendencia a la reducción del límite plástico del suelo debido a la presencia de emulsión asfáltica catiónica en diferentes cantidades.

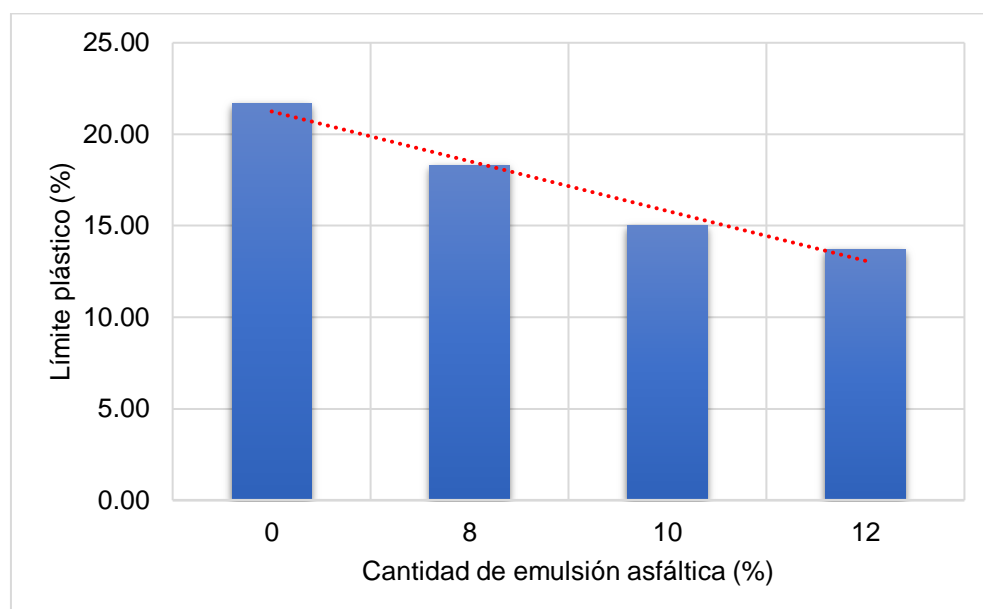


Figura 10. Variación del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

En la siguiente figura se tiene que, con 8 % de emulsión asfáltica en el suelo el límite plástico se reduce en 15.54 %, con 10 % llega a reducirse en 30.77 % y con 12 % de emulsión asfáltica se reduce en 36.77 % en comparación a lo que se obtuvo para el suelo existente.

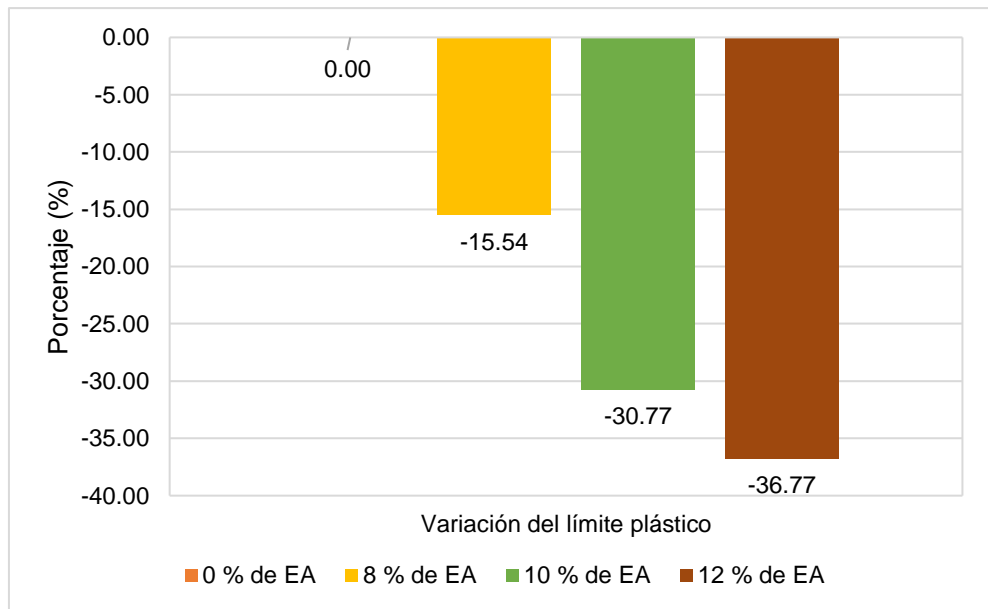


Figura 11. Variación porcentual del límite plástico del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.

4.2.3. Índice de plasticidad

Con los datos del límite líquido y límite plástico se procedió al cálculo del índice de plasticidad, lo cual se detalla en la Tabla 27, además de la desviación estándar y el rango:

Tabla 27. Resultados del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Índice de plasticidad (%)	Desviación estándar	Rango
0	9.70		
0	9.60	0.06	0.10
0	9.70		
8	10.30		
8	9.70	0.32	0.60
8	10.20		
10	12.10		
10	11.80	0.21	0.30
12	10.70		
12	10.90	0.59	1.10
12	9.80		

Por consiguiente, en la siguiente tabla se tiene los promedios del índice de plasticidad, de lo cual para el suelo existente resultó de 9.67 %, para el suelo con 8 % de emulsión asfáltica fue de 10.07 %, con 10 % fue de 11.95 % y con 12 % de emulsión asfáltica resultó de 10.47 %.

Tabla 28. Promedio y variación porcentual del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	Índice de plasticidad promedio (%)	Variación (%)
0	9.67	0.00
8	10.07	4.14
10	11.95	23.62
12	10.47	8.28

Asimismo, en la Figura 12 se representa que al adicionar emulsión asfáltica catiónica al suelo se incrementa el índice de plasticidad; no obstante, este crecimiento sigue una curva.

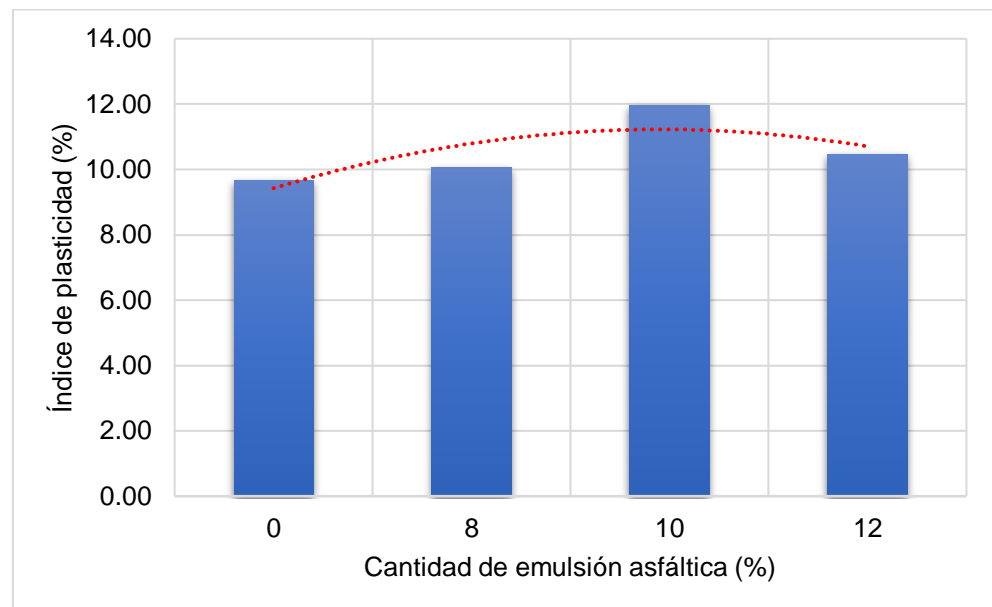


Figura 12. Variación del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica.

En la Figura 13 se representa las variaciones porcentuales del índice de plasticidad del suelo a medida que se añade emulsión asfáltica catiónica de rotura media, de lo cual se tiene que, con 8 % de emulsión asfáltica se da un incremento de 4.14 %, con 10 % se incrementa en 23.62 y con 12 % se presenta un incremento de hasta 8.28 %.

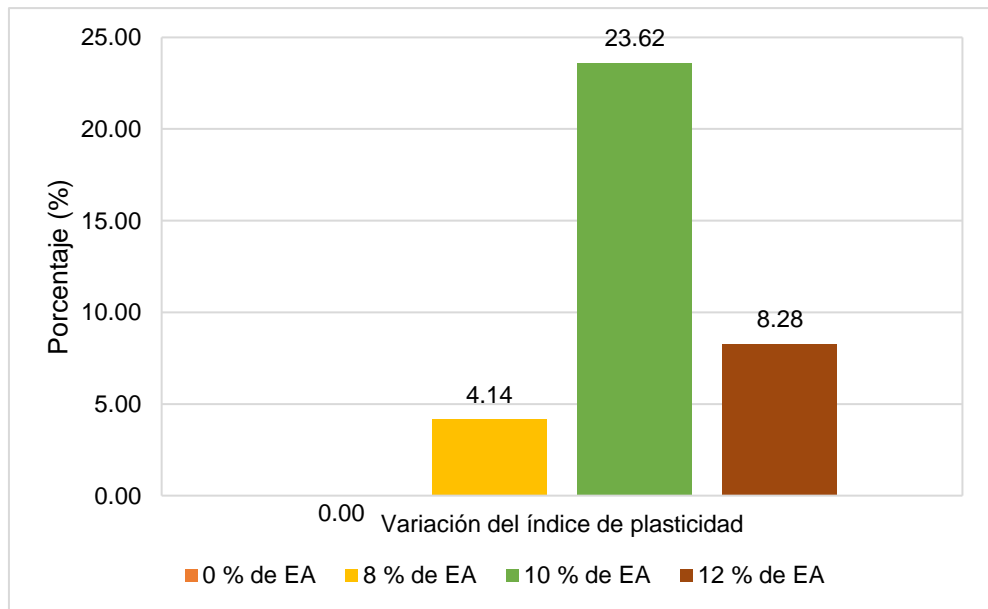


Figura 13. Variación porcentual del índice de plasticidad del suelo con emulsión asfáltica catiónica en relación al suelo existente.

4.2.4. Contratación estadística de hipótesis

Para la contrastación de la hipótesis estadística “a”, en primera instancia se procedió a determinar la normalidad de los datos obtenidos concernientes a las propiedades físicas del suelo (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad).

Prueba de normalidad de datos

Según los resultados de la Tabla 29 se tiene que los datos obtenidos para el límite líquido del suelo presentan una distribución normal pues la significancia resultante según el estadístico de Shapiro – Wilk (número de muestras menor a 50) es mayor a 0.05 (confiabilidad del 95 %), en cuanto a los datos del límite plástico e índice de plasticidad se tiene una distribución no normal al contar significancia menores y mayores a 0.05.

Por lo tanto, para los datos que presentan distribución normal se consideró el estadístico paramétrico ANOVA de un factor y para los datos de distribución no normal se utilizó el estadístico no paramétrico Kruskal – Wallis.

Tabla 29. Prueba de normalidad de datos obtenidos para el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Límite líquido	Suelo existente	0.92	3.00	0.46
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.96	3.00	0.64
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.83	3.00	0.19
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	0.85	3.00	0.25
Límite plástico	Suelo existente	0.99	3.00	0.78
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.75	3.00	0.00
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.75	3.00	0.00
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	0.87	3.00	0.30
Índice de plasticidad	Suelo existente	0.75	3.00	0.00
	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	0.87	3.00	0.30
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	0.99	3.00	0.84
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	0.88	3.00	0.33

Análisis estadístico para el límite líquido

De acuerdo a la Tabla 30 se tiene que el límite líquido del suelo presentó diferencias significativas por la adición de emulsión asfáltica catiónica, esto al obtener según la prueba ANOVA de un factor una significancia de 0.00 (menor a 0.05 por la confiabilidad del 95 %).

Tabla 30. Prueba ANOVA de un factor para los datos del límite líquido.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Entre grupos	78.37	3.00	26.12	43.16	0.00
Límite líquido	Dentro de grupos	4.84	8.00	0.61		
	Total	83.21	11.00			

De acuerdo a la Tabla 31 (comparación de grupos con la prueba post hoc de Tukey), se tiene que el suelo con 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica difieren significativamente en cuanto al límite líquido de lo obtenido para el suelo existente, pues presentan una significancia menor a 0.05. Asimismo, se menciona que el límite líquido en todos los casos presentó reducciones, pues las diferencias de medias son de 2.97 %, 3.52 % y 7.19 %.

Tabla 31. Comparación de grupos según el límite líquido.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Límite líquido	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	2.97*	0.64	0.01	0.94	5.00
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3.52*	0.64	0.00	1.49	5.55
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	7.19*	0.64	0.00	5.16	9.22
	Suelo existente					

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Adicionalmente, en la Tabla 32 se muestra tres grupos homogéneos acorde al límite líquido donde, el primer grupo lo conforma el suelo con 12 % de emulsión asfáltica, el segundo grupo lo conforman el suelo con emulsión asfáltica en 10 % y 8 %, el tercer grupo está conformado por el suelo existente.

Tabla 32. Grupos homogéneos según el límite líquido.

Cantidad de emulsión asfáltica (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	3.00	24.15		
Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	3.00		27.82	
Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	3.00		28.37	
Suelo existente	3.00			31.34
Sig.		1.00	0.82	1.00

Análisis estadístico para el límite plástico

Del mismo modo, en la Tabla 33 se tiene que la significancia resultante según la prueba de Kruskal – Wallis es de 0.02 representando que los datos del límite plástico diferencian significativamente por la adición de la emulsión asfáltica catiónica.

Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis para los datos del límite plástico.

Parámetro	Valor
N total	12.00
Estadístico de contraste	10.42
Grados de libertad	3.00
Significancia asintótica (prueba bilateral)	0.02

Según la Tabla 34, se tiene que el suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica difiere significativamente en cuanto al límite plástico de lo obtenido para el suelo existente, pues presenta una significancia de 0.01, a diferencia de los suelos con 8 % y 10 % a pesar que presentaron variaciones del límite plástico esta no es significativa estadísticamente.

Tabla 34. Comparación de grupos según el límite plástico.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desviación del estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
Suelo existente	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01

Análisis estadístico para el índice de plasticidad

En la Tabla 35 se tiene que el índice de plasticidad del suelo presentó diferencias significativas por la adición de emulsión asfáltica catiónica, esto al obtener según la prueba Kruskal-Wallis una significancia de 0.03.

Tabla 35. Prueba de Kruskal-Wallis para los datos del índice de plasticidad.

Parámetro	Valor
N total	12.00
Estadístico de contraste	9.28
Grados de libertad	3.00
Significancia asintótica (prueba bilateral)	0.03

Según la Tabla 36 (comparación de grupos), se tiene que el suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica es el único grupo que difiere significativamente en cuanto al índice de plasticidad de lo obtenido para el suelo existente, pues presentan una significancia menor a 0.05; mientras que, lo obtenido para el suelo con 8 % y 12 % de emulsión asfáltica no difiere significativamente.

Tabla 36. Comparación de grupos según el índice de plasticidad.

		Estadístico de prueba	Error estándar	Desviación del estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
Suelo existente	Suelo más 8 % de emulsión asfáltica	-3.00	2.92	-1.03	0.31	1.00
	Suelo más 10 % de emulsión asfáltica	-8.67	2.92	-2.97	0.03	0.02
	Suelo más 12 % de emulsión asfáltica	-5.00	2.92	-1.71	0.09	0.52

Conclusión estadística

Se plantea las siguientes hipótesis estadísticas:

Hi: Las propiedades físicas del suelo estabilizado con emulsión asfáltica catiónica mejoran, siendo apto para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

Ho: Las propiedades físicas del suelo estabilizado con emulsión asfáltica catiónica no mejoran, siendo no apto para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.

Por consiguiente, acorde al análisis estadístico del límite líquido, del límite plástico e índice de plasticidad, se concluye que, la emulsión asfáltica catiónica mejora significativamente las propiedades físicas del suelo para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga - Huancayo, aceptando así la hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Variaciones de la compactación y capacidad de soporte del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante

Según la hipótesis planteada: La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación del suelo incrementando la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementa la capacidad de soporte incrementando el CBR del suelo, se tiene que de acuerdo a los resultados especificados en la Tabla 7 la máxima densidad seca del suelo existente resultó de 1.85 g/cm^3 , mientras que al adicionar 8 % de emulsión asfáltica se incrementó a 1.90 g/cm^3 , con 10 % varió a 1.95 g/cm^3 y con 12 % de emulsión asfáltica varió a 1.92 g/cm^3 , representado incrementos de 2.41 %, 5.55 % y 3.73 %; lo cual, de acuerdo al análisis estadístico de ANOVA de un factor realizado en la Tabla 13 determina que la adición de emulsión asfáltica catiónica trae consigo diferencias significativas en la máxima densidad seca al resultar una significancia de 0.00 (menor a 0.05 por utilizar una confiabilidad al 95 %), adicional a ello, acorde a lo estipulado en la Tabla 14 (comparación de grupos), se tiene que tanto la adición de 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica en el suelo incrementó significativamente la máxima densidad seca del suelo al encontrarse diferencias de medias de -0.04, -0.10 y -0.07, bajo una significancia de 0.00.

Asimismo, es dable mencionar que, según la investigación realizada por Aliaga y Soriano (2019) en “Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares” se discrepa en cuanto a la variación de la máxima densidad seca pues, obtuvieron como resultado la reducción de la misma por la adición de emulsión asfáltica catiónica, situación que se daría porque la utilizaron en suelos granulares.

Del mismo modo, según lo detallado en la Tabla 9, el óptimo contenido de humedad del suelo existente resultó con 13.44 %, al adicionar 8 % de emulsión asfáltica resultó 11.86 %, al adicionar 10 % varió a 9.49 % y al considerar 12 % de emulsión asfáltica el óptimo contenido de humedad pasó a 8.69 %, representando así reducciones de 11.71 %, 29.35 % y 35.35 %; lo cual, de acuerdo al análisis estadístico de ANOVA de un factor realizado tal como se muestra en la Tabla 16 determina que la adición de emulsión asfáltica catiónica trae consigo diferencias significativas en el óptimo contenido de humedad al haberse obtenido una significancia de 0.00 (menor a 0.05 por utilizar una confiabilidad al 95 %), adicionalmente, acorde a lo estipulado en la Tabla 17 (comparación de grupos), se tiene que tanto la adición de 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica en el suelo disminuyó significativamente el óptimo contenido de humedad del suelo al encontrarse diferencias de medias de 1.57, 3.94 y 4.75 bajo una significancia de 0.01 y 0.00.

Lo obtenido en cuanto a la reducción del óptimo contenido de humedad, se concuerda con lo obtenido por Aliaga y Soriano (2019) donde también debido a la adición de emulsión asfáltica se dio tal reducción.

De acuerdo a los resultados especificados en la Tabla 11, el CBR promedio al 95 % para el suelo existente resultó de 1.53 %, para el suelo donde se adicionó 8 % de emulsión asfáltica resultó 3.76 %, con 10 % de emulsión asfáltica resultó 7.08 % y con 12 % pasó a 4.94 %, representándose en incrementos de 145.22 %, 361.96 % y 221.96 % en comparación del suelo existente; lo cual, de acuerdo al análisis estadístico de ANOVA de un factor realizado en la Tabla 19 determina que la adición de emulsión asfáltica catiónica trae consigo diferencias significativas en el

CBR del suelo con una significancia de 0.00 (menor a 0.05 por utilizar una confiabilidad al 95 %), adicional a ello, acorde a lo estipulado en la Tabla 20 (comparación de grupos), se tiene que tanto la adición de 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica en el suelo incrementó significativamente el CBR al 95 % del suelo al encontrarse diferencias de medias de -2.23, -5.55 y -3.40, bajo una significancia de 0.00.

El incremento del CBR del suelo por la adición de emulsión asfáltica concuerdan con lo obtenido por Galarreta y Llenque (2019) que desarrollaron la investigación “Influencia de la adición de emulsión asfáltica en la estabilidad de los suelos del centro poblado de Villa Hermosa en el distrito La Esperanza”, en cuanto a la mejora que obtuvieron del CBR por la emulsión asfáltica; sin embargo, mencionan que al 9 % y 12 % se presenta reducciones de la misma, cuya discrepancia podría ser por el tipo de emulsión asfáltica que consideraron que fue una rotura rápida. Del mismo modo, se concuerda con Aliaga y Soriano (2019) que resaltan el incremento del CBR por la adición de emulsión asfáltica catiónica, pues lograron pasar de 65.10 % a 75.3 %. Se concuerda adicionalmente con lo obtenido por Jara y Ángulo (2018) que desarrollaron la investigación “Análisis y aplicación de emulsiones asfálticas catiónicas para la estabilización en el tramo de 5 km entre el caserío José Gálvez y la ciudad de Otuzco, provincia de Otuzco, departamento La Libertad” donde obtuvieron incrementos del CBR del suelo al añadir 4 %, 8 % y 12 % mejorando la capacidad de soporte del mismo. Asimismo, se concuerda con Meneses y Mateus (2017) que realizaron la tesis “Utilización de materiales procedentes de la quebrada La Lucha en el municipio de Coello, estabilizados con emulsión asfáltica para pavimentos de la red terciaria”, donde concluyen que, al utilizar emulsión asfáltica entre 15 % y 30 % es dable mejorar el CBR del suelo, esto para utilizar el material para afirmado. Por último, se contrasta lo obtenido por Quiroz (2017) en la 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”, donde concluyó que la adición de emulsión asfáltica en 9 % es posible obtener incrementos del CBR.

5.2. Variaciones de la consistencia del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante

De acuerdo a la hipótesis planteada: La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la consistencia del suelo para subrasante disminuyendo el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, se realizó ensayos de límite líquido y límite plástico del suelo existente y de aquellos donde se adicionó emulsión asfáltica catiónica de rotura media en 8 %, 10 % y 12 % de la máxima densidad seca; es así que, según lo establecido en la Tabla 24 que el promedio del límite líquido del suelo existente resultó de 31.33 %, que al añadir 8 % de emulsión catiónica varió a 28.37 %, con 10 % pasó a 26.95 % y con 12 % de emulsión asfáltica se redujo a 24.17 %, representando reducciones de 9.47 %, 13.99 % y 22.87 % en relación al límite líquido del suelo existente; asimismo, de acuerdo a lo mencionado en la Tabla 30 referente al análisis estadístico de ANOVA de un factor se concluye que, la adición de emulsión asfáltica catiónica de rotura media en el suelo trae consigo diferencias significativas en el límite líquido pues se encontró una significancia de 0.00; lo cual se encuentra fundamentado en la comparación de grupos que se realizó tal como se detalla en la Tabla 31, resaltando que tanto el 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica en el suelo difiere con lo obtenido en el suelo existente (significancias menores a 0.05) con diferencias de medias de 2.97, 3.52 y 7.19 producto de la reducción del límite líquido.

En cuanto al límite plástico se encontró según se observa en la Tabla 26 que, en el suelo existente fue de 21.67 %, del suelo con 8 % de emulsión asfáltica de 18.30 %, del suelo con 10 % de emulsión asfáltica de 15.00 % y con 12 % de emulsión asfáltica resultó de 13.70 %, reflejándose los mismos en reducciones de 15.54 %, 30.77 % y 36.77 %; por lo que, según la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis que se muestra en la Tabla 33, la emulsión asfáltica del suelo repercute significativamente en la reducción del límite plástico, pero tan sólo al ser considerado una dosificación de 12 % tal como se puede observar en la Tabla 34 (comparación de grupos) por la significancia obtenida de 0.01.

Obtenido el límite líquido y límite plástico, se procedió al cálculo del índice de plasticidad, donde según la Tabla 28 para el suelo existente resultó de 9.67 %, para el suelo con 8 % de emulsión asfáltica fue de 10.07 %, con 10 % fue de 11.95 % y con 12 % de emulsión asfáltica resultó de 10.47 %, valores que representaron incrementos de 4.14 %, 23.62 % y 8.28 % en comparación al suelo existente; por lo que, según la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis que se muestra en la Tabla 35, la emulsión asfáltica del suelo repercute significativamente en la reducción del índice de plasticidad, pero tan sólo al ser considerado una dosificación de 10 % tal como se puede observar en la Tabla 36 (comparación de grupos) por la significancia obtenida de 0.02.

Cabe mencionar que, de acuerdo a los antecedentes considerados en esta investigación, el principal énfasis fue la verificación del CBR del suelo por la adición de emulsión asfáltica, por lo cual, no fue posible comparar lo obtenido en este estudio en cuanto al límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

CONCLUSIONES

1. La adición de emulsión asfáltica catiónica mejora las propiedades del suelo, en cuanto a su consistencia, compactación y capacidad de soporte, esto con 10 % cumpliendo para subrasante en el jirón Eucalipto.
2. La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación del suelo incrementando la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementando la capacidad de soporte incrementando el CBR del suelo, siendo apto para su uso como subrasante en el Jr. Eucalipto, pues, la máxima densidad seca se incrementó de lo obtenido para el suelo existente de 1.85 g/cm³ a 1.90 g/cm³, 1.95 g/cm³ y 1.92 g/cm³, reflejando un incremento de hasta 5.55 %; en cuanto al óptimo contenido de humedad este se redujo de 13.44 % a 11.86 %, 9.49 % y 8.69 %, resumiendo en una reducción de hasta 35.35 %; el CBR al 95 % de la MDS presentó incremento de hasta 361.96 % más pues, pasó de 1.53 % a 3.76 %, 7.08 % y 4.94 %, en todos los casos con la adición de 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de rotura media. Asimismo, de acuerdo al CBR obtenido, se concluye adicionalmente que el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica catiónica de rotura media corresponde al 10 %, esto de ser un tipo de suelo A – 5 (8), pues se pasó de contar con una subrasante inadecuada a una regular.
3. La adición de emulsión asfáltica varía la consistencia del suelo para subrasante disminuyendo el límite líquido y límite plástico, sin embargo, se incrementó el índice de plasticidad, siendo apto para su uso como subrasante en el jirón Eucalipto, pues, el límite líquido del suelo existente (A – 5 (8)) presentó un promedio de 31.33 % que se redujo a 28.37 %, 26.95 % y 24.17 % al incorporarle 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de rotura media, representando hasta un 22.87 % menos; en cuanto al límite plástico, el suelo existente presentaba un valor de 21.67 % que se vio reducido a 18.30 %, 15 % y 13.70 % al adicionar 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de rotura media, reflejando hasta un 36.77 % menos; no obstante, el índice de plasticidad se incrementó de 9.67 % obtenido del suelo existente a 10.07 %, 11.95 % y 10.47 % con la incorporación de la emulsión asfáltica catiónica de rotura media, resultando hasta 23.62 % más.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda a futuros investigadores considerar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas con emulsión asfáltica catiónica de suelos que puedan ser utilizados como afirmado, bases o subbases, pues podría presentar condiciones favorables.
2. Se recomienda estabilizar el suelo del tipo A – 5 (8) con emulsión asfáltica catiónica de rotura media considerando un 10 % del peso seco del suelo, pues según lo obtenido en esta investigación es factible su utilización como subrasante al sobrepasar el mínimo de CBR de 6 %.
3. Con la adición de emulsión asfáltica catiónica de rotura media se obtuvo el incremento del índice de plasticidad, lo cual resulta beneficioso de contar con materiales granulares por su acción coloidal, por lo tanto, se recomienda su utilización en este tipo de suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aliaga, F., & Soriano, C. (2019). *Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares* (Universidad Ricardo Palma). Recuperado de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2673>
2. Coronado, J. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos* (p. 289). p. 289. Recuperado de <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4114>
3. Galarreta, W., & Llenque, S. (2019). *Influencia de la adición de emulsión asfáltica en la estabilidad de los suelos del centro poblado de Villa Hermosa en el distrito La Esperanza* (Universidad Nacional de Trujillo). Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13423>
4. Jara, S., & Ángulo, A. (2018). *Análisis y aplicación de emulsiones asfálticas catiónicas para la estabilización en el tramo de 5 km entre el caserío José Galves y la ciudad de Otuzco, provincia de Otuzco, departamento La Libertad* (Universidad Privada Antenor Orrego). Recuperado de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4444>
5. López, G. (2020). *Ensayos de compactación en carreteras: Proctor normal y modificado* (p. 8). p. 8. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/139866>
6. Manotoa, A. (2016). *Estudio de la correlación entre los ensayos (DCP) penetrómetro dinámico de cono y (CBR) relación de soporte de California en los diferentes tipos de suelos* (Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23638>
7. Meneses, J., & Mateus, F. (2017). *Utilización de materiales procedentes de la quebrada La Lucha en el municipio de Coello, estabilizados con emulsión asfáltica para pavimentos de la red terciaria* (Universidad Piloto de Colombia). Recuperado de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5648>
8. MTC. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* (p. 57). p. 57. Recuperado de http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/Glosario_270808_final.pdf

9. MTC. (2014). *Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección suelos y pavimentos)* (p. 305). p. 305. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES DE CARRETERAS 2019/MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
10. MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf
11. Quiroz, W. (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* (Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25753>
12. REPSOL. (2020). *Emulsiones bituminosas* (p. 1). p. 1. Recuperado de <https://www.repsol.com/es/productos-y-servicios/asfaltos/emulsiones/emulsiones-bituminosas/index.cshtml>
13. Rodríguez, R., Castaño, V., & Martínez, M. (2001). *Emulsiones asfálticas* (p. 48). p. 48. Recuperado de <https://trid.trb.org/view/1138648>
14. Ulloa, A. (2011). Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. *Dialnet*, 1, 39-50. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6240953>
15. Zambrano, C., & Zavala, D. (2019). *Estudio de suelo y estabilización del material granular existente con emulsión asfáltica para el diseño de pavimento flexible, en la vía Libertador Bolívar - sitio nuevo de longitud 5 km, del Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena* (Universidad Estatal Península de Santa Elena). Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/4768>

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga - Huancayo”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de la estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo la adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación y capacidad de soporte del suelo para subrasante? b) ¿Cómo la adición de emulsión asfáltica catiónica varía la consistencia del suelo para subrasante?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el resultado de la estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar cómo la adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación y capacidad de soporte del suelo para subrasante. b) Establecer cómo la adición de emulsión asfáltica varía la consistencia del suelo para subrasante.</p>	<p>Hipótesis general: La adición de emulsión asfáltica catiónica mejora las propiedades del suelo cumpliendo para subrasante en el jirón Eucalipto, Sapallanga – Huancayo.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación del suelo incrementando la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad e incrementa la capacidad de soporte incrementando el CBR del suelo. b) La adición de emulsión asfáltica catiónica varía la consistencia del suelo para subrasante disminuyendo el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.</p>	<p>Variable independiente (X): emulsión asfáltica catiónica.</p> <p>Dimensión: emulsión asfáltica catiónica.</p> <p>Indicadores: - Cantidad de emulsión en relación al óptimo contenido de humedad.</p> <p>Variable dependiente (Y): propiedades del suelo.</p> <p>Dimensiones: - Propiedades físicas. - Propiedades mecánicas.</p> <p>Indicadores: - Límite líquido. - Límite plástico. - Índice de plasticidad. - Máxima densidad seca. - Óptimo contenido de humedad. - Índice de CBR.</p>	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: Correspondió al suelo del Jr. Eucaliptos entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas, en el distrito de Sapallanga, provincia de Huancayo del departamento de Junín.</p> <p>Muestra: Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional se utilizó el suelo extraído de una calicata del Jr. Eucaliptos entre el Jr. Los Lirios y el Jr. Las Azucenas.</p>

Anexo N° 02: cronograma de actividades

Tabla 37. Cronograma de actividades.

Ítem	Ensayo	Febrero		Marzo				
		3° semana	4° semana	1° semana	2° semana	3° semana	4° semana	5° semana
1	Recepción de muestras.							
2	Obtención en laboratorio de muestras representativas (Cuarteo).							
3	Determinación del contenido de humedad de un suelo.							
4	Análisis granulométrico de suelos por tamizado. (Patrón)							
5	Determinación del Límite Líquido, Límite Plástico de los suelos. (Patrón)							
6	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado). (Patrón)							
7	Método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR) de suelos compactados en laboratorio. (Patrón)							
8	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado). (Adición 8 % E.A.)							
9	Método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR) de suelos compactados en laboratorio. (Adición 8 % E.A.)							
10	Determinación del Límite Líquido, Límite Plástico de los suelos. (Adición 8 % E.A.)							
11	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado). (Adición 10 % E.A.)							
12	Método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR) de suelos compactados en laboratorio. (Adición 10 % E.A.)							
13	Determinación del Límite Líquido, Límite Plástico de los suelos. (Adición 10 % E.A.)							
14	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado). (Adición 12 % E.A.)							
15	Método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR) de suelos compactados en laboratorio. (Adición 12 % E.A.)							
16	Determinación del Límite Líquido, Límite Plástico de los suelos. (Adición 12 % E.A.)							
17	Presentación, explicación y entrega de resultados finales.							

Anexo N° 03: resumen de datos obtenidos en laboratorio

Tabla 38. Resumen de datos obtenidos en laboratorio.

Muestra	Granulometría			Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)	CBR (%)	
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)						AI 95 % de la MDS	AI 100 % de la MDS
Suelo existente	0.81	14.55	84.64	31.40	21.70	9.70	1.856	13.300	1.54	1.76
Suelo existente	1.48	11.61	86.91	31.50	21.90	9.60	1.850	12.860	1.62	1.87
Suelo existente	1.08	18.32	80.60	31.10	21.40	9.70	1.847	14.150	1.44	1.70
Suelo + 8 % de EA				28.50	18.20	10.30	1.894	12.030	3.56	5.80
Suelo + 8 % de EA				28.20	18.50	9.70	1.901	12.150	4.19	6.19
Suelo + 8 % de EA				28.40	18.20	10.20	1.892	11.410	3.53	6.08
Suelo + 10 % de EA				27.10	15.00	12.10	1.957	9.420	6.42	9.85
Suelo + 10 % de EA				29.50	18.10	11.40	1.950	9.700	7.28	10.76
Suelo + 10 % de EA				26.80	15.00	11.80	1.954	9.360	7.55	10.47
Suelo+ 12 % de EA				24.00	13.30	10.70	1.923	9.020	4.82	7.01
Suelo+ 12 % de EA				23.90	13.00	10.90	1.921	8.760	5.33	8.76
Suelo+ 12 % de EA				24.60	14.80	9.80	1.916	8.280	4.66	7.87

Anexo N° 04: certificados de ensayos

Anexo N° 04.01: suelo sin adición de emulsión asfáltica catiónica



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje, Huancayo N° 123-52 Unica, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-01	SG. N°043/2021

SOLICITANTE:

PÉREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO:

'ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO'

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D422-63(2007)*
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.267.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 479887.5 N. 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Identificación muestra : Patrón

Análisis Granulométrico ASTM D422-63(2007)*

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	1.15 g	0.1%	99.9%
N° 4	4.75 mm	7.02 g	0.8%	99.2%
N° 10	2.00 mm	19.43 g	2.8%	97.2%
N° 20	0.85 mm	15.52 g	4.3%	95.7%
N° 40	0.43 mm	47.07 g	9.0%	91.0%
N° 60	0.25 mm	23.10 g	11.3%	88.7%
N° 140	0.11 mm	18.09 g	13.1%	86.9%
N° 200	0.08 mm	22.72 g	15.4%	84.6%
PASA		848.90 g	100.0%	0.0%
		1003.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 16
(A) Peso de Contenedor Vacío	M ₀	(g)	52.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{0+H}	(g)	174.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{0+S}	(g)	165.50
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	113.50
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	8.50
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.49%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total:
 Método A = Humedad Recomendada ± 1%
 9.50 mm - Tamaño máximo partícula % que pasa
 Masa mínima recomendada - especimen = 50 g

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (8)
---------------------------	----------------------------------

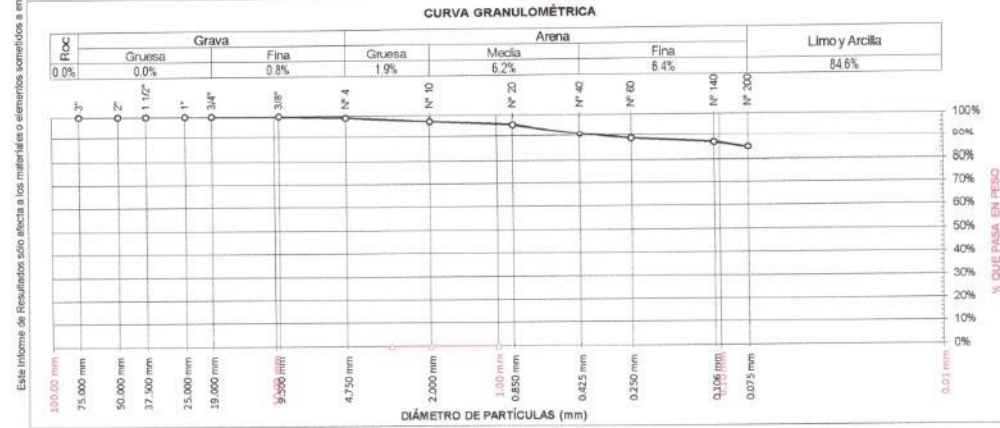
Arcilla de baja plasticidad con arena.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.81%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	14.55%
Finos	[φ < N° 200]	84.64%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Gerente General
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos y Pavimentación
 Ing. Civil Johnny R. RAMAUNDO OLIVERA
 C.I.R. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Peje: N° 05 N° 123-752 Chilca, Huancaayo
 Telf: 94046688 / 95550584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-02	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D422-63(2007)^{F2}
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3,267.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N.8690818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Identificación muestra : Patrón

Análisis Granulométrico ASTM D422-63(2007)^{F2}

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	2.31 g	0.2%	99.8%
N° 4	4.75 mm	15.12 g	1.5%	98.5%
N° 10	2.00 mm	21.03 g	3.3%	96.7%
N° 20	0.85 mm	14.42 g	4.5%	95.5%
N° 40	0.43 mm	41.40 g	8.0%	92.0%
N° 60	0.25 mm	20.32 g	9.7%	90.3%
N° 140	0.11 mm	17.15 g	11.2%	88.8%
N° 200	0.08 mm	22.59 g	13.1%	86.9%
PASA		1024.66 g	100.0%	0.0%
		1179.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 02
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _C	(g)	52.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	157.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	150.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	98.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	7.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.14%
Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total	Método A - Humedad Recomendada ± 1% 9.50 mm - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - espécimen = 50 g		

Clasificación de Suelos

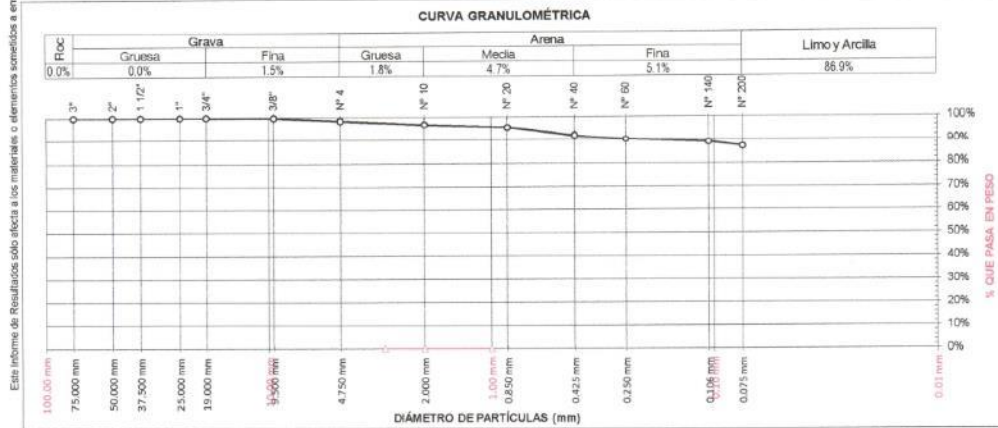
SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (8)
 Arcilla de baja plasticidad.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	1.48%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	11.61%
Finos	[φ < N° 200]	86.91%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$ $D_{30} =$ $D_{60} =$
 $C_u = D_{60}/D_{10}$
 $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. OLIVERA
 C. I. O. N° 204352

RUC: 20601885524 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elia, Lima
 Paje: Nuevas N° 122-82 Chica, Huancayo
 Telef: 964040168 / 955995984
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-03	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID	PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO DISTRITO : SAPALLANGA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D422-63(2007)* CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3,267.00 m s.n.m. Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E. 479687.5 N.8660818.3 Perfil del Suelo Tipo : S2-Suelos Intermedios Identificación muestra : Patrón	

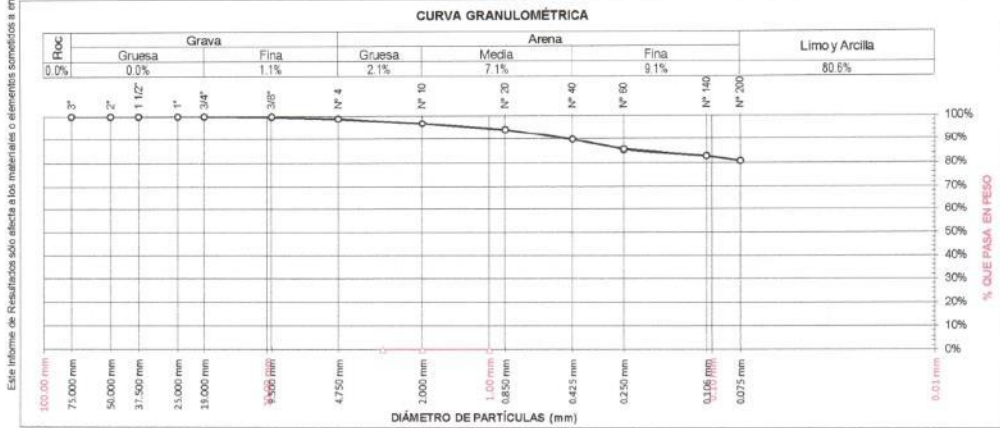
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	2.13 g	0.2%	99.8%
N° 4	4.75 mm	9.15 g	1.1%	98.9%
N° 10	2.00 mm	22.14 g	3.2%	96.8%
N° 20	0.85 mm	29.52 g	6.0%	94.0%
N° 40	0.43 mm	44.54 g	10.3%	89.7%
N° 60	0.25 mm	44.45 g	14.5%	85.5%
N° 140	0.11 mm	28.15 g	17.2%	82.8%
N° 200	0.08 mm	22.67 g	19.4%	80.6%
PASA		842.25 g	100.0%	0.0%
		1045.00 g	100.0%	100%

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 03
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _C	(g)	52.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	150.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	145.40
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	93.40
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	4.60
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	4.93%
Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total	Método A = Humedad Recomendada = 1% 9.50 mm - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - espécimen = 50 g		

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (7)
Arcilla de baja plasticidad con arena.	

Grava [N° 4 < φ < 3"]	1.08%
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	18.32%
Finos [φ < N° 200]	80.60%

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio Geotécnica
 Laboratorio de Soportes, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204452

RUC: 20601685524
[Pág. 09]



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paja, Huélas N° 122-952 Chilco, Huancayo
 Telf: 944666888 / 95505564
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-01	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

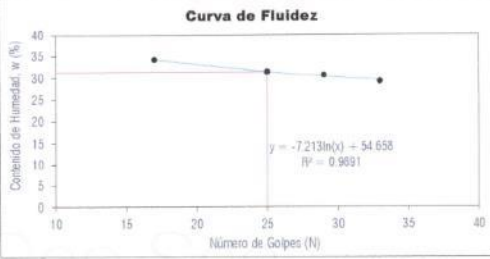
ENSAYOS REALIZADOS:
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.267.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos intermedios Identificación muestra : Patrón

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	17	25	29	33
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 25	N° 29	N° 33
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.87	21.82	21.86	21.87
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	48.92	48.47	44.91	48.65
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	42.03	42.10	39.50	42.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	20.16	20.28	17.64	20.88
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	6.89	6.37	5.41	6.10
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	34.18	31.41	30.67	29.21



Límite Plástico (Método Manual)

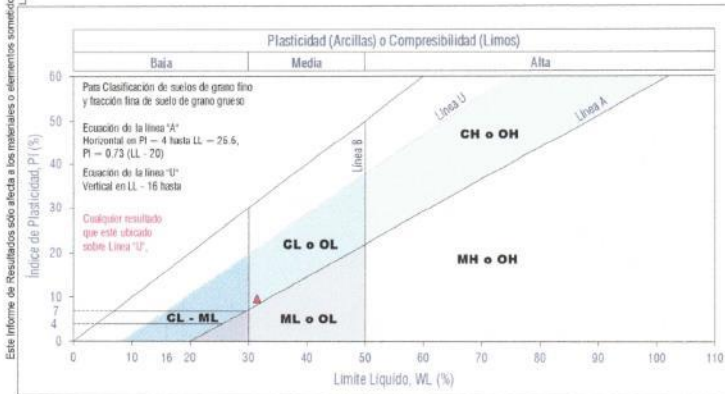
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 24	N° 105	N° 113	N° 114
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.85	21.55	21.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	31.60	31.48	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	29.92	29.74	29.36	29.38
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.22	7.89	7.81	7.40
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	1.77	1.74	1.73	1.55
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.53	22.05	22.15	20.95

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L)	Plastic Limit (PL, w _P)	Plasticity Index (PI)
: 31.4%	: 21.7%	: 9.7%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (8)
Arcilla de baja plasticidad.			



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition
 OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPi con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paja, Huélas N° 122-952 Chilco, Huancayo
 Telf: 945466888 / 95505564
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-01	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

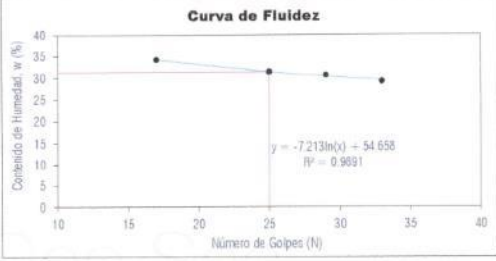
ENSAYOS REALIZADOS:
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3.267.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos intermedios Identificación muestra : Patrón

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	17	25	29	33
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 25	N° 29	N° 33
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.87	21.82	21.86	21.87
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	48.92	48.47	44.91	48.65
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	42.03	42.10	39.50	42.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	20.16	20.28	17.64	20.88
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	6.89	6.37	5.41	6.10
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	34.18	31.41	30.67	29.21



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 24	N° 105	N° 113	N° 114
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.85	21.55	21.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	31.60	31.48	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	29.92	29.74	29.36	29.38
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.22	7.89	7.81	7.40
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	1.77	1.74	1.73	1.55
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.53	22.05	22.15	20.95

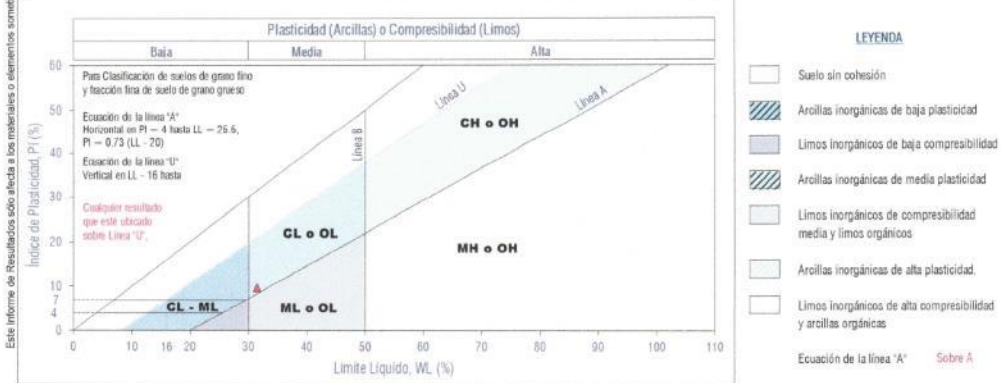
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL _{w_f})	: 31.4%	Plastic Limit (PL _{w_p})	: 21.7%	Plasticity Index (PI)	: 9.7%
---	---------	--	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (8)
----------------------	------	------------------------	-----------

Arcilla de baja plasticidad.



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Ruido, Laboratorio y Parámetros

Ing. Civil Johnny R. OLIVERA
 C.I.R. N° 204062

RUC: 20601685524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP/ con Resolución N° 004588-2018/OSD



J. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Pje. Nuñez N° 122-152 Chica, Huancayo
 Telef: 964046688 / 93505544
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-03	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCLIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCLIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios

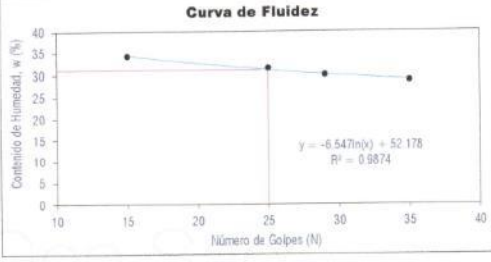
Profundidad : 1,80 m.
 Napa freática : N.P.
 Identificación muestra : Patrón

Altitud (Cota) : 3,267.00 m s n m
 Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	15	25	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 29	N° 30	N° 31
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.85	21.81	21.84	21.65
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	48.90	48.40	44.91	48.40
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	41.99	42.03	39.58	42.43
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	20.14	20.22	17.74	20.78
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	6.91	6.37	5.33	5.97
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	34.31	31.50	30.05	28.73



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 32	N° 33	N° 34	N° 35
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.74	21.82	21.54	21.95
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	31.69	31.45	31.19	30.90
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	28.90	29.71	29.56	29.34
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.16	7.89	8.02	7.39
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	1.79	1.74	1.65	1.56
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	21.94	22.05	20.32	21.11

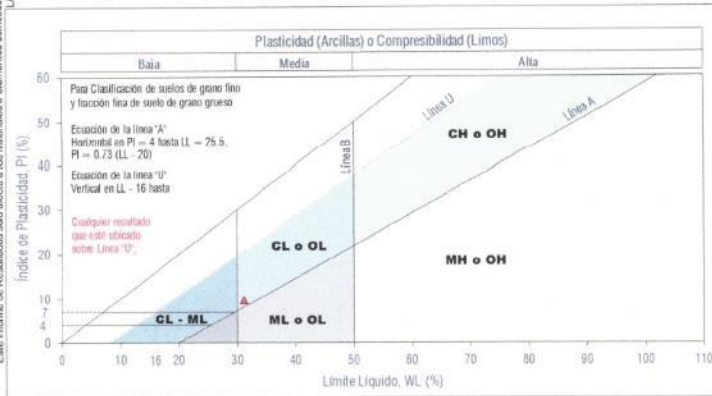
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL _{w_L})	: 31.1%	Plastic Limit (PL _{w_P})	: 21.4%	Plasticity Index (PI)	: 9.7%
---	---------	--	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-5 (7)
----------------------	------	------------------------	-----------

Arcilla de baja plasticidad.



LEYENDA

- Suelo sin cohesión
- Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
- Limos inorgánicos de baja compresibilidad
- Arcillas inorgánicas de media plasticidad
- Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
- Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
- Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas

Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. OLIVERA
 N° 204332

RUC: 2060168524
 [Pág. 10]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elio, Lima
 Paje, Número N° 123-152 Chicla, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COO. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-03	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

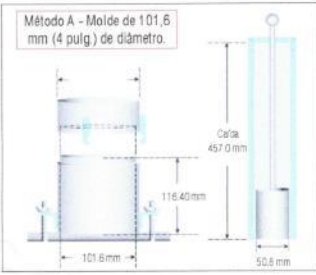
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1.80 m Altitud (Cota): 3,267.00 m s.n.m.
 Identificación muestra: Patrón Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: E-479887.5 N 8960818.3
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retene 20% o menos Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

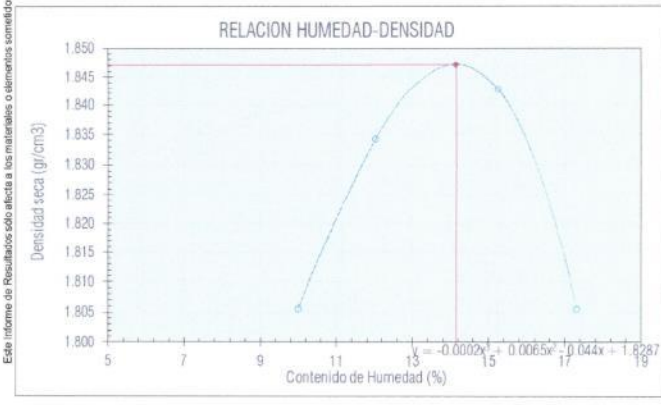
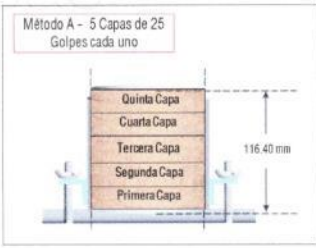
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{cas}	(g)	5995.00	6059.00	6123.00	6118.00
(B) Peso del Molde	M _{mds}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1852.00	1916.00	1980.00	1975.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.986	2.055	2.124	2.118



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	39.61	34.32	54.12	87.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cas}	(g)	198.65	194.23	202.13	185.36
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cas}	(g)	184.18	177.05	182.55	170.98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	144.57	142.73	128.43	83.02
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	14.47	17.18	19.58	14.38
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	10.01	12.04	15.25	17.32
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.81	1.83	1.84	1.81



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.847
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOSAC
 Colaboración Científica
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA
 C.I.P. N° 204335

RUC: 20601685524 [Pág. 11]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 int. 304 Urb. Ello, Lima
 Paje. Nuevos N° 122-152 Chitca, Huancaayo
 Telf: 984400000 y 984400004
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-02	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Patrón
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retene 20% o menos

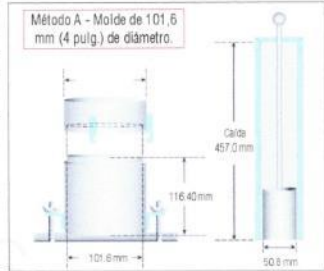
Profundidad: 1.80 m
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Altitud (Cota): 3,267.00 m s.n.m
 Coordenadas UTM: E 479587.5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

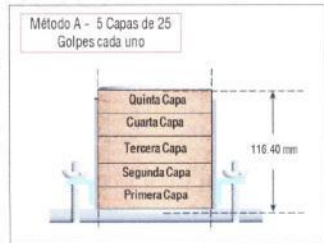
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos húmedo & Molde	M _{cu}	(g)	5988.00	6057.00	6103.00	6095.00
(B) Peso del Molde	M _{mol}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1845.00	1914.00	1960.00	1952.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.979	2.053	2.102	2.094



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 40	N° 41	N° 42	N° 43
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	37.10	49.83	50.90	52.82
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu}	(g)	203.00	185.88	198.78	175.67
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	188.08	171.80	180.30	158.88
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M _s	(g)	150.98	121.97	129.40	106.06
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	14.92	14.08	18.48	16.79
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.88	11.54	14.28	15.83
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.80	1.84	1.84	1.81



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.850
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.86

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. BATMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524 [Pág. 07]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 084588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje. Nortes N° 122-152 Chilca, Huancaayo
 Telf: 984984669 / 98556558-4
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-01	SG N° 043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Patrón
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos

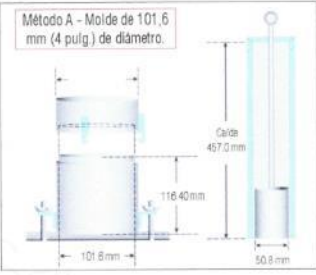
Profundidad: 1.80 m
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Altitud (Cota): 3,267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479987 5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

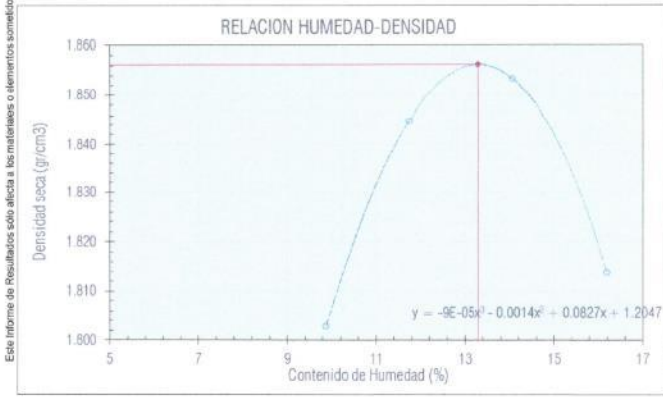
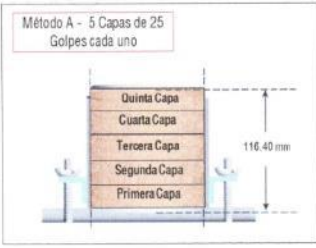
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{cas}	(g)	5990.00	6065.00	6114.00	6108.00
(B) Peso del Molde	M _{cos}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1847.00	1922.00	1971.00	1965.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.981	2.061	2.114	2.109



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 02	N° 01	N° 05	N° 377
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	48.35	52.84	49.88	37.11
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cas}	(g)	182.75	184.24	161.26	179.76
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cos}	(g)	170.76	170.43	147.53	159.88
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	121.41	117.59	97.65	122.77
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	11.99	13.81	13.73	19.88
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.88	11.74	14.06	16.19
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.80	1.84	1.85	1.81



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.856
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.30

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ ORIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angélica Fernández Chávez N° 2301 Int. 104 Urb. Elba Luján
 P.O. Box N° 1157-152 Costa Huancayo
 Telef: 964346608 / 953505594
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-01	S.G. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

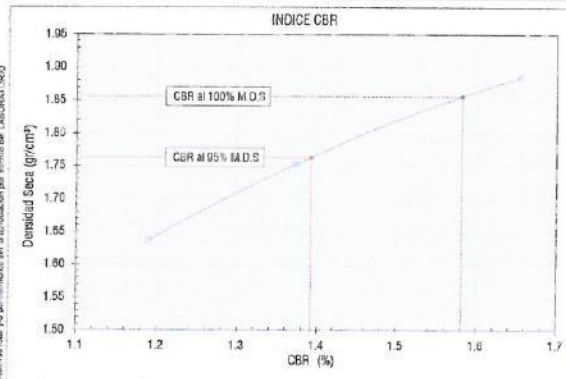
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1,80 m. Altitud (Cota) : 3.267,00 m s.n.m.
 Identificación muestra: Patrón Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E.479987.5 N.9660918.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

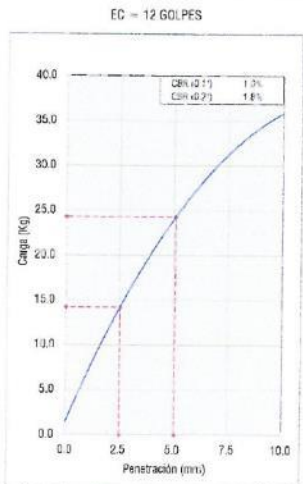
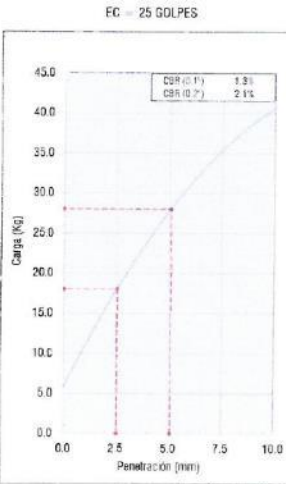
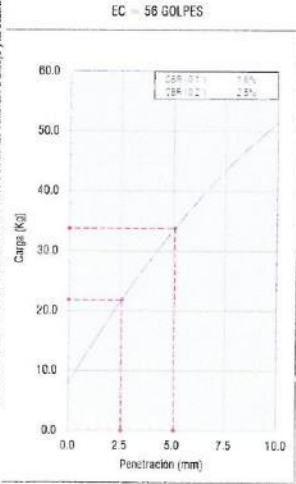


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.856
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.299
 95^o Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.763

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 1.58%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 1.39%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach Denis L.R.
 Revisado: Ing. Jimmy R. Q.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Bases Concretas y Pavimentos
 Ing. Cyril Jehay R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 20601685524
 Pág 1

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Abujá Fernández Quiroz N° 2301 Int. 104 Urb. Ello Lima
 P.O. Box N° 112 151 Oficina Huancaayo
 Telef. (51) 052 933 945 584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-02	SG. N°043/2021

SOLICITANTE:
PÉREZ TUEROS, JORDI DAVID

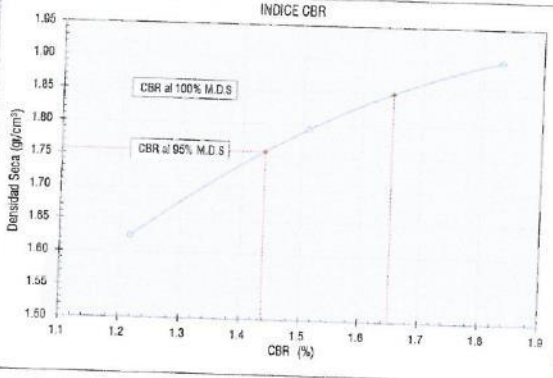
PROYECTO:
 "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Patrón
 Profundidad: 1.80 m.
 Simbolo del Suelo: CL
 Altitud (Cota) : 3.257,00 m s.n.m.
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Coordenadas UTM : E 473887,5 N 6950818,3

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

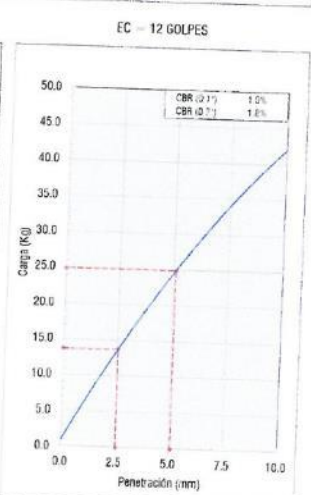
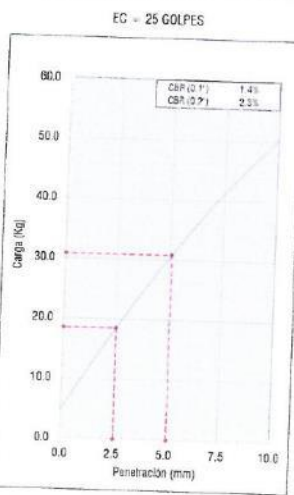
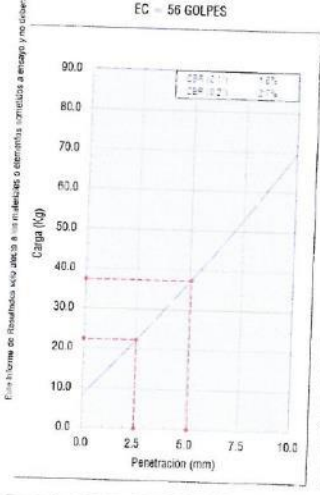


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Grcm³) : 1.850
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.860
 95% Máxima Densidad Seca (Grcm³) : 1.757

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 1.63%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 1.44%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Pech Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

SILVER GEO SAC.
 Coordinación Científica
 Laboratorio de Densidad, Coacción y Permeación
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 20801685594
 Pág. 2

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angel Fernandez Quiroz N° 2420 Int. 104 Urb. 3to. Lima
 Paje, Nuevos N° 122, 152 Chica, Huancayo
 Telf: 954344248, 953515504
 Correo: Silvergeo@comcast.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	05-03-21	M-03	SG, N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

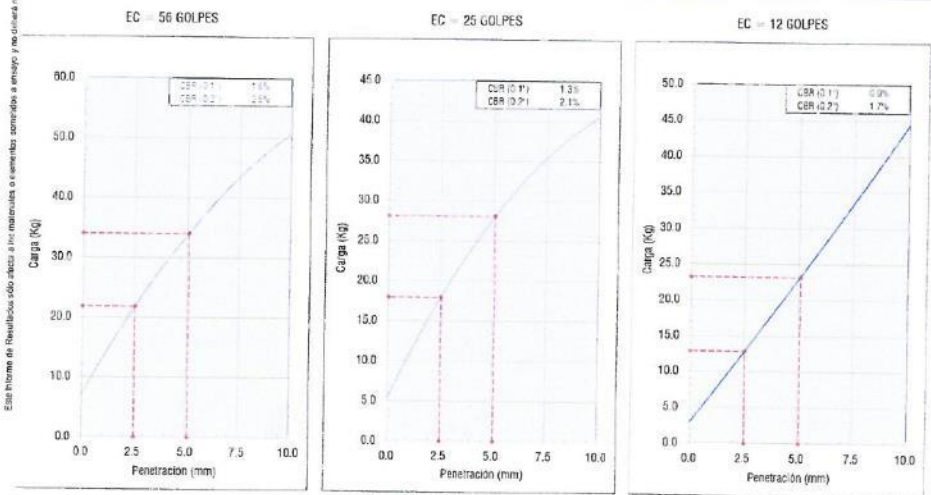
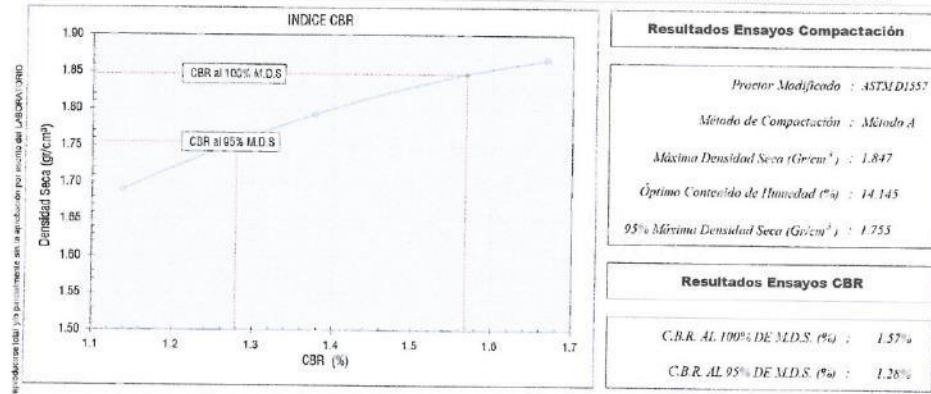
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1533-07a2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota): 3.267.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Patrón Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E.479887.5 N.8500813.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1533-07a2



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Deni L. R.
 Revisado: Ing. Jhony R. O.

SILVER GEO SACS.
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Soles, Concreto y Pavimento

RUC: 2090185524
 Ing. Cnel Jhony R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 Pag. 3

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2015/DSD

Anexo N° 04.02: suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
 Paje. Nariño N° 132-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 960405689 / 939305544
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	12-03-21	M-05	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

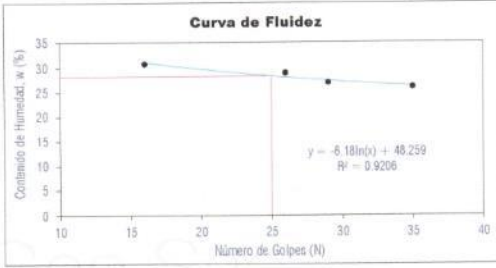
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3,267.00 m.s.n.m
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 8%

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	16	25	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 45	N° 46	N° 47
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.74	21.75	21.74	22.12
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	48.65	47.00	44.30	48.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	42.30	41.32	39.50	42.81
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	20.56	19.57	17.76	20.69
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.35	5.68	4.80	5.39
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	30.89	29.02	27.03	26.05



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 48	N° 49	N° 50	N° 01
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.74	22.15	20.14
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	31.58	31.15	31.12	32.45
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	29.96	29.80	29.66	30.56
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.26	8.06	7.51	10.42
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.62	1.35	1.48	1.89
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	19.61	16.75	19.44	18.14

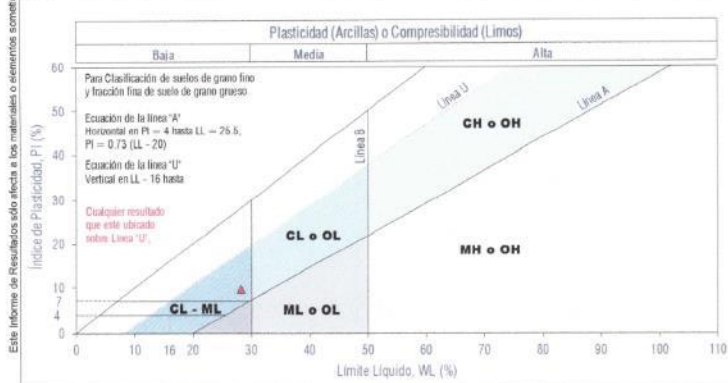
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L) : 28.2%	Plastic Limit (PL, w _p) : 18.5%	Plasticity Index (PI) : 9.7%
--	---	------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : 0
---------------------------	----------------------------

Arcilla de baja plasticidad.



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotécnica y Obras
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. O. OLIVERA
 C.I.P. N° 203352

RUC: 20601685524 [Pág. 16]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje. Nules N° 122-152 Dñica, Huancaayo
 Telef: 364046808 y 955029564
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	12-03-21	M-04	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

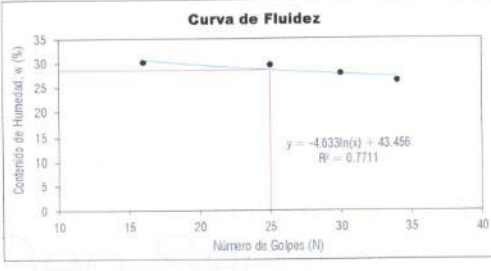
ENSAYOS REALIZADOS:
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3,267.00 m s n m
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa hética : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8650818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 8%

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	16	25	30	34
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 37	N° 38	N° 39
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.62	21.87	21.86	21.87
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	48.55	48.42	44.80	48.30
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	42.36	42.35	39.80	42.75
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _C	(g)	20.54	20.48	17.94	21.08
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	6.19	6.07	5.00	5.55
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	30.14	29.64	27.87	26.33



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 40	N° 41	N° 42	N° 43
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.85	21.55	21.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	31.69	31.48	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	30.20	30.00	29.64	29.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _C	(g)	8.50	8.15	8.09	7.52
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	1.49	1.48	1.45	1.43
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	17.53	18.16	17.92	19.02

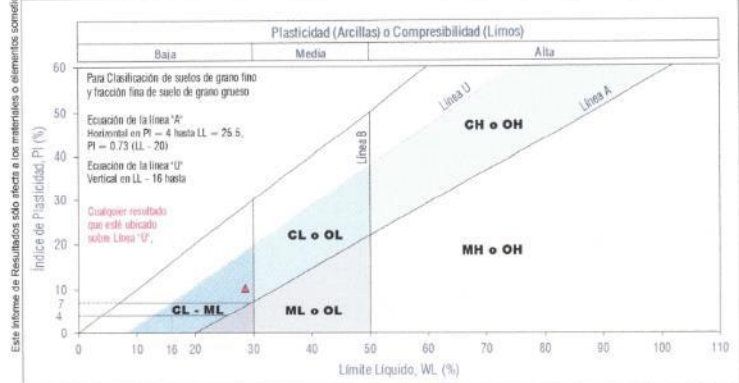
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L)	: 28.5%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 18.2%	Plasticity Index (PI)	: 10.3%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: 0
----------------------	------	------------------------	-----

Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuaón de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 13]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2010/DGD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Paje. Norte, N° 122-852 Chilca, Huancayo
 Telef: 960466089 / 955955944
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	12-03-21	M-06	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAFALLANGA - HUANCAYO"

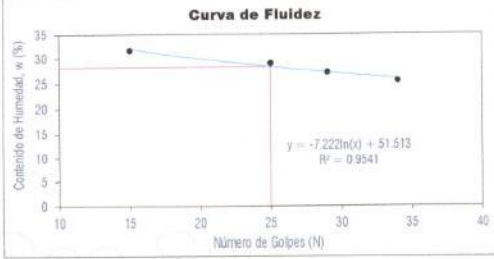
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS:
 LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m. Altitud (Cota) : 3,267.00 m s n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.6 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 8%

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^c)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro Var.	Unidad	Nro			
			01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	15	25	29	34
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 03	N° 04	N° 05
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.35	21.45	22.15	21.18
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CUS}	(g)	47.55	49.20	47.10	46.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	41.25	42.96	41.75	42.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	19.90	21.51	19.60	21.37
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.30	6.24	5.35	5.45
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	31.66	29.01	27.30	25.50



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro Var.	Unidad	Nro			
			01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 06	N° 07	N° 08	N° 09
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.10	21.35	22.26	20.75
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CUS}	(g)	32.45	31.46	31.09	31.21
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	30.90	29.85	29.80	29.56
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.80	8.50	7.54	8.81
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.55	1.63	1.29	1.65
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	17.61	19.18	17.11	18.73

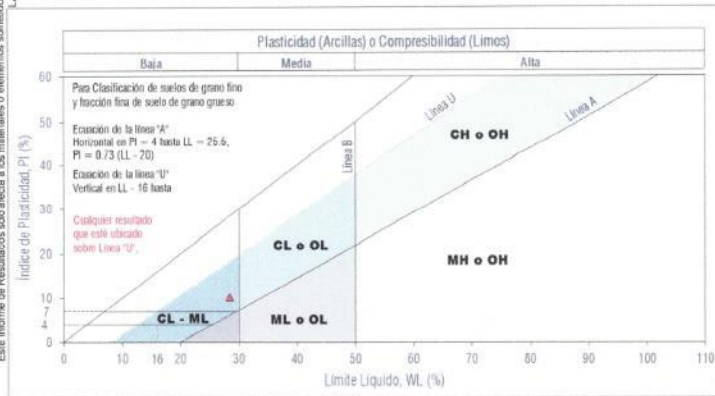
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^c)

Liquid Limit (LL _{w_L}) : 28.4%	Plastic Limit (PL _{w_P}) : 18.2%	Plasticity Index (PI) : 10.2%
---	--	-------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : 0
---------------------------	----------------------------

Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Equación de la línea 'A' *Sobre A*

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition
 OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeiería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204362

RUC: 20601685524
 [Pág. 19]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 304 Urb. Elío, Lima
 Paje: N° 123-152 Chilio, Huancayo
 Telf: 984046689 y 985503584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	12-03-21	M-05	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

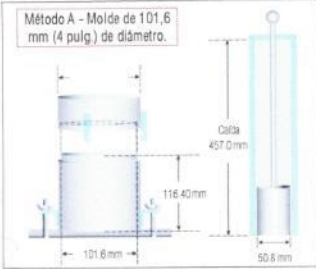
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 8%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos
 Profundidad: 1.80 m
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Altitud (Cota): 3,267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479887 5 N 8660816 3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

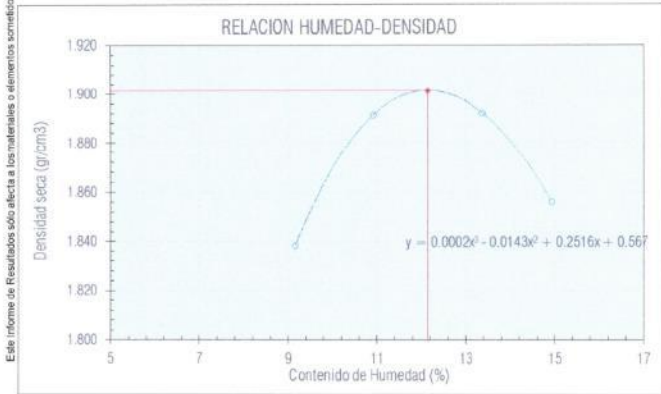
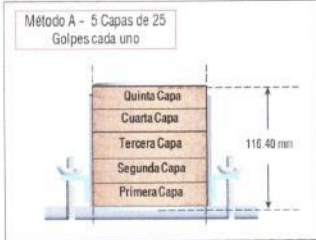
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{cas}	(g)	6014.00	6099.00	6143.00	6132.00
(B) Peso del Molde	M _{ps}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A - B)		(g)	1871.00	1956.00	2000.00	1989.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo (C / D)		gr/cm ³	2.007	2.098	2.145	2.133



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 30	N° 31	N° 32	N° 33
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	49.30	50.92	37.13	50.44
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cas}	(g)	165.50	176.35	167.35	172.04
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	155.75	164.00	151.99	156.24
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	106.45	113.08	114.86	105.80
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	9.75	12.35	15.36	15.80
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	9.16	10.92	13.37	14.93
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.84	1.89	1.89	1.86



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.901
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Organización Especializada
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos y Pavimentación
 Ing. Civil Johnny R. HAYMURDO OLIVERA
 C.I.P. N° 2043152

RUC: 20601685524
 [Pág. 17]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elio, Lima
 Paje. N° 132-152 Chilla, Huancayo
 Telef: 94044688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	12-03-21	M-04	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 8%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retene 20% o menos

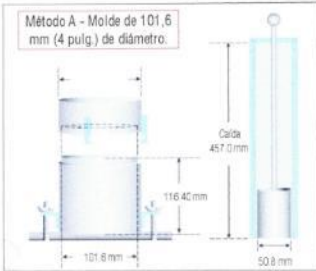
Profundidad: 1.80 m.
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Altitud (Cota): 3.267.00 m s n m
 Coordenadas UTM: E 479887 5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

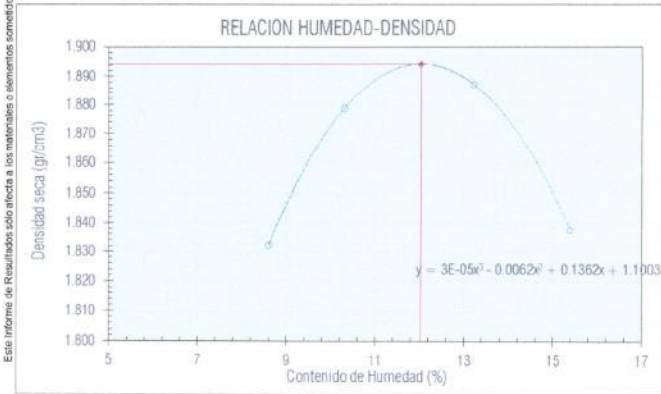
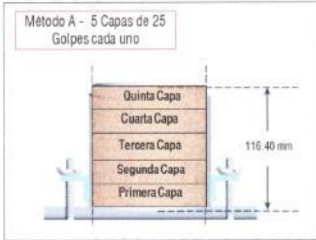
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{cus}	(g)	5998.00	6075.00	6135.00	6100.00
(B) Peso del Molde	M _{cos}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A - B)	(g)		1855.00	1932.00	1992.00	1977.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo (C / D)	(g/cm ³)		1.990	2.072	2.137	2.120



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 00	N° 00	N° 00
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	37.21	39.41	40.15	45.23
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cus}	(g)	201.54	195.75	184.36	175.84
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	188.54	181.15	167.53	158.42
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	151.33	141.74	127.38	113.19
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	13.00	14.60	16.83	17.42
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.59	10.30	13.21	15.39
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.83	1.88	1.89	1.84



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm3) : 1.894
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.03

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Queterías Geotécnicas
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA
 C.I.P. N° 204.352

RUC: 20601685524 [Pág. 14]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588 2018/DSD



K. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje, Número N° 123-152 Chica, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	12-03-21	M-06	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

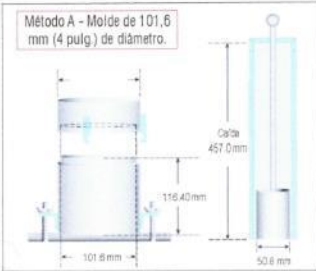
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 8%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos
 Profundidad: 1.80 m
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Altitud (Cota): 3.267,00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479887.5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

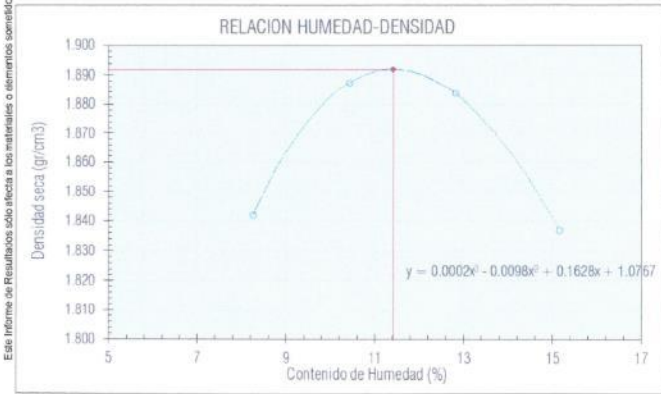
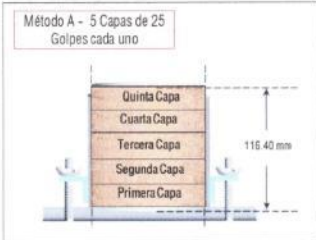
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{MO}	(g)	6002.00	6086.00	6124.00	6116.00
(B) Peso del Molde	M _{MO}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1859.00	1943.00	1981.00	1972.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.994	2.064	2.125	2.115



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 24	N° 25	N° 26	N° 27
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	50.42	45.26	48.96	39.12
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{MO}	(g)	184.25	189.56	175.36	185.54
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{DC}	(g)	174.05	175.94	161.00	166.28
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	123.63	130.68	112.04	127.16
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	10.20	13.62	14.36	19.26
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	8.25	10.42	12.62	15.15
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.84	1.89	1.85	1.84



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.892
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.41

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
 Ing. Cecil Johnny R. OLIVERA
 C.I.P. N° 244352

RUC: 20601665524
 [Pág. 20]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Ángel Fernández Chiriz N° 2879 Int. 104 Urb. El Financiero
 Paje Nuevo N° 125 103 Oficina Huancayo
 Telef: 064246638 / 955595563
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
28-02-21	12-03-21	M-04	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

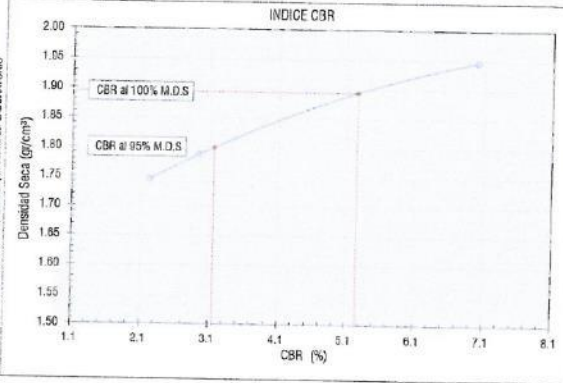
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota) : 3.267.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 5% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E.479887.5 N.8660818.3
 Proccimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

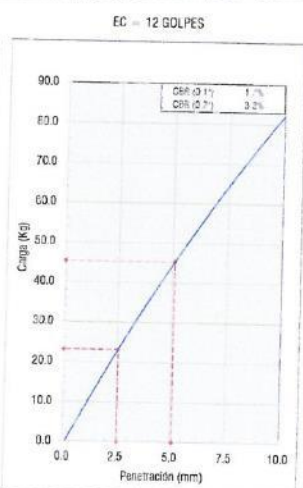
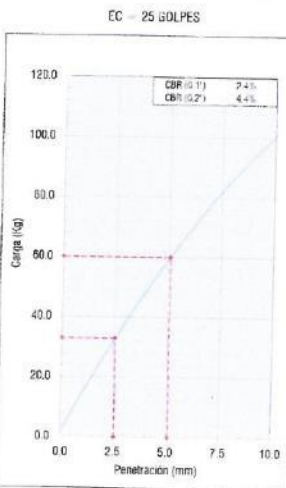
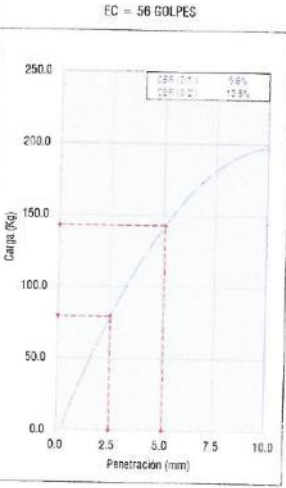


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.894
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.934
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.800

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%₉₅) : 5.26%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%₉₅) : 3.16%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis L. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20801685524
 Pág. 4

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2018/DSD



Av. Argemón Fernández Quiroz N° 2801 Int. 104 Urb. Eliz. Lima
 P.O. Box N° 127 157 Chica, Huancayo
 Telf: 0446608/93510554
 Correo: info@silvergeosac.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
28-02-21	12-03-21	M-05	SG. N°043/2021

SDICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACION DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

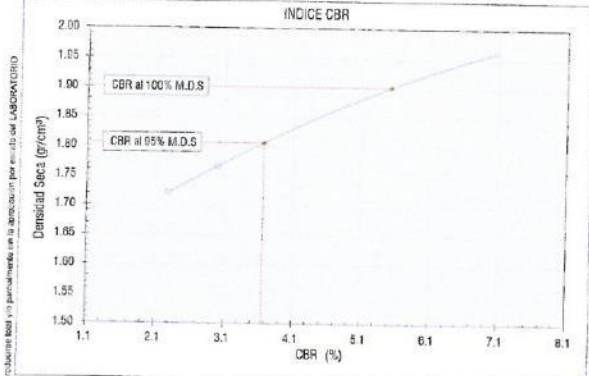
ENSAYOS REALIZADOS:

ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1,80 m. Altitud (Cota) : 3.267,00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 8% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E.478887.5 N.6660810.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tariz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

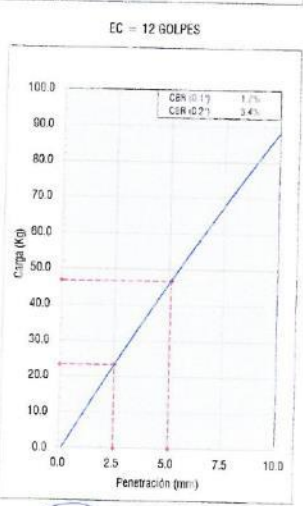
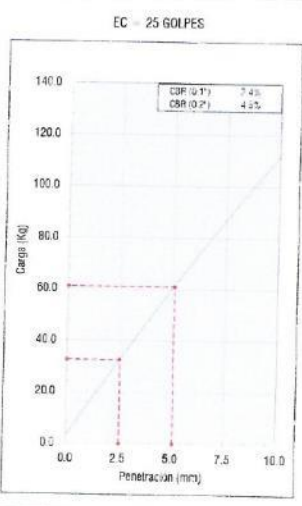
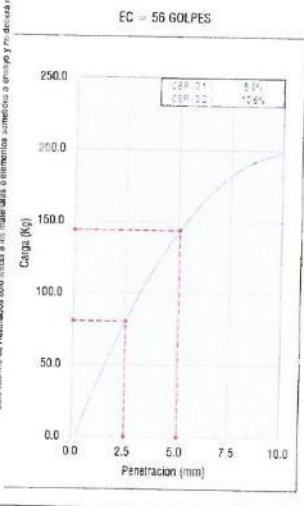


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Grcm³) : 1.901
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.147
 95% Máxima Densidad Seca (Grcm³) : 1.806

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 5.53%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 3.66%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Beti Denis L. P.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Bases, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 O.I.P./N° 204382

RUC: 2090188524
 Pág 5

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Ingeniería y Estudios Geotécnicos S.A.
 Av. Arce 1235, Quito N° 2103 tel. 134 444 8100, Lima
 P.O. Box: 101 133 192 Chila, Huancayo
 Tel: 01442465681 / 65335554
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
20-02-21	12-03-21	M-00	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: JIRÓN EUCALIPTO
DISTRITO: SAPALLANGA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

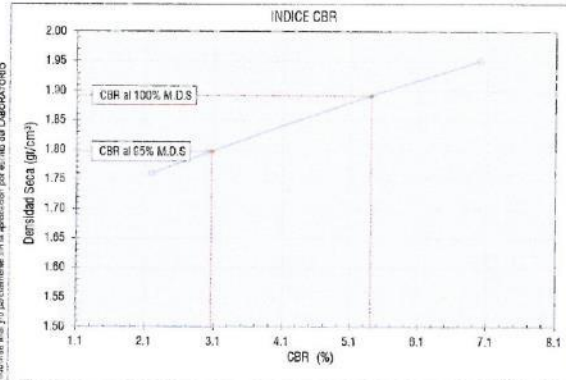
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente **Profundidad:** 1.80 m **Altitud (Cota):** 3.257.00 m.s.n.m.
Identificación muestra: Adición del 8% **Símbolo del Suelo:** CL **Coordenadas UTM:** E 479887.5 N 6560818.3
Procedimiento Utilizado: Remoído, material < Tamiz N° 4 **Clasificación del Suelo:** Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá usarse para la aplicación por el usuario del LABORATORIO

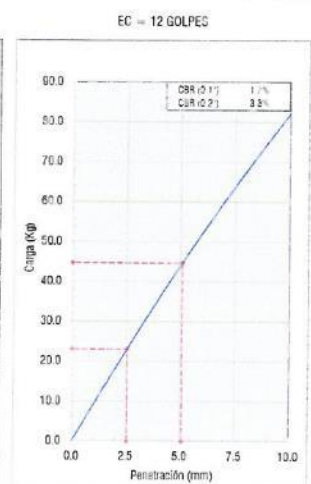
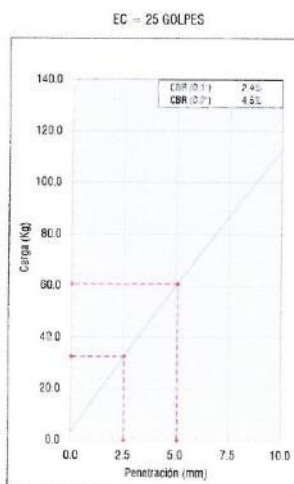
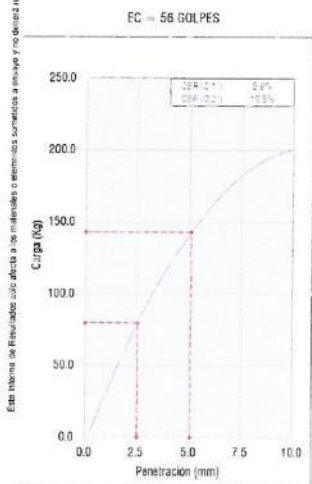


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Grim[®]) : 1.892
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.414
 95% Máxima Densidad Seca (Grim[®]) : 1.797

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 5.41%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 3.06%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis L. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. Q.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos

RUC: 20601885524
 Pág 5

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2018/OSD

Anexo N° 04.03: suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 28/09 Int. 104 urb. Elío, Lima
 Paje, Nuevos N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 960466168 / 95505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-08	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios

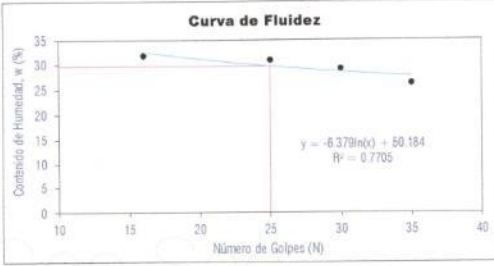
Profundidad : 1.80 m.
 Napa freática : N.P.
 Identificación muestra : Adición del 10%

Altitud (Cota) : 3,267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	16	25	30	35
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 19	N° 20	N° 21
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	45.20	69.00	67.60	52.80
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	39.60	57.90	57.30	46.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	17.60	35.90	35.30	24.40
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	5.60	11.10	10.30	6.40
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	31.82	30.92	29.18	26.23



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	38.00	39.50	41.20	40.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	35.80	36.90	37.90	37.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	13.80	14.90	15.90	15.20
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.20	2.60	3.30	2.80
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	15.94	17.45	20.75	18.42

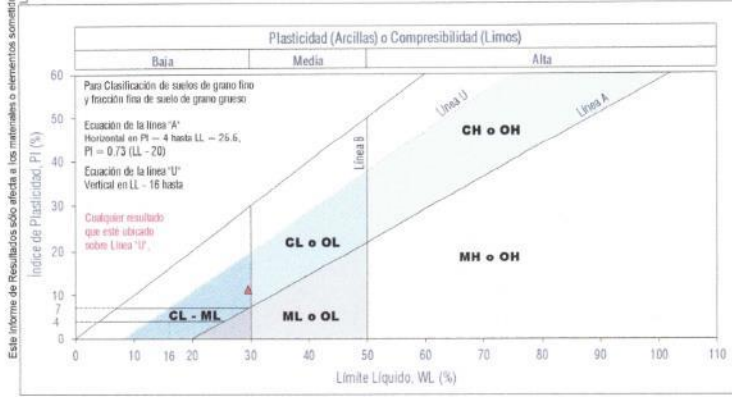
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L) : 29.5%	Plastic Limit (PL, w _P) : 18.1%	Plasticity Index (PI) : 11.4%
--	---	-------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : 0
---------------------------	----------------------------

Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' **Sobre A**

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 25]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernandez Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Paje. Nariés N° 122-152 Chilca, HUANCAJO
 Telf: 96045608 / 93505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-07	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAJO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAJO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

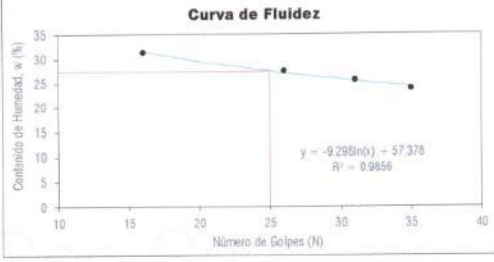
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.80 m Altitud (Cota) : 3,267.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 10%

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro	Unidad	Golpes			
			01	02	03	04
Numero de Golpes	N		16	28	31	35
Recipiente N°	---		N° 16	N° 11	N° 12	N° 13
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.82	21.87	21.86	21.87
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{20S}	(g)	48.47	48.54	44.91	48.05
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{25S}	(g)	42.10	42.79	40.20	43.45
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	20.28	20.92	18.34	21.78
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.37	5.75	4.71	5.20
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	31.41	27.49	25.68	23.88



Límite Plástico (Método Manual)

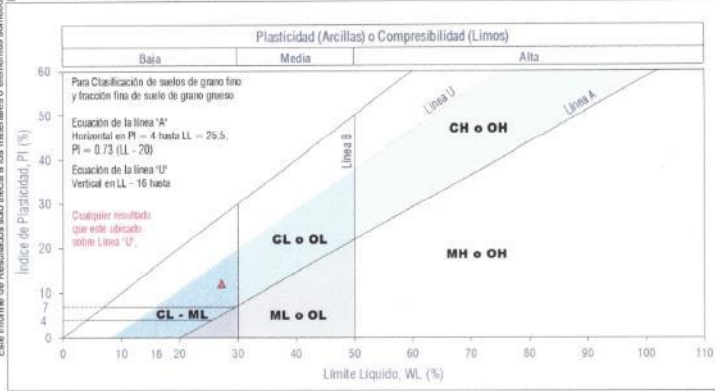
Variable	Nro	Unidad	Golpes			
			01	02	03	04
Recipiente N°	---		N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.85	21.55	21.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{20S}	(g)	31.69	31.48	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{25S}	(g)	30.40	30.12	29.89	29.80
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.70	8.27	8.34	7.82
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.29	1.38	1.20	1.13
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	14.83	16.44	14.39	14.45

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL_{w_p}) : 27.1% Plastic Limit (PL_{w_p}) : 15.09% Plasticity Index (PI) : 12.1%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : 0
 Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuaón de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Geotécnica, Geofísica
 Laboratorio de Soles (Cuzco) Perú
 Ing. Civil Johnny R. OLIVERA
 C. P. N° 201452

RUC: 20601685524
 [Pág. 22]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Paje. N° 122-152 Chlica, Huancayo
 Telef: 964046088 / 935205584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-09	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

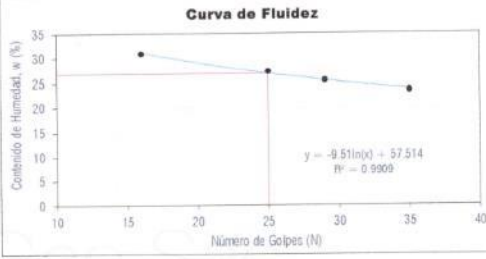
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1,80 m. Altitud (Cota) : 3,267 00 m s n m
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2- Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 10%

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro Var.	Unidad	Nro			
			01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	16	25	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 27	N° 28	N° 29
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.85	22.30	23.56	24.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	47.65	48.85	49.52	50.12
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	41.55	43.15	44.25	45.25
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	19.70	20.85	20.69	20.75
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	6.10	5.70	5.27	4.87
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	30.96	27.34	25.47	23.47



Límite Plástico (Método Manual)

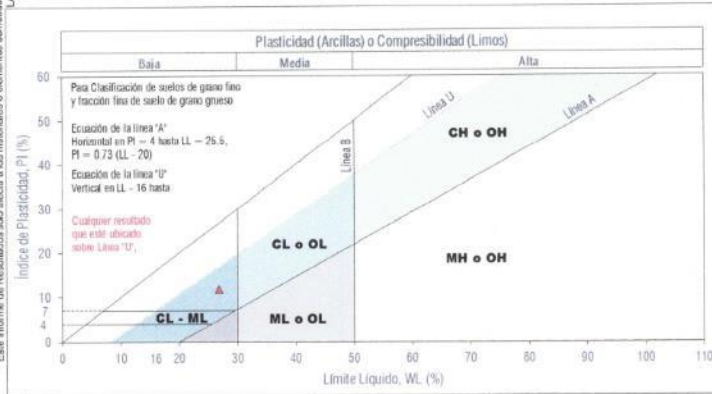
Variable	Nro Var.	Unidad	Nro			
			01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 30	N° 31	N° 32	N° 33
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.85	21.55	21.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	31.72	31.40	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	30.33	30.25	29.65	29.78
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.65	8.40	8.30	7.80
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.37	1.23	1.24	1.15
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	15.84	14.64	14.94	14.74

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17c*)

Liquid Limit (LL _{w_L})	: 26.8%	Plastic Limit (PL _{w_P})	: 15.0%	Plasticity Index (PI)	: 11.8%
---	---------	--	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: 0
Arcilla de baja plasticidad.			



LEYENDA

- Suelo sin cohesión
- Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
- Limos inorgánicos de baja compresibilidad
- Arcillas inorgánicas de media plasticidad
- Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
- Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
- Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas.

Ecuación de la línea "A" : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.



RUC: 20601685524
 [Pág. 28]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje: Herles N° 122-52 Chilla, Huancayo
 Telf: 94044688 / 955505594
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-08	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 10%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos

Profundidad: 1.80 m
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Altitud (Cota): 3.267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479987.5 N 8660818.3

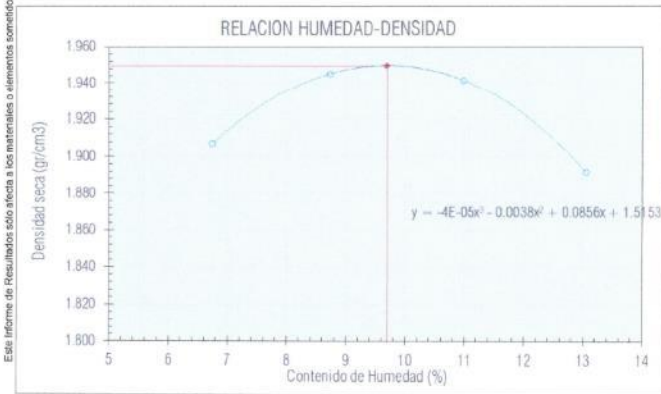
Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{húed}	(g)	6041.00	6115.00	6152.00	6137.00
(B) Peso del Molde	M _{mol}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1898.00	1972.00	2009.00	1994.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	2.036	2.115	2.155	2.139

Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	49.52	37.12	52.86	55.32
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húed}	(g)	187.96	185.26	176.32	191.24
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sec}	(g)	179.21	173.36	164.10	175.54
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	129.69	136.24	111.24	120.22
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	8.75	11.90	12.22	15.70
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	6.75	8.73	10.99	13.06
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.91	1.95	1.94	1.89



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.950
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.70

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Perforación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 26]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 int. 304 urb. Elio, Lima
 Pje. Huiles N° 123-152 Chica, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-07	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 10%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos

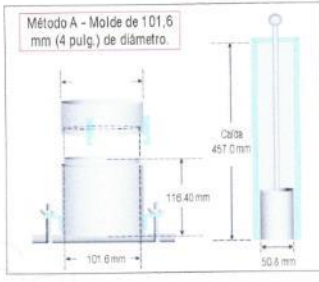
Profundidad: 1.80 m.
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Altitud (Cota): 3.267,00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479887.5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

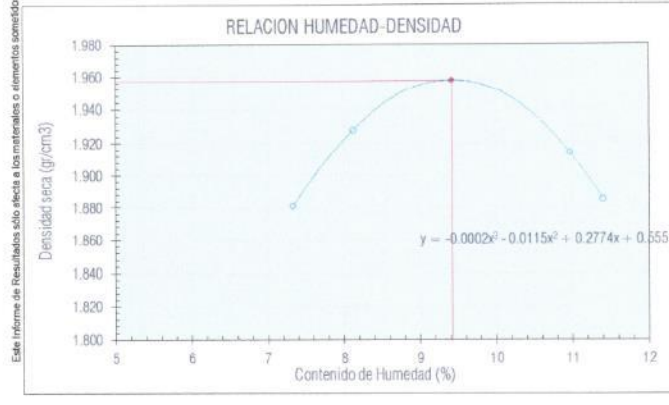
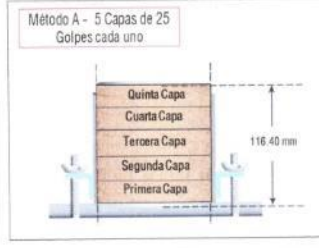
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M ₃₄₀	(g)	6025.00	6086.00	6123.00	6101.00
(B) Peso del Molde	M ₂₀₀	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1882.00	1943.00	1980.00	1958.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	2.019	2.084	2.124	2.100



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	55.24	48.23	37.25	52.89
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂₄₀	(g)	181.25	179.70	195.89	177.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₂₁₀	(g)	172.65	169.83	180.14	164.75
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	117.41	121.60	142.89	111.86
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	8.60	9.87	15.66	12.75
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	7.32	8.12	10.96	11.40
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.88	1.93	1.91	1.89



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.967
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.42

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio Científico
 Laboratorio de Rota, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 23]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 int. 104 Urb. Ello, Lima
 Pje. Nubles N° 123-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 984846608 / 925203584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-09	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 10%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos

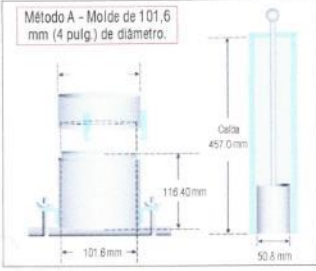
Profundidad: 1.80 m.
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Altud (Cota): 3.267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479687 5 N 8660816 3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

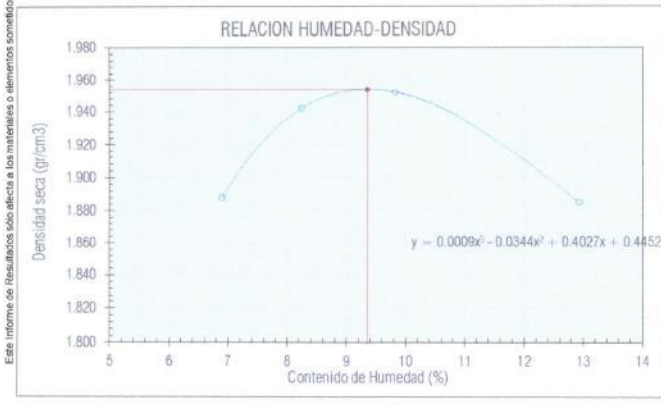
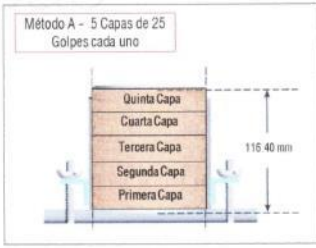
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{mas}	(g)	6025.00	6103.00	6142.00	6128.00
(B) Peso del Molde	M _{cap}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1882.00	1960.00	1999.00	1985.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	2.019	2.102	2.144	2.129



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 24	N° 25	N° 26	N° 27
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	53.00	48.00	42.00	50.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mas}	(g)	180.00	174.00	185.00	174.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{des}	(g)	171.50	164.40	172.20	159.80
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	118.80	116.40	130.20	109.80
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	8.20	9.60	12.80	14.20
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	6.90	8.25	9.83	12.93
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.89	1.94	1.95	1.89



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Míxima Seca (gr/cm³) : 1.954
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.36

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204752

RUC: 20601685524
 [Pág. 29]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



In: Angel Fernández Quiroz N° 2309 int. 104 Urb. Elba Lina
 P.O. Box N° 17 122, ITC Chaka Huancaayo
 Telf: 043447668 / 055615594
 Correo: ingenieros@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-07	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIFTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

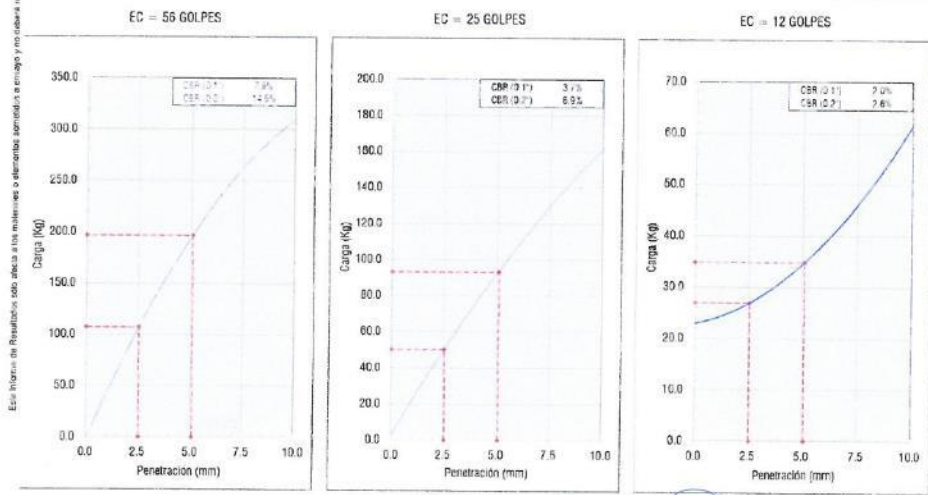
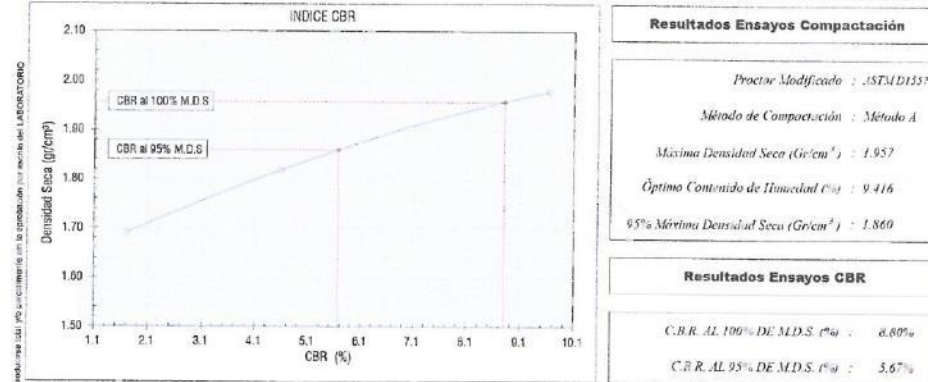
UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIFTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota): 3.267,00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 10% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E 479387.5 N.6060813.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis L. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geológica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

R.U.C. 20801685524
 Pág 7

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2019/DSD



Av. Angel Paredes Quintanilla N° 2809 Int. 104 Urb. Elia Lima
 P.O. Box N° 122 112 Chala Huancaayo
 Telf: 606466071 933105564
 Correo: info@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	19-03-21	M-08	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ACÉLFICA CATIÓNICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

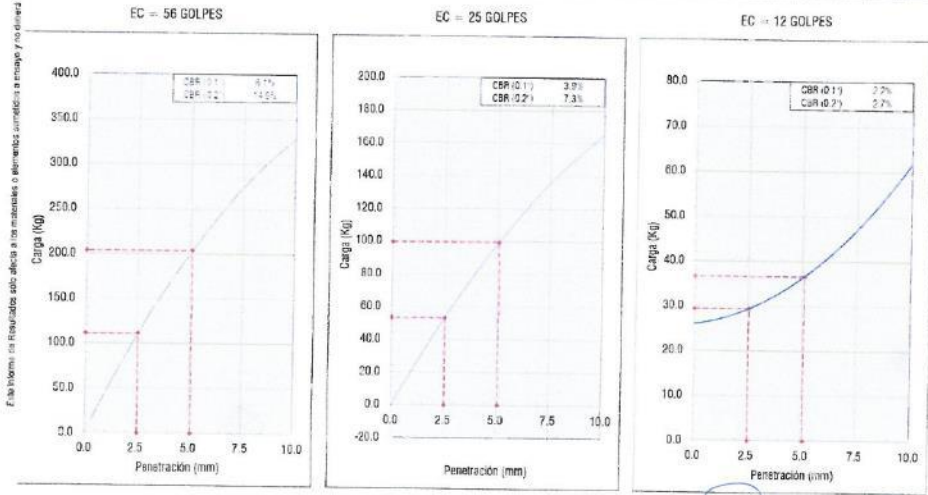
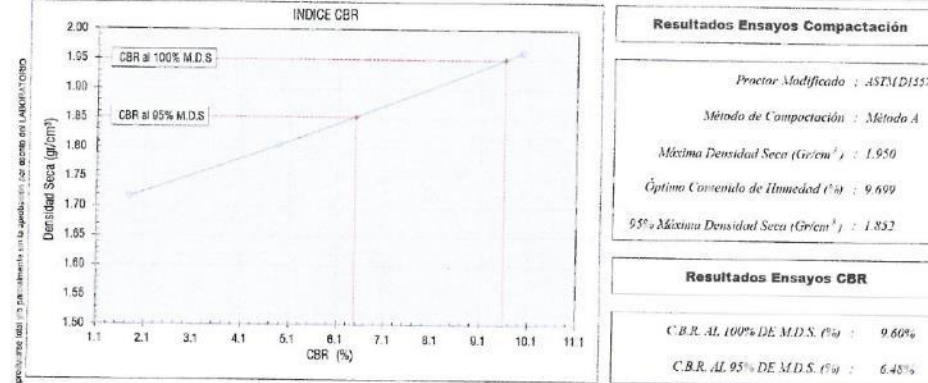
UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1083-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1,80 m. Altitud (Cota) : 3.267,00 m s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 10% Símbolo del Suelo: CL Coordinadas UTM : E.479687.5 N.8660810.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1853-07e2



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach Denis I. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Estudios Geotécnicos y Perforación
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 Pág 2

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2019/DSD



Jr. Angélica Fernández Quiroz N° 2871 Int. 104 Urb. Elso, Lima
 P.O. Box N° 152 152 Chila, Huancayo
 Tel: 974046687/95515584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
28-02-21	19-03-21	M-09	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

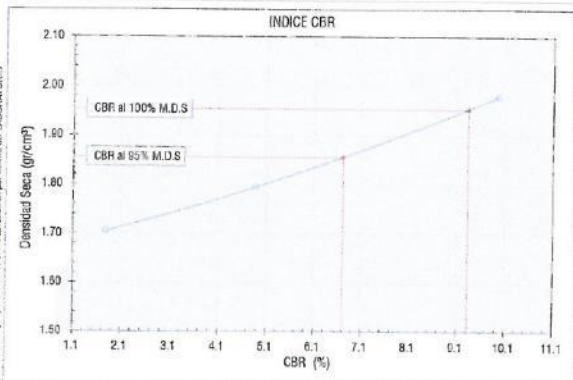
ENSAYOS REALIZADOS:

ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1,60 m. Altitud (Cota) : 3.267,00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 10% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E 47887,5 N 8560818,3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Temiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

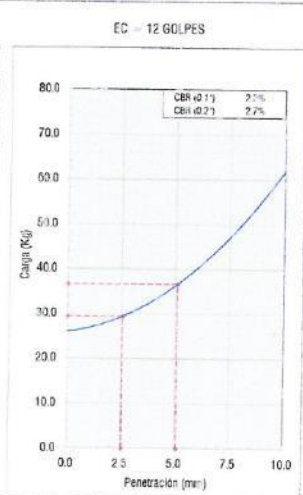
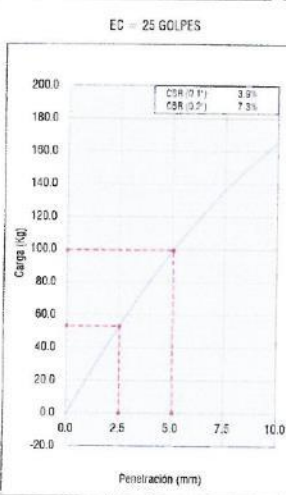
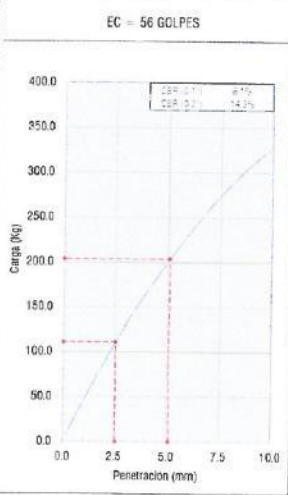


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Griem⁴) : 1.954
 Óptima Contenido de Humedad (%) : 9.356
 95% Máxima Densidad Seca (Griem⁴) : 1.856

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 9.33%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 6.72%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis L. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Ensayo Coorsol y Pavimento

Ing. Creil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 Pág. 9

Laboratorio de Ensayos de Materiales. Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

Anexo N° 04.04: suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica



Jr. Angel Fernandez Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Peja. Numero N° 122-152 Oficina Huancaayo
 Telf: 368248688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-11	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

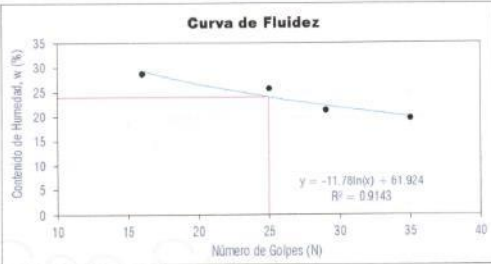
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1,80 m. Altitud (Cota) : 3,267.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napta freatica : N.P. Coordenadas UTM : E 479887.5 N 8660818.3
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 12%

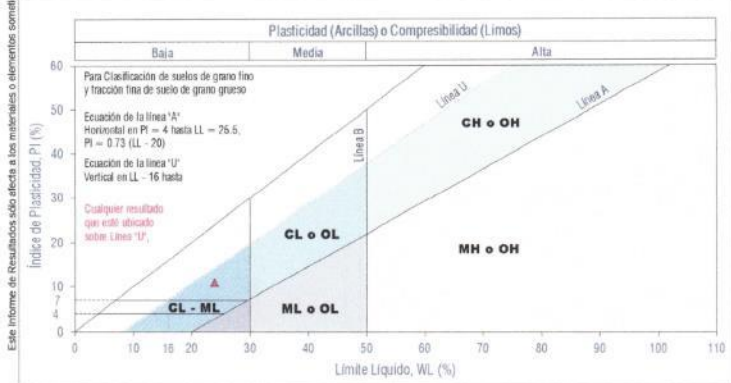
Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)						
Límite Líquido (Método Multipunto)						
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	16	25	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 43	N° 44	N° 45
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.82	21.87	21.86	21.67
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	48.53	48.60	44.91	48.75
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	42.57	43.12	40.85	44.29
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	20.75	21.25	18.99	22.62
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	5.96	5.48	4.06	4.46
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	28.72	25.79	21.38	19.72



Límite Plástico (Método Manual)						
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 46	N° 47	N° 48	N° 49
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.85	21.55	21.96
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	31.69	31.48	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	30.58	30.29	30.06	29.89
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	8.88	8.44	8.51	7.91
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.11	1.19	1.03	1.04
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	12.50	14.10	12.10	13.19

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)		
Liquid Limit (LL, w _L)	: 23.9%	Plastic Limit (PL, w _p)
		: 13.0%
		Plasticity Index (PI)
		: 10.9%

Clasificación de Suelos		
SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)
		: 0
		Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 34]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 28/09 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje. Nuñez N° 122-52 Chica, Huancayo
 Telef: 960466018 / 95505504
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-10	SG N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

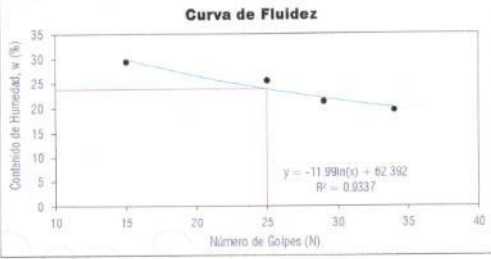
ENSAYOS REALIZADOS:
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Perfil del Suelo Tipo : S2: Suelos Intermedios
 Profundidad : 1.60 m.
 Napa freática : N.P.
 Identificación muestra : Adición del 12%
 Altitud (Cota) : 3,267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E. 479887.5 N. 8560818.3

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	15	25	29	34
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 35	N° 36	N° 37
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.82	21.67	21.66	21.67
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	48.52	48.54	44.91	48.65
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	42.45	43.12	40.65	44.23
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	20.63	21.25	18.99	22.56
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	6.07	5.42	4.06	4.42
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	29.42	25.51	21.38	19.99



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 38	N° 39	N° 40	N° 41
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.70	21.65	21.55	21.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	31.69	31.45	31.09	30.93
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHS}	(g)	30.54	30.25	30.04	29.89
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	8.84	8.40	8.49	7.91
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	1.15	1.23	1.05	1.04
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	13.01	14.64	12.37	13.15

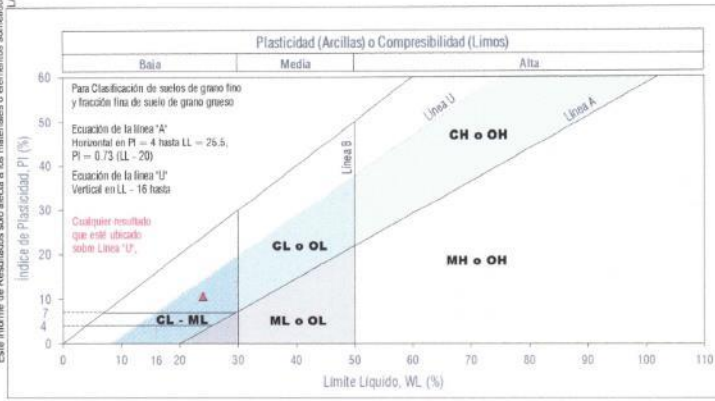
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL _{w_L}) : 24.0%	Plastic Limit (PL _{w_P}) : 13.3%	Plasticity Index (PI) : 10.7%
---	--	-------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : 0
---------------------------	----------------------------

Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuaón de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 31]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004508-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje, Nules N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 964846589 / 933025484
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-12	SG N°043/2021

SOLICITANTE:

Perez Tueros, Jordi David

PROYECTO:

"ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

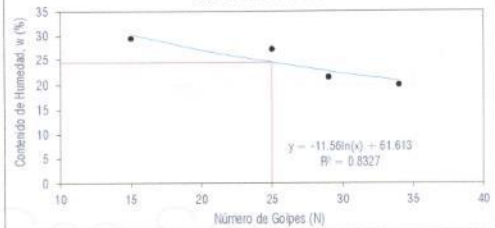
Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1,80 m Altitud (Cota) : 3.267,00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E 479887,5 N 8660818,3
 Perfil del Suelo Tipo : S2 Suelos Intermedios Identificación muestra : Adición del 12%

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	15	25	29	34
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{OMD}	(g)	42.20	61.80	40.00	36.20
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ODS}	(g)	37.60	53.30	36.80	35.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	15.60	31.30	14.80	13.50
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	4.60	8.50	3.20	2.70
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	29.49	27.16	21.62	20.00

Curva de Fluides



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 50	N° 51	N° 05	N° 06
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{OMD}	(g)	37.20	39.40	40.30	39.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ODS}	(g)	35.00	37.20	36.20	36.80
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	13.00	15.20	16.20	14.80
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.20	2.20	2.10	2.20
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	16.92	14.47	12.96	14.98

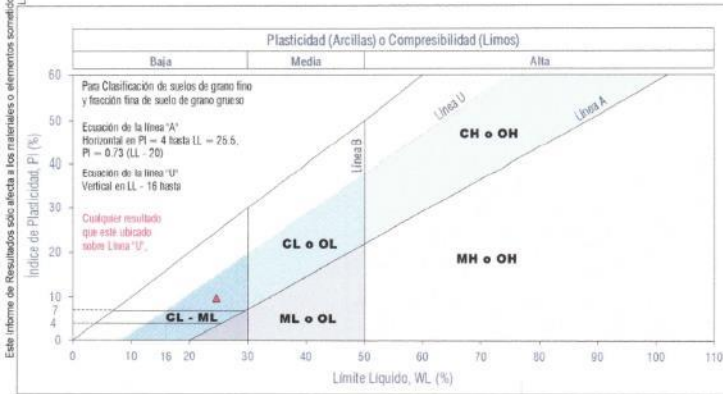
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L)	: 24.6%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 14.8%	Plasticity Index (PI)	: 9.8%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: 0
----------------------	------	------------------------	-----

Arcilla de baja plasticidad.



LEYENDA

- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Bases Científicas y Pícaras
 Ing. Civil Johnny R. RAYBUNDO OLIVERA
 C.T.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 37]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje. N° 123-152 Chica, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-11	SG. N°043/2021

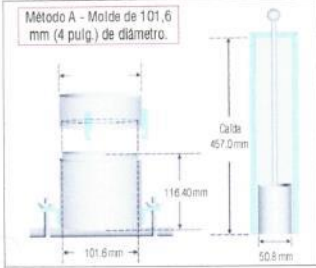
SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID	PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"
--	---

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO DISTRITO : SAPALLANGA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10
--	--

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por el Cliente Identificación muestra: Adición del 12% Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos	Profundidad: 1.80 m Símbolo del Suelo: CL Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.	Altitud (Cota): 3.207.00 m.s.n.m Coordenadas UTM: E 479887 5 N 8660818 3
--	---	---

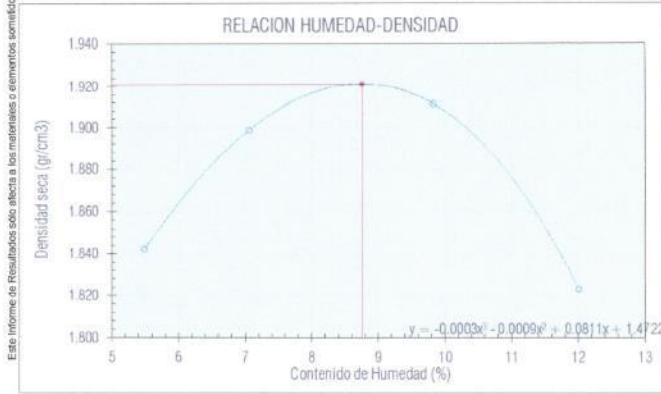
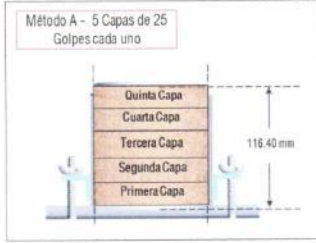
Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M _{MS}	(g)	5955.00	6038.00	6100.00	6047.00
(B) Paso del Molde	M _{MS}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1812.00	1895.00	1957.00	1904.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.943	2.033	2.099	2.042



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Václuo	M _C	(g)	37.19	39.45	40.23	45.17
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{MS}	(g)	201.50	199.75	183.85	175.75
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{MS}	(g)	192.95	185.45	171.00	161.75
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	155.76	146.00	130.77	116.58
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	8.55	10.30	12.85	14.00
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	5.49	7.05	9.83	12.01
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.84	1.90	1.91	1.82



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.921
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.76

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 35]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Pje. Nuevos N° 12-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 844044688 / 85329554
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-10	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 12%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos

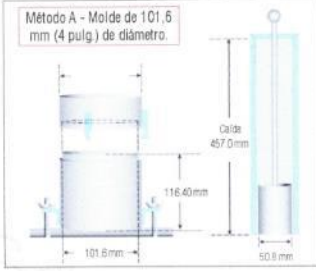
Profundidad: 1.80 m.
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arenia

Altitud (Cota): 3.267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479987 5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

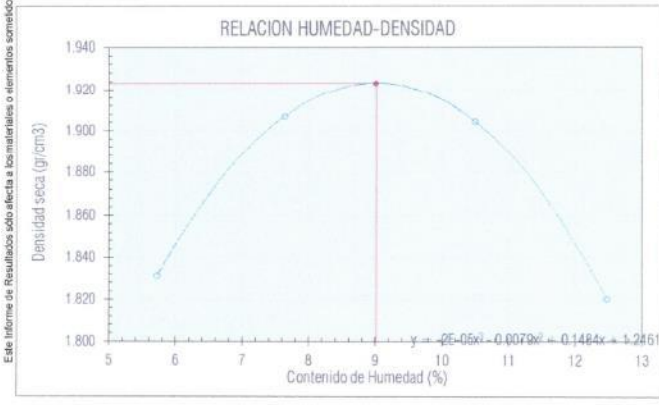
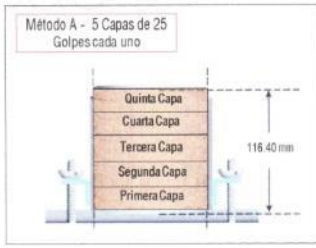
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelos humedo & Molde	M_{total}	(g)	5948.00	6057.00	6105.00	6052.00
(B) Peso del Molde	M_{molde}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1805.00	1914.00	1962.00	1909.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.936	2.053	2.104	2.048



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 00	N° 00	N° 00
(A) Masa de Contenedor Vacío	M_c	(g)	37.21	39.41	40.15	45.23
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M_{total}	(g)	201.54	195.75	184.36	175.84
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M_{DS}	(g)	192.65	184.65	170.65	161.35
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M_s	(g)	155.44	145.24	130.50	116.12
(E) Mass of Water (B-C)	M_w	(g)	8.89	11.10	13.71	14.49
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	5.72	7.64	10.51	12.48
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.83	1.91	1.90	1.82



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.923
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.02

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 32]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elim, Lima
 Paje, N° 12-152 Chica, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955509584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-12	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

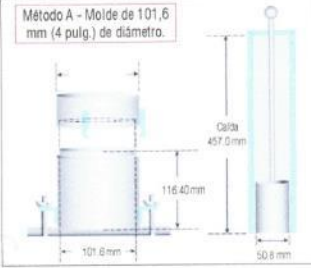
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente
 Identificación muestra: Adición del 12%
 Procedimiento Utilizado: A - Malla N° 4 Retiene 20% o menos
 Profundidad: 1.80 m
 Simbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Altitud (Cota): 3.267.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: E 479887.5 N 8660818.3

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

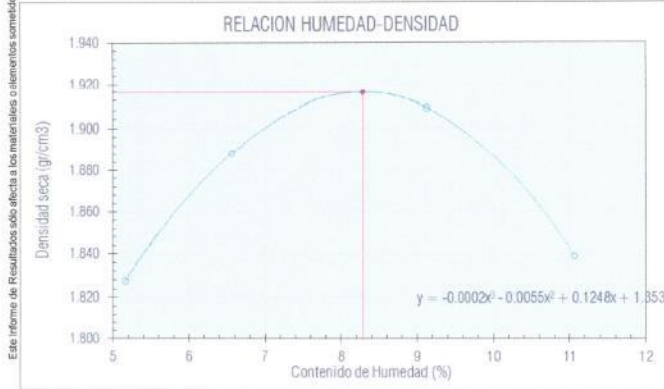
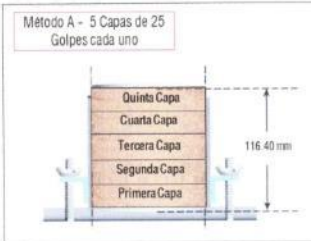
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{MS}	(g)	5935.00	6019.00	6085.00	6047.00
(B) Peso del Molde	M _{MS}	(g)	4143.00	4143.00	4143.00	4143.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1792.00	1876.00	1942.00	1904.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm ³	1.922	2.012	2.083	2.042



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 00	N° 00	N° 00
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	47.10	50.00	49.50	52.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{MS}	(g)	210.00	205.00	193.00	185.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{MS}	(g)	202.00	195.45	181.00	171.75
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	154.90	145.45	131.50	119.75
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	8.00	9.55	12.00	13.25
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	5.16	6.57	9.13	11.06
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.83	1.89	1.91	1.84



Resultados Ensayos de Compactación
 Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.916
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.28

OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Cyril Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 N° 214352

RUC: 20601685524
 [Pág. 38]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angol Ferrocarril Quilac N° 2839 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Paje. Huancayo N° 122 Int. Chilca Huancayo
 Telef: 04454587 / 95355514
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
28-02-21	28-03-21	M-10	SG. N°043/2021

SOLICITANTE:

PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO:

"ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

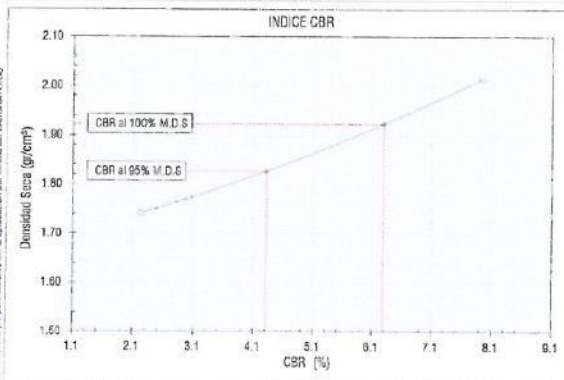
ENSAYOS REALIZADOS:

ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1683-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modelidad: Muestra por el Cliente Profundidad: 1,80 m. Altitud (Cota) : 3.287,00 m s.n.m
 Identificación muestra: Adición del 12% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E.479387.5 N.800018.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1683-07e2



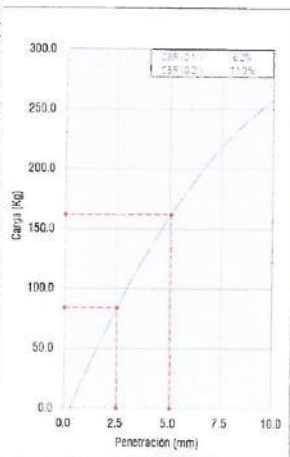
Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.923
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.020
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.827

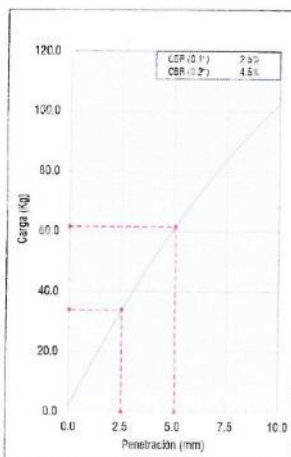
Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 6.29%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.31%

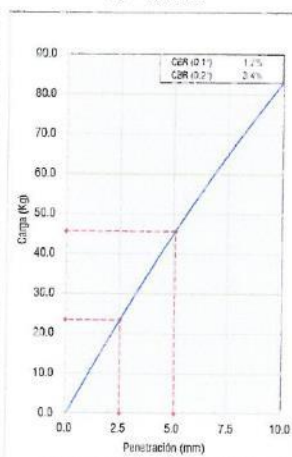
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Soporte Calorífico y Partículas
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20901685524
 Pag 10.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2509 Int. 104 Urb. Eco. Lima
 Pje. Nuñez N° 122 1° Chica Huancayo
 Telf: 954345887 / 955515514
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

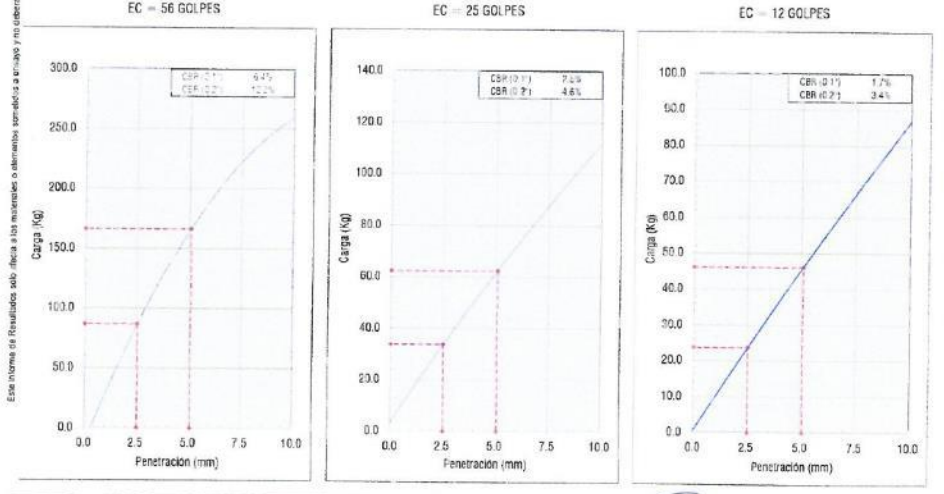
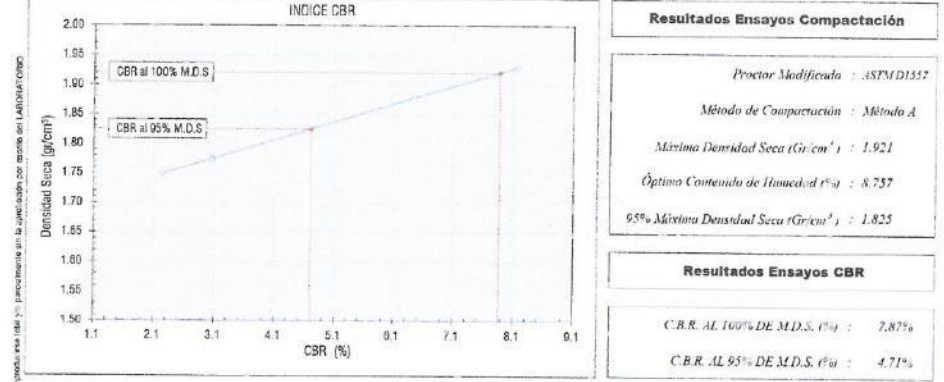
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-11	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1.80 m. Altitud (Cota) : 3.287.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 12% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E:479867.5 N:8650818.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2



OBSERVACIONES:
 Realizado: Pech Denis L. R.
 Revisado: Inza Johnny R. Q.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos Coesivos y Permeable
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204362

RUC: 20001685524
 Pág 11

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío Lima
 P.O. Box N° 112 152 Chila Huancayo
 Telf: 954246617 y 955055184
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
26-02-21	26-03-21	M-12	SG. N°043/2021

SOLICITANTE: PEREZ TUEROS, JORDI DAVID

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO CON EMULSIÓN ASFALTICA CATIONICA PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN EUCALIPTO, SAPALLANGA - HUANCAYO

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

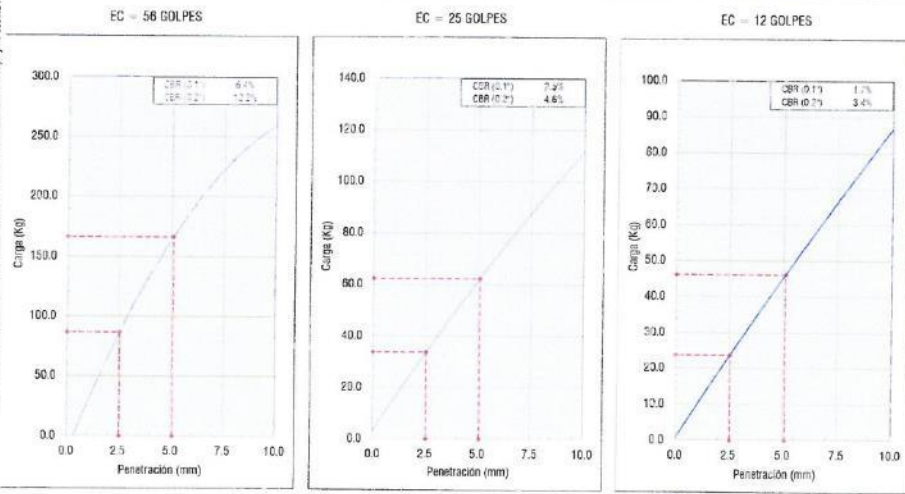
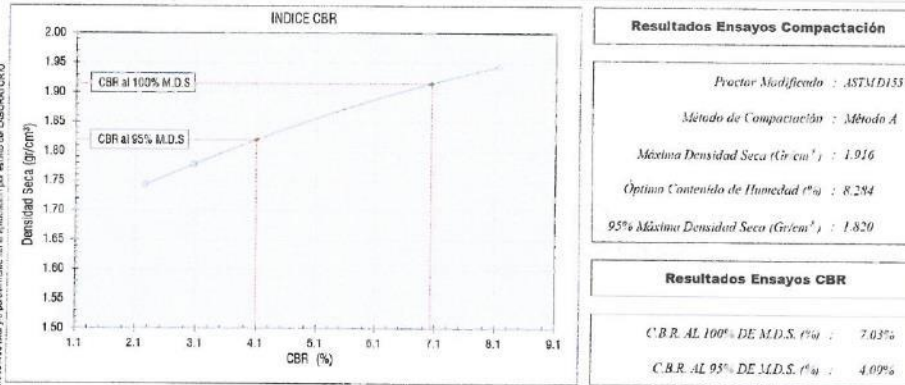
UBICACIÓN : JIRÓN EUCALIPTO
 DISTRITO : SAPALLANGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1683-07a2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: 1.60 m. Altitud (Cota): 3.267.03 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición del 12% Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : E.479637.5 N.8606813.3
 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N°4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1683-07a2



OBSERVACIONES:
 Realizado: Inq. Denis L. R.
 Revisado: Inq. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Estudios Geotécnicos y Perforación

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20301695524
 Pág 12

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD

Anexo N° 05: certificados de calibración de instrumentos

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 329 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	200492	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.	
3. Dirección	Pj. Nuñez N°.122 Chilca - Huancayo - JUNIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	2200 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	PR2202/E	
Número de Serie	B935184778	
Capacidad mínima	0,5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-10-05	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-10-07

ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 329 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	200492	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.	
3. Dirección	Pj. Nuñez N°.122 Chilca - Huancayo - JUNIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	2200 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	PR2202/E	
Número de Serie	B935184778	
Capacidad mínima	0,5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-10-05	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-10-07

ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 329 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

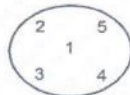
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 1 000,00 g			Carga L2 = 2 000,00 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1 000,00	8	-3	2 000,00	7	-2	
2	1 000,00	9	-4	2 000,00	8	-3	
3	1 000,00	7	-2	2 000,00	7	-2	
4	1 000,00	6	-1	2 000,00	7	-2	
5	1 000,00	8	-3	2 000,00	7	-2	
6	1 000,00	8	-3	2 000,00	7	-2	
7	1 000,00	6	-1	2 000,00	8	-3	
8	1 000,00	6	-1	2 000,00	8	-3	
9	1 000,00	8	-3	2 000,00	6	-1	
10	1 000,00	8	-3	2 000,00	8	-3	
Diferencia Máxima			3	Diferencia Máxima			2
Error Máximo Permisible			± 200	Error Máximo Permisible			± 200



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20,1 °C	20,1 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	8	-3	700,00	700,00	6	-1	2
2		0,10	9	-4		700,00	5	0	4
3		0,10	8	-3		700,00	4	1	4
4		0,10	9	-4		700,00	6	-1	3
5		0,10	9	-4		700,01	9	6	10
Error máximo permisible								± 200	

* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 329 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,1 °C	20,2 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	8	-3	0	0,50	5	0	3	100
0,50	0,50	8	-3	0	1,00	5	0	3	100
1,00	1,00	8	-3	0	10,00	6	-1	2	100
10,00	10,00	8	-3	0	20,00	6	-1	2	100
20,00	20,00	6	-1	2	50,00	6	-1	2	100
50,00	50,00	6	-1	2	100,00	5	0	3	100
100,00	100,00	6	-1	2	500,00	5	0	3	100
500,00	500,00	6	-1	2	800,00	4	1	4	200
800,00	800,00	5	0	3	1 200,00	4	1	4	200
1 200,00	1 200,00	5	0	3	1 500,00	8	7	10	200
1 500,00	1 500,00	4	1	4	2 200,00	8	7	10	200
2 200,00	2 200,00	8	7	10					300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000345 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,0000208 \text{ g}^2 + 0,0000000001 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 003 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	17046
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.
3. Dirección	Pj. Nuñez N° 122 Chilca - Huancayo - JUNIN.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8336130194
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2020-09-12

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2020-09-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 003 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	67 %	68 %



9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS (Clase de Exactitud: F1)	INACAL LM-C-535-2016
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-317-2016 / LM- 491-2016.	PESAS (Clase de Exactitud: M1)	METROIL M-0774-2016
PESAS (Clase de exactitud F2) DM-INACAL LM-414-2016.	PESA (Clase de Exactitud M1)	INACAL LM-189-2016
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL LM-133-2016	PESAS (Clase de Exactitud M2)	TOTAL WEIGHT CM-0812-2016

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 003 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	27,0 °C	27,0 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,5	0,0	0,0	10	0,5	0,0	0,0	10,0
20	20	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100	100	0,5	0,0	0,0	100	0,6	-0,1	-0,1	10,0
500	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000	1 000	0,6	-0,1	-0,1	1 000	0,5	0,0	0,0	10,0
5 000	5 000	0,5	0,0	0,0	5 000	0,5	0,0	0,0	20,0
10 000	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,5	0,0	0,0	20,0
15 000	15 001	0,7	0,8	0,8	15 000	0,5	0,0	0,0	20,0
20 000	20 001	0,8	0,7	0,7	20 000	0,6	-0,1	-0,1	30,0
25 002	25 001	0,7	-1,2	-1,2	25 000	0,6	-2,1	-2,1	30,0
30 002	30 000	0,6	-2,1	-2,1	30 000	0,6	-2,1	-2,1	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado

E₀: Error en cero.

E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,24 \text{ g}^2 + 0,00000000074 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,000011 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 003 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	26,7 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000 g			Carga L2 = 30 002 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-2,1	
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	-2,0	
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	-2,0	
Diferencia Máxima			0,1	Diferencia Máxima			0,1
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	27,0 °C	26,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1		10	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7	
2		10	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7	
3	10 g	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,6	-0,1	-0,1	
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1	
5		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1	
* Valor entre 0 y 10e									Error máximo permisible	± 20,0



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: *849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 002 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	17046
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.
3. Dirección	Pj. Nuñez Nº 122 Chilca - Huancayo - JUNIN.
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-1A
Número de Serie	16635
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	-100 °C a 300 °C	-100 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2020-09-12

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-09-13


 JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / #971439282 / #942633342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 002 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 24,2 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 1 hora
El controlador se seteo en 110 °C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	T max-T min (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	109,9	111,3	110,5	109,4	108,8	108,8	112,5	113,6	112,3	113,6	115,4	111,6	6,6
02	110,0	111,4	110,5	109,4	108,8	108,8	112,5	113,7	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
04	110,0	111,4	110,5	109,4	108,8	108,8	112,5	113,7	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
06	110,1	111,5	110,6	109,3	108,8	108,8	112,5	113,7	112,4	113,6	115,4	111,7	6,6
08	110,1	111,5	110,6	109,4	108,8	108,7	112,5	113,7	112,5	113,7	115,4	111,7	6,7
10	110,2	111,6	110,7	109,5	108,9	108,8	112,5	113,8	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
12	110,1	111,5	110,7	109,5	108,9	108,8	112,6	113,7	112,5	113,6	115,4	111,7	6,6
14	110,0	111,4	110,5	109,6	108,9	108,8	112,5	113,6	112,4	113,5	115,5	111,7	6,7
16	109,8	111,3	110,3	109,4	108,9	108,7	112,4	113,4	112,4	113,4	115,4	111,6	6,7
18	109,9	111,4	110,4	109,5	108,9	108,6	112,5	113,5	112,3	113,5	115,4	111,6	6,8
20	109,9	111,4	110,5	109,5	108,9	108,5	112,5	113,4	112,4	113,4	115,4	111,6	6,9
22	110,0	111,5	110,6	109,6	109,0	108,6	112,5	113,4	112,4	113,5	115,2	111,6	6,6
24	110,0	111,5	110,6	109,6	109,0	108,6	112,5	113,4	112,4	113,5	115,3	111,6	6,7
26	110,0	111,4	110,5	109,6	109,0	108,6	112,5	113,5	112,5	113,5	115,3	111,6	6,7
28	110,0	111,5	110,5	109,5	108,9	108,8	112,4	113,4	112,6	113,5	115,4	111,7	6,6
30	110,1	111,4	110,5	109,6	108,9	108,8	112,4	113,4	112,6	113,5	115,5	111,7	6,7
32	110,2	111,5	110,5	109,5	108,9	108,8	112,4	113,4	112,6	113,5	115,6	111,7	6,8
34	110,1	111,4	110,5	109,5	108,9	108,7	112,5	113,5	112,5	113,4	115,6	111,7	6,9
36	110,0	111,3	110,4	109,6	108,9	108,7	112,5	113,4	112,5	113,5	115,5	111,6	6,8
38	110,0	111,2	110,5	109,7	108,9	108,8	112,5	113,5	112,4	113,5	115,4	111,6	6,6
40	110,1	111,4	110,6	109,8	108,8	108,8	112,5	113,5	112,4	113,6	115,6	111,7	6,8
42	110,1	111,4	110,6	109,8	108,8	108,8	112,5	113,5	112,4	113,6	115,6	111,7	6,8
44	110,0	111,5	110,6	109,8	108,8	108,8	112,5	113,4	112,4	113,7	115,4	111,7	6,6
46	110,0	111,4	110,6	109,8	108,8	108,9	112,5	113,6	112,3	113,6	115,5	111,7	6,7
48	110,1	111,5	110,7	109,7	108,9	108,9	112,5	113,7	112,4	113,7	115,3	111,7	6,4
50	109,9	111,4	110,6	109,6	108,9	108,9	112,5	113,6	112,4	113,5	115,2	111,7	6,3
52	109,9	111,4	110,6	109,6	108,8	109,0	112,5	113,5	112,3	113,6	115,2	111,7	6,4
54	109,9	111,3	110,5	109,5	108,8	109,0	112,5	113,5	112,4	113,5	115,4	111,6	6,6
56	110,0	111,4	110,6	109,7	108,8	108,9	112,6	113,5	112,4	113,5	115,4	111,7	6,6
58	110,0	111,4	110,6	109,7	108,8	108,9	112,6	113,5	112,4	113,5	115,4	111,7	6,6
60	110,0	111,4	110,5	109,6	108,7	108,9	112,6	113,5	112,4	113,5	115,4	111,7	6,7
T.PROM	110,0	111,4	110,5	109,6	108,9	108,8	112,5	113,5	112,4	113,6	115,4	111,7	
T.MAX	110,2	111,6	110,7	109,8	109,0	109,0	112,6	113,8	112,6	113,7	115,6		
T.MIN	109,8	111,2	110,3	109,3	108,7	108,5	112,4	113,4	112,3	113,4	115,2		
DTT	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4		

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 002 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 587 - 2016	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 10 CANALES	METROLOGIA & TECNICAS SAC MT - LT - 369 - 2016

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 002 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,6	0,6
Mínima Temperatura Medida	108,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,6	0,4
Estabilidad Medida (±)	0,3	0,04
Uniformidad Medida	6,9	0,5

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura máxima.
- T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

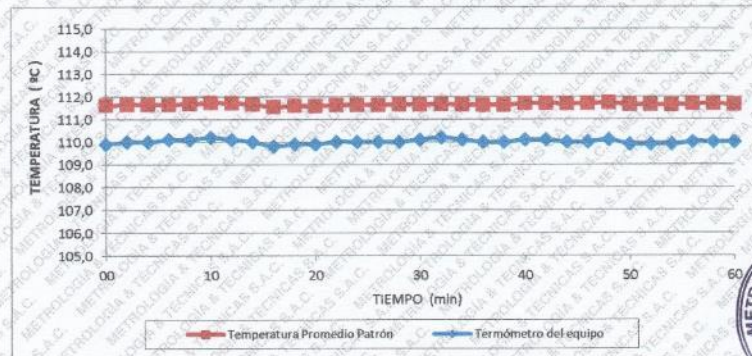
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / #971439282 / #942633342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV -026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	17046
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.
3. Dirección	Pj. Nuñez N° 122 Chilca - Huancayo - JUNIN.
4. Instrumento de medición	EQUIPO LIMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)
Marca	FORNEY
Modelo	LA-3715
Procedencia	U.S.A.
Número de Serie	1602
Código de Identificación	NO INDICA
Tipo de contador	ANALÓGICO
5. Fecha de Verificación	2020-09-13

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-09-13

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

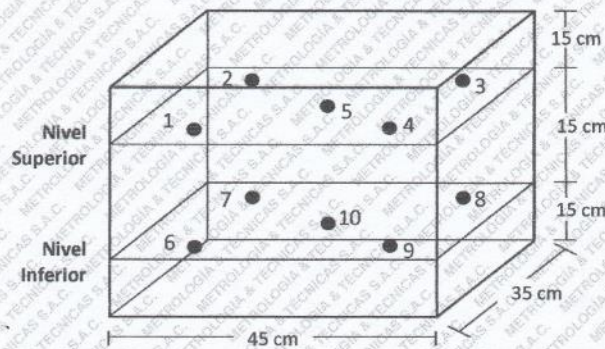
Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 7 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV -026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
DM - INACAL LLA-088-2016	PIE DE REY de 300 mm con exactitud de 23 µm	METROLOGIA & TECNICAS S.A.C. MT-LL-361-2016

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013-2020 PLF

Página 2 de 3

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ
Calle Ricardo palma 998 Urb. San Joaquin Bellavista - Callao

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final	
Temperatura	19,5	19,5	°C
H. R.	68,0	68,0	%

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de PINZUAR LTDA.	Celda de Carga	No. 6569

7. OBSERVACIONES

Se adjunta en el presente certificado, una etiqueta que indica CALIBRADO



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 013-2020 PLF

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-09-11

1. SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.

DIRECCIÓN : P.J. NUÑEZ NRO. 122 JUNIN - HUANCAYO - CHILCA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR

FABRICANTE : PINZUAR LTDA

MODELO : PS - 25

NÚMERO DE SERIE : 299

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

CARGA MÁXIMA (FN) : 50 kN

UBICACIÓN : NO INDICA

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-09-11

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

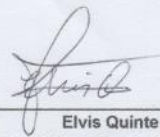
Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

La calibración de la carga aplicada se realiza mediante comparación directa entre una celda de carga patrón y la celda de carga del instrumento.



Harold Jackson Orihuela Chipana
Responsable del Laboratorio de Metrología



Elvis Quinte Huiza
Técnico del Laboratorio de Metrología



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV -026 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50,67	150,15	124,50



DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53,95	1,99	47,67

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013-2020 PLF

Página 3 de 3

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

CALIBRACIÓN DE LA CARGA APLICADA

Indicación Máquina (kN)	Promedio Mediciones (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
5,0	4,97	-0,03	0,01
10,0	9,97	-0,03	0,01
15,0	14,97	-0,03	0,01
20,0	19,97	-0,03	0,01
25,0	24,96	-0,04	0,01
30,0	29,97	-0,03	0,01
35,0	34,96	-0,04	0,01
40,0	39,97	-0,03	0,01
45,0	44,96	-0,04	0,01
50,0	49,98	-0,02	0,01



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Anexo N° 06: especificaciones técnicas de emulsión asfáltica



LOS ESPECIALISTAS EN ASFALTOS

RUC: 20556367702

Mz F Lto 20 Asoc. Señor De La Soledad -Puente Piedra

Teléfono: 01 369 2544 / 942 439 351 / 984 031 578

E-mail: Cofraeirl@gmail.com

ESPECIFICACIONES TECNICAS

EMULSION ASFALTICA

Tipo	GRADO	Norma ASTM	Rotura Rápida		Rotura Media		Rotura Lenta		Rotura Rápida (RS)	
			CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h	CQS-1H	CQS-1H
CARACTERÍSTICAS	Unidad		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad, Saybolt Furol a 25°C, SF	s	D 88								
Viscosidad, Saybolt Furol a 50°C, SF	s	D 88	20	100	100	400	50	450	50	450
Prueba de Estabilidad de Almacenamiento, 7d	%*		1		1		1		1	
Densidad, 35 ml, al 0.8 de Dióxido de Fosfato Sódico	%	D 6936	40		40					
Revestimiento y Resistencia al Agua:										
Revestimiento, agregado seco							Buena	Buena		
Revestimiento, agregado seco después del rociado							Aceptable	Aceptable		
Revestimiento, agregado húmedo							Aceptable	Aceptable		
Revestimiento, agregado húmedo después del rociado							Aceptable	Aceptable		
Carga de Partículas		D 244	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Prueba de Tamiz	%*	D 244	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mixes con Cemento	%	D 244							2,0	2,0
Destilación D 6927										
Destilación de Aceite, por volumen de Emulsión	%		3	3	12	12				
Residuo	%		60	65	65	65	57	57	57	57
Pruebas sobre Residuo de Destilación:										
Penetración, 25°C, 100g, 5s	0,1 mm	D 5	100	250	100	250	100	250	40	90
Dartilidad, 25°C, 5 cm / min	cm	D 113	40	40	40	40	40	40	40	40
Solubilidad en Tricloroetileno	%	D 2042	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5

Notas:

1. En concordancia con Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG 2009-Cap. 4-Tabla N° 400-4) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2. CQS-1H Emulsiones que deberán cumplir los requisitos descritos en las Normas Prácticas para Diseño, Ensayos y Construcción de Lechada Asfáltica D 3910

3. CQS-1h es usado para sistemas de Lechada Asfáltica de curado rápido.

*Este requerimiento de ensayo en muestras representativas, no exige si la aplicación fue entera al haber estado el material almacenado en el campo.

RPM: # 942439351 / CEL.# 984 031 578 / FIJO: 01-3692544
 CORREO: cofraeirl@gmail.com / PAGINA WEB: www.mantosasfalticos.com
 UBIKANOS EN: Mz. F Lt. 20 Asoc. Señor de la soledad – Puente Piedra

Anexo N° 07: panel fotográfico

Anexo N° 07.01: extracción y traslado de muestras



Fotografía 22. Vista de la calicata.



Fotografía 23 y Fotografía 24. Vista del material extraído de la calicata y traslado del mismo al laboratorio de mecánica de suelos.

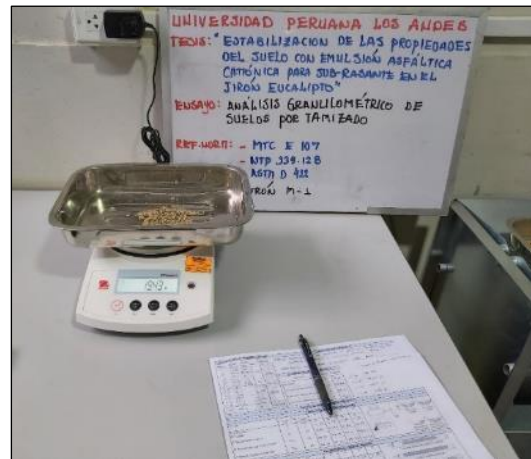
Anexo N° 07.02: ensayos al suelo sin adición de emulsión asfáltica catiónica



Fotografía 25. Recepción de muestras por parte del laboratorio.



Fotografía 26 y Fotografía 27. Cuarteo mecánico de muestras de suelo.



Fotografía 28 y Fotografía 29. Tamizado y pesado de material retenido por malla.



Fotografía 30 y Fotografía 31. Ensayo para determinar el límite líquido del suelo.



Fotografía 32. Ensayo de límite plástico del suelo.



Fotografía 33 y Fotografía 34. Ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 35 y Fotografía 36. Ensayo de CBR.

Anexo N° 07.03: ensayos al suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica



Fotografía 37. Vista de la emulsión asfáltica catiónica que se utilizó para estabilizar el suelo.



Fotografía 38 y Fotografía 39. Mezclado de la emulsión asfáltica con el suelo.



Fotografía 40 y Fotografía 41. Vista de muestras compactadas para el ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 42 y Fotografía 43. Ensayo de CBR de muestras de suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica.

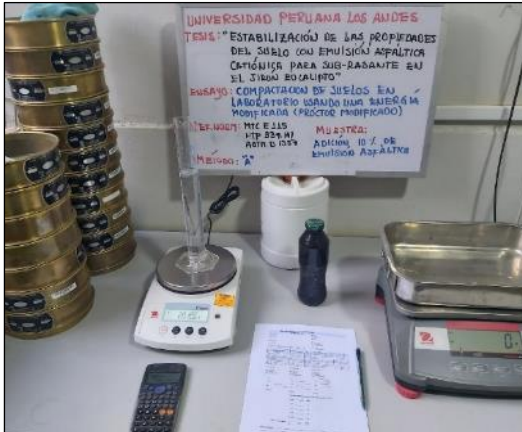


Fotografía 44 y Fotografía 45. Ensayo de límite líquido del suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica.



Fotografía 46 y Fotografía 47. Ensayo de límite plástico del suelo con 8 % de emulsión asfáltica catiónica.

Anexo N° 07.04: ensayos al suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica



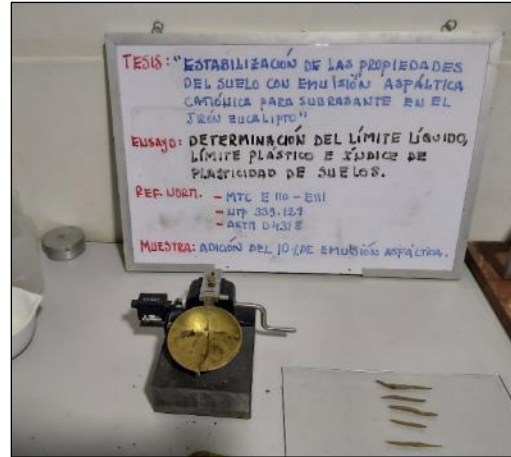
Fotografía 48 y Fotografía 49. Vista de la dosificación y muestra de suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica.



Fotografía 50 y Fotografía 51. Muestras y ensayos de Proctor modificado.



Fotografía 52 y Fotografía 53. Ensayo de CBR del suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica.



Fotografía 54 y Fotografía 55. Ensayo de límite líquido del suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica.



Fotografía 56. Ensayo de límite plástico del suelo con 10 % de emulsión asfáltica catiónica.

Anexo N° 07.05: ensayos al suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica



Fotografía 57 y Fotografía 58. Dosificación y mezclado de 12 % de emulsión asfáltica al suelo.



Fotografía 59 y Fotografía 60. Ensayo de Proctor modificado al suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica.





Fotografía 61, Fotografía 62 y Fotografía 63. Ensayo de CBR al suelo con adición de 12 % de emulsión asfáltica.



Fotografía 64 y Fotografía 65. Ensayo de límite líquido al suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica.



Fotografía 66. Ensayo de límite plástico del suelo con 12 % de emulsión asfáltica catiónica.